

ISSN 1300-0225
e-ISSN 2667-6087

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF
AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

34

SAYI
NUMBER

2

2024

TAGEM JOURNALS

ANADOLU

ISSN 1300-0225
E-ISSN 2667-6087

Sahibi ve Başkan (Owner and President)	:	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü adına Dr. Ertuğrul ARDA
Başkan Yardımcısı (Vice President)	:	Dr. Mehmet TUTAR
Yayın Kurulu (Editorial Board)	:	Dr. Neşe ADANACIOĞLU - Baş Editör ve Yayın Kurulu Başkanı Editor-in-Chief and Head of Editorial Board Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL Dr. Ceylan BÜYÜKKİLECI Dr. Neslihan ÖZSOY Dr. Seçil ALDEMİR Dr. Hülya OKKAOĞLU Dr. Şerife Nergis BAYAR Doç. Dr. Arzu ÇELİK OĞUZ
İstatistik Editörü (Statistics Editor)	:	Prof. Dr. Çiğdem TAKMA
İngilizce dil Editörü (English Language Editor)	:	Prof. Dr. Anne FRARY
Teknik Editörler (Technical Editors)	:	Erdem KARAGÖZ Ali KADİROĞLU

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (ETAE) yayın organı olan ANADOLU dergisi, tarım bilimleri alanındaki orijinal araştırma makalelerini ve güncel derlemeleri Türkçe ve İngilizce olarak 1991 yılından itibaren yılda iki kez yayımlayarak, bu alanda iletişimi sağlayan çift kör hakemli, uluslararası ve açık erişimli bir dergidir.

Dergiye kabul edilecek yazıların, "ANADOLU Yazım Kuralları"na göre yazılmış olması gerekmektedir. ANADOLU yazım kurallarına, arşivine ve detaylı bilgiye derginin web adresinden ulaşılabilir.

Dergiye kabul edilecek makalelerin daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış olması ve yayım aşamasında bulunmaması gerekmektedir. ANADOLU'da yayımlanan makalelerde savunulan fikirler yazarlara aittir.

Abone koşulları: Abone bedeli T.C. Ziraat Bankası Menemen Şubesi 8445877-5001 (IBAN No: TR 75 0001 0001 4608 4458 7750 01) sayılı hesabına yatırılmalı, dekontun fotokopisi ETAE'ye gönderilmelidir. ANADOLU'ya ilişkin abonelik yazışmaları aşağıdaki adrese yapılmalıdır.

ANADOLU, Journal of the Aegean Agricultural Research Institute (AARI), Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, is devoted to original scientific research articles and current reviews in the field of agricultural sciences. ANADOLU is an international, double-blind peer reviewed, open-access journal and published twice a year in Turkish and English since 1991.

Manuscripts to be submitted should be prepared according to "Publication Policy of ANADOLU". Archive, author instructions, and detailed information can be obtained from ANADOLU website.

Submitted articles are not published or not being considered for publication elsewhere. The ideas advocated in the articles to be published in ANADOLU is belong to the authors.

Subscription conditions: US\$ 12 per year, postage expenses is not included.

Enquiries about subscriptions, should be forwarded to the following address.

ANADOLU

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı Cad. No: 138
PK 9 Menemen 35660 İZMİR
e-mail: anadoludergisi@tarimorman.gov.tr
etae@tarimorman.gov.tr
anadolu.etae@gmail.com
http://dergipark.gov.tr/anadolu

ANADOLU

Aegean Agricultural Research Institute
Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı Cad. No: 138
PO Box 9 Menemen 35660 İZMİR, TÜRKİYE
e-mail: anadoludergisi@tarimorman.gov.tr
etae@tarimorman.gov.tr
anadolu.etae@gmail.com
http://dergipark.gov.tr/anadolu

ISSN 1300-0225
e-ISSN 2667-6087

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

34

SAYI
NUMBER

2

2024

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERĐİSİ
JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

ISSN 1300-0225 (Print) / e-ISSN 2667-6087 (Online)

AMAÇ ve KAPSAM

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (ETAE) yayın organı olan ANADOLU, tarım bilimleri alanındaki orijinal araştırma makalelerini 1991 yılından bu yana Türkçe ve İngilizce olarak, yılda 2 kez (Haziran ve Aralık) yayınlamaktadır, bu alanda iletişimi sağlamaktadır.

ANADOLU, uluslararası olarak yayımlanan, açık erişimli bir dergidir. Makale değerlendirmeleri iki taraflı kör hakemlik ilkesine (double-blind peer review) göre yapılmaktadır. Dergide, daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış veya yayım aşamasında bulunmayan, araştırma makalelerine ve güncel konularda yapılmış çalışmalarını yansıtan derlemelere yer verilmektedir.

AIMS and SCOPE

ANADOLU, Journal of Aegean Agricultural Research Institute (AARI) publishes original scientific research articles and current reviews in the field of agricultural sciences twice a year (June and December) in Turkish and English since 1991.

ANADOLU, publishes internationally, is an open-access journal and uses double-blind peer reviewed model. The journal invites original research papers in the field of agricultural sciences that are not published or not being considered for publication elsewhere.

ANADOLU'nun indekslendiĐi veri tabanları ANADOLU is indexed by the following databases

TÜBİTAK ULAKBİM - TR Dizin, AGRIS, EBSCO, EBSCO Essentials, SOBIAD,
GOOGLE AKADEMİK/ GOOGLE SCHOLARS, CiteFactor, CABI Direct and
CAB Abstracts (including related abstracts), Academindex

ANADOLU hakkında bilgi ve yayımlanan sayılarına aşağıdaki web sitelerinden ulaşılabilir Information about ANADOLU and its published issues can be found on the following websites.

DERĐİ PARK (<http://dergipark.org.tr/anadolu>)
TÜBİTAK ULAKBİM - TR Dizin (<https://app.trdizin.gov.tr/dergi/TVRVNU9RPT0>)

ANADOLU

ISSN 1300-0225 e-ISSN 2667-6087

EGE TARIMSAL ARASTIRMA ENSTITÜSÜ DERGISİ

JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Sahibi ve Başkan (Owner and President) : Dr. Ertuğrul ARDA
Başkan Yardımcısı (Vice President) : Dr. Mehmet TUTAR

YAYIN KURULU - EDITORIAL BOARD

Baş Editör ve Yayın Kurulu Başkanı -Editor-in-Chief and Head of Editorial Board

Dr. Neşe ADANACIOĞLU : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE

Editörler-Editors

Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Ceylan BÜYÜKKİLECI : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Neslihan ÖZSOY : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Seçil ALDEMİR : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Hülya OKKAOĞLU : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Şerife Nergis BAYAR : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Doç. Dr. Arzu ÇELİK OĞUZ : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

İstatistik Editörü - Statistics Editor

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA : Ege Ü. Ziraat Fak. Zootečni Böl., İzmir/ TÜRKİYE

İngilizce Dil Editörü - English Language Editor

Prof. Dr. Anne FRARY : İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir/TÜRKİYE

Teknik Editörler- Technical Editors

Erdem KARAGÖZ : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Ali KADİROĞLU : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE

Telefon-Phone	: + 90 232 8461331 (Pbx)
Faks-Fax	: + 90 232 8461107
Enstitü e-posta-AARI e-mail	: etae@tarimorman.gov.tr
Dergi e-posta-Journal e-mail	: anadolu.etae@gmail.com anadoludergisi@tarimorman.gov.tr
Adres-Address	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı Cad. No: 138 P.K. 9 Menemen 35660 İZMİR
ETAE web sitesi-AARI website	: http://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae
ANADOLU web sitesi- ANADOLU website	: http://dergipark.gov.tr/anadolu
ETAE-ANADOLU web yönetimi AARI-ANADOLU webmanager	: Öznur ÖZGÜR
Basım yeri-Publishing house	: Bizim Büro Matbaacılık Yayıncılık Sanayi 1.Cad. Sedef Sok No:6/1 İskitler/ANKARA.
Basım tarihi-Publication date	: 31.12.2024

ANADOLU

ISSN 1300-0225 / e-ISSN 2667-6087

ULUSLARARASI YAYIN KURULU-INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. George BAOURAKIS

Mediterranean Agronomic Institute of Chania, GREECE

Prof. Dr. Konstadinos MATTAS

Aristotle University of Thessaloniki, GREECE

Prof. Dr. Khaled F. M. SALEM

University of Sadat City, Department of Plant
Biotechnology, Genetic Engineering and
Biotechnology Research Institute (GEBRI), EGYPT

Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department
of Horticulture, Erzurum, TÜRKİYE

Assoc. Prof. Birsen ÇAKIR AYDEMİR

Ege University, Faculty of Agriculture, Department of
Horticulture, Bornova, Izmir, TÜRKİYE

Arzu BABAZADE

Azerbaijan State Agricultural University Department of
Crop Science, AZERBAIJAN

Asst. Prof. Vusual MAMMADOV

Azerbaijan State Agricultural University Department of
Crop Protection, AZERBAIJAN

Dr. P.E.RAJASEKHARAN

Division of Plant Genetic Resources Indian Institute of
Horticultural Research, INDIA

Prof. Dr. Azra SKENDER

University of Bihać, Biotechnical Faculty, BOSNIA and
HERZEGOVINA

Dr. Kumarse NAZARI

International Center for Agricultural Research in the Dry
Areas (ICARDA), TÜRKİYE

ANADOLU

ISSN 1300-0225 / e-ISSN 2667-6087

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Bahçe Bitkileri / Horticulture

Prof. Dr. Mirela Irina CORDEA	University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine USAMV Cluj Faculty of Horticulture, ROMANIA	mcordea@usamvcluj.ro
Prof. Dr. İbrahim DUMAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	ibrahim.duman@ege.edu.tr
Prof. Dr. Hülya İLBİ	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	hulya.ilbi@ege.edu.tr
Prof. Dr. Fatih ŞEN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	fatih.sen@ege.edu.tr
Prof. Dr. Yüksel TÜZEL	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	yuksel.tuzel@ege.edu.tr
Dr. Öğr. Üyesi Emrah ZEYBEKOĞLU	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	emrah.zeybekoglu@ege.edu.tr

Bitki Koruma / Plant Protection

Prof. Dr. Nafiz DELEN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	nafiz.delen@gmail.com
Prof. Dr. M. Nedim DOĞAN	Aydın Adnan Menderes Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın/TÜRKİYE	mndogan@adu.edu.tr
Prof. Dr. Serdar TEZCAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	serdar.tezcan@ege.edu.tr
Prof. Dr. Necip TOSUN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	necip.tosun@ege.edu.tr
Prof. Dr. Sibel UYGUR	Çukurova Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana/TÜRKİYE	suygur@cu.edu.tr

Biyoloji / Biology

Prof. Dr. Teoman KESERCİOĞLU	Akdeniz Karpaz Üniversitesi/KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ	teoman.koglu@gmail.com
------------------------------	---	------------------------

Biyçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar / Biodiversity and Genetic Resources

Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ	Aksaray Ü. Aksaray Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Aksaray/TÜRKİYE	akaragoz@aksaray.edu.tr
----------------------------	---	-------------------------

Biyomühendislik / Bioengineering

Prof. Dr. Nazan DAĞÜSTÜ	Uludağ Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Bursa/TÜRKİYE	ndagustu@uludag.edu.tr
Prof. Dr. Anne FRARY	İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir/TÜRKİYE	annefrary@iyte.edu.tr
Prof. Dr. Aynur GÜREL	Ege Ü. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl., İzmir/TÜRKİYE	aynur.gurel@ege.edu.tr

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

Prof. Dr. Şenay ŞİMŞEK	North Dakota State University (NDSU), Dept. of Plant Sciences ND, USA	senay.simsek@ndsu.edu
------------------------	--	-----------------------

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

Prof. Dr. Hakan ADANACIOĞLU	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl., Bornova-İzmir/TÜRKİYE	hakan.adanacioglu@ege.edu.tr
Prof. Dr. Cristina Bianca POCOL	University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, USAMV Cluj-Napoca / ROMANIA	cristina.pocol@usamvcluj.ro

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Agricultural Structures

Prof. Dr. Şerafettin AŞIK	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., İzmir/TÜRKİYE	serafettin.asik@ege.edu.tr
---------------------------	---	----------------------------

Tarım Makinaları / Agricultural Machinery

Prof. Dr. Harun YALÇIN	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Müh. Böl., İzmir/TÜRKİYE	harun.yalcin@ege.edu.tr
------------------------	--	-------------------------

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition

Prof. Dr. Nur OKUR	Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir/TÜRKİYE	nur.okur@ege.edu.tr
Prof. Dr. Sadık USTA	Ankara Ü. Ziraat Fak. Toprak Böl., Ankara/TÜRKİYE	susta@agri.ankara.edu.tr
Prof. Dr. Mahmut TEPECİK	Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir/TÜRKİYE	mahmut.tepecik@ege.edu.tr

Zootekni / Animal Science

Prof. Dr. Türker ŞAVAS	Çanakkale Onsekiz Mart Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Çanakkale/TÜRKİYE	tsavas@comu.edu.tr
Prof. Dr. Çiğdem TAKMA	Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir/TÜRKİYE	cigdem.takma@ege.edu.tr
Prof. Dr. Banu YÜCEL	Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir/TÜRKİYE	banu.yucel@ege.edu.tr

Tarla Bitkileri / Field Crops

Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN	Niğde Ömer Halisdemir Ü. Tarım Bil. ve Tek. Fak. Tarımsal Genetik Mühendisliği Böl., Niğde/TÜRKİYE	caliskanme@ohu.edu.tr
Prof. Dr. Hakan GEREN	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	hakan.geren@ege.edu.tr
Prof. Dr. A. Tanju GÖKSOY	Uludağ Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Bursa/TÜRKİYE	agoksoy@uludag.edu.tr
Prof. Dr. Emre İLKER	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	emre.ilker@ege.edu.tr
Prof. Dr. Yalçın KAYA	Trakya Ü. Müh. Fak. Genetik ve Biyomühendislik Böl., Edirne	yalcinkaya@trakya.edu.tr
Prof. Dr. Orhan KURT	Ondokuz Mayıs Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Samsun.	orhank@omu.edu.tr
Prof. Dr. Temel ÖZEK	Anadolu Ü. AUBİBAM, Eskişehir/TÜRKİYE	tozek@anadolu.edu.tr
Prof. Dr. Hakan ULUKAN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Böl., Ankara Türkiye	ulukan@ankara.edu.tr
Prof. Dr. Aydın ÜNAY	Aydın Adnan Menderes Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Aydın/TÜRKİYE	aunay@adu.edu.tr
Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ	Bolu Abant İzzet Baysal Ü. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Moleküler Biyoloji Ana Bilim Dalı, Bolu/TÜRKİYE	nzencirci@ibu.edu.tr

BU SAYININ BİLİMSEL HAKEM KURULU
(Scientific Advisory Board of This Issue)
(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Anadolu Yayın Kurulu, Anadolu Bilim Kuruluna ve bu sayıdaki makaleleri değerlendirerek katkıda bulunan aşağıdaki hakemlere içten teşekkürlerimizi sunarız.

Anadolu Editorial Board express its sincere thanks to the Anadolu Scientific Board and the following referees who have contributed by evaluating the articles in this issue.

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Alpay Balkan	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Altuğ ÖZDEN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Prof. Dr. Aydın ÜNAY	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Ayşegül ALTUNOK MEMİŞ	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ŞİN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER	Dicle Üniversitesi
Prof. Dr. Canan ABAY	Ege Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Duygu İNAN	Ege Üniversitesi
Dr. Dürdane MART	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Emre İLKER	Ege Üniversitesi
Dr. Erdiñ OĞUR	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Ergun KAYA	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Dr. Esra SINAV	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Firdevs Niksarlı İNAL	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Gamze SANER	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Hakan ADANACIOĞLU	Ege Üniversitesi
Dr. Hakan HEKİMİHAN	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Dr. Hatice Geren	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Hilal TUNCA COSIC	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. İsmet BAŞER	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Dr. Lerzan ÖZTÜRK	Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü
Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Metin ÖZGÜVEN	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet SİNCİK	Bursa Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Necat ÖREN	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Tolga ESETLİLİ	Ege Üniversitesi
Dr. Nilgün DOĞAN	Gümüşhane Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özgür KAHRAMAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Özgür TATAR	Ege Üniversitesi
Dr. Seda ÇINAR	Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Sema LEBLEBİCİ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Prof. Dr. Serap GONCU	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Serkan GÜRLÜK	Bursa Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Şevket ALP	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Tecer ATSAN	Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Tolga KARAKÖY	Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Doç. Dr. Ümmü Özgül KARAGÜZEL	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Dr. Ümran ŞENEL	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Vedat CEYHAN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi

İÇİNDEKİLER CONTENTS

Sayfa
Page

Sera Sebze Üreticilerinin Topraksız Teknikleri Kullanma Eğilimini Etkileyen Faktörlerin Analizi: İzmir'in Menderes İlçesi Örneği <i>Analysis of Factors Affecting the Tendency of Greenhouse Vegetable Growers to Use Soilless Techniques: The Case of Menderes District of Izmir Province</i> M. ÖZGÜR, S. ENGİNDENİZ, G. ÖZTÜRK.....	109
Humik Asit ve Vermikompost Uygulamalarının 'Zambesi' Zambak Çeşidinin Büyüme ve Gelişimine Etkileri <i>Impacts of Humic Acid and Vermicompost Applications on the Growth and Development of 'Zambesi' Lilium Variety</i> M. E. TUNCEL, M. GÜNEŞ, O. S. ALKAÇ.....	120
Buğday Ekim Alanlarının Sentinel-2A Uydu Verileriyle Sınıflandırılmasında Bitki Özellikleri ve Yetiştiricilik İşlemlerinin Etkisi <i>Determination of the Effects of Crop Characteristics and Agronomic Factors on Classification of Wheat Areas Using Sentinel-2A Satellite Data</i> İ. USLU, Z. ÇELİK, G. YÜCEERİM, V. KARAGÜL, A. ÖZDARICI OK.....	129
Growth Parameters of Cotton in Relay Strip Intercropping: Before and After Wheat Harvest <i>Sonradan Araya Ekim Sisteminde Pamuk Büyüme Dinamikleri: Buğday Hasadı Öncesi ve Sonrası</i> U.ÇAKALOĞULLARI.....	146
Arsenik, Kurşun ve Kadmiyum Stresi Altında Arpa Bitkisinde Bazı Biyokimyasal Değişiklikler <i>Some Biochemical Changes in Barley Plants Under Arsenic, Lead, and Cadmium Stress</i> F. SANAL, H. YILDIR.....	162
The Effects of Cattle Enterprise Sizes on the Structural Characteristics of Barns in the Northeast Anatolian Region: The Case of Horasan County of Erzurum Province <i>Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde Sığır İşletme Büyüklüklerinin Ahırların Yapısal Özellikleri Üzerindeki Etkileri: Erzurum İli Horasan İlçesi Örneği</i> M. BASTEM, M. YANAR.....	176
Batı Karadeniz Bölgesinde Toplanan Yerel Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) Populasyonlarının Yanıklık Hastalığı (<i>Ascochyta rabiei</i> (Pass.) Labr.) Bakımından Değerlendirilmesi <i>Evaluation of Local Chickpea Populations Collected in the Western Black Sea Region (Cicer arietinum L.) for Blight Disease (Ascochyta rabiei (Pass.) Labr.)</i> A. UZUN, Ü. ESER, O. DÜZDEMİR, H. BOZOĞLU, S. GÖKALP.....	188
Priming Effects on Germination Parameters of Vulnerable <i>Salvia aramiensis</i> Rech. f. Harvested from Different Locations <i>The Effect of Different Chemical Mutagen Treatments on In Vitro Seed Germination and Plant Development in Sesame (Sesamum indicum L.)</i> U. ÖZER, B. AKIN, A. ALTUNOK MEMİŞ.....	196
Muğla İli Milas İlçesi Ekonomisine Coğrafi İşaretli Ürünlerin Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi <i>Evaluation of the Possible Effects of Geographical Indications on the Economy of Milas District of Muğla Province</i> F. ÇUKUR, T. ÇUKUR.....	203

Marketing Channels Used by Goose Breeders and Marketing Efficiency <i>Kaz Yetiştiricilerinin Kullandığı Pazarlama Kanalları ve Pazarlama Etkinliği</i> G.S. GÖKKAYA, H. ADANACIOĞLU.....	215
A Study on the Integration of <i>In Vitro</i> Methods with <i>In Vivo</i> Double Haploid Technique in Maize (<i>Zea mays</i> L.) <i>Mısırda (Zea mays L.) In vivo Katlanmış Haploid Tekniğine In vitro Yöntemlerin Entegrasyonu Üzerine Bir Çalışma</i> N. N.YÜKSEL, F. KAHRIMAN	226
Bazı Çeltik (<i>Oryza sativa</i> L.) Çeşitlerinin Karadeniz Koşullarında Genotip x Çevre İnteraksiyonları ve Stabilite Analizi <i>Genotype x Environment Interactions and Stability Analysis of Some Rice (Oryza sativa L.) Varieties Under Black Sea Conditions</i> S. YILMAZ, İ. SEZER, R. ÜNAN, M. ENGİNSU	235
Soğuklatma, Yöney ve Gölgeleme Uygulamalarının Elek Altı Kardelen (<i>Galanthus elwesii</i> Hook. F.) Soğanlarının Büyütülmesindeki Etkileri <i>Effects of Cooling, Orientation and Shading on Enlargement of Under-Sized Snowdrop (Galanthus elwesii Hook. F) Bulbs</i> E. ZEYBEKOĞLU	246
Ankara-Gölbaşı Ekolojik Koşullarında Yazlık Olarak Ekilen Bazı Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Yanıklık Hastalığı (<i>Ascochyta rabiei</i> (Pass.) Labr.) Yönünden Performansları <i>Yield, Yield Components and Performance of Some Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties Planted as Summer Crops in Ankara-Gölbaşı Ecological Conditions Against Blight Disease (Ascochyta rabiei (Pass.) Labr.)</i> E. KAVLAK, A. AYDOĞAN, E. ATASAYAR, H.V. KILINÇ, S. GÜNDÜZ	257
Doğamızda Yok Olan Bir Türün Yeniden Türkiye'ye Kazandırılması: Çelebi Lalesi (<i>Tulipa clusiana</i> DC.) Örneği <i>Reintroducing an Extinct Species to Türkiye: A Case Study of Çelebi Lalesi (Tulipa clusiana DC.)</i> E. OĞUR.....	269

Sera Sebze Üreticilerinin Topraksız Teknikleri Kullanma Eğilimini Etkileyen Faktörlerin Analizi: İzmir'in Menderes İlçesi Örneği

Mustafa ÖZGÜR¹

Sait ENGİNDENİZ²

Görkem ÖZTÜRK^{3*}

¹*Tarım ve Orman Bakanlığı, Sivas-Gürün İlçe Müdürlüğü, 58800, Sivas/TÜRKİYE*

²*Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, İzmir/TÜRKİYE*

³*Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 56100, Siirt/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-8544-1918>

²<https://orcid.org/0000-0002-7371-3330>

³<https://orcid.org/0000-0003-3767-0537>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): gorkem.ozturk@siirt.edu.tr

Received (Geliş tarihi):11.07.2024

Accepted (Kabul tarihi): 18.09.2024

ÖZ: Bu araştırmanın temel amacı, İzmir'in Menderes ilçesinde serada sebze üretimi yapan üreticilerin topraksız teknikleri kullanma eğilimini etkileyen faktörleri analiz etmektir. Araştırmada veriler oransal örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen 94 üreticiden yüz yüze anketler yapılarak elde edilmiştir. Araştırmada ilk olarak üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri incelenmiş, ardından üreticilerin topraklı koşullarda geleneksel yöntemlerle hıyar üretiminin teknik ve ekonomik yönleri analiz edilmiştir. Üreticilerin serada topraksız tekniklerle sebze üretme eğilimini etkileyen faktörlerin analizinde lojistik regresyon (logit) modellerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin yaşı ortalama 46,94, eğitim süresi ise ortalama 9,30 yıl olarak belirlenmiştir. Üreticilerin seracılık deneyimi ortalama 16,28 yıldır. İşletmelerde ortalama sera alanı 5,78 dekar, ortalama sera sayısı ise 5,40'dır. Lojistik regresyon modeline göre etkili ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenler üretici yaşı ve üreticinin topraksız tekniklerle ilgili bilgi düzeyi olarak belirlenmiştir. Üretici yaşı arttıkça topraksız teknikleri kullanma eğilimi 1,032 kat azalmaktadır. Topraksız tekniklerle ilgili bilgisi olmayan üreticilerin bu teknikleri kullanma eğilimi 4,651 kat azalmaktadır. Dolayısıyla, üreticilere topraksız tarım tekniklerinin avantajları ile uygulama yöntemleri hakkında bilgi verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, topraksız tarım yöntemlerinde gerekli olan sistemler ve otomasyonun kurulum maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, üreticilere bu konuda destek ve teşvikler de sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Seracılık, hıyar yetiştiriciliği, topraksız yetiştiricilik, üretici tercihleri, lojistik regresyon.

Analysis of Factors Affecting the Tendency of Greenhouse Vegetable Growers to Use Soilless Techniques: The Case of Menderes District of İzmir Province

ABSTRACT: The main purpose of this study is to analyze the factors affecting the tendency of growers who produce vegetables in greenhouses to use soilless techniques in the Menderes district of İzmir province. Study data were compiled by face-to-face survey method from 94 growers with proportional sampling. In the study, first of all, the socio-economic characteristics of the growers were examined. Then, the technical and economic aspects of cucumber production by traditional methods under soil conditions of the growers were analyzed. Logistic regression (logit) models were used to analyze the factors affecting the tendency of producers to produce vegetables with soilless techniques in greenhouses. According to the research results, the average age of the growers was determined as 46.94 years and the average education period was 9.30 years. The average greenhouse growing experience of the growers was 16.28 years. The average greenhouse area in the farms was 5.78 decares and the average number of greenhouses was 5.40. According to the logistic regression model, the variables that were found to be effective and statistically significant were determined as the grower's age and the grower's level of knowledge about soilless techniques. As the age of the grower increased, the tendency to use soilless techniques decreased by 1.032-fold. The tendency of growers who did not have knowledge about soilless techniques to use these techniques decreased by 4.651-fold. Therefore, growers need to be informed about the advantages of soilless growing techniques and application methods. In addition, due to the high installation costs of the systems and automation required in soilless growing techniques, growers should be provided with support and incentives in this regard.

Keywords: Greenhouse growing, cucumber growing, soilless growing, grower preferences, logistic regression.

GİRİŞ

Türkiye’de seracılık özellikle 1995 ve sonrasında gelişme kaydetmiştir. Örtü altı üretim, 1995 yılında 36.302 hektar üzerinde yapılırken, 2022 yılında bu alan 81.088 hektara çıkmıştır. 47.128 hektar alanda plastik seralarda, 16.954 hektar alanda alçak tünelde, 11.043 hektar alanda yüksek tünelde, 5.963 hektar alanda ise cam serada üretim yapılmaktadır. Türkiye’de bulunan örtü altı tarım alanının yoğun olduğu iller incelendiğinde; Antalya (%38), Mersin (%26), Adana (%18), Muğla (%4) ve İzmir’in (%2) önemli olduğu görülmektedir (TÜİK, 2023).

Seralarda en fazla üretimi yapılan ürünler sebzelerdir. Bu sebzeler arasında domates ilk sırada gelirken, onu sırasıyla hıyar, biber ve patlıcan takip etmektedir. TÜİK’in 2022 yılı verilerine göre, Türkiye’de örtü altında 4.139.337 ton domates, 1.175.902 ton hıyar, 1.068.884 ton biber ve 346.657 ton patlıcan üretilmiştir. Türkiye’nin önemli örtü altı sebze üretim merkezlerinden biri de İzmir’dir. İlçelere göre dağılımda ise sırasıyla Menderes, Bergama ve Menemen ilk üç sırada yer almaktadır. Üretilen ürünler ise sırasıyla hıyar, domates, marul, çilek ve fasulyedir (TÜİK, 2023).

Toprak verimliliğindeki azalma, toprak besin rezervlerindeki düşüş, sınırlı sulama suyu kaynakları ve iklim değişiklikleri gibi faktörler, yeni tarım yöntemleri arayışlarında göz önünde bulundurulması gereken önemli parametrelerdir. Bu bağlamda, topraksız tarım sistemleri üzerinde odaklanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Mir ve ark., 2022; Yavuz ve ark., 2023). Ticari seralarda toprak dezenfektanlarının kullanımının sınırlandırılması sonucunda alternatif arayışlar topraksız tarımın sera üretiminde yaygınlaşmasını sağlamıştır (Gül, 2008; Varoğlu, 2022).

Topraksız tarım, bitkileri toprak kullanmadan farklı ortamlarda yetiştirme yöntemidir. İlk olarak 1930’larda Amerika’da, ardından 1960’ların başında Avrupa’da uygulanmaya başlanmıştır. 1970’lerden itibaren ticari sera üretiminde yaygınlaşmıştır (Hazar ve Baktır, 2013). Topraksız tarım, ortam ve su kültürü olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir. Ortam kültüründe; bitkiler organik veya inorganik ortamlar içerisinde yetiştirilmekte ve sulama besin eriyiği katkılı şekilde yapılmaktadır. Su kültüründe bitkiler besin

elementlerini içeren suyun içerisinde yetiştirilmektedir (Eltez ve Tüzel, 2007). Türkiye’de modern sera işletmelerinde uygulanan topraksız tarım yöntemleri, özellikle sebze üretimine odaklanmaktadır. Bu yöntemler çerçevesinde, domates çeşitlerinin yetiştirilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Salkım domates çeşitleri, diğer tipler (şeker, kokteyl, pembe vb.) arasında en yaygın olarak üretilenlerdir. Bunun yanı sıra, iri meyveli ve kalın etli dolmalık biberler, özellikle California wonder tipi, ikinci sırada önemli bir üretim hacmine sahiptir. Son yıllarda Türkiye genelinde topraksız çilek yetiştiriciliği de belirgin bir artış göstermektedir. Bu yöntemle, salata-marul, maydanoz, roka gibi yeşil yapraklı sebzelerin yanı sıra adaçayı, tarhun, kişniş, reyhan, kekik, fesleğen gibi çeşitli aromatik bitkiler de üretilmektedir (Tüzel ve ark., 2020).

Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre; Türkiye’de modern sera varlığı yaklaşık 22.000 dekar olup bu seralarda topraksız tarım metodu ile ihracata yönelik üretim yapılmaktadır. Modern seralarda üretilen ürünlerin %90’ı ihraç edilmektedir. Bu alan, toplam sera alanı varlığının %2,7’sine tekabül etmektedir. 2022 yılı itibarıyla 51 ilde topraksız tarım yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Topraksız tarım metodu ile üretim yapan işletmelerin %30’u Antalya, %12’si Afyonkarahisar, %11’i Mersin ve %9’u İzmir’de bulunmaktadır. Yine Bakanlık verilerine göre, topraksız tarımda %92 oranında sebze yetiştiriciliği, %8 oranında ise süs bitkisi yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2023).

Serada topraksız sebze üretiminin ekonomik yönlerine ilişkin dünyanın farklı ülkelerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır (Hood ve Snyder, 1999; Hochmuth ve ark., 1999; Grafiadellis ve ark., 2000; İlaslan ve ark., 2000; Athearn ve ark., 2018; Abul-Soud ve ark., 2021; Ghanayem ve ark., 2022; Majdalawi ve ark., 2023; D’Amico ve ark., 2023; Al-khateeb ve ark., 2024). Bununla birlikte, üretici eğilimlerine ve adaptasyon sürecine yönelik te bazı araştırmaların yapıldığı görülmektedir (Sukprasert ve Wattanapreechanon, 2015; Nejatian ve ark., 2016; Fields ve ark., 2023; Velasco ve ark., 2023; Salisu ve ark., 2024). Türkiye’de de topraksız tarımın ekonomik yönleri üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır (Başar, 2000;

Engindeniz, 2002; Engindeniz ve Gül, 2002; Engindeniz, 2004; Gül ve ark., 2007a; Gül ve ark., 2007b; Engindeniz ve Gül, 2009; Sipahioğlu ve Tipi, 2016; Gözener ve Dereli, 2018; Aydın Can ve Engindeniz, 2019; Ölmez ve ark., 2021; Kurklu, 2022; Kilim ve ark., 2022; Türkten ve Ceyhan, 2023; Baytorun ve Zaimoğlu, 2023; İlbasmış ve Özkan, 2024). Ancak topraksız tarımın yaygınlaştırılması açısından üreticilerin kararlarını hangi faktörlerin etkilediğini ortaya koyabilecek araştırmaların yapılmasına da ihtiyaç vardır. Özellikle küçük işletmelerde üretim yapan üreticilerin bakış açıları ve eğilimleri bu açıdan önemlidir.

Bu araştırmanın ana amacı, İzmir ili Menderes ilçesinde serada sebze üretimi yapan üreticilerin topraksız teknikleri kullanma eğilimini etkileyen faktörleri analiz etmektir.

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın ana materyalini oluşturan veriler, İzmir'in Menderes ilçesinde serada sebze üretimi yapan üreticilerden yüz yüze anket yöntemiyle elde edilmiştir. Anket verilerinin yanı sıra, daha önce yapılan araştırmaların sonuçlarından da yararlanılmıştır. Araştırma öncesi, Ege Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurul Başkanlığının Tarih; 25.04.2022, Toplantı/Karar Sayısı; 04/05 ve Protokol No: 1459 sayılı kararı ile Etik Kurul Onayı alınmıştır.

TOB İzmir İl Müdürlüğü verilerine göre, ilde sebze ve meyve üretimi yapılan sera alanlarının (1318 hektar) %80'i Menderes ilçesinde yer almaktadır. Bu nedenle Menderes ilçesinin kapsama alınması planlanmıştır. Menderes ilçesindeki seralarda ağırlıklı olarak hıyar ve marul üretimi yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı Menderes İlçe Müdürlüğü'nden elde edilen bilgilere göre ilçede sera alanlarının %90'ı Altıntepe, Ataköy, Çamönü, Çileme, Değirmendere ve Develi mahallelerinde yer almaktadır ve bu mahallelerde sebze üretiminin yaklaşık %90'ı gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple bu mahalleler araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Bu mahallelerde ÇKS'ye kayıtlı toplam üretici sayısı 831 olarak belirlenmiştir. Araştırmada örnekleme yapılarak üreticilerin bir kısmının kapsama alınmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki oransal örnek hacmi formülünden yararlanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma^2_{px} + p(1-p)}$$

Formülde;

n = Örnek hacmi

N = Toplam üretici sayısı

p = Serada sebze üreten üreticilerin oranı (Maksimum örnek hacmi için 0.5 alınmıştır).

σ^2_{px} = Oranın varyansıdır.

Araştırmada %90 güven aralığı ile %8 hata payı esas alınarak hesaplama yapılmış ve örnek hacmi 94 olarak saptanmıştır. Her mahallede görüşülecek üretici sayısının saptanmasında, toplam üretici sayısı içerisindeki mahallenin payları esas alınmıştır (Çizelge 1). Mahallelerde görüşülecek üreticiler ise tesadüfi sayılar cetvelinden yararlanılarak saptanmıştır. Araştırmada 2021/2022 üretim dönemi esas alınmış olup anket çalışmaları ise 2022 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yapılmıştır.

Verilerin analizinde; sera üretim alanı büyüklüğüne göre üreticiler üç gruba ayrılmıştır. Birinci grubu sera üretim alanı üç dekar ve üç dekarın altında bulunan üreticiler (30 üretici), ikinci grubu üç dekar ve altı dekar arası sera üretim alanına sahip olan üreticiler (37 üretici), üçüncü grubu ise altı dekar ve üzerinde sera üretim alanına sahip üreticiler (27 üretici) oluşturmaktadır.

Araştırmada öncelikle üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri incelenmiştir. Bu aşamada, üreticilerin yaşı, eğitim düzeyi, seracılık deneyimi, hane halkı büyüklüğü, aile işgücü potansiyeli, arazi mevcudu, sermaye kaynakları ve örgütlenme düzeyi ortaya konulmuştur. Daha sonra üreticilerin topraklı koşullarda geleneksel yöntemlerle hıyar üretiminin teknik ve ekonomik yönleri analiz edilmiştir. Bu aşamada ise dönemlere göre elde edilen verimler, üretici eline geçen fiyatlar ve elde edilen üretim değerleri incelenmiştir.

Üreticilerin serada topraksız tekniklerle sebze üretme eğilimini etkileyen faktörlerin analizinde lojistik regresyon (logit) modellerinden yararlanılmıştır. Kümülatif lojistik olasılık fonksiyonuna bağlı olan logit modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Gujarati, 1995).

$$P_i = F(z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-z_i}}$$

$$= \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}}$$

P_i = i' nci bireyin belirli bir seçeneği seçme olasılığı,
F=Kümülatif olasılık fonksiyonu,

$z = \alpha + \beta X_i$,

α = Sabit katsayı,

β = Her bir açıklayıcı (bağımsız) değişken için tahmin edilecek parametre,

X_i = i' nci bağımsız değişkeni ifade etmektedir.

Yukarıdaki denklemin yeniden düzenlenmesi ve eşitliğin iki tarafının doğal logaritmasının alınmasıyla aşağıdaki denklem elde edilmektedir;

$$L = \ln \left[\frac{P_i}{(1 - P_i)} \right] = z_i$$

$$= \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

$$+ \beta_3 X_3 \dots \dots \dots + \beta_n X_n$$

Bu çalışmada, bağımlı değişken iki kategorili (0, 1) değişkendir. Bağımlı değişken, topraksız tarım tekniklerini kullanmak istiyorsa 1, kullanmak istemiyorsa 0 değerini almaktadır. Logit modelde topraksız teknikleri kullanmayı istemeyenler grubu referans olarak alınmıştır. Bundan dolayı topraksız teknikleri kullanmak isteyenler, referans olan topraksız teknikleri kullanmayı istemeyenlere göre analiz edilmiştir Logit modelde altı bağımsız değişken kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Lojistik regresyon modelinde kullanılan değişkenler.

Table 1. Variables used in the logistic regression model.

Değişkenler		Bağımsız değişkenler	
Bağımlı değişken	Kategorik değişken	0: Kullanmak istemiyor 1:Kullanmak istiyor	
Topraksız tarım yapma eğilimi	Kategorik değişken	0: Kullanmak istemiyor 1:Kullanmak istiyor	
Üreticinin yaşı (yıl)	Sürekli değişken		-
Üreticinin eğitimi (yıl)	Sürekli değişken		-
Üreticinin seracılık deneyim süresi (yıl)	Sürekli değişken		-
Sera üretim alanı (da)	Sürekli değişken		-
Üreticinin topraksız tekniklerle ilgili bilgisi	Kategorik değişken		1: Var 2: Yok
Üreticinin tarımsal desteklerin yeterliliği konusundaki görüşü	Kategorik değişken		1: Çok yetersiz 2: Yetersiz 3: Kararsızım 4: Yeterli 5: Çok yeterli

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üreticilerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin yaşı ortalama 46,94, eğitim aldıkları süre ise ortalama 9,30 yıl olarak belirlenmiştir. Üreticilerden en genci 21 yaşında iken en yaşlı üretici ise 80 yaşındadır. İşletmelerde ortalama hane nüfusu 3,88 olarak saptanmıştır. İşletmelerdeki toplam nüfusun %53,42'i erkek, % 46,58'kadındır. Ayrıca işletme nüfusunun %1,92'si 0-6 yaş, %15,07'si 7-14 yaş, %47,12'si 15-49 yaş, %30,68'i 50-64 yaş, %5,21'i 65 yaş ve üzeri kişilerden oluşmaktadır. Aile işgücü potansiyeli EİB cinsinden 2,67 olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin sera sebze üretiminde ortalama deneyim süreleri 16,20 yıl olarak saptanmıştır. Deneyim süreleri 1-36 yıl arasında değişmektedir. İşletmelerin sahip olduğu ortalama tarım arazi 40,50 dekadır. Toplam arazinin %84,69'unu mülk araziler, %9,38'ini kiralanan araziler, %5,93'ünü ortak işlenen araziler oluşturmaktadır. İşletmelerin sahip olduğu arazilerin ortalama parsel sayısı 6,40 adet, ortalama parsel büyüklüğü ise 6,33 da olarak saptanmıştır. İşletmelerin sahip oldukları aktif sermayenin %95,90'ı arazi varlığıdır. Arazi varlığının ise yaklaşık %92,57'sini toprak ve bina varlığı oluşturmaktadır. Pasiflerde ise en önemli unsur %94,40 ile öz sermaye oluşturmaktadır. Üreticilerden %41,49'u herhangi bir kooperatife ortak olduğunu belirtirken, %58,51'i herhangi bir kooperatife ortak olmadığını ifade etmiştir (Çizelge 2). Kooperatife ortak olma oranı dışındaki özellikler açısından gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$).

Çizelge 2. Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri.
Table 2. Socio-economic characteristics of growers.

Özellikler	Üretici Grupları			
	1. Grup (≤ 3 da)	2. Grup (3-6 da)	3. Grup (6 da \leq)	Genel
Üreticilerin yaşı	45,48	48,57	46,34	46,94
Üreticilerin eğitimi (yıl)	7,10	9,51	11,48	9,30
Üreticilerin seracılık deneyimi	18,00	17,00	15,00	16,20
Hanehalkı büyüklüğü	3,88	4,38	3,27	3,88
Aile işgücü potansiyeli (EİB)	2,56	2,93	2,44	2,67
Arazi mevcudu (da)	32,40	39,70	50,60	40,50
Özsermaye oranı (%)	93,56	94,45	94,65	94,40
Kooperatife ortak olma oranı (%) *	20,00	32,43	81,48	41,49

* Farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

* Statistically significant difference ($p < 0,05$).

Sera Sebzeçiliğinin Teknik ve Ekonomik Özellikleri

İşletmelerin sahip olduğu ortalama sera alanının 5,78 dekar olduğu belirlenmiştir. İşletme başına düşen ortalama sera sayısı 5,40 olmakla beraber bir sera parselinin ortalama büyüklüğü ise 1,07 dekar olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). İşletmelerde seraların tamamı üreticilerin kendi mülkiyetine ait alanlardır. Araştırma kapsamına dâhil olan üreticilerin tamamı demir ya da çelik konstrüksiyona sahip ve plastik örtülü seraları kullanmaktadır.

Araştırma kapsamındaki işletmelerin tamamı ilkbahar döneminde hıyar yetiştiriciliği yapmıştır. Güz döneminde ise 36 üretici yine hıyar yetiştiriciliği yapabilmıştır. İlkbahar ve sonbahar döneminde hıyardan elde edilen verimler Çizelge 4'de hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi ilkbahar döneminde ortalama hıyar verimi 26176,42 kg/da, sonbahar döneminde ortalama hıyar verimi ise 16874,16 kg/da olarak saptanmıştır. Her iki dönemde elde edilen verimler açısından gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$).

Çizelge 3. Üreticilerin seralarına ait özellikler.
Table 3. Characteristics of the growers' greenhouses.

Sera Özellikleri	Üretici grupları			
	1. Grup (≤ 3 da)	2. Grup (3-6 da)	3. Grup (≥ 6 da)	Genel
Toplam üretici sayısı	30	37	27	94
Sera sayısı	5,30	5,10	6,00	5,40
Sera arazisi (da)	2,60	5,20	10,10	5,78
Ortalama sera alanı (da)	0,49	1,02	1,68	1,07

Çizelge 4. İncelenen işletmelerde hıyar yetiştiriciliğinden elde edilen verim.
Table 4. Yield obtained from cucumbers grown in the studied farms.

Dönem/Ürün	Verim düzeyi	Üretici grupları			Genel
		1. Grup (≤ 3 da)	2. Grup (3-6 da)	3. Grup (≥ 6 da)	
İlkbahar hıyar	İşletme sayısı	30	37	27	94
	Dekara düşen üretim miktarı (kg/da)	24052,00	26878,00	27579,00	26176,42
	İşletme başına düşen ortalama üretim miktarı (kg)	62535,20	139765,60	278547,90	151299,71
	m ² 'ye düşen ortalama üretim miktarı (kg/m ²)	24,05	26,88	27,58	26,18
Sonbahar hıyar	İşletme sayısı	8	10	18	36
	Dekara düşen üretim miktarı (kg/da)	16286,00	16800,00	17630,00	16874,16
	İşletme başına düşen ortalama üretim miktarı (kg)	30943,40	72408,00	159022,60	82514,64
	m ² 'ye düşen ortalama üretim miktarı (kg/m ²)	16,29	16,80	17,63	16,87

İşletmelerde üretilen hıyar daha çok üretim yerinde tüccar ve komisyonculara pazarlanmaktadır. Toptancı hali ve semt pazarlarında da üretimin bir kısmı pazarlanabilmektedir. Üretici eline geçen hıyar fiyatı ilkbahar döneminde 1,25-3,50 TL/kg arasında değişmiştir ve ortalama fiyat 1,95 TL/kg'dır. Güz döneminde ise hıyar fiyatı 2,00-9,00 TL/kg arasında değişmiştir ve ortalama fiyat 5,15 TL/kg olarak hesaplanmıştır. Her iki dönemde elde edilen fiyatlar açısından gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). İncelenen işletmelerde hıyardan dekara ilkbahar döneminde ortalama 51044,02 TL, güz döneminde ise ortalama 86901,92 TL üretim değeri elde edilmiştir. Güz döneminde verim daha düşük olmasına rağmen, fiyat avantajı daha yüksek üretim değeri sağlayabilmektedir (Çizelge 5).

Serada Topraksız Tekniklerle Sebze Üretme Eğilimini Etkileyen Faktörler

Topraksız tekniklerle tarımsal üretim; durgun veya akan besin eriyiklerinde, sis şeklinde verilmiş besin eriyiğinde veya besin eriyikleri ile beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında topraksız tekniklerin katı ortam (substrat) kültürü ve su kültürü (hydroponic) olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Katı ortam kültürü; yatak kültürü, saksı, torba, paket kültürü ve hazır blok kültürü olarak kendi içinde ayrılmaktadır. Katı ortam kültüründe inorganik (doğal-suni) veya organik ortamlar kullanılabilir. Su kültüründe ise; durgun su kültürü, akan su kültürü (NFT), aeroponik kültürü (eriyik sisleme), ve akuaponik su kültürü kullanılabilir (Aydın Can ve Engindeniz, 2019). Menderes ilçesinde daha önce yapılan araştırmalarda, üreticiler genellikle hıyar üretimi yaptığı için, en uygun olabilecek tekniğin ortam (substrat) kültürü olduğu ortaya konulmuştur (Gül ve ark., 2002; Gül ve ark., 2007a,b; Engindeniz ve Gül, 2009). Bu araştırmalarda özellikle perlit ya da volkanik tuf gibi inorganik doğal ortamların kullanılabilmesi de saptanmıştır.

Menderes ilçesinde araştırma kapsamında yapılan incelemelerde, seracılık yatırımı yapan bazı firmaların bölgede topraksız tekniklerle serada üretim yaptıkları saptanmıştır. Ancak üretici koşullarındaki uygulamalar proje çalışmalarısıyla sınırlı kalmaktadır. Bölgede özellikle küçük ölçekli işletmeler topraklı üretimi tercih etmektedir.

Araştırmada üreticilere topraksız tarım tekniği konusunda bilgisi olup olmadığı sorulduğunda %60,64'ü bilgisi olduğunu belirtmiştir. Üreticilerin önemli bilgi kaynağı TV, radyo, internet ve konuyla ilgili basılı yayınlardır. Üreticilere topraksız tekniklerle sebze üretmeyi isteyip istemediği sorulduğunda %44,68'i evet yanıtı vermiş ve istekli olduğunu ifade etmiştir (Çizelge 6). Hayır yanıtı veren üreticiler ise neden olarak; masraflarının yüksek olmasını, bilgisinin yeterli olmamasını, serasının uygun olmamasını, işgücünü değerlendirmek istemesini belirtmiştir.

Araştırmada üreticilerin topraksız tekniklerle sebze üretme eğilimini etkileyen faktörler lojistik regresyon (logit) modeli oluşturularak belirlenmiştir. Modele çok sayıda değişken eklenmiş ve çıkartılmıştır. Bağımsız değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlılığı, Hosmer Lemeshow testi, Omnibus testi, Nagelkerke R^2 ile Cox ve Snell R^2 değerlerine göre en uygun model oluşturulmuştur ve elde edilen model sonuçları Çizelge 7'de sunulmuştur. Hosmer Lemeshow testi sonucuna göre modelin uyumlu olduğu tespit edilmiştir ($p=0,281>0,05$). Omnibus testine göre modelin anlamlı olduğu görülmektedir ($p=0,048<0,05$). Nagelkerke R^2 istatistiğine göre bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında yaklaşık %22'lik bir ilişki bulunmaktadır. Cox ve Snell R^2 istatistiğine göre ise bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında yaklaşık %17'lik bir ilişki olduğu saptanmıştır. Buna göre değişkenlerin modeli orta düzeyde açıkladığı söylenebilir.

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde hıyar yetiştiriciliğinden elde edilen üretim değeri.

Table 5. Production value obtained from cucumbers grown in the studied farms.

Dönem	Üretim değeri	Üretici grupları			Genel
		1.Grup (≤ 3 da)	2.Grup (3-6 da)	3.Grup (≥ 6 da)	
İlkbahar	Verim (kg/da)	24052,00	26878,00	27579,00	26176,42
	Hıyar fiyatı (TL/kg)	1,93	1,95	1,97	1,95
	Üretim değeri (TL/da)	46420,36	52412,10	54330,63	51044,02
Sonbahar	Verim (kg/da)	16286,00	16800,00	17630,00	16874,16
	Hıyar fiyatı (TL/kg)	4,99	5,17	5,31	5,15
	Üretim değeri (TL/da)	81267,14	86856,00	93615,30	86901,92

Çizelge 6. Üreticilerin topraksız tekniklerle ilgili bilgisi, bilgi kaynakları ve kullanma eğilimleri.
Table 6. Growers' knowledge of soilless techniques, information sources, and usage tendencies.

Üretici görüşleri		Üretici grupları			Genel
		1.Grup (≤3 da)	2.Grup (3-6 da)	3.Grup (≥6 da)	
Topraksız tekniklerle ilgili bilgi düzeyi	Bilgisi var	22	20	15	57
	Bilgisi yok	8	17	12	37
Topraksız tekniklerle ilgili bilgi kaynağı	Tarım ve Orman Bakanlığı İl/İlçe Müdürlüğü	8	6	5	19
	Gübre-ilaç bayileri	2	1	2	5
	Kendi tecrübeleri	2	2	2	6
	Diğer üreticiler	2	2	2	6
	Basılı yayınlar	10	8	8	26
	Radyo/TV/İnternet	12	10	9	31
Topraksız teknikleri kullanma eğilimi	Kullanmak istiyor	12	18	12	42
	Kullanmak istemiyor	18	19	15	52

Çizelge 7. Lojistik regresyon modeli sonuçları.
Table 7. The results of the logistic regression model.

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Wald İstatistiği	p değeri	Odds oranı
Sabit Terim	2,426	1,648	2,168	0,141	11,316
Üreticinin yaşı (yıl)	-0,031	0,019	2,758	0,097*	0,969
Üreticinin eğitimi (yıl)	-0,097	0,068	1,993	0,158	0,908
Üreticinin seracılık deneyim süresi (yıl)	0,032	0,021	2,325	0,127	1,033
Sera üretim alanı (da)	0,043	0,053	0,678	0,410	1,044
Üreticinin topraksız tekniklerle ilgili bilgisi	-1,538	0,527	8,527	0,003**	0,215
Üreticinin tarımsal desteklerin yeterliliği konusundaki görüşü (1)	-0,842	0,936	0,810	0,368	0,431
Üreticinin tarımsal desteklerin yeterliliği konusundaki görüşü (2)	0,066	0,952	0,005	0,945	1,068
Üreticinin tarımsal desteklerin yeterliliği konusundaki görüşü (3)	-0,844	1,064	0,629	0,428	0,430
Üreticinin tarımsal desteklerin yeterliliği konusundaki görüşü (4)	-0,718	1,219	0,346	0,556	0,488
Nagelkerke R ²					0,222
Cox ve Snell R ²					0,166
-2 log likelihood					112,196
Hosmer ve Lemeshow testi					0,281
Omnibus testi					0,048

*0,10 düzeyinde, **0,01 düzeyinde anlamlıdır.

*Significant at 0.10 level, **significant at 0.01 level.

Tahmin değerleri Odds oranlarına bakılarak yorumlanmıştır. Katsayıları negatif ve Odds oranı değerleri 0'a yakın olarak tahmin edilen değişkenlere ilişkin yorum yapılabilmesi için Odds oranı değerlerinin 1/Odds oranı olarak düzeltilmesi gerekmektedir (Hosmer ve Lemeshow, 2000).

Elde edilen lojistik regresyon modelinde etkili ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenler üreticinin yaşı ve üreticinin topraksız tekniklerle ilgili bilgi düzeyi olarak belirlenmiştir. Modelde yer alan diğer değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Üretici yaşı arttıkça topraksız teknikleri kullanma eğilimi 1,032 kat azalmaktadır.

Topraksız tekniklerle ilgili bilgisi olmayan üreticilerin bu teknikleri kullanma eğilimi 4,651 kat azalmaktadır (Çizelge 7).

Engindeniz ve ark. (2009) tarafından yapılan ve Antalya, Muğla, Mersin ve İzmir illerini kapsayan bir araştırmada üreticilerin %36,80'ninin topraksız tarım konusunda bilgileri olduğu ve bu konuda en önemli bilgi kaynaklarını ise %29,30 ile ilaç bayileri, %24 ile Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri ve %16 ile özel danışmanların oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı araştırmada, üreticilerin %49,50'sinin topraksız tarım yöntemiyle serada sebze üretmeyi düşündükleri, topraksız tarım sistemini tercih etmeyenlerin

nedenlerinin ise bilgilerinin az olması, yüksek yatırım ve masraf gerektirmesi, üretim boyunca takibinin zor olması ve ürün kalitesinin düşük olması olduğu saptanmıştır. Antalya’da yapılan bir araştırmada sera domatesi üreticilerinin %52,05’inin topraksız tarımla ilgili bilgisi olduğu saptanmıştır. Aynı araştırmada üreticilerin %81,57’sinin topraksız tekniklerle domates üretmek istemediği saptanmıştır. En önemli istememe nedenleri olarak ise sırasıyla; yüksek maliyet, kalıntı fazlalığı, sağlıksız olması, ürün satış fiyatının farklı olmaması ve daha fazla gübre kullanılması gösterilmiştir (Gözener ve Dereli, 2018). Eltez ve Eltez (2005) İzmir’de yaptıkları bir araştırmada üreticilerin %58’inin topraksız tarım konusunda bilgi sahibi olduğunu tespit etmiştir.

Nejatian ve ark. (2016) tarafından Birleşik Arap Emirliklerinde yapılan bir araştırmada üreticilerin topraksız tarım sistemlerini adapte etmelerinde etkili faktörleri analiz etmek için logit model oluşturulmuştur. Logit modelde bağımsız değişkenler olarak; işletme gelir düzeyi, tarımsal borçlanma düzeyi, işletme geliri memnuniyet düzeyi, hasat sonrası işlemler, üretici eğitim düzeyi, suyun tuzluluk düzeyi ve tuzdan arındırma ünitesi varlığı esas alınmıştır. Modelin sonuçlarına göre, üreticilerin topraksız tarım sistemlerini uygulamaya karar vermelerinde, işletme gelir düzeyi, üreticinin eğitim düzeyi ve hasat sonrası işlemler etkili olmaktadır. Filipinler’de yapılan bir araştırmada ise, üreticilerin topraksız teknikleri benimsemelerinde; gerekli materyallere erişim, maliyet düzeyi, bitkisel üretim alışkanlıkları, sağlık riskleri, kişisel inisiyatif ile zaman ve enerji gereksiniminin etkili olduğu saptanmıştır (Velasco ve ark., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde artan dünya nüfusu ve ortaya çıkan krizler neticesinde gıdaya ulaşım zorlaşmaktadır. Tarım arazilerinin azalması devam etmesi neticesinde birim alanda yüksek verim almak önemli bir hale gelmiştir. Serada sebze yetiştirmek bu ihtiyacı karşılayan en önemli yollarından biridir (Yücel Engindeniz, 2013; Yücel Engindeniz ve Uçar, 2015). İklim değişiklikleri, hızlı kentleşme ve tarımda bilinçsiz kullanım, verimli tarım arazilerinin azalmasına yol açmakta ve bu durum, toprak verimliliğini düşürerek ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir (Yavuz ve ark., 2023).

Topraksız ortamda yetiştiricilik, daha az su, gübre ve pestisit kullanımı sağlamaktadır. Birim alana daha fazla bitki dikilebilmesi, birim alandan daha fazla ve kalıntısız ürün elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, konvansiyonel örtü altı yetiştiriciliğe göre daha az iş gücü gerektirmektedir. Ayrıca, taşlık veya kayalık alanlarda da üretim yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra, topraksız ortamda yetiştiricilik, topraktaki tuzluluk sorunlarını ve toprak yorgunluğunu önlemekte, bu da çevresel açıdan önemli bir fayda sağlamaktadır (Sipahioğlu ve Tipi, 2016; Demirsoy ve ark., 2017).

Bu araştırmada, 94 üreticiden derlenen verilerle küçük ölçekli üreticilerin topraksız teknikleri kullanma eğilimini etkileyen faktörler lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir. Üreticiler halen toprağa dayalı koşullarda ve çoğunlukla hıyar üretimi yapmaktadır. Ancak üreticilerin %44,68’i topraksız teknikleri kullanarak da üretim yapmak istediğini belirtmiştir. Lojistik regresyon modeli sonuçlarına göre üretici yaşı arttıkça topraksız teknikleri kullanma eğilimi 1,032 kat azalmaktadır. Topraksız teknikler hakkında bilgisi olmayanların bu teknikleri kullanma eğilimi ise 4,651 kat azalmaktadır. Üreticiler ortalama 9,30 yıl eğitim süresine ve 16,20 yıl seracılık deneyimine sahiptir. Ancak üreticilerin topraksız tarım konusunda mesleki eğitimlere ihtiyacı vardır. Bu yönde, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde eğitim programları düzenlenmelidir. Ayrıca, gençlerin seralarda üretime katılmasını teşvik edici uygulamalar yapılması ve topraksız tarım tekniklerinin güçlü yönlerinin ve uygulama yöntemlerinin tarımsal yayım çalışmaları ile anlatılması gerekmektedir.

İzmir’in Menderes ilçesinde daha önce üretici koşullarında yapılan araştırmalarda seralarda özellikle katı ortam (substrat) kültürünün kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu araştırmaların sonuçlarına göre üreticiler ilkbahar döneminde topraksız tekniklerle üretim yaptığında topraklı üretime göre daha yüksek hıyar verimi elde edebilmiştir (Gül ve ark., 2002; Gül ve ark., 2007a; 2007b). Bu dönemde yörede 25 ton olan ortalama topraklı verim, topraksız tekniklerle 40 tona kadar çıkabilmiştir. Diğer taraftan bölgede yapılan karşılaştırmalı analizlerde topraksız tekniklerle üretilen hıyardan toprakta üretilen hıyara göre daha fazla net gelir elde edilebildiği de saptanmıştır (Engindeniz, 2002; Engindeniz ve Gül, 2002; Engindeniz, 2004;

Engindeniz ve Gül, 2009; Engindeniz ve ark., 2009; Yücel Engindeniz, 2017).

Topraksız tekniklerle üretimde, artan otomasyonla iş gücü ve işletme maliyetlerinden tasarruf sağlayan uygun maliyetli teknolojilerin kullanılma söz konusu olabilmektedir. Ancak, kapalı sistemler içinde hastalıkların hızla yayılma riski gibi engellerin yanı sıra, fosil enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulması gibi çelişkilerin de üstesinden gelinmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılan araştırma sonuçları değerlendirirken, karşılaştırılabilir sürdürülebilirlik çalışmalarının eksikliği vardır (Fussy ve Papenbrock, 2022). Özellikle yüksek enerji maliyetlerinin çevresel etkileri konusunda net veriler elde etmek ve fosil enerji kaynaklarına alternatifler bulmak için de çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Topraksız tekniklerin gelecekteki fırsatlarını daha doğru bir şekilde değerlendirebilmek için, bireysel sistemlerin, substratların ve organizmaların avantajlarını ve dezavantajlarını bilmek ve bunların uygulanabilirliğini anlamak gerekmektedir. Tüm sistemler eşit derecede verimli değildir ve tüm alanlarda ve yerlerde uygulanamamaktadır. Benzer şekilde, tüm bitki türleri topraksız sistemlerde yetiştirmeye eşit derecede uygun değildir. Bunun dışında ekonomik verimlilikler de

ihmal edilmemelidir. Bazı durumlarda kullanılan substratların da çevre üzerinde ayrı bir etkisi olabilmektedir ve bu genel değerlendirmeye kritik bir şekilde dahil edilmelidir (Gruda, 2012). Bu nedenle, aydınlatma ve besin tedarikine ek olarak, topraksız teknikleri kullanmanın değerli olup olmadığını ve ne zaman değerli olduğunu anlamak için çok sayıda sistem, uygulama, substrat ve organizma ile bunların ekonomik uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği de dikkate alınmalıdır.

Çevre dostu tarım tekniklerinin kullanılması hem çevresel, hem de sosyo-ekonomik açıdan önemli bir etki yaratmakta ve gelecek nesiller için daha sürdürülebilir bir tarım sistemi sağlamaktadır. Çevre dostu yöntem olan topraksız yetiştiriciliğin en önemli dezavantajlarından biri topraksız üretim için bazı sistemlerin (sulama, ısıtma vb.) ve otomasyonun kuruluş masrafları yüksek olmasıdır (Engindeniz, 2002). Türkiye’de topraksız tarıma uygun modern sera işletmeleri için yatırım masrafı (arazi satın alma bedeli dahil edilmeden), plastik örtülü seralar için 60-70 \$/m², cam seralar için ise 80-95 \$/m² olarak hesaplanmaktadır (Tüzel ve ark., 2015). Dolayısıyla topraksız tarım tekniklerini kullanan üreticilerin bu konuda desteklenmesi gerekmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abul-Soud, M.A., M.S.A. Emam, and A. M. H. Hawash. 2021. The Potential of Soilless Culture Systems in Producing Tomato and Cucumber Under Greenhouse Conditions. *International Journal of Plant and Soil Science* 33(7): 67-85.
- Al-Khateeb, S.A., F.I. Zeineldin, N.A. Elmulthum, K.M. Al-Barrak, M.N. Sattar, T.A. Mohammad, and A.S. Mohmand. 2024. Assessment of Water Productivity and Economic Viability of Greenhouse-Grown Tomatoes under Soilless and Soil-Based Cultivations. *Water* 16(7):987.
- Anonim. 2023. Türkiye ve Dünyada Topraksız Tarım Yatırımları. <https://www.paradergi.com.tr/sectorler/2023/08/28/turkiye-ve-dunyada-topraksiz-tarim-yatirimlari>, Erişim: Haziran 2024.
- Athearn, K.R., R.C. Hochmuth, W.L. Laughlin, and J.L. Clark. 2018. Economic Analysis of Small-scale Greenhouse Tomato Production in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 131:99-102.
- Aydın Can, B., ve S. Engindeniz. 2019. Tarımda Alternatif Girişimcilik Alanı: Serada Topraksız Yetiştiricilik. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar)*. 26-28 Nisan 2019. Kocaeli-Türkiye. s.2302-2309.
- Başar, H. 2000. Bazı Topraksız Yetiştiricilik Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Anadolu Dergisi* 10(2):169-182.
- Baytorun, N., and Z. Zaimoğlu. 2023. Analyzing the Economic Viability and Energy Requirements of Soilless Greenhouse Tomato Cultivation in the Context of Climate Change in the Mediterranean Basin. *International Journal of Environment and Climate Change* 13(11): 3478-3488.
- D’Amico, A., A. De Boni, G.O. Palmisano, C. Acciani, and R. Roma. 2023. Environmental Analysis of Soilless Tomato Production in A High-Tech Greenhouse. *Cleaner Environmental Systems* 11(8):100137.
- Demirsoy, L., D. Mısır, ve N. Adak. 2017. Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği. *Anadolu Dergisi* 27(1):71-80.
- Eltez, R.Z., ve Y. Tüzel. 2007. Merdiven Tipi Sistemde Farklı Topraksız Tarım Tekniklerinin Sera Çilek Yetiştiriciliğinde Verim ve Kaliteye Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 44 (1): 15-27.
- Eltez, S., ve R.Z. Eltez. 2005. Bergama ve Dikili İlçeleri (İzmir) Sera Potansiyeli ve Seracılık Faaliyetleri Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 42(2):203-214.
- Engindeniz, S. 2002. Serada Topraksız Kültürle Sebze Yetiştirmenin Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi. *Türkiye 5.Tarım Ekonomisi Kongresi*.18-20 Eylül 2002. Erzurum. s.163-169.

- Engindeniz, S. 2004. The Economic Analysis of Growing Greenhouse Cucumber with Soilless Culture System: The Case of Türkiye. *Journal of Sustainable Agriculture* 23(3):5-19.
- Engindeniz, S., and A. Gül. 2009. Economic Analysis of Soilless and Soil-Based Greenhouse Cucumber Production in Türkiye. *Scientia Agricola* 66(5):606-614.
- Engindeniz, S., İ. Yılmaz, E. Durmuşoğlu, B. Yağmur, R.Z. Eltez, B. Demirtaş, D. Yücel Engindeniz, ve A.H. Tatarhan. 2009. Seralarda Güvenli Sebze Üretimini Geliştirilmesi Açısından Girdi Kullanımının Analizi. *Ziraat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayınları No:3*. İzmir.
- Engindeniz, S., ve A. Gül, 2002. Serada Topraksız Tarım Tekniği İle Sebze Üretim Ekonomisi: İzmir'in Menderes İlçesinde Hıyar Örneği. *TZOB Yayın No:232*. Ankara.
- Fields, J.S., J.S. Owen, A. Lamm, J. Altland, B. Jackson, L. Oki, J.B. Samtani, Y. Zheng, K.S. Criscione. 2023. Surveying North American Specialty Crop Growers' Current Use of Soilless Substrates and Future Research and Education Needs. *Agriculture* 13: 1727. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091727>.
- Fussy, A., and J. Papenbrock. 2022. An Overview of Soil and Soilless Cultivation Techniques-Chances, Challenges and the Neglected Question of Sustainability. *Plants* 11(9): 1153. <https://doi.org/10.3390/plants11091153>.
- Ghanayem, A.A., S. Almohamed, A.A. Assaf, and M. Majdalawi. 2022. Socioeconomic Analysis of Soilless Farming System: An Comparative Evidence from Jordan, The Middle East. *International Journal of Food and Agricultural Economics* 10(3): 205-223.
- Gözener, B., and H. Dereli. 2018. Greenhouse Tomato Producers' Views on Soilless Agriculture in Antalya. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology* 6(4):460-463.
- Grafiadellis, I., K. Mattas, E. Maloupa, I. Tzouramani, and K. Galanopoulos. 2000. An Economic analysis of soilless culture in gerbera production. *HortScience* 35(2): 300-303.
- Gruda, N.S., 2012. Sustainable Peat Alternative Growing Media. *Acta Horticulturae* 927(2):973-980. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.120>.
- Gujarati, D.N. 1995. *Basic Econometrics*, 3rd Edition. McGraw-Hill, Inc. New York. 838p.
- Gül, A. 2008. *Topraksız Tarım*. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Gül, A., S. Engindeniz, and N. Aykut. 2007b. Can Closed Substrate Culture Be An Alternative for Small Scale Farmers?. *Acta Horticulturae* 747:83-89.
- Gül, A., S. Engindeniz, R.Z. Eltez, N. Aykut, and H. Gülçin. 2007a. Adaptation of Closed Substrate Culture By Small-Scale Farmers. *Acta Horticulturae* 729:261-266.
- Gül, A., Y. Tüzel, A. Sevgican, Ö. Tuncay, F. Öztan, S. Engindeniz, İ.H. Tüzel, D. Anaç, B. Okur, B. Yağmur, A. R. Ongun, R. Z. Eltez, N. Aykut, ve H. Gülçin. 2002. Tahtalı Barajı Koruma Havzasındaki Seralarda Topraksız Tarım Tekniğinin Kullanımı. TÜBİTAK 2580-2 No'lu proje. İzmir.
- Hazar, D. ve İ. Baktır. 2013. Topraksız Tarım Kesme Gül Yetiştiriciliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 17(2): 21-28.
- Hochmuth, R.C., L.L. Davis, D. Dinkins, and M. Sweat. 1999. The Development and Demonstration of an Outdoor Hydroponic Specialty Crop Production System for North Florida. University of Florida, Cooperative Extension Service. Report No: 99-12.
- Hood, K., and R. Snyder. 1999. Budget for Greenhouse Tomatoes. Extension Service of Mississippi State University, Mississippi. 6 p.
- Hosmer, D.W., and S. Lemeshow. 2000. *Applied Logistic Regression*, Second Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- İlaslan, G., R.W. Langhans, and G.B. White. 2000. The Investment Analysis of Cea Hydroponic System Growing Boston Lettuce. *ISHS Acta Horticulturae* 536:269-276.
- İlbasmış, E. ve B. Özkan. 2024. Economic Analysis of Tomato Production in Soilless Greenhouse in Antalya Province. 3rd International Conference on Sustainable Ecological Agriculture, March 6-8, 2024, Konya-Türkiye, pp.727-735.
- Kilim, M., E. Yörük, E. Hazneci, H. Özer, and G.A.K. Gürdil. 2022. The Effect of Used Different Waste Growing Media on Soilless Lettuce Cultivation. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 37 (2): 373-386.
- Kurklu, A. 2022. A Feasibility Study for Different Crops in a High-tech Greenhouse in Türkiye. *World Journal of Agriculture and Soil Science* 8(3):1-10.
- Majdalawi, M.L., A.A. Ghanayem, A.A. Alassaf, S. Schlüter, M.A. Tabieh, A.Z. Salman, M.W. Akash, and R.C. Pedroso, 2023. Economic Efficient Use of Soilless Techniques to Maximise Benefits for Farmers. *AIMS Agriculture and Food* 8(4):1038-1051.
- Mir, M. S., N. B. Naikoo, R. H. Kanth, F. A. Bahar, M. A. Bhat, A. Nazir, S.S. Mahdi, Z. Amin, L. Singh, W. Raja, A. Saad, T.A. Bhat, T. Palmo, and T.A. Ahngar, 2022. Vertical farming: The future of agriculture: A review. *The Pharma Innovation Journal* 11(2):1175-1195.
- Nejatian, A., A.S. Ganan, and A.O. Belgacem. 2016. Factors Affecting the Adoption of Soilless Production System in UAE. *International Journal of Agricultural Extension* 4(02):119-131.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall International. New Jersey.

- Ölmez, A., V. Demircan, and A. Dalgıç. 2021. Economic Analysis of Tomato Production in Geothermal Greenhouses: A Case Study of Afyonkarahisar Province, Türkiye. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 21(3):623-631.
- Salisu, M.A., Y.O. Oyebamiji, O.K. Ahmed, N.A. Shamsudin, Y.S. Fairuz, O. Yusuff, M.R. Yusop, Z. Sulaiman and F. Arolu.. 2024. A Systematic Review of Emerging Trends in Crop Cultivation Using Soilless Techniques For Sustainable Agriculture And Food Security in Post-Pandemic. *AIMS Agriculture and Food* 9(2): 666–692.
- Sipahioğlu, C., and T. Tipi. 2016. Cost Analysis of Farms That Produce Tomato in Soilless Greenhouses. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University* 30(Special Issue):24-32.
- Sukprasert, P. and E. Wattanapreechanon. 2015. Situation and Adoption of Soilless Culture Technology for Vegetable Production in Thailand. *Khon Kaen Agriculture Journal* 43 (1) : 181-190.
- TÜİK. 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 07.12.2023.
- Türkten, H., and V. Ceyhan. 2023. Environmental Efficiency in Greenhouse Tomato Production Using Soilless Farming Technology. *Journal of Cleaner Production* 398:136482.
- Tüzel, Y., A. Gül, G.B. Öztekin, S. Engindeniz, F. Boyacı, H. Duyar, E. Cebeci, ve T. Durdu. 2020. Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği ve Yeni Gelişmeler. TMMOB Türkiye Ziraat Mühendisliği IX.Teknik Kongresi. 13-17 Ocak 2020. Ankara-Türkiye. s.725-750.
- Tüzel, Y., A. Gül, H.Y. Daşgan, G.B. Öztekin, S. Engindeniz, ve H. F. Boyacı. 2015. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Değişimler ve Yeni Arayışlar. TMMOB Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi. 12-16 Ocak 2015. Ankara-Türkiye. s.685-709.
- Varoğlu, S.T. 2022. Iğdır İli Tarım Üreticilerinin Sürdürülebilir Tarıma Olan Yaklaşımları. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Bursa.
- Velasco, M.S.E., H.J.A. Lanot, J.M. Robles, K.M.D. Sacriz, M.B. Temporal, and E.R. Basilio. 2023. Understanding the Perceptions of Small-Scale Farmers Towards Hydroponics: A Thematic Analysis. *International Journal of Environment, Engineering and Education*. 5(2):56-62.
- Yavuz, K., O. Toksoz, and D. Berber. 2023. Are Soilless Agriculture Technologies A Sustainable Solution for the Future? *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies* 4(3):157-170.
- Yücel Engindeniz, D. 2013. Recent Developments in Greenhouse Vegetable Production and Marketing in Türkiye. 24th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry. September 25-29, 2013. Sarajevo/Bosna and Herzegovina. 304-308 pp.
- Yücel Engindeniz, D. 2017. Serada Hıyar Yetiştiriciliğinin Ekonomik Yönleri ve Yatırım Özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 23(1):123-132.
- Yücel Engindeniz, D., and K. Uçar, 2015. Economic Aspects of Greenhouse Tomato Production in Türkiye. 26th International Scientific-Expert Conference on Agriculture and Food Industry. September 27-30, 2015. Sarajevo/Bosna and Herzegovina. 377-381 pp.

Humik Asit ve Vermikompost Uygulamalarının ‘Zambesi’ Zambak Çeşidinin Büyüme ve Gelişimine Etkileri

Muhammed Esad TUNCEL^{1*}

Mehmet GÜNEŞ²

Onur Sefa ALKAÇ³

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat/TÜRKİYE

^{2,3}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-7256-9488>

²<https://orcid.org/0000-0002-8642-5469>

³<https://orcid.org/0000-0002-1948-7627>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): esat.tuncel@hotmail.com

Received (Geliş tarihi):13.08.2024

Accepted (Kabul tarihi): 12.09.2024

ÖZ: Bu çalışmada, sıvılaştırılmış vermikompost (VK) ve humik asidin (HA) 'Zambesi' zambak çeşidinin büyüme ve gelişimine etkileri araştırılmıştır. Öncelikle 50 kg katı VK'ye 50 l saf su eklenmiş ve 72 saat bekletilerek sıvı VK hazırlanmıştır. Bu sıvı VK çözeltisinin 1 l'sine 4 l saf su eklenerek seyreltilmiştir. Humik asit ise 0, 150, 300, 600 ve 900 ppm dozlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan sıvı VK ve HA çözeltileri, ayrı ayrı ve belirli oranlarda karıştırılarak, yetiştirme ortamlarına soğan başı 125 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubuna aynı miktarda saf su verilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak torf+perlit (2:1 v/v) ve gübrelemede EC seviyesi 1.90 dS m⁻¹ olarak ayarlanmıştır. Uygulamaların etkileri fenolojik gözlemler ve morfolojik özelliklerin kaydedilmesiyle belirlenmiştir. Uygulamalar sonucunda en yüksek dal ağırlığı (156,90 g) 600 ppm HA uygulamasında, en yüksek bitki boyu (91,75 cm) VK uygulamasında, en yüksek kandel sayısı (6,20 adet bitki⁻¹) 600 ppm HA uygulamasında ve en uzun vazo ömrü (11,34 gün) ise 150 ppm HA ve VK uygulamalarında elde edilmiştir. VK uygulaması, kontrol grubuna kıyasla olumlu sonuçlar göstermiştir. Çalışma sonunda, ticari yetiştiriciliğe ek olarak, organik materyaller arasında yer alan HA ve VK uygulamalarının 'Zambesi' zambak çeşidinin gelişimine olumlu katkı sağladığı ve HA için 600 ppm'den yüksek dozların kaynak israfı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Organik gübre, çevre sağlığı, soğanlı bitki, süs bitkisi, ortam.

Impacts of Humic Acid and Vermicompost Applications on the Growth and Development of ‘Zambesi’ Lilium Variety

ABSTRACT: In this study, the effects of liquefied vermicompost (VC) and humic acid (HA) on the growth and development of the 'Zambesi' lilium cultivar were investigated. Firstly, 50 l of pure water was added to 50 kg of solid VC and liquid VC was prepared by waiting for 72 hours. This liquid VK solution was diluted by adding 4 l of pure water to 1 l of the solution. Humic acid was prepared at doses of 0, 150, 300, 600 and 900 ppm. The prepared liquid VK and HA solutions were mixed separately and at certain ratios and applied to the growing media at the rate of 125 ml per bulb. The control group received the same amount of pure water. Peat+perlite (2:1 v/v) was used as growing medium and EC 1.90 dS m⁻¹ level was used for fertilisation. Phenological observations and recording of morphological characteristics determined the effects of the treatments. As a result of the treatments, the highest branch weight (156.90 g) was obtained in 600 ppm HA treatment, the highest plant height (91.75 cm) was obtained in VK treatment, the highest number of flower buds (6.20 pcs plant⁻¹) was obtained in 600 ppm HA treatment and the longest vase life (11.34 days) was obtained in 150 ppm HA and VK treatments. Vermicompost application showed favorable results compared to the control group. At the end of the study, it was concluded that, in addition to commercial cultivation, HA and VK applications, which are among the organic materials, contributed positively to the development of 'Zambesi' lilium cultivar and doses higher than 600 ppm HA may be a waste of resources.

Keywords: Organic fertilizer, environmental health, bulbous plant, ornamental plant, growing medium.

GİRİŞ

Liliaceae ailesine ait *Lilium* cinsi, çoğunlukla kuzey yarımkürenin ılıman iklim bölgelerinde yaygın olarak bulunur ve yaklaşık 100 tür içerir (Dhyani ve ark., 2009). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, ülkemizde 360 bin 466 m²'lik alanda toplam 8 milyon 166 bin 850 adet zambak üretilmiştir (TÜİK, 2023).

Organik gübrelerin toprakta organik madde ve azot içeriğini önemli ölçüde artırdığı bilinmektedir (Okur ve ark., 2008). Araştırmalar, bu tür gübrelerin mikrobiyolojik aktiviteleri, ortam yapısını ve hava-su dengesini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir (Chaturvedi, 2008). Organik gübreler, verimliliği artırırken doğal dengeyi bozmadan ve toprağı

koruyarak sağlıklı ürün üretimini desteklemede büyük bir öneme sahiptir (Akan ve Yanmaz, 2015). Bu amaçlara ulaşmada etkili olan iki önemli organik madde, solucan gübresi (vermikompost) ve humik asit'tir. Vermikompost (VK), doğal, genellikle siyah renkli, kokusuz ve bitki besin maddeleri bakımından zengin olan, insan sağlığına zarar vermeyen bir gübredir (Demir ve ark., 2010). Bu gübre, kabuk, yaprak, saman, sebze ve meyve artıkları gibi maddelerin solucanlar tarafından sindirilmesiyle üretilir. Yavaş salınım özelliğine sahip olan VK, topraklarda fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik iyileşmeler sağlayarak güvenilir bir organik gübre olarak bilinir. Toprağı düzenleme, bitki besin maddelerini sağlama, bazı zararlılar ve hastalıkları kontrol etme, toprak kalitesini artırma ve ekonomik fayda sağlama gibi birçok avantaj sunar (Bellitürk, 2016). Ayrıca, VK teknolojisi, bitkisel ve hayvansal atıkların yönetimini kolaylaştırarak bu atıkları yeni bir tarımsal girdi olarak kullanılabilir hale getirir.

Topraktaki organik maddelerin ana bileşeni humustur ve bu humusun en aktif biyokimyasal maddesi Humik asit'tir. Humik asit (HA), kısmen çözülmüş ve dönüşüm geçirmiş organik materyallerden oluşur (Anonim, 2006a). Bu madde, toprağın nötrale edilmesinde ve suda çözünebilen inorganik gübrelerin kök bölgesinde tutulmasında önemli bir rol oynar. HA, toprakta iyon değiştirme kapasitesini artırarak kimyasal olarak aktif bir özellik gösterir ve çeşitli metaller, mineraller ve organik maddelerle çözünür kompleksler oluşturur. Bu sayede bitkiler, topraktaki besinleri daha etkili bir şekilde alabilir (Geçer, 2020). Böylece, yapay kimyasal gübrelerin kullanımı azalır. HA, toprağı kirletmeden olumlu tarımsal katkılar sağlar; bitki yetiştiriciliğinde verim artışı, ürün kalitesinde iyileşme ve erkencilik sağlar (Anonim, 2006b).

İlgili literatür incelendiğinde topraksız süs bitkileri yetiştiriciliğinde VK ve HA tek başına veya birlikte kullanımının yeterince çalışılmadığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, süs bitkilerinde kullanımı sınırlı olan VK ve HA'nın zambak yetiştiriciliğine etkilerinin belirlenmesi, VK'un sıvı formu ile HA'nın birlikte kullanımının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, ısıtma ve soğutma sistemleri bulunmayan, çatı ve yanlardan havalandırma sağlayan cam serada gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bitkisel materyal, Yalova'daki bir süs bitkileri üreticisinden temin edilen 18-20 cm çevre ölçüsüne sahip 'Zambesi' çeşidindeki zambak (*Lilium* sp.) soğanlarıdır. 'Zambesi' çeşidi, 'oriental' hibrit zambaklar grubuna aittir. Oriental hibritler, geniş yaprakları ve büyük çiçekleri ile tanınır. Bu grubun diğerlerinden farkı, belirgin bir kokuya sahip olmaları, daha uzun çiçek sapları, sınırlı renk çeşitliliği ve daha düşük ışık gereksinimidir. Ayrıca, soğanları büyük olup, pulları sarımsı kırmızımsı renktedir.

Çalışmada kullanılan VK, Tokat iline bağlı Turhal ilçesinde VK üretimi yapılan bir tesisten temin edilmiştir. Kullanılan VK'un fiziksel ve kimyasal analizleri Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nde yapılmış olup sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 2'de içeriği verilen 'TKİ-HUMAS-12' ticari isimli HA çözeltisi ise özel bir firmadan temin edilmiştir.

Çalışmada 20 cm derinliğinde, 40 cm genişliğinde ve 60 cm uzunluğunda süs bitkisi yetiştirme kasaları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Vermikompostun fiziksel, kimyasal analiz değerleri ile humik asidin içeriği ve miktarları.

Table 1. Physical and chemical analysis values of vermicompost (VC) and humic acid (HA) content and amounts.

Özellik/Property	Sonuç/Value
Nem Moisture (%)	76,55
pH	7,70
EC (ms cm ⁻¹)	4,75
Organik madde (%) Organic matter	64,19
N (%)	2,60
P (%)	1,59
K (%)	1,43
Ca (ppm)	17162
Mg (ppm)	7060
Fe (ppm)	5274
Cu (ppm)	76,16
Zn (ppm)	149,02
Mn (ppm)	289,02

Çizelge 2. Hüyük asidin içeriği ve miktarları.
Table 2. Content and quantities of humic acid.

Özellik/Property	Sonuç/Value
Toplam organik madde (%) Total organic matter	5
Toplam hüyük fulvik asit (%) Total humic fulvic acid	12
Potasyum oksit (K ₂ O) Potassium oxide	1,8
pH	10,5-12,5

HA ve VK çözeltilerinin hazırlanışı ve uygulanışı

HA, 0 (kontrol), 150, 300, 600 ve 900 ppm konsantrasyonlarında hazırlanarak, bitkilere her 14 günde bir saksı başına 125 ml olacak şekilde iki kez uygulanmıştır. Katı formdaki VK ise 50 kg miktarına 50 l saf su eklenerek bir varil içinde 72 saat bekletilmiş ve günlük olarak karıştırılmıştır. Süre tamamlandıktan sonra, varilden süzülen VK 1:4 oranında (VK süzütüsü/saf su) seyreltilmiştir. Seyreltilen sıvı VK, saksı başına 125 ml olacak şekilde 3 gün aralıklarla toplam 4 defa uygulanmıştır. HA dozları hem tek başına hem de VK ile uygulanmıştır. Uygulama tarihlerinde kontrol grubuna sadece çeşme suyu (EC 0,75 dS m⁻¹) verilmiş ve 2 kez gübreleme yapılmıştır. Gübreleme için, 20:20:20 ME gübresinden EC 1,85 dS m⁻¹ ve pH 5,7 olacak şekilde hazırlanan çözeltilerden bitki başına 125 ml uygulanmıştır. Araştırmada toplam 240 adet zambak soğanı kullanılmış ve yetiştirme ortamı olarak hindistan cevizi torfu tercih edilmiştir.

Yapılan gözlem, ölçüm ve tartımlar

Zambak bitkilerinde bazı kalite kriterlerine yönelik ölçümler yapılmıştır: Tam çiçeklenme süresi (gün), çiçek sapı uzunluğu (cm), çiçek sapı kalınlığı (mm), gonca uzunluğu (mm), gonca sayısı (adet), dal yaş ağırlığı (g), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), çiçek çapı (cm), sap kök yaş ağırlığı (g), sap kök kuru ağırlığı (g) ve vazo ömrü (gün). Vazo ömrü ölçümleri için, laboratuvar ortamına taşınan bitkilerin sapları 50 cm uzunluğunda kesilmiş ve 500 ml saf su içeren cam şişelere konulmuştur. Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 3 bitki kullanılmıştır. Vazo ömrü, dalların vazoya yerleştirildiği günden itibaren yaprakların sararmaya, petallerin solmaya ve dökülmeye, çiçek sapının bükülmeye başlamasıyla geçen süre olarak belirlenmiştir (Karunaratne ve ark., 1997). Vazo ömrü ölçümlerinin yapıldığı odanın koşulları ise şu şekildedir: sıcaklık 24±2 °C, nem %47±5 (Hobo Data Logger U12-012, Onset, ABD),

ışık miktarı 1752 lux ve gün uzunluğu 14 saat aydınlık, 10 saat karanlık olarak ayarlanmıştır.

Deneme deseni ve verilerin istatistiksel analizi

Çalışma, tesadüf parselleri deneme planına göre 3 tekerrürlü gerçekleştirilmiş ve her tekerrürde 8 adet zambak soğanı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26,0 Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik programında varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem derecesini belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Çalışmada yer alan grafikler ve ısı haritası (heat map) sonuçları GraphPad Prism (GraphPad Prism version 10,0 for Windows, GraphPad Software, Boston, Massachusetts USA) programında edinilmiştir.

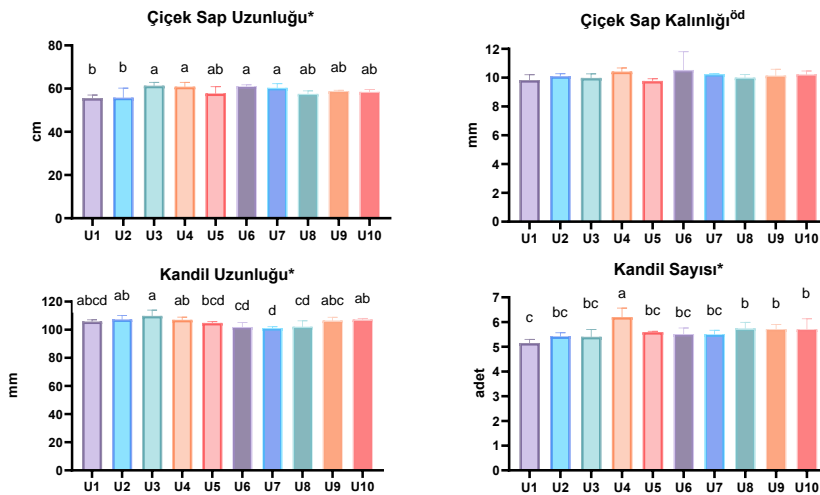
BULGULAR VE TARTIŞMA

HA ve VK uygulamalarının ‘Zambesi’ zambak çeşidinin çiçek sap uzunluğu, çiçek sap kalınlığı, bitki boyu ve dal ağırlığına etkilerine ait veriler Şekil 1’de sunulmuştur. Uygulamaların, çiçek sapı uzunluğu, kandil uzunluğu ve kandil sayısına etkileri önemli bulunurken, çiçek sapı kalınlığına etkisi ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek çiçek sap uzunluğuna sahip bitkiler 300 ppm HA (61,35 cm), en düşük çiçek sap uzunluğuna sahip bitkiler ise kontrol (55,66 cm) uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek kandil uzunluğu 300 ppm HA (109,88 mm), en düşük kandil uzunluğu ise VK + 150 ppm HA (101,20 mm) uygulamasından kaydedilmiştir. En yüksek kandil sayısına sahip bitkiler 600 ppm HA (6,20 adet), en düşük kandil sayısına sahip bitkiler ise yine kontrol (5,15 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Kesme çiçeklerde önemli kalite parametrelerinden biri kandil uzunluğu ve sayısıdır. Bu çalışmada, zambakta 300 ppm Hüyük Asit (HA) uygulaması, kandil uzunluğunu kontrol grubuna göre %3 oranında artırmış, 600 ppm HA uygulamasında ise kandil sayısını kontrol grubuna göre %20 oranında artırmıştır. Atiyeh ve ark. (2002), HA’nın zambak soğanlarının kök gelişimini destekleyerek besin alımını artırdığını ve kök gelişimini iyileştirerek bitki gelişimini ve büyümesini teşvik ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan HA, kontrol grubuna göre daha fazla fotosentez ve bitki gelişimini teşvik ederek kandil ve perianth gelişimine katkı sağlamıştır. Ataklı ve ark. (2021), zambakta topraktan uygulanan 7 l da⁻¹ HA’nın kandil sayısını

kontrol grubuna göre %35 oranında artırdığını rapor etmiştir. Humik Asit ve VK (VK) uygulamaları sonucunda, zambakta dal ağırlığı 131,88 g ile 156,90 g arasında değişmiştir. 600 ppm HA uygulaması, kontrol grubuna kıyasla dal ağırlığında %18 oranında bir artış sağlamıştır. Ataklı ve ark. (2021), zambakta topraktan uygulanan 71 da⁻¹ HA'nın dal ağırlığını 125,95 g olarak belirlemiş ve kontrol grubuna göre %30 oranında artış sağladığını bildirmiştir.

HA ve VK uygulamalarının bitki boyu, dal ağırlığı, yaprak sayısı ve vazo ömrüne etkilerine ait veriler ise Şekil 2'de sunulmuştur. Uygulamaların bitki boyu, yaprak sayısı ve vazo ömrüne etkileri önemli bulunmazken dal ağırlığına etkileri ise önemli bulunmuştur. En yüksek dal ağırlığına sahip bitkiler 600 ppm HA (156,90 g), en düşük dal ağırlığına sahip bitkiler ise kontrol (131,88 g) uygulamasında kaydedilmiştir. Kesme çiçeklerde aran özellikler arasında bitki boyu, çiçek çapı, vazo ömrü ve özellikle soğanlı bitkilerde taç yaprak uzunluğu ve genişliği gibi parametreler öne çıkmaktadır. Humik Asit (HA) ve VK uygulamaları sonucunda, 'Zambesi' zambak çeşidinin bitki boyu 84,54-91,75 cm aralığında değişim göstermiştir. VK uygulaması, kontrol grubuna kıyasla bitki boyunu %8.5 oranında artırmıştır. Bademkiran ve ark. (2018), nergiste sıvı solucan gübresi

uygulamasının kontrol grubuna göre %20 oranında artış sağladığını, Güneş ve ark. (2009) ise gülde Humik Asit katkılı uygulamaların kontrol grubuna göre %24 oranında olumlu etkiler sağladığını bildirmiştir. Bu bulgular, mevcut çalışmamız ile önceki araştırmalar arasındaki uyumu göstermektedir. Çalışmada zambak çiçek sapı uzunluğu 55,66-61,35 cm arasında değişmiştir. 300 ppm HA uygulaması, kontrol grubuna göre çiçek sapı uzunluğunda %10 oranında bir artış sağlamıştır. Ataklı ve ark. (2021), zambakta topraktan uygulanan 3,5 l da⁻¹ HA'nın kontrol grubuna göre çiçek sapı uzunluğunda %1 oranında bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlar ile mevcut çalışmamızdaki bulgular arasında uyumsuzluk bulunmaktadır; bu farkın, kullanılan bitki türü, yetiştirme ortamı ve iklimsel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, gübreleme uygulamalarının da sonuçlar üzerinde önemli bir etkisi olabilir. Çalışmada çiçek sapı kalınlığı 9,83-10,43 mm arasında değişmiştir ve VK uygulaması çiçek sapı kalınlığını kontrol grubuna göre %7 oranında artırmıştır. Ataklı ve ark. (2021), zambağa uygulanan topraktan 3,5 l da⁻¹ HA'nın çiçek sapı kalınlığını kontrol grubuna göre yaklaşık %3 oranında artırdığını bildirmiştir.



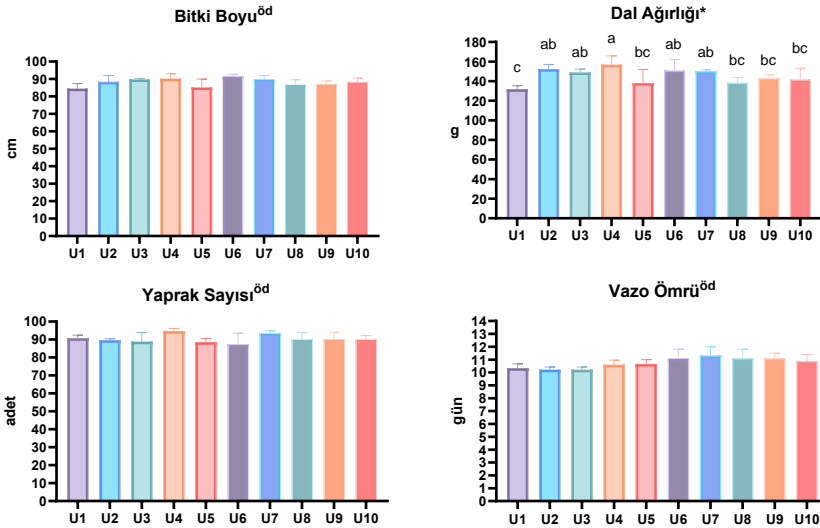
Şekil 1. HA ve VK uygulamalarının 'Zambesi' zambak çeşidinin çiçek sap uzunluğu, çiçek sap kalınlığı, kandil uzunluğu ve kandil sayısına etkileri. *: p<0,05, ns: önemli değil. U1: Kontrol, U2: HA 150 ppm, U3: HA 300 ppm, U4: HA 600 ppm, U5: HA 900 ppm, U6: Sıvılaştırılmış VK, U7: Sıvılaştırılmış VK + HA 150 ppm, U8: Sıvılaştırılmış VK + HA 300 ppm, U9: Sıvılaştırılmış VK + HA 600 ppm, U10: Sıvılaştırılmış VK + HA 900 ppm.

Figure 1. Effects of humic acid and vermicompost treatments on flower stem length, flower stem thickness, length of flower bud and number of flower buds of 'Zambesi' lily cultivar. *: p<0,05, ns: not significant. U1: Control, U2: HA 150 ppm, U3: HA 300 ppm, U4: HA 600 ppm, U5: HA 900 ppm, U6: Liquefied VC, U7: Liquefied VC + HA 150 ppm, U8: Liquefied VC + HA 300 ppm, U9: Liquefied VC + HA 600 ppm, U10: Liquefied VC + HA 900 ppm.

Kesme çiçeklerde önemli bir özellik vazo ömrüdür. Humik Asit (HA) ve VK uygulamaları sonucunda, zambakta vazo ömrü 10,23-11,34 gün arasında değişmiştir; en uzun vazo ömrü 150 ppm HA + VK uygulamasında elde edilmiş olup, bu uygulama kontrol grubuna kıyasla %9 oranında bir artış göstermiştir. Ancak, artan HA dozlarının vazo ömrünü kontrol grubuna göre %12 oranında azalttığı gözlemlenmiştir. Humik Asit ve VK uygulamaları ile zambakta tam çiçeklenme süresi 71,67-74,00 gün arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek tam çiçeklenme süresi 900 ppm HA + VK uygulamasında elde edilmiş olup, bu uygulama kontrol grubuna göre %1 oranında bir artış sağlamıştır. Literatürde, nergis gibi soğanlı bitkilerde katı solucan gübresinin tam çiçeklenme süresini kontrol grubuna göre %1 oranında artırdığı, sıvı solucan gübresinin ise azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Bademkiran ve ark., 2018). Bu çalışmada da soğanlı bitkilerde Humik Asit ve VK'nin kombine kullanımının tam çiçeklenme süresini artırdığı kaydedilmiştir.

HA ve VK uygulamalarının zambak yaprak sayısı üzerindeki etkisi incelendiğinde, yaprak sayısının 87,45 ile 94,81 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En

yüksek yaprak sayısı 600 ppm HA uygulamasında bulunmuş olup, bu uygulama kontrol grubuna kıyasla %4 oranında bir artış sağlamıştır. HA ve VK uygulamalarının benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak, sadece VK uygulaması kontrol grubuna göre yaprak sayısında bir azalmaya yol açmıştır. Literatürde, %25 (Yıldırım ve ark., 2017) ve %100 (Azdemir, 2021) katı solucan gübresi uygulamalarının safran bitkisinde sırasıyla %3 ve %38.2 oranında artış sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, zambakta topraktan uygulanan 3,5 l da⁻¹ HA'nın kontrol grubuna göre %3 oranında (Ataklı ve ark., 2021), gülde %20 HA içeren gübre uygulamasının %14 oranında (Güneş ve ark., 2009), gardenya bitkisinde 5 cm³ l⁻¹ HA uygulamasının %21 oranında ve safran bitkisinde 2,60 g m⁻² HA uygulamasının %13 oranında yaprak sayısını artırdığı bildirilmiştir. Önceki çalışmalar, HA ve VK uygulamalarının yaprak sayısını %3 ile %38,2 arasında artırdığını göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen %4 oranındaki artış, literatürde belirtilen aralık içinde yer almakta ve önceki bulgularla uyumlu sonuçlar göstermektedir.



Şekil 2. HA ve VK uygulamalarının 'Zambesi' zambak çeşidinin bitki boyu, dal ağırlığı, yaprak sayısı ve vazo ömrüne etkileri. *: p<0,05, öd: önemli değil. U1: Kontrol, U2: HA 150 ppm, U3: HA 300 ppm, U4: HA 600 ppm, U5: HA 900 ppm, U6: Sıvılaştırılmış VK, U7: Sıvılaştırılmış VK + HA 150 ppm, U8: Sıvılaştırılmış VK + HA 300 ppm, U9: Sıvılaştırılmış VK + HA 600 ppm, U10: Sıvılaştırılmış VK + HA 900 ppm.

Figure 2. Effects of humic acid and vermicompost treatments on plant height, branch weight, number of leaves and vase life of 'Zambesi' lily cultivar. *: p<0,05, ns: not significant. U1: Control, U2: Humic Acid 150 ppm, U3: Humic Acid 300 ppm, U4: Humic Acid 600 ppm, U5: Humic Acid 900 ppm, U6: Liquefied Vermicompost, U7: Liquefied Vermicompost + Humic Acid 150 ppm, U8: Liquefied Vermicompost + Humic Acid 300 ppm, U9: Liquefied Vermicompost + Humic Acid 600 ppm, U10: Liquefied Vermicompost + Humic Acid 900 ppm.

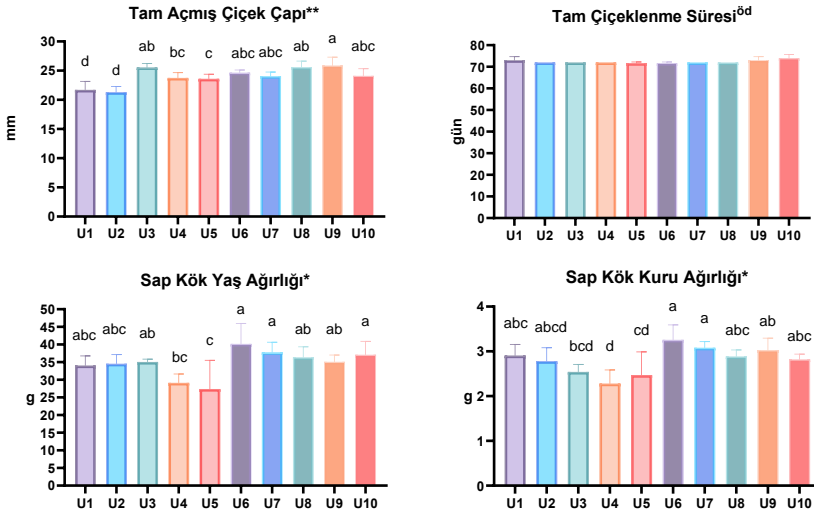
Humik asit ve VK uygulamalarının çiçek çapı, tam çiçeklenme süresi, sap kök yaş ağırlığı ve sap kök kuru ağırlığına etkileri Şekil 3'te sunulmuştur. Uygulamaların çiçek çapı, sap kök yaş ağırlığı ve sap kök kuru ağırlığına etkileri önemli bulunurken çiçeklenme süresine etkileri önemsiz bulunmuştur.

En yüksek çiçek çapı VK + 600 ppm HA (25,89 cm), en düşük tam açmış çiçek çapına sahip bitkiler ise 150 ppm HA (21,32 cm) uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek sap kök yaş ağırlığı VK (40,17 g), en düşük sap kök yaş ağırlığı ise 900 ppm HA (27,37 g) uygulamasında kaydedilmiştir. En yüksek sap kök kuru ağırlığı VK (3,26 g) uygulamasından, en düşük sap kök kuru ağırlığı ise 600 ppm HA (2,28 g) uygulamasında kaydedilmiştir. Zambakta tam açmış çiçek çapı değerleri, uygulamalara bağlı olarak 21,31 ile 25,89 cm arasında değişmiştir. Humik Asit (HA) uygulamalarında, 300 ppm HA dozunun en iyi sonuçları sağladığı, VK uygulamalarında ise 600 ppm HA kombinasyonunun daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu uygulamalar, kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %17 ve %19 oranında artış sağlamıştır. Literatürde, zambakta topraktan uygulanan 3,5 l da⁻¹ HA'nın kontrol grubuna göre %16 oranında (Ataklı ve ark., 2021) ve nergis bitkisinde VK uygulamasının kontrol grubuna kıyasla %8 oranında çiçek çapında artış sağladığı bildirilmiştir (Bademkiran ve ark., 2018). Kadifede, en büyük çiçek çapı %40 VK karıştırılmış toprakta yetişen bitkilerde gözlemlenmiştir (Pritam ve ark., 2010). Hercai menekşe (*Viola × wittrockiana* subsp. Delta) ve çuha çiçeği (*Primula acaulis* subsp. Oriental) üzerindeki en yüksek VK oranı (%25), bitkilerde %20 ölüme, fotosentetik strese ve hasara, ayrıca yaprak biyokütlesi ve çiçek üretiminde azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir (Lazcano ve Dominguez, 2010). Bu

çalışmada elde edilen bulgular, önceki araştırmalarla uyumlu olup, HA ve VK uygulamalarının tam açmış çiçek çaplarını artırdığını ortaya koymaktadır.

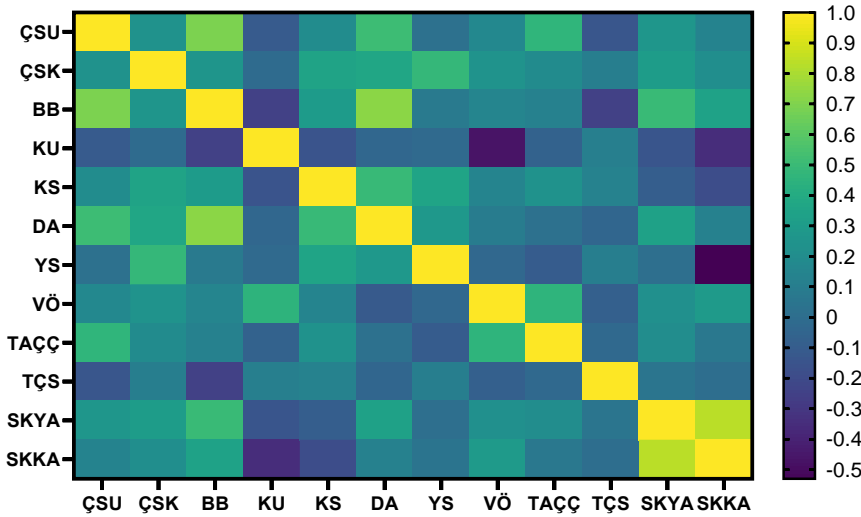
Uygulamalara bağlı olarak, zambakta sap kök yaş ağırlığı 27,38 g ile 40,17 g, sap kök kuru ağırlığı ise 2,28 g ile 3,26 g arasında değişmiştir. VK'nın tek başına kullanımı, diğer uygulamalara kıyasla en iyi sonuçları vermiş ve sap kök yaş ağırlığını kontrol grubuna göre %18, sap kök kuru ağırlığını ise %12 oranında artırmıştır. Kadife çiçeğinde yapılan bir çalışmada, %6 oranında VK uygulamasının kök yaş ve kök kuru ağırlığını kontrol grubuna göre sırasıyla %83,9 ve %44,9 oranında artırdığı bildirilmiştir (Çiçek, 2021). Diğer araştırmalar da VK uygulamasının kök yaş ve kök kuru ağırlığı üzerinde olumlu etkiler sağladığını rapor etmiştir (Çiçek ve ark., 2012). Gülde yapılan bir çalışmada ise %20 HA katkılı kompoze gübrenin kök kuru ağırlığını kontrol grubuna kıyasla %3 oranında artırdığı belirtilmiştir (Güneş ve ark., 2009). Bu bulgular, iyi bir seviyede olan bitkilerde yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerini bitki besin maddeleri ile iyileştirerek kök yapısının gelişimini olumlu yönde etkilediğini düşündürmektedir. Literatürdeki verilerle uyumlu olarak, çalışmamızda VK uygulamasının kök gelişimini doğrudan artırdığı saptanmıştır.

VK ve HA uygulamalarının 'Zambesi' zambak çeşidindeki kalite parametreleri üzerindeki etkileri, korelasyon matrisi ve ısı haritası şeklinde Şekil 4'te sunulmuştur. En yüksek korelasyon, sap kök yaş ağırlığı ile sap kök kuru ağırlığı arasında ($r=0,843$, $p<0,01$) gözlenirken, en düşük korelasyon ise kandel uzunluğu ile çiçek sapı kalınlığı arasında ($r=-0,005$, $p>0,05$) bulunmuştur.



Şekil 3. HA ve VK uygulamalarının 'Zambesi' zambak çeşidinin tam açmış çiçek çapı, tam çiçeklenme süresi, sap kök yaş ağırlığı ve sap kök kuru ağırlığına etkileri. *: $p < 0,05$, öd: önemli değil. U1: Kontrol, U2: HA 150 ppm, U3: HA 300 ppm, U4: HA 600 ppm, U5: HA 900 ppm, U6: Sıvılaştırılmış VK, U7: Sıvılaştırılmış VK + HA 150 ppm, U8: Sıvılaştırılmış VK + HA 300 ppm, U9: Sıvılaştırılmış VK + HA 600 ppm, U10: Sıvılaştırılmış VK + HA 900 ppm.

Figure 3. The effects of humic acid and vermicompost treatments on fully opened flower diameter, full flowering time, stem root fresh weight and stem root dry weight of 'Zambesi' lily cultivar. *: $p < 0,05$, ns: not significant. U1: Control, U2: HA 150 ppm, U3: HA 300 ppm, U4: HA 600 ppm, U5: Humic Acid 900 ppm, U6: Liquefied VC, U7: Liquefied VC + HA 150 ppm, U8: Liquefied VC + HA 300 ppm, U9: Liquefied VC + HA 600 ppm, U10: Liquefied VC + HA 900 ppm.



Şekil 4. 'Zambesi' zambak çeşidinde incelenen özellikler arasındaki korelasyon ısı haritası. ÇSU: Çiçek Sap Uzunluğu, ÇSK: Çiçek Sap Kalınlığı, BB: Bitki Boyu, KU: Kandil Uzunluğu, KS: Kandil Sayısı, DA: Dal Ağırlığı, YS: Yaprak Sayısı, VÖ: Vazo Ömrü, TAÇÇ: Tam Açmış Çiçek Çapı, TÇS: Tam Çiçeklenme Süresi, SKYA: Sap Kök Yaş Ağırlığı, SKKA: Sap Kök Kuru Ağırlığı.

Figure 4. Heat map of correlation between traits analyzed in 'Zambesi' lily cultivar.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dal ağırlığı, bitki boyu, kandil sayısı ve vazo ömrü zambaklarda önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır. Çalışmada, en yüksek dal ağırlığı, yaprak sayısı ve kandil sayısı 600 ppm HA uygulaması ile elde edilmiştir. En uzun çiçek sapı ve kandil uzunluğu ise 300 ppm HA uygulamasında gözlemlenmiştir. Sap kök yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boyu, VK uygulanan ortamda en yüksek değerlerde bulunmuştur. En uzun vazo ömrü ise 150 ppm HA + VK kombinasyonu ile sağlanmıştır. Hem 300 ppm hem de 600 ppm HA veya VK uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla tüm parametrelerde daha iyi sonuçlar vermiştir.

Ancak, 600 ppm'in üzerindeki HA dozlarının bitki büyümesi ve gelişimine olumlu katkı sağlamadığı tespit edilmiştir. Yüksek organik madde içeriğinin soğanlı bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerindeki etkileri ise değişkenlik göstermektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akan, S. ve R. Yanmaz. 2015. Organik gıdaların besin kalitesi ve insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi. 6-9 Ekim 2015. Rize. s. 378-386.
- Anonim. 2006a. Humintech industry, agricultural and humic based products. <http://www.humintech.com/001/agriculture/information/general.html>.
- Anonim. 2006b. "Humik Asitlerin Yararları" www.izotar.com/main.php?action=bilgibankasi.
- Anonim. 2018. Solucan Gübresi Kullanım Şekil ve Miktarları. https://www.ekosol.net/wp-content/uploads/Ekosol_Farm-Flyer_Brosur-2018.pdf (Erişim tarihi: 04.03.2023).
- Ataklı, S.B., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 2021. The effect of humic acid applications on the development of *Lilium candidum* plant. Phenological and pomological observations in the plant. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 9 (Special Issue):2670-2674.
- Atiyeh, R.M., S. Lee, C.A. Edwards, N.Q. Arancon ve J.D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84:7-14.
- Azdemir, F. 2021. Safran (*Crocus sativus* L.) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulamasının bitki gelişim özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Ü., Fen Bil. Ens.Kocaeli.
- Bademkiran, F., A. Çığ ve N. Türkoğlu. 2018. Nergis (*Narcissus cv.'Royal Connection'*) bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 5(4):676-684.

Süs bitkilerinde kimyasal gübrelemeye alternatif olarak organik gübrelemenin önemi artmaktadır. HA ve VK, günümüzde yaygın olarak kullanılan organik gübrelerdir. VK kullanımının, kimyasal gübre kullanımını azaltabileceği düşünülmektedir. VK üretiminin artırılması, topraksız tarımda zambak yetiştiriciliğinde bu organik maddelerin daha yaygın kullanılmasını sağlayarak kimyasal gübre kullanımını azaltabilir, girdi maliyetlerini düşürebilir ve sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi (2022/68) tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışma, sorumlu yazar tarafından yürütülen yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

- Bellitürk, K. 2016. Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 31(3):1-5.
- Chaturvedi, S., D.K. Upreti, D.K. Tandon, A. Sharma ve A. Dixit. 2008. Biowaste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop. Journal of Environmental Biology 29(5):759-763.
- Çiçek, N. 2021. Kadife (*Tagetes erecta*) çiçeğinin bazı kalite ve gelişim parametrelerine yarası gübresi ve vermikompostun etkileri. Journal of Agricultural Biotechnology 2(1):24-31.
- Çiçek, N., C. Küçük, Y.K. Arıcı ve B.C. Bilgili. 2012. Krizantem (*Chrysanthemum morifolium*)'in gelişim parametreleri üzerine farklı atık mantar kompostu ile hazırlanan değişik yetiştirme ortamlarının etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5(2):68-75.
- Demir, H., E. Polat ve İ. Sönmez. 2010. Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. Tarım Aktüel (14):54-60.
- Dhyani, A., Y.M. Bahuguna, D.R. Semwal, B.P. Nautiyal ve M.C. Nautiyal. 2009. Anatomical features of *Lilium polyphyllum* D. Don ex Royle (Liliaceae). Journal of American Science 5(5):85-90.
- Geçer, M.K. 2020. Humik asit uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 6(1):21-27.
- Güneş, A., A. Salman, R. Avcıoğlu ve H. Çakar. 2009. Değişik humik asitli kompoze gübre dozu uygulamalarının gül fidanlarının büyüme ve gelişme özelliklerine etkisi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 19(2):73-84.

- Karunaratne, C., G.A. Moore, R.B. Jones ve R.F. Ryan. 1997. Vase life of some cut flowers following fumigation with phosphine. *HortScience* 32(5):900-902.
- Lazcano, C. ve J. Dominguez. 2010. Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(4):1260-1270.
- Okur, N., H.H. Kayıkçıoğlu, B. Okur ve S. Delibacak. 2008. Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. *Turkish Journal of Agricultural Forestry* 32(2):91-99.
- Pritam, S., V.K. Garg ve C.P. Kaushik. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. *Environmentalist* 30:123-130.
- TÜİK, 2023. Süs Bitkileri Üretim Envanteri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>
- Yıldırım, M.U., M. Hajyzadeh, G. Küçük ve E.O. Sarihan. 2017. Farklı hayvansal gübrelerin safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinin gelişimine ve bazı özelliklerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 20 (Özel Sayı):327-331.

Buğday Ekim Alanlarının Sentinel-2A Uydu Verileriyle Sınıflandırılmasında Bitki Özellikleri ve Yetiştiricilik İşlemlerinin Etkisi

İdris USLU^{1*}

Zerrin ÇELİK²

Gözen YÜCEERİM³

Vural KARAGÜL⁴

Aslı ÖZDARICI OK⁵

^{1,3,4} *Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İzmir/ TÜRKİYE*
² *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir/ TÜRKİYE*
⁵ *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Tapu Kadastro Yüksekokulu, Ankara/ TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0003-4505-8348> ²<https://orcid.org/0000-0002-9478-9414> ³<https://orcid.org/0000-0002-8769-3422>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-8654-6036>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-3430-0541>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): idris.uslu@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 20.05.2024

Accepted (Kabul tarihi): 17.10.2024

ÖZ: Artan dünya nüfusu ile birlikte sınırlı olan kaynakların, tarımda verimli bir şekilde kullanımını sağlamak için arazi varlığı ve bitki örtüsünün durumunu bilmek karar vericiler için daha fazla önem kazanmıştır. Bitki yetiştiriciliğinde yapılan sezon içi işlemlerin etkilerinin neler olduğu ve üretim ortamının bölgesel olarak izlenmesi konusunda uzaktan algılama önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada 2023 yılında İzmir Menemen Ovası'nda buğday ekim alanlarının Sentinel-2A uydu verileriyle sınıflandırılarak belirlenmesine etki eden yetiştiricilik uygulamaları (ekim zamanı, ekim yöntemi) ve bitki özelliklerinin (buğday çeşidi, yabancı ot, yatma durumu) sınıflandırma doğruluğu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada, En Çok Benzerlik (EÇB) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılarak sonuçları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, buğday alanlarının sınıflandırılmasında erken ekim yapılan parsellerle yapılan sınıflandırma sonuçları genel doğruluk ve Kappa değeri her iki yöntemde düşük (%76, 0,52 ve %75, 0,50) olurken, geç ekim özelliğine göre yapılan sınıflandırma sonuçları ise her iki yöntemde daha yüksek sonuçlar (%83, 0,65 ve %88, 0,77) üretmiştir. Diğer taraftan elde edilen bulgular, serpme ekim, buğday çeşidi, buğdayın yatık olması ve yabancı otlu olması durumlarına göre yapılan sınıflandırma sonuçları arasında önemli farklar bulunmadığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Sentinel-2A, En Çok Benzerlik, Yapay Sinir Ağları, bitki özellikleri, agronomik faktörler, sınıflandırma doğruluğu, buğday, İzmir.

Determination of the Effects of Crop Characteristics and Agronomic Factors on Classification of Wheat Areas Using Sentinel-2A Satellite Data

ABSTRACT: With the increasing world population, knowing the status of land availability and vegetation has become more important for decision makers in order to ensure the efficient use of limited resources in agriculture. Remote sensing is used as an important tool in determining the effects of in-season activities in plant cultivation and regional monitoring of the production environment. This study investigated the impact of cultivation practices (planting time and method) and plant characteristics (including wheat variety, weed presence and lodging condition) on the classification accuracy of wheat cultivation areas on the Menemen Plain, İzmir. Both the Maximum Likelihood and Artificial Neural Networks (ANN) models were employed to assess and analyze the obtained results. According to the results for the classification of wheat fields, the general accuracy and Kappa value of the classification made with early sown parcels were low in both methods (76%, 0,52 and 75%, 0,50). However, the classification results based on late sowing produced better results (83%, 0,65 and 88%, 0,77) with both methods. On the other hand, the findings showed that there were no significant differences between the classification results according to broadcast sowing, wheat variety, weed presence and lodging condition.

Keywords: Sentinel-2A, Maximum Likelihood, Artificial Neural Network, crop characteristics, agronomic factors, classification accuracy, wheat, İzmir.

GİRİŞ

Sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi ve doğru yetiştiricilik tekniklerinin kullanılması, tarım arazilerinde verimliliği artırırken doğal kaynakların korunmasına önemli katkılar sunmaktadır. Bu uygulamalara konu olan en önemli bitkiler arasında buğday gelmektedir. Buğday, temel besin maddelerinden biri olması dolayısıyla dünyada en yaygın olarak yetiştirilen tarım ürünlerinden biridir. Geleneksel tarla gözlemleri ile yapılan uygulamaların zaman alıcı ve maliyetli olması araştırmacıları, geniş alanların hızlı ve güvenilir şekilde analiz edilmesine ve yönetilmesine olanak tanıyan uzaktan algılama teknolojilerini kullanmaya yöneltmiştir. Uydu teknolojilerinin ürünü olan uydu görüntüleri büyük alanlar için sürdürülebilirliğin sağlanmasında bitkilerin ekim alanları, gelişim sürecindeki değişkenlikler ve yetiştiricilik işlemlerinin etkilerini izlemede önemli bir kaynak konumundadır. Diğer taraftan, yapılan literatür taraması, uydu verileri ile arazi örtüsü ve bitki deseni belirleme çalışmalarında önde gelen tarım ürünleri için agronomik faktörler ve ürün özelliklerinin incelendiği çalışmalara ülkemizde sıklıkla rastlanmadığını göstermektedir. Bu çalışmada Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak buğday ekim alanları sınıflandırılarak bitki özellikleri ve yetiştiricilik işlemlerinin görüntü sınıflandırma doğruluğuna olan etkileri incelenmektedir. Bu kapsamda çalışmada, bitki özellikleri (buğday çeşidi, yabancı ot ve yatma durumu) ve yetiştiricilik işlemlerinin (ekim zamanı ve ekim yöntemi) Sentinel-2A uydu verileriyle nasıl etkili bir şekilde analiz edilebileceği ve bu yöntemlerin tarımsal üretim süreçlerini optimize etmek için nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu yaklaşımla, uydu verilerinin tarımsal alan yönetimindeki potansiyelinin daha iyi anlaşılacağı ve uygulama alanlarının bu yönde genişletileceği öngörülmektedir.

Bu bağlamda yapılan çalışmalar incelendiğinde, görüntü sınıflandırma uygulamalarının yaygın olduğu görülmektedir. Bursa Karacabey Ovası için yapılan bir çalışmada mısır, domates, biber, çeltik, şeker pancarı ve buğday bitkilerinin ekim alanlarını SPOT 5 uydu görüntüsü ile Rastgele Orman (RO) ve En Çok Benzerlik (EÇB) sınıflandırma yöntemleri ile sınıflandırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Özdarıcı ve ark., 2011). Sonuçlara göre, RO sınıflandırma yönteminde genel doğruluk oranı

%85,89 bulunurken, EÇB sınıflandırma yöntemi ile de %77,96 olduğu gözlenmiştir. Farklı bir çalışmada Bursa ili, Karacabey ilçesinde yüksek konumsal çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsünden tarımsal alanlarda nesne-tabanlı sınıflandırma yöntemi ile ürün deseni tahmin edilmiştir. Domates, mısır, biber, buğday, çeltik ve şeker pancarı ürünleri %87,5 genel doğruluk ile sınıflandırılmıştır (Tavus ve ark., 2019). Torunlar ve ark. (2021) tarafından yürütülen bir diğer araştırmada Konya ili Karapınar ilçesinin yüksek çözünürlüklü Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine göre tarımsal ürün deseni %82 genel doğruluk oranı ve 0,76 Kappa katsayısı ile belirlenmiştir. Karabulut ve ark. (2021) ise 2018 yılında Kırklareli’nde ayçiçek ekili alanları Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanarak nesne-tabanlı bir sınıflandırma yaklaşımı geliştirmişlerdir. Çalışma sonunda genel doğruluk oranları erken ekim ayçiçeği ve geç ekim ayçiçeği alanları için sırasıyla %98 ve %92 olarak kaydedilmiştir. Bulut (2023) yürüttüğü çalışmasında arazi kullanım sınıflarını EÇB ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemleri ile sırasıyla %86 ve %89 genel doğruluk ve 0,81 ve 0,85 Kappa değerleri ile sınıflandırmıştır.

Uzaktan algılama verilerinin doğru bir şekilde kullanımı için görüntü sınıflandırma işlemi üzerine etkili çevre faktörlerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Çevre faktörü olarak, üretim ortamında bulunan bitki özellikleri ve agronomik işlemlerin de uydu görüntülerinin sınıflandırma doğruluğu üzerine etkisi bulunmaktadır. Tarım ürünlerinin gelişimlerinin incelenmesinde ekim zamanı, olgunluk ve hasat zamanını bilmek genel olarak yeterli olmaktadır. Ancak, aynı bitki türü için parseller arası ekim zamanında bir aylık fark önemli değerlendirme hatalarına yol açabilmektedir. Benzer şekilde, ekim sıklığı, sıraların ekim yönü ve çeşit farklılığı gibi tarım uygulamaları önemli yansıma farkları oluşturabilen etkenlerdendir (Jensen, 2016).

Uydu verilerinden arazi örtüsü ve ürün deseni belirleme çalışmalarında uydu görüntüsü sınıflandırma başarısı incelenirken görüntünün yersel çözünürlüğü, sınıflandırma yöntemi, sınıflandırmada kullanılan yardımcı veriler, çalışma alanının büyüklüğü ve bitki örtüsünün heterojenliği önde gelen özellikler olarak birçok çalışmada incelenmiştir (Lu ve Weng, 2007).

MATERYAL VE METOT

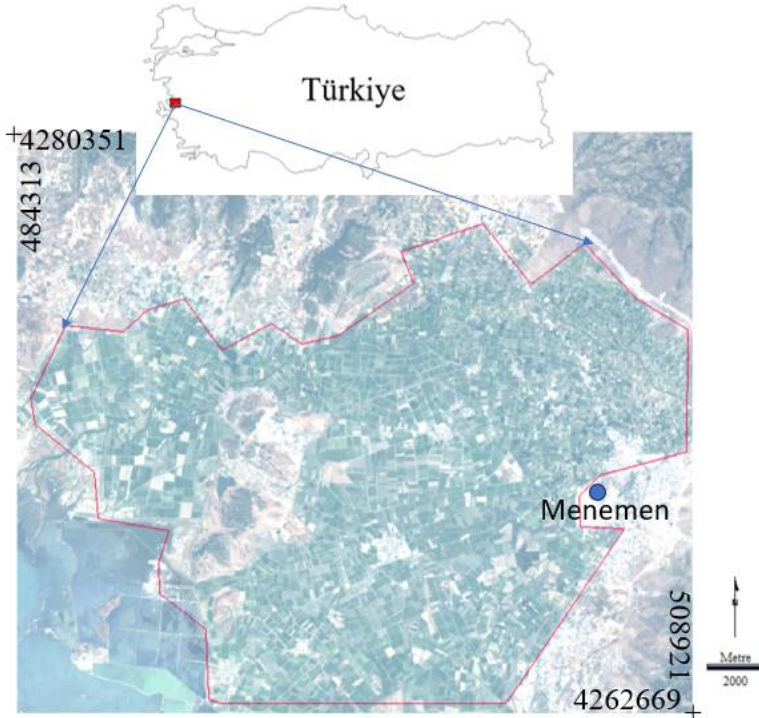
MATERYAL

Bu bölümde araştırma alanının iklim özellikleri, konumu ve tarımsal yapısı hakkında bilgiler verilmiştir.

Araştırma alanının iklim özellikleri: Ege Bölgesi, makro iklim özelliği yönünden Akdeniz iklim tipine girmektedir. Yazların sıcak ve kurak, kışların ise ılık ve yağışlı olduğu Menemen’de 1954-2022 yılları iklim verileri ile toplam yıllık yağışın 544,7 mm olduğu hesaplanmıştır. Bu yağışın %50,7’si kış, %24,0’ü ilkbahar, %22,5’i sonbahar ve %2,8’si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklığın 17,1 °C, en sıcak ayın ortalaması 27,1 °C ile Temmuz ve en soğuk ayın ortalaması ise 7,9 °C ile ocak ayıdır. Ortalama nispi nem %58,8, en yüksek ve en düşük değerler ise %68,4 ve %47,4 sırasıyla Aralık ve Temmuz aylarında gerçekleşmiştir. Toplam buharlaşma 1567,2 mm olurken en yüksek ve en düşük aylık buharlaşma

değerleri 264 ve 50 mm ile Temmuz ve Ocak aylarında gerçekleşmiştir (Anonim, 2023).

Araştırma alanının konumu: Araştırmanın yürütüldüğü Menemen Ovası 38°26’ ile 38°40’ kuzey enlemleri ve 26° 40’ ile 27° 07’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyden Bakırçay, güneyden Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarının sınırlanan vadinin alüvyal tabanı Manisa’nın batısındaki Emiralem Boğazı ile ikiye bölünmüştür. Boğazla deniz arasında kalan aşağı kısım Menemen Ovası olup 33545 ha alanı kapsamaktadır. Denizden yüksekliği 10,3 m’dir (Anonim, 1971). Araştırma alanının kuzey batısında Foça ilçesine bağlı 3 mahalle (Bağarası, Geren ve Ilıpınar) yer alırken diğer 13 mahalle (Ahıhdır, Buruncuk, Camiikebir, Çavuş, Günerli, Kesik, Koyundere, Maltepe, Musabey, Seyrek, Tuzçullu, Türkelli, Yanık) Menemen ilçesine bağlıdır. Araştırma alanının sol üst köşe koordinatı 484313 4280351, sağ alt köşe koordinatı ise 508921 4262669 ve projeksiyonu UTM (WGS84)’dir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı.
Figure 1. Research area.

Araştırma alanında buğday üretimi: İzmir İli, Menemen ve Foça ilçelerinin buğday ekiliş durumu Çizelge 1’de gösterilmiştir. Son 5 yıl içerisinde buğday ekiliş alanları ve üretim miktarında İzmir il geneli, Menemen ve Foça ilçesinde artışlar görülmektedir. Birim alan başına alınan buğday verimleri (kg da⁻¹) ise Menemen ve Foça ilçelerinde aynı düzeylerde seyrederken özellikle son iki yılda İzmir ili ortalamasından daha yüksektir. Araştırma alanı, buğday ekim alanı bakımından İzmir ilinin yaklaşık beşte birini (%19), üretim miktarı bakımından da yaklaşık dörtte birini (%24) oluşturmaktadır.

Araştırma alanının başta buğday olmak üzere ürün deseninin belirlenmesine yönelik yapılan görüntü

sınıflandırması için bitkinin toprak üstü kısımlarının gelişimini tamamladığı dane dolumu (süt olum, sarı olum) dönemlerine rastlayan 22.04.2023 tarihli Sentinel-2A uydu görüntüsü kullanılmıştır. Sentinel-2A uydusu, orta mekânsal çözünürlüğe sahip olan ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen çok bantlı bir algılayıcıdır. Sentinel-2A uydu görüntüleri toplamda 13 farklı banttan oluşmasına rağmen, bitki örtüsünü vurgulamadaki başarısı nedeniyle tarımsal uygulamalarda yaygın olarak B2, B3, B4 ve B8 bantları kullanılmaktadır (Çizelge 2). Araştırmada, Sentinel-2A uydu görüntülerinin atmosfer altı yansıtım değerlerini içeren seviye 2A görüntüleri Copernicus web sitesinden indirilerek kullanılmıştır (Anonim, 2024b).

Çizelge 1. Buğday üretim durumu (2018- 2022).

Table 1. Wheat production statistics (2018- 2022).

Yıllar Years	Ekim Alanı (da) Area sown (da)			Üretim Miktarı (ton) Production amount (ton)			Verim (kg da ⁻¹) Yield (kg da ⁻¹)		
	Menemen	Foça	İzmir	Menemen	Foça	İzmir	Menemen	Foça	İzmir
2018	13394	3446	282915	7314	1214	98073	546	352	347
2019	9700	6596	260183	5614	1773	85442	579	269	328
2020	21060	7200	238816	9853	2482	82256	468	345	344
2021	47000	7650	286859	24736	4356	111068	526	569	387
2022	36300	10754	238663	17279	5243	92309	476	488	387

Kaynak: TÜİK, 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri.

Çizelge 2. Sentinel-2A uydu görüntüsüne ait spektral aralıklar, mekânsal çözünürlükleri ve açıklamaları (Anonim, 2024a).

Table 2. Sentinel-2 satellite images, their resolution by bands and their usage areas (Anonymous, 2024a).

Bant Band	Çözünürlük Resolution	Dalga boyu Wavelength	Açıklama Explanation
B1	60 m	443 nm	Ultra Mavi
B2	10 m	490 nm	Mavi
B3	10 m	560 nm	Yeşil
B4	10 m	665 nm	Kırmızı
B5	20 m	705 nm	Görünür ve Yakın Kızıl Ötesi (VNIR)
B6	20 m	740 nm	Görünür ve Yakın Kızıl Ötesi (VNIR)
B7	20 m	783 nm	Görünür ve Yakın Kızıl Ötesi (VNIR)
B8	10 m	842 nm	Görünür ve Yakın Kızıl Ötesi (VNIR)
B8a	20 m	865 nm	Görünür ve Yakın Kızıl Ötesi (VNIR)
B9	60 m	940 nm	Kısa Dalga Kızıl Ötesi (SWIR)
B10	60 m	1375 nm	Kısa Dalga Kızıl Ötesi (SWIR)
B11	20 m	1610 nm	Kısa Dalga Kızıl Ötesi (SWIR)
B12	20 m	2190 nm	Kısa Dalga Kızıl Ötesi (SWIR))

METOT

Çalışmada, görüntü analizleri için TerrSet v.19.0.8 yazılımı kullanılmıştır. Sentinel-2A uydu görüntülerinin çekim zamanı için buğday bitkisinin toprak üstü aksamının tam olarak geliştiği, toprak yüzeyini kaplama oranının en yüksek olduğu dönem tercih edilmiştir. Sınıflandırma işlemlerinde kullanılan parsellerin ekim zamanına göre erken ekim ve geç ekim parselleri arasında en az 1 ay zaman farkı olması sağlanmıştır. Ekim zamanı, ekim yöntemi, buğday çeşidi, yatma durumu ve yabancı ot durumu üretici beyanları (Uslu ve ark., 2023) ve araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen arazi gözlemleri yolu ile elde edilmiştir.

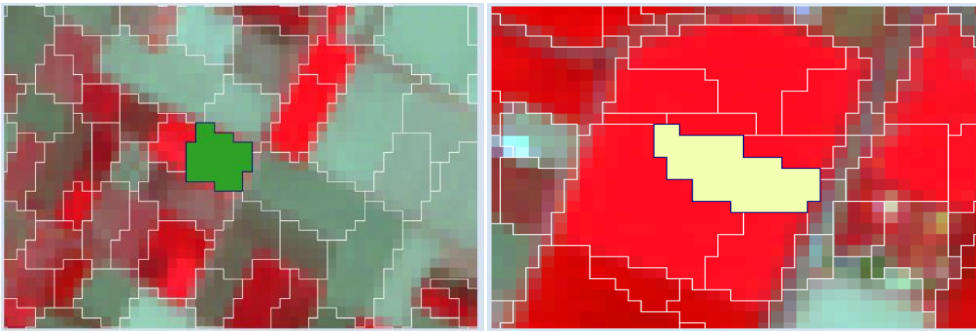
Uydu görüntüsü ile ekim alanlarının sınıflandırılması: Buğday ekim alanları uydu görüntüsünün segment tabanlı sınıflandırılması ile belirlenmiştir. Bunun için Sentinel-2A uydu görüntüsünün B2 (mavi), B3 (yeşil), B4 (kırmızı) ve B8 (yakın kızıl ötesi) bantları segmentlere (nesnelere) ayrılmıştır. Segment-tabanlı görüntü sınıflandırması temel olarak iki aşamada uygulanmaktadır: Bunlar; segmentasyon- nesne çıkarımı ve görüntü sınıflandırmadır.

i) Segmentasyon-nesne çıkarımı: Segmentasyon (segmentleme) kavramı, görüntüyü oluşturan en küçük görüntü elemanı olan piksellerin komşuluk ve benzerlik kriterlerine göre gruplara ayrılarak homojen yapıdaki nesnelere dönüştürülme işlemidir.

Araştırmada segmentlere ayırma yöntemi olarak sınır-tabanlı segmentasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde önce uç değerlere sahip pikseller belirlenir ve segment boyunca belirlenen maksimum pikseller çeşitli takip algoritmalarıyla başlangıç noktasına gelinceye kadar tespit edilerek segmenti çevreleyen sınırlar ortaya çıkartılır (Ok, 2017). Genel segmentasyon eşitliği aşağıdaki şekildedir:

$$S_j = w_{color} \cdot h_{color} + (1 - w_{color}) \cdot h_{shape} \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Eşitlikte h_{color} renk kriteri, w_{color} renk ağırlık faktörü, h_{shape} ise şekil kriteridir. Kullanıcı tarafından belirlenen renk ve şekil katsayısı $0 \leq w_{color} \leq 1$ aralığındadır (Jensen, 2016). Araştırmada segmentler uydu görüntüsünün bantları üzerinde 3x3 hareketli penceresi, (0) benzerlik oranı (0, 10, 15, 20) ağırlık ortalama katsayısı ve (0,5) ağırlık varyans katsayısına göre havza (watershed) algoritması ile bulunmuştur (Egberth ve Nilsson 2010). Segmentlere ayırma işleminde genelde uygun sonuçlar veren 3x3 penceresi seçilmiştir. Benzerlik oranı olarak 0, 10, 15 ve 20 benzerlik oranları denenerek segment büyüklüğü ile parsel büyüklükleri incelenerek karşılaştırılmıştır (Eastman, 2020). Araştırma alanında küçük parsellerin yer alması ve parsel içi ürün çeşitliliği göz önüne alınarak 10 benzerlik oranı tercih edilmiştir. Küçük ve büyük parsellerde oluşturulan segmentler Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Küçük ve büyük parselde segmentler.
Figure 2. Segments in small and large parcels.

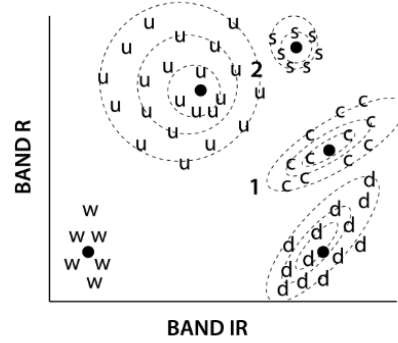
ii) Görüntü Sınıflandırma: Görüntü sınıflandırma, görüntüyü oluşturan benzer spektral yansıma özelliğine sahip piksellerin algoritmalar yardımıyla benzer sınıflara ayrılması işlemidir. Segment- tabanlı görüntü sınıflandırma işleminde ise görüntü segmentlerine ait bütünleşik bilgiler değerlendirilmektedir. Bu sayede segment-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, piksel-tabanlı doku bilgisine göre benzer değerlere sahip pikselleri gruplandığı için genellikle daha fazla sınıflandırma doğruluğu potansiyeline sahip olmaktadır. Sınıflama işleminin doğruluğunu belirlemede genel doğruluk, kullanıcı doğruluğu ve üretici doğruluğunu içeren hata matrisi ve Kappa istatistiği yaygın olarak kullanılmaktadır (Ok, 2017).

Çalışmanın bir önceki aşamasında elde edilen segmentler araştırma alanından seçilen üçer adet buğday, İtalyan çimi, yonca ve fiğ segmentleriyle nesne-tabanlı olarak (Ozdarici Ok ve Akyurek, 2014; Tavus ve ark., 2019; Torunlar ve ark., 2021; Karabulut ve ark., 2021) EÇB ve YSA makine öğrenme yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma yöntemlerine ait açıklama aşağıda verilmiştir:

En çok benzerlik sınıflandırma yöntemi (EÇB): Yöntem, her bir gruptaki istatistiklerin normal olarak dağıtıldığını ve belirli bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığını hesapladığını varsaymaktadır. Sınıflandırmada bulunan her bir aday piksel en yüksek olasılığa sahip olan sınıfa atanır. Eğer aday piksel herhangi bir sınıfın değer aralığında kalmıyorsa bilinmeyen sınıfa atanır (Şekil 3) (Lillesand ve ark., 2018). Şekil 3'te EÇB sınıflandırma yönteminin beş sınıf ile ('c', 'd', 's', 'u' ve 'w') en çok benzerlik sınıflandırma durumunun iki boyutlu bir örneği verilmektedir. Şekildeki 'R'- kırmızı, 'NIR'- yakın kızıl ötesi spektral bantlara ait yansıma değerlerini, sınıflara ait çizgiler ise eş olasılık kontürlerini ifade etmektedir.

Yapay Sinir Ağları Yöntemi (YSA): Yapay sinir ağı, insan beynindeki nöronların en temel özelliklerine göre modellenen, birbirine bağlı işlem birimleri ağından oluşur. Ana avantajlarından biri sınıfa özgü verilerin dağılımı için temel bir dağılım modeli varsayılmamasıdır. Sinir ağları doğrusal değildir ve

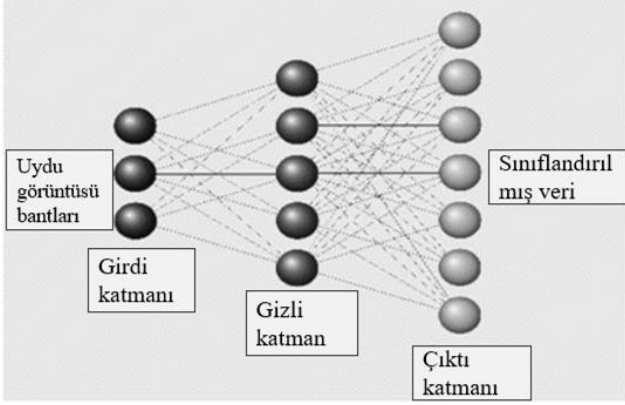
girdi verilerini (örneğin uzaktan algılanan görüntüler) istenen bir çıktıya (örneğin arazi örtüsü sınıflandırması) dönüştüren karmaşık bir matematiksel fonksiyon olarak düşünülebilir.



Şekil 3. En çok benzerlik yöntemi (Eastman, 2020).

Figure 3. Maximum likelihood method (Eastman, 2020).

Geri yayılım öğrenme algoritmasını kullanan çok katmanlı algılayıcı, en yaygın kullanılan sinir ağı modellerinden biridir. Tipik bir YSA, bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve bir veya daha fazla gizli katman içerir. Ancak çoğu sorun için genellikle bir gizli katman yeterli olmaktadır (Eastman, 2020). Bunlar sırasıyla algısal nöronların, motor nöronların ve ara nöronların (insan korteksinin büyük kısmını oluşturan) analoglarıdır. Şekil 4'te görüldüğü gibi, her katman düğümler (veya nöronlar) içerir ve farklı renkteki çizgilerle bağlanır, bu da eşit olmayan bağlantı ağırlıklarını gösterir. Gizli katman düğümleri YSA'nın işleyişi açısından büyük öneme sahiptir. Onlar olmadan YSA'nın etkileşim etkilerini öğrenme ve kullanma yeteneğinden bahsedilemez. Araştırmalar, 3 katmanlı bir YSA ağının herhangi bir polinom fonksiyonuna yaklaşabileceğini ve bunun çok karmaşık regresyon ve sınıflandırma problemlerini çözebileceğini göstermektedir. Bazen bir sinir ağının kara kutu gibi performans gösterdiği düşünülse de buradaki uygulamada, bağımsız değişkenlerin göreceli katkılarına ilişkin kritik bilgiler de dahil olmak üzere, işleyişine ilişkin zengin bilgiler sağlanmaktadır.



Şekil 4. Birçok katmanlı algılayıcı ağ örneği (Eastman, 2020).
Figure 4. A typical multi-layer perceptron net (Eastman, 2020).

YSA'nın işleyişi, nöron bağlantı ağırlıklarının modifikasyonunu gerçekleştirmek için ileri ve geri yayılım olmak üzere iki ana adımı içerir. Eğitim sırasında, her örnek (örneğin, tek bir pikselle ilişkili bir özellik vektörü) giriş katmanına beslenir ve alıcı düğüm, önceki katmanda bağlı olduğu tüm düğümlerden gelen ağırlıklı sinyalleri toplar. Tek bir düğümün aldığı girdi eşitlik 2'ye göre ağırlıklandırılır:

$$net_j = \sum_{i=0}^m w_{ij} O_i \quad \text{Eşitlik (2)}$$

w_{ij} : i ve j arasındaki ağırlık, O_i : i düğümü çıktısı

$$O_j = f(net_j) \quad \text{Eşitlik (3)}$$

Eşitlik 3'te bulunan f fonksiyonu genellikle sinyalin bir sonraki katmana geçmeden önce girdilerin ağırlıklı toplamına uygulanan doğrusal olmayan bir sigmoidal fonksiyondur. İleri geçiş tamamlandıktan sonra çıktı düğümlerinin faaliyetleri beklenen faaliyetlerle karşılaştırılır. Örneğin, altı çıktı düğümü varsa (sınıf başına bir tane), beklenen çıktı modeli (1, 0, 0, 0, 0, 0) olabilir. Çıkış katmanındaki her düğüm bir sınıfla ilişkilendirilir. Ağa bir model sunulduğunda, her çıkış düğümü, giriş modeline karşılık gelen sınıf arasındaki

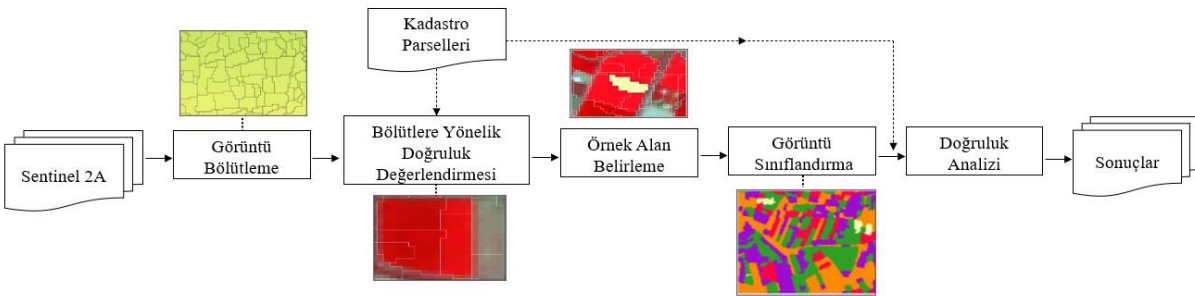
benzerliği gösteren bir değer üretecektir. Genel olarak, fiili çıktı, arzu edilen sonuçtan farklı olacaktır; fark ağdaki hatayla ilişkilidir. Bu hata daha sonra delta kuralı olarak bilinen bir ilişki (Eşitlik 4) yoluyla düzeltilen ilgili bağlantıların ağırlıklarıyla geriye doğru yayılır:

$$\Delta w_{ij}(t+1) = \eta \delta_{ij} O_j + \alpha \Delta w_{ij}(t) \quad \text{(Eşitlik 4)}$$

η : öğrenme oranı, α : momentum faktörü, δ : hesaplanan hata İleri ve geri geçişler, ağırlık tüm sınıfların özelliklerini "öğrenene" kadar devam eder. Ağ eğitiminin amacı, hem giriş ve gizli katmanlar arasındaki bağlantılar hem de gizli katmanlar ve çıkış katmanları arasındaki bilinmeyen piksellerin sınıflandırılması için uygun ağırlıkların elde edilmesidir. Giriş modeli, en yüksek aktivasyon seviyesine sahip düğümle ilişkili sınıfa göre sınıflandırılır (Eastman, 2020).

Araştırmada kullanılan YSA modeli ağ yapısında 4 girdi katmanı, 2 çıktı katmanı, 1 gizli katman, 3 birinci katman düğümü bulundururken eğitim değişkenlerinden öğrenme oranı 0,01, momentum faktörü 0,5, sigmoid katsayısı 1,0 ve sonlandırma kriterleri olarak RMS 0,01, iterasyon adedi 10000 ve doğruluk oranı olarak %100 değerleri kullanılmıştır.

Araştırmada görüntü sınıflandırmasında izlenen işlem aşamaları Şekil 5'te özetlenmektedir. İşlemeye hazırlanan uydu görüntüsü piksel-tabanlı sınıflandırmaya göre daha yüksek doğruluk sağladığı için segment(bölüt)lere ayrılmıştır. Segmentlerin parsel boyutları ile uyumunun denetlenmesinin ardından sınıflandırma öncesi örnek alanlar ile eğitim verisi belirlenmiştir. Görüntü EÇB ve YSA yöntemlerine göre sınıflandırıldıktan sonra elde edilen sınıfların doğruluk analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Araştırmanın yöntem aşamaları
Figure 5. Stages in the method of the research

BULGULAR VE TARTIŞMA

2023 Yılı buğday yetiştirme sezonu ve buğday yetiştiriciliği: Buğday gelişiminde ilk aylarda 5-10°C sıcaklık ve %60 nem, sapa kalkma döneminden itibaren 10-15 °C sıcaklık ve %65 ve üzeri neme ihtiyaç duyduğu (Yürür, 2017) düşünüldüğünde, araştırma bölgesinde kasım ve aralık aylarında ortalama sıcaklık ve nispi nemin yüksek olduğu görülmektedir. Kasım-haziran ayları arasındaki maksimum sıcaklık değerleri 35°C derece ve üzerinde seyretmediği için (Sudmeyer

ve ark., 2016) buğday verimi açısından herhangi bir risk oluşmamıştır. Toplam yağış miktarı ekim-haziran ayları için uzun dönem ortalaması 527,7 mm iken bu sezonda 573 mm; buharlaşma değerleri ise sırasıyla 917,7 mm ve 1926 mm olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca Haziran ayında ölçülen yaklaşık 70 mm'lik yağış bazı bölgelerde hasadın gecikmesine neden olmuştur. Ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklar bakımından ise ekstrem bir durum gözlenmemiştir (Uslu ve ark., 2023), (Çizelge 3).

Çizelge 3. 2023 Su yılına ait meteorolojik elemanların aylık ortalama değerleri (Anonim, 2023).

Table 3. Monthly means of meteorological elements of water year 2023 (Anonim, 2023).

Ay Month	Sıcaklık Değerleri (°C) Temperature Values (°C)			Nem (%) Humidity (%)	Yağış (mm) Precipitation (mm)	Buharlaşma (mm) Et# (mm)
	Ort. Mean	Maks. Max	Min. Min			
Ekim/October	19,6	35,8	7,6	54,1	0,0	279,3
Kasım/November	15,7	29,1	6,6	64,4	54,4	217,0
Aralık/December	12,5	22,9	3,3	77,1	55,0	188,1
Ocak/January	10,4	20,0	2,8	75,4	127,8	180,5
Şubat/February	8,6	22,4	-0,6	63,3	17,2	145,2
Mart/March	12,6	22,9	2,1	74,0	126,8	181,5
Nisan/April	15,1	24,2	6,5	69,6	98,4	195,6
Mayıs/May	19,7	33,0	9,4	66,2	24,0	233,4
Haziran/June	24,9	36,2	16,3	60,7	69,4	305,5

#: Evapotranspiration

Araştırma alanında görüşme yapılan 130 üreticiden alınan bilgiye göre buğday ekimi denizden yüksek yerlerde 2022 yılının Ekim (3 üretici) ve Kasım (74 üretici) aylarında daha erken olmak üzere; Aralık (51 üretici) ve 2023 yılının Ocak (11 üretici) ayında daha geç yapılmıştır. Oden ve ark. (2002)'nin Ege Bölgesi'nde 1970-1998 yılları arasındaki buğday yetiştiriciliğinin incelendiği çalışmada en uygun buğday ekim zamanı olarak belirlenen 10-20 Kasım dönemine göre; üreticilerin %48'i için ekim zamanında yağışı beklemelerinden dolayı gecikme yaşanmıştır. Üreticilerin %45'i Kasım ve Aralık aylarında yağmuru beklemeden yani kuruya ekim yaptığını beyan etmiştir. Buğday ekiminde serpm ve mibzerle ekim yapan üreticiler yarı yarıya ve eşit bulunmuştur. Tohumluk miktarının mibzerle ekim yönteminde 18-23 kg da⁻¹, serpm ekim yönteminde 28-30 kg da⁻¹ olarak kullanıldığı görülmüştür. Araştırma bölgesinde 13 buğday çeşidinin yetiştirildiği belirlenmiştir. Azot ve fosforlu gübre kullanmayan üreticiler olduğu gibi kuru ve sulu tarım alanlarında azot kullanımı sırasıyla 2,25-

20,17 kg da⁻¹ ve 5,0-42,5 kg da⁻¹ olurken fosforlu gübre kullanımı ise sırasıyla 2,25-9,2 kg da⁻¹ ve 3,0-20,7 kg da⁻¹ olarak belirlemiştir. Üreticilerin %53'ü son yıllarda buğday parsellerinde hardal, yabancı yulaf ve devedikeni başta olmak üzere yabancı ot yoğunluğunda artış olduğunu bildirmiştir. Yabancı ot ve pas için birer ilaçlama yaygın olarak yapılırken, bazı yerlerde pas hastalıkları için 2-3 ilaçlama ve süne zararlısı için de 1 ilaçlama yapıldığı belirlenmiştir. Araştırma alanında buğday için mevsimin durumuna göre gerektiğinde 1 sulama yapıldığı belirlenmiştir. Bu üretim sezonunda yağışların yeterli olması dolayısıyla sulama yapılmamıştır (Uslu ve ark., 2023).

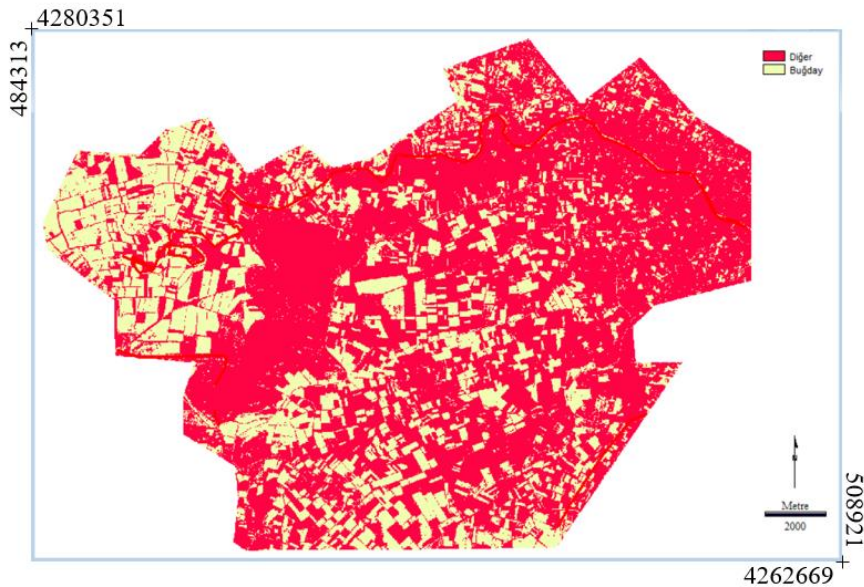
Ekim alanlarının belirlenmesi: Bu bölümde 22.04.2023 tarihli Sentinel-2A uydu verilerinden buğday ekim alanlarına ait sınıflandırma sonuçları incelenmiştir. Uydu görüntülerinin alınma zamanı buğday bitkisinin toprak üstü aksamının tam olarak geliştiği, toprak yüzeyini kaplama oranının en yüksek olduğu dönemde olmuştur. Ekim alanlarının belirlenmesi için önce araştırma alanından parsel verisi

toplanmıştır. Menemen Ovası'nda yapılan yer gözlemleriyle buğday, bezelye, fiğ, İtalyan çimi ve yonca parsellerinin yaygın olduğu belirlenmiştir. Sınıflandırmada eğitim verisi olarak kullanılan segmentler erken ekim yapılan parseller, daha geç ekim yapılan parseller, serpme ekim yapılan parseller, bölgede hâkim buğday çeşidinin bulunduğu parseller, en az %10 yatma bulunan parseller ve yabancı ot yoğunluğu en az %5 olan parsellerden seçilmiştir. Araştırmada birden çok özellik bulduran parseller ve özellik etkileşimleri değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Uydu görüntüsü sınıflandırma öncesinde eğitim verisi hazırlanmıştır. Segmentlere ayrılmış uydu görüntüsü üzerinde her bir özellik sınıfı için 3 segment seçilmiştir. Her iki sınıflandırma yönteminde de aynı özellikteki segmentler kullanılmıştır. Sınıflandırma EÇB ve YSA yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Her bir sınıflandırma işleminde 1 buğday özellik sınıfı ile birer bezelye, fiğ, İtalyan çimi ve yonca sınıfları için üçer segment yer almıştır. Doğrulama matrisi oluşturulurken her bir buğday özellik sınıfı için 10, diğer bitki türleri için ise 15'er kontrol noktası belirlenmiştir. Sınıflandırma sonuçlarında bezelye, fiğ, İtalyan çimi ve yonca bitki türleri "diğer" sınıfı olarak gösterilmiştir (Şekil 6), (Sarı ve ark., 2007; Delen ve Şanlı, 2017).

Uygulamada sınıflandırma için en yaygın kullanılan doğruluk ölçütü genel doğruluktur. Sınıflandırma genel doğruluğu, üretilen harita üzerindeki sınıf bilgisi ile yer bilgisi arasındaki uyumu göstermektedir. Kullanımı kolay ve pratik olmasına karşın genel doğruluk ölçütü her bir sınıf için sınıflandırma performansı hakkında bilgi vermez. Bu nedenle, her bir sınıf için üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğu değerleri hesaplanır. Üretici doğruluğu gerçekten ait olduğu sınıfa atanan piksellerin o sınıfa ait referans verisi içindeki oranıdır. Kullanıcı doğruluğu ise bir sınıfa atanan piksellerin gerçekten bu sınıfa ait olma doğruluğudur. Herhangi bir sınıf, sahip olduğu kullanıcı doğruluğu kadar güvenilirdir (Özkan, 2016).

Üretici ve kullanıcı doğrulukları her iki sınıflandırma yöntemi için oldukça geniş aralıklarda bulunmuştur. En geniş aralığın ekim zamanları ile ilgili sonuçlarda olduğu görülmüştür. Bu araştırmada EÇB yöntemi için üretici ve kullanıcı doğruluğu buğday için %90-100 ve %52-87 aralığında bulunurken, Özdarıcı Ok ve ark. (2011) ise ürün sınıflarına göre %41-97 aralığında bulmuştur. YSA yöntemi ile bu araştırmada buğday sınıfı için üretici ve kullanıcı doğruluğu sırasıyla % 90-94 ve %53-87 oranlarında bulunurken Mirici ve ark. (2017) ise sırasıyla %71-94 ve %83-84 olarak bulmuşlardır (Çizelge 4-16).



Şekil 6. YSA yöntemi ile elde edilmiş sınıflandırma sonucu.
Figure 6. Classification result obtained by ANN method.

EÇB yöntemi kullanılarak erken ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %76 ve Kappa değeri %52 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %100 ve %67; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %52 ve %100 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

EÇB yöntemi kullanılarak geç ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %83 ve Kappa değeri %65 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer

sınıfları için sırasıyla %90 ve %89; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %82 ve %83 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

EÇB yöntemi kullanılarak serpme ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %85 ve Kappa değeri %70 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %92 ve %78; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %73 ve %93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 4. EÇB yöntemi ile erken ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 4. Confusion matrix of the classification with the segments in early planted plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	31	29	60	0,52
Diğer Others	0	60	60	1,00
Satır Toplamı Row Total	31	89	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	1,00	0,67		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,76	Kappa Değeri Kappa Value	0,52

Çizelge 5. EÇB yöntemi ile geç ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 5. Confusion matrix of the classification with the segments in late planted plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	49	11	60	0,82
Diğer Others	10	50	60	0,83
Satır Toplamı Row Total	59	61	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,90	0,89		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,83	Kappa Değeri Kappa Value	0,65

Çizelge 6. EÇB yöntemi ile serpme ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 6. Confusion matrix of the classification with the segments in broadcast planted plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	47	13	60	0,73
Diğer Others	5	55	60	0,93
Satır Toplamı Row Total	52	68	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,92	0,78		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,85	Kappa Değeri Kappa Value	0,70

EÇB yöntemi kullanılarak yaygın çeşidin ekili olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %88 ve Kappa değeri %77 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %100 ve %81; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %77 ve %100 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

EÇB yöntemi kullanılarak ürünün yatık olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %87 ve Kappa değeri %73 oranındadır. Üretici doğruluğu

buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %89 ve %84; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %83 ve %90 olarak belirlenmiştir (Çizelge 8).

EÇB yöntemi kullanılarak ürünün yabancı otlu olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %87 ve Kappa değeri %73 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %94 ve %81; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %78 ve %95 olarak belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 7. EÇB yöntemi ile yaygın çeşidin ekili olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 7. Confusion matrix of the classification with the segments in the common variety plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	46	14	60	0,77
Diğer Others	0	60	60	1,0
Satır Toplamı Row Total	46	74	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	1,0	0,81		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,88	Kappa Değeri Kappa Value	0,77

Çizelge 8. EÇB yöntemi ile ürünün yatık olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 8. Confusion matrix of the classification with the segments in lodged plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	50	10	60	0,83
Diğer Others	6	54	60	0,90
Satır Toplamı Row Total	60	64	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,89	0,84		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,87	Kappa Değeri Kappa Value	0,73

Çizelge 9. EÇB yöntemi ile ürünün yabancı otlu olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 9. Confusion matrix of the classification with the segments in weedy plots using the MLC method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	47	13	60	0,78
Diğer Others	3	57	60	0,95
Satır Toplamı Row Total	50	70	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,94	0,81		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,87	Kappa Değeri Kappa Value	0,73

YSA yöntemi kullanılarak erken ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %75 ve Kappa değeri %50 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %94 ve %67; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %53 ve %97 olarak belirlenmiştir (Çizelge 10).

YSA yöntemi kullanılarak geç ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %88 ve Kappa değeri %77

oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %90 ve %87; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %87 ve %90 olarak belirlenmiştir (Çizelge 11).

YSA yöntemi kullanılarak serpme ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %86 ve Kappa değeri %72 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %92 ve %81; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %78 ve %93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 10. YSA yöntemi ile erken ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu
Table 10. Confusion matrix of the classification with the segments in early planted plots using the MLP method

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	32	28	60	0,53
Diğer Others	2	58	60	0,97
Satır Toplamı Row Total	34	86	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,94	0,67		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,75	Kappa Değeri Kappa Value	0,50

Çizelge 11. YSA yöntemi ile geç ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu
Table 11. Confusion matrix of the classification with the segments in late planted plots using the ANN method

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	52	8	60	0,87
Diğer Others	6	54	60	0,90
Satır Toplamı Row Total	58	62	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,90	0,87		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,88	Kappa Değeri Kappa Value	0,77

Çizelge 12. YSA yöntemi ile serpme ekim yapılan parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.
Table 12. Confusion matrix of the classification with the segments in broadcast planted plots using the ANN method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	47	13	60	0,78
Diğer Others	4	56	60	0,93
Satır Toplamı Row Total	51	69	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,92	0,81		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,86	Kappa Değeri Kappa Value	0,72

YSA yöntemi kullanılarak yaygın çeşidin ekili olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %85 ve Kappa değeri %70 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %92 ve %80; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %77 ve %93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 13).

YSA yöntemi kullanılarak ürünün yatık olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %89 ve Kappa değeri %78 oranındadır. Üretici doğruluğu

buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %93 ve %86; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %85 ve %93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 14).

YSA yöntemi kullanılarak ürünün yabancı otlu olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma sonucuna göre genel doğruluk %89 ve Kappa değeri %78 oranındadır. Üretici doğruluğu buğday ve diğer sınıfları için sırasıyla %93 ve %86; kullanıcı doğruluğu ise sırasıyla %85 ve %93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 15).

Çizelge 13. YSA yöntemi ile yaygın çeşidin ekili olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 13. Confusion matrix of the classification with the segments in the common variety planted plots using the ANN method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	46	14	60	0,77
Diğer Others	4	56	60	0,93
Satır Toplamı Row Total	50	70	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,92	0,80		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,85	Kappa Değeri Kappa Value	0,70

Çizelge 14. YSA yöntemi ile ürünün yatık olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 14. Confusion matrix of the classification with the segments in lodged plots using the ANN method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	51	9	60	0,85
Diğer Others	4	56	60	0,93
Satır Toplamı Row Total	55	65	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,93	0,86		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,89	Kappa Değeri Kappa Value	0,78

Çizelge 15. YSA yöntemi ile ürünün yabancı otlu olduğu parsellerde bulunan segmentler ile yapılan sınıflandırma doğruluğu.

Table 15. Confusion matrix of the classification with the segments in weedy plots using the ANN method.

	Buğday Wheat	Diğer Others	Sütun Toplamı Column Total	Kullanıcı Doğruluğu Users Accuracy
Buğday Wheat	51	9	60	0,85
Diğer Others	4	56	60	0,93
Satır Toplamı Row Total	55	65	120	
Üretici Doğruluğu Producers Accuracy	0,93	0,86		
	Genel Doğruluk Overall Accuracy	0,89	Kappa Değeri Kappa Value	0,78

Çalışma bulguları Çizelge 16’da belirtildiği üzere aşağıda özetlenmektedir:

Eğitim verisi erken ekim yapılan parsellerden seçildiğinde sınıflama doğruluğu daha düşük iken, daha geç ekim yapılan parsellerden alındığında sınıflandırma doğruluğu daha yüksek hesaplanmıştır. Bu durum araştırma sonuçları için en önemli bulguyu oluşturmaktadır. Buğday ekimi araştırma alanında ağırlıklı olarak 20 Kasım ve 20 Aralık zamanlarında gerçekleştirilmiştir. Erken ekim ve daha geç ekim parselleriyle yapılan sınıflandırma sonuçlarının genel doğruluk oranları EÇB yöntemine göre sırasıyla %76 ve %83; YSA yöntemine göre ise %75 ve %88 olarak bulunmuştur. Aynı bitki türü için parseller arası ekim zamanında bir aylık farkın önemli değerlendirme hatalarına yol açabildiği bildirilmiştir (Jensen, 2016). Karabulut ve ark. (2021) Kırklareli’nde 2018 yılında yürüttükleri çalışmada, ayçiçek ekili alanları Sentinel-2A görüntüleri ile nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile belirlemişlerdir. Çalışmada doğruluk oranları ayçiçeği alanları için erken ekim ve geç ekim özelliklerine göre sırasıyla %98 ve %92 olarak bulunmuştur. Ayçiçek alanları için alınan yüksek doğruluk oranları sınıflandırmada kullanılan bitkilerin farklı gelişme dönemlerine ait alınan spektral imzalar, NDVI yardımcı verilerinin ve segment-tabanlı

yöntemin kullanılmasından kaynaklanmış olabilir (Lu ve Weng, 2007)

Ekim zamanı ekilen tohum miktarına, parsel içinde çimlenme ve çıkış zamanlarında farklılığa neden olması ve bitki yoğunluğuna etki etmesi (Yürür, 2017) nedeniyle sınıflandırma doğruluğuna etki edebilen bir özellik olarak dikkat çekmektedir.

Yaygın çeşit kullanıldığında her iki görüntü sınıflandırma yöntemi için sınıflandırma genel doğruluklarının %85 ve üzeri olduğu görülmektedir. Farklı bitki çeşidinin sınıflandırma sonuçlarına etki edebileceği (McCoy, 2005; Jensen, 2016) bildirilse de bu çalışmada buğday için önemli bir fark bulunamamıştır.

Serpme ekim, bitkilerde yatma olması ve yabancı ot yoğunluğunun ışığın yansıma özelliklerinde sınıflandırma sonuçlarını değiştirecek bir farklılık meydana getirmediği belirlenmiştir.

EÇB yöntemi sınıflandırma sonuçları YSA sonuçlarına göre sadece iki özellik için (erken ekim ve yaygın çeşit özelliklerine göre) daha iyi sonuçlar sağlamıştır. Yapılan çalışmalarda parametrik olmayan YSA metotları, parametrik bir teknik olan EÇB metoduna göre çoğunlukla daha yüksek sınıflandırma başarıları gösterebilmektedir (Bulut, 2023).

Çizelge 16. Sınıflandırma yöntemlerine göre sınıflandırma sonuçları.
Table 16. Classification results according to classification methods.

Değişkenler Parameters	EÇB Yöntemi MLC Method	YSA Yöntemi ANN Method
	Genel doğruluk Overall accuracy	Genel doğruluk Overall Accuracy
	Kappa değeri Kappa value	Kappa değeri Kappa value
Erken ekim Early planted	0,76	0,52
Geç ekim Late planted	0,83	0,65
Serpme ekim Broadcast planted	0,85	0,70
Yaygın çeşit Common variety	0,88	0,77
Yatık durum Lodging condition	0,87	0,73
Yabancı otlar Weed presence	0,87	0,73

Çizelge 16'da özetlendiği gibi sınıflandırma sonuçlarına göre erken ekim yapılan parsel verisiyle elde edilen genel doğruluk ve Kappa değerleri EÇB yöntemi için %76 ve %52, geç ekim yapılan parsel verisiyle %83 ve %65, serpme ekim yapılan parsel verisiyle %85 ve %70, yaygın çeşidin bulunduğu parsel verisiyle %88 ve 77, ürünün yatık olduğu parsel verisiyle %87 ve %73 ve yabancı otlular parsel verisiyle ise %87 ve %73 olarak bulunmuştur. Sınıflandırma doğruluklarına YSA yöntemi ile bakıldığında erken ekim yapılan parsel verisiyle elde edilen genel doğruluk ve Kappa değerleri %75 ve %50, geç ekim yapılan parsel verisiyle %88 ve %77, serpme ekim yapılan parsel verisiyle %86 ve %72, yaygın çeşidin bulunduğu parsel verisiyle %85 ve %70, ürünün yatık olduğu parsel verisiyle %89 ve %78 ve yabancı otlular parsel verisiyle ise %89 ve %78 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen doğruluk oranlarının benzer çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Özdarıcı ve ark. (2011) çalışmasında, Karacabey Ovası'nda yetiştirilen 5 farklı ürün sınıfı için SPOT 5 görüntüsü kullanılarak yapılan sınıflandırma sonucunda EÇB yöntemi ile elde edilen genel doğruluk oranı %79,77 olarak hesaplanırken, Kappa oranı %67,82 olarak bulunmuştur. Yine başka bir çalışmada Özçalık ve ark. (2020) EÇB yöntemi kullanarak arazi örtüsünü %75-85 arasında değişen genel doğruluk ve %66-79 arasından değişen Kappa değerleri ile sınıflandırmışlardır. Peña ve ark. (2014) yürüttükleri çalışmada, YSA sınıflandırma yöntemiyle Aster görüntüsünü %88 oranında genel doğrulukla sınıflandırmışlardır. Kussul ve ark. (2015) Landsat8 görüntüleri ile kışlık buğday, kışlık kolza, mısır, şeker pancarı, soya fasulyesi, ayçiçeği, orman, mera ve su yüzeylerini YSA yöntemiyle %85 genel doğruluk ve %82 Kappa değeri ile sınıflandırılmıştır. Kumar ve ark. (2023) Landsat8 uydu görüntüleri ile arazi kullanım sınıflaması yapmışlar ve sınıflandırma sonucunda EÇB ve YSA yöntemleri için sırasıyla %89 ve %86 genel doğruluk değerlerini elde etmişlerdir. Yine Bursa ili Karacabey ilçesinde Tavus ve ark. (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada genel doğruluk oranı %87.5 olarak bildirilmiştir. Bir diğer çalışmada, Torunlar ve ark. (2021) Konya ili Karapınar ilçesinde Sentinel-2A uydu görüntüleri ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini kullanarak arpa, buğday, mısır, şeker pancarı, yonca ve fiğ ürünleri ile mera alanlarını %82

genel doğruluk oranı ve %76 Kappa değeri ile belirlemiştir.

Araştırmada elde edilen sınıflandırma sonuçlarına ait genel sınıflandırma doğrulukları EÇB ve YSA yöntemleri için sırasıyla %75-89 ve Kappa değerleri için %50-78 aralığında hesaplanmıştır. Tarımsal üretimde sınıflama doğruluğunun %85 olması genel olarak yeterli görülmeyle birlikte, ekili alanların belirlenmesinde %15 oranındaki hata payı gıda güvenliği yönetimi veya piyasaları yönetmek için azaltılmalıdır (Gallego ve ark., 2010). Kappa değerinin >0,80 olması yer gözlem bilgisi ile sınıflandırma sonucu arasında güçlü bir uyum olduğuna, 0,40-0,80 arasında olması ise orta derecede bir uyum olduğuna işaret etmektedir (Jensen, 2016). Orta derece bir uyum değerlendirmesi için Kappa değerlendirme aralığının 0,40-0,75 olarak da kabul edildiği görülmektedir (Mather, 1999). Araştırmada Kappa değerlerinin 0,40-0,80 arasında olması yer gözlem bilgisi ile sınıflandırılan harita bilgisi arasında orta derecede bir uyum olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Araştırmada Menemen Ovası'nda buğday yetiştirilen alanlar Sentinel-2A uydu görüntüsü üzerinde EÇB yöntemi ve YSA yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. YSA yöntemi EÇB yöntemine göre genel olarak daha üstün sonuçlar vermiştir. En güvenilir sınıflandırma sonucuna ulaşabilmek için görüntü üzerinde bitki özellikleri ve yetiştiricilik işlemlerinin etkisi test edilmiştir. Elde edilen tematik haritaların değerlendirilmesinde doğrulama matrislerinden faydalanılmıştır. Bu matrisler sayesinde ürün sınıflarına ait doğruluklar, genel doğruluk ve Kappa oranları hesaplanarak yetiştiricilik uygulamaları ve bitki özelliklerinin uydu verileriyle tarım alanlarındaki ürün desenini tespit etmedeki önemi ortaya konulmuştur. Araştırmada buğday parsellerinde erken ekim ya da daha geç ekim yapılması ile ekilen tohum miktarının farklı olması, ekim yönteminin değişmesi, bitki gelişme dönemlerinde fark oluşturması ve bunlara bağlı olarak değişen yansıma özellikleri nedeniyle sınıflandırma sonuçlarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Serpme ekim, yaygın çeşit, buğday yatma durumu ve yabancı ot durumu özelliklerinin ise sınıflandırma sonuçlarını önemli derecede deştiirmediği gözlenmiştir.

Gelecekte ülkemizde yapılacak çalışmalarda, tarım havzalarında fiğ, yonca gibi dik, yarı yatık ve yatık gövde formuna sahip bitkilerin yetiştiricilik işlemlerine yönelik detaylı incelemelerin büyük önem arz edeceği düşünülmektedir. Özellikle bu bitkilerin farklı büyüme formlarının uydu görüntüleri üzerinden izlenmesi, tarla bazlı ölçümlerle kıyaslandığında ürün deseni belirleme çalışmalarının doğruluğunu artırabilir. Bu bağlamda, gelişmiş algoritmalar ve yapay zekâ destekli analiz yöntemleri kullanılarak, bu bitki formlarının uydu görüntülerinden elde edilen yansımalarının doğru bir şekilde sınıflandırılması sağlanabilir. Ayrıca, birden fazla biçim yapılabilen yonca ve İtalyan çimi gibi türlerin farklı biçim dönemlerindeki boylanma hızları ve parsel kapama oranları, uydu görüntüleri üzerinden hassas bir şekilde takip edilebilir ve böylece hasatta verim tahmini modellerine daha yüksek doğruluk kazandırılabilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim. 1971. Menemen Ovası Temel Toprak Etüdü. Topraksu Genel Müdürlüğü Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi Raporları, Seri No: 24, Ankara.
- Anonim. 2023. MGM Meteoroloji Genel Müdürlüğü Menemen Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- Anonim. 2024a. <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations/>
- Anonim. 2024b. <https://www.copernicus.eu/en>
- Bulut, S. 2023. Uydu görüntüsü ve uzaktan algılama teknikleri ile arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 9(2):150-156.
- Delen, A., F.B. Şanlı. 2017. Pamuk ekili alanların nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile belirlenmesi: menemen örneği. Journal of New Results in Engineering and Natural Science (6) 1-8.
- Eastman, J.R. 2020. TerrSet Tutorial. <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/TerrSet-Tutorial.pdf>
- Egberth, M., M. Nilsson. 2010. KNN-Sweden-Current map data on Swedish forests. In Proceedings Forest Sat 2010: Operational tools in forestry using remote sensing techniques. 265-267.
- Gallego, J., Carfagna, E., Baruth, B. 2010. Accuracy, objectivity and efficiency of remote sensing for agricultural statistics pp. 202-205. In: Benedetti, R., Bee, M., Espa, G., Piersimoni, P. (Ed.'s) Agricultural Survey Methods. John Wiley & Sons Ltd., Wiltshire., UK.
- Jensen, J. R. 2016. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 4th Ed. Pearson.

Sonuç olarak, tarım havzalarında bitkilerin gelişme durumlarının uydu görüntüleriyle izlenmesi, sadece verim tahmini değil, aynı zamanda sulama zamanlaması, gübreleme ve zararlı kontrolü gibi diğer tarımsal uygulamaların da optimize edilmesine katkı bulunabilir. Bu tür analizlerin gelecekte tarımsal yönetimde sürdürülebilirlik ve verimlilik hedeflerini daha üst seviyelere taşıyacak potansiyeli ortaya çıkaracağı öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü tarafından TAGEM/TSKAD/B/22/A9/P7/5384 proje numarası ile desteklenmiştir.

- Karabulut, A., N. Ceylan, E. Bahar, İ. Kurşun. 2021. Crop phenology-based object-oriented classification approach using SENTINEL-2A and NDVI time series: Sunflower crops in Kırklareli. International Journal of Environment and Geoinformatics (IJEGEO) 8(3): 316-327.
- Kumar, A., R.D. Garg, P. Singh, A. Shankar, S.R. Nayak, M. Diwakar. 2023. Monitoring the land use, land cover changes of Roorkee Region (Uttarakhand, India) Using Machine Learning Techniques. International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJESD) 14 (1): 1-16.
- Kussul, N., S. Skakun, A. Shelestov, M. Lavreniuk, B. Yailymov, O. Kussul. 2015. Regional scale crop mapping using multi-temporal satellite imagery. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment. 11-15 May 2015. Berlin, Germany
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., Chipman J. 2018. Uzaktan Algılama ve Görüntü Yorumlama (7. Baskıdan çeviri. Çeviri ed. K.Ş. Kavak). Palme Yayınevi Yay. No: 1593. Ankara.
- Lu, D., and Q. Weng. 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. International Journal of Remote Sensing 28(5): 823-870.
- Mather, P. M. 1999. Computer Processing of Remotely Sensed Images. An Introduction, Second Edition. 292 pp. Chichester, England.
- McCoy, R.M. 2005. Field Methods in Remote Sensing. The Guilford Press, New York.

- Mirici, M. E., S. Berberoglu, A. Akın, O. Satır. 2017. Land use/cover change modelling in mediterranean rural landscape using MLP-MC. *Applied Ecology and Environmental Research* 16(1):467-486.
- Oden, O, M. Gürbüz, D. Kahraman, Ü. Özsoy, Y. Kayam, Y. Lomas, ve M. Mandel. 2002. İklim, Tarımsal Teknoloji, Toprak ve Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Buğday Verimine Etkileri. Türk-İsrail Ortak Araştırma Projesi Raporu. Menemen, İzmir.
- Ok, A.Ö. 2017. Sınıflandırma- ileri teknikler s.171-197. F. Sunar (Ed.). *Dijital Görüntü İşleme*. Anadolu Üni. Yay. No: 3658. Eskişehir.
- Ozdarici Ok, A., Z. Akyurek. 2014. Object-Based classification of multi-temporal images for agricultural crop mapping in Karacabey Plain, Turkey. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-7, 2014 ISPRS Technical Commission VII Symposium. 29 September – 2 October 2014, Istanbul, Turkey.
- Özçalık H. Torun A. T. Bilgilioğlu S. S. 2020. Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi* 2(2): 77-84.
- Özdarıcı Ok, A., Ö. Akar, O. Güngör. 2011. Rastgele orman sınıflandırma yöntemi yardımıyla tarım alanlarındaki ürün çeşitliliğinin sınıflandırılması. *Türkiye Ulusal Fotogrammetri ve Uzaktan Algılama Birliği (TUFUAB) VI. Teknik Sempozyumu*. Antalya, Turkey
- Özkan, C. 2016. Sınıflandırma. s.156-172. F. Sunar (Ed.). *Uzaktan Algılama*. Anadolu Üni. Yay. No: 2320. Eskişehir.
- Peña, J. M., P. A. Gutiérrez, C. Hervás-Martínez, J. Six, R. E. Plant, F. López-Granados. 2014. Object-Based image classification of summer crops with machine learning methods. *Remote Sens.* 2014 (6): 5019-5041. doi:10.3390/rs6065019
- Sarı, M., N. K. Sönmez, M. Yıldırım, 2007. Pamuk bitkisinin kantitatif yansıma özelliklerinin ve alansal dağılımının uydu verileri ile belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1): 1-10.
- Sudmeyer, R., A. Edward, V. Fazakerley, L. Simpkin and I. Foster. 2016. Climate change: Impacts and adaptation for agriculture in Western Australia, *Bulletin* 4870, Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth.
- Tavus, B., Karataş, K. M. Türker. 2019. Tarımsal alanlarda yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsünden nesne-tabanlı ürün deseni tespiti. *Pamukkale Üniv. Müh. Bilim. Derg.* 25(5): 603-614.
- Torunlar, H., M.G. Tuğaç, K. Duyan. 2021. Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminde Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi; Konya- Karapınar Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi* 3(2): 36-46.
- TÜİK. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>
- Uslu, İ., Z. Çelik, G. Yüceerim, V. Karagül, A. Özdarıcı Ok. 2023. Buğday yetiştiriciliğinin mevsimsel iklim değişkenliğinden etkilenebilirlik derecesi ve uyum kapasitesinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 33 (2): 220-236.
- Yürür, N. 2017. Buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale. s. 62-71. K. Yağdı (Ed.). *Tarla Bitkileri I*. Anadolu Üni. Yay. No: 2256. Eskişehir.

Growth Parameters of Cotton in Relay Strip Intercropping: Before and After Wheat Harvest

Uğur ÇAKALOĞULLARI* 

***Department of Field Crops, Ege University, İzmir/TÜRKİYE**

***<https://orcid.org/0000-0003-4175-1815>**

***Corresponding author (Sorumlu yazar): ugur.cakalogullari@ege.edu.tr**

Received (Geliş tarihi): 27.08.2024

Accepted (Kabul tarihi): 28.10.2024

ABSTRACT: To investigate cotton's adaptation to various microclimates provided by wheat height, a field experiment was conducted to observe the morphological and physiological traits of cotton seedlings before and after wheat harvest. The cotton was grown in relay strip intercropping with wheat of varying heights. The study observed canopy temperature depression (CTD), average leaf area (ALA), specific leaf area (SLA), SPAD values, net assimilation rates (NAR), total dry weight (TDW). During the shading period, intercropped cotton exhibited stress, indicated by CTD, compared to monocropped cotton (MC). This negative effect was more pronounced in short wheat-cotton intercropping (SC). Microclimates influenced leaf traits and biomass accumulation, with smaller ALA, higher SLA, higher SPAD values, and lower NAR observed in intercropped cotton, especially in SC, resulting in decreased TDW. Following wheat harvest, cotton plants, particularly in SC, exhibited significant NAR recovery by adjusting leaf structure. However, while this adjustment mitigated differences in TDW and yield compared to tall wheat-cotton intercropping (TC), disparities with MC remained. SC had a more pronounced negative impact on cotton before wheat harvest compared to TC. However, rapid recovery of cotton mitigated this negative effect in SC after wheat harvest.

Keywords: Cotton, cotton growth dynamics, crop adaptation, intercropping systems, relay strip intercropping, wheat microclimate.

Sonradan Araya Ekim Sisteminde Pamuk Büyüme Dinamikleri: Buğday Hasadı Öncesi ve Sonrası

ÖZ: Pamuk bitkisinin farklı buğday yüksekliklerinin sağladığı mikroklimalara adaptasyonunu araştırmak için, buğday hasadından önce ve sonra pamuk fidelerinin morfolojik ve fizyolojik özelliklerini gözlemlemek üzere bir tarla denemesi gerçekleştirildi. Pamuk, farklı yüksekliklerde buğday ile sonradan araya ekim sisteminde yetiştirilmiştir. Çalışmada, kanopi sıcaklık depresyonu (CTD), ortalama yaprak alanı (ALA), spesifik yaprak alanı (SLA), SPAD değerleri, net asimilasyon oranları (NAR) ve toplam kuru ağırlık (TDW) gibi morfolojik ve fizyolojik özellikler buğday hasadından önce ve sonra gözlemlenmiştir. Gölgeleme süreci boyunca, sonradan araya ekilen pamuk, tek ekim pamuğa (MC) kıyasla CTD de görüldüğü üzere stres belirtileri göstermiştir. Bu olumsuz etki, kısa buğday-pamuk ekimi (SC) sisteminde daha belirgin bulunmuştur. Mikroklimalar, yaprak özelliklerini ve biyokütle birikimini etkilemiş; SC'de özellikle daha küçük ALA, daha yüksek SLA, daha yüksek SPAD değerleri ve daha düşük NAR gözlemlenmiş ve bu durum TDW'de azalmaya neden olmuştur. Buğday hasadından sonra, özellikle SC'de pamuk bitkileri, yaprak yapılarını ayarlayarak NAR'da önemli bir iyileşme göstermiştir. Ancak, bu ayarlama, TDW ve verimde, uzun buğday-pamuk ekimi (TC) ile karşılaştırıldığında farkları azaltırken, MC ile karşılaştırıldığında farklılıkları tamamen ortadan kaldıramamıştır. SC, buğday hasadından önce pamuk üzerinde TC'ye kıyasla daha belirgin olumsuz bir etkiye sahip bulunmuştur. Ancak, pamuktaki hızlı iyileşme, bu olumsuz etkiyi buğday hasadından sonra SC'de hafifletmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, pamuk büyüme dinamikleri, bitki adaptasyonu, araya ekim sistemleri, sonradan araya ekim, buğday mikroklima.

INTRODUCTION

Türkiye is one of the countries that is exposed to challenges such as drought, urbanization, and unsuitable lands. From 2004 to 2023, the total agricultural area in Türkiye decreased by approximately 10% according to derived data from

TURKSTAT (2024). Similarly, the wheat-growing area exhibited a decreasing trend parallel to the total agricultural area ($r^2=0.71$). However, there was a lower correlation between the decrease in cotton-growing area and the total agricultural area ($r^2=0.42$) as shown in Figure 1. The changes in cotton-growing areas in

Türkiye fluctuated throughout the period from 2004 to 2023, possibly influenced by factors such as drought, government support for cotton production, and the availability of irrigation through the Southeastern Anatolia Project (GAP), and soil contamination due to the intensive use of chemicals in cotton farming. Soil contamination from the heavy use of chemicals in cotton cultivation has further exacerbated the reduction of arable lands (Cevheri and Yilmaz, 2019). In China, the competition between staple crops and cotton has become a serious issue (Dai and Dong, 2014), and a similar trend is anticipated in Türkiye, with the potential for competition between staple crops and strategic crops such as cotton for agricultural land. Thus, promoting the adoption of intercropping practices, particularly the intercropping of wheat and cotton, presents itself as a viable approach to address this challenge and optimize agricultural productivity in Türkiye.

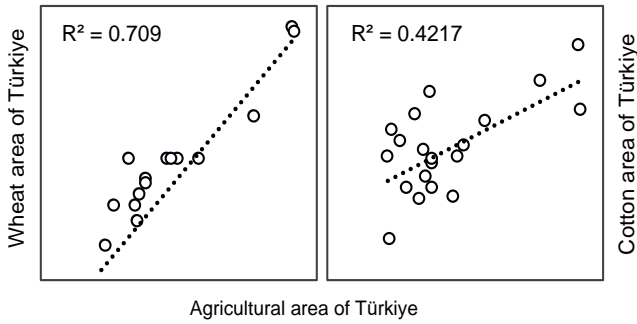


Figure 1. Correlation between the total agricultural area and wheat-growing area, and the total agricultural area and cotton-growing area in Türkiye from 2004 to 2023 (TURKSTAT, 2024).

Şekil 1. 2004-2023 yılları arasında Türkiye'deki toplam tarımsal alan ile pamuk ekim alanı ve toplam tarımsal alan ile buğday ekim alanı arasındaki korelasyon (TURKSTAT, 2024).

Intercropping is an age-old cultivation system utilized predominantly in developing countries (Wahla *et al.*, 2009; Aziz *et al.*, 2015). This approach involves the simultaneous cultivation of two or more crops within the same area and timeframe (Wezel *et al.*, 2013). There are many intercropping patterns defined which are mixed, row, strip and relay intercropping (Machado, 2009). In row intercropping, at least one crop is sown in rows simultaneously. The distance between crops is wide enough for easy differentiation yet narrow enough for interaction in strip intercropping systems. In relay intercropping, crops are grown together during different stages of their life cycle. In

brief, combining relay, row and strip intercropping is referred to as relay strip intercropping (RSI). The appropriate RSI pattern should be chosen considering the crop species and their interactions with each other. Wheat and cotton crops have different cultivation times during the growing season, with their cultivation periods overlapping for a brief period. Therefore, relay strip intercropping is considered a suitable cropping pattern for cultivating wheat and cotton together.

In relay strip intercropping, cotton crops are planted in the gaps between wheat strips, allowing for their co-growth with wheat until wheat harvest, which occurs approximately seven weeks after planting (Zhang, 2008c). Typically, the later-planted crop grows under the shade of the previously planted crops, and the amount of shading depends on the height of these earlier crops. Meanwhile, the primary crop is exposed to full sunlight after the earlier crop is harvested (Wu *et al.*, 2016). While relay strip intercropping enhances land use efficiency, it also presents several disadvantages for the growth of cotton. Cotton development and maturity are delayed in the wheat-cotton intercropping systems because of shade of wheat and competition of water and nutrients, and thus cotton yield is eventually reduced (Zhang *et al.*, 2008b; Poorter *et al.*, 2019). It is well established that in intercropping systems, crops compete for above-ground radiation as well as for nutrients and water below ground (Machado, 2009). Light is the primary limiting factor in relay strip intercropping, when water and nutrients are readily available in the soil (Francis, 1989). Agronomic improvements are needed in the relay strip intercropping system to enhance land use efficiency while also maintaining the productivity and quality of the suppressed crop, which is generally a strategic crop. These improvements could include optimizing crop height, planting densities, and irrigation techniques.

Success in the relay strip intercropping system relies on achieving a harmonious balance in crop competition (Machado, 2009) and this competition can be mitigated through spatial arrangement (Aziz *et al.*, 2015). Numerous studies in the literature have focused on the best design of intercropping systems (Porter and Khalilian, 1995; Khan *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 2007, 2008b). As mentioned in Zhang *et al.* (2008c), the primary reason for the reduced yield in intercropped cotton is the modified microclimate within the relay

strip intercropping system. The cotton seedlings are exposed to the shading of tall wheat, which affects both canopy and soil temperature in the wheat-cotton relay strip intercropping system. Although the cotton plant adapts morphologically to the cultivated environment due to its indeterminate growth (Gangwar and Prasad, 2005; Siebert *et al.*, 2006; Huang *et al.*, 2017), the delay in cotton growth and development is primarily caused by the shading effect of wheat (Zhang *et al.*, 2007), and this delay cannot be completely recovered (Zhang *et al.*, 2008b). Several studies have focused on spatial arrangement to optimize light interception for cotton growth, but there is limited research on modifying light distribution within the cotton canopy by adjusting the plant height of wheat. Machado (2009) emphasized the significance of understanding the physiology, growth habits, canopy structure, root system, and nutrient utilization of intercropped crops. To optimize the advantages of intercropping, it is crucial to identify compatible species and genotypes, determine the most suitable sowing design, and adjust crop density accordingly (Yildirim and Ekinici, 2017). Based on these considerations, it is imperative to emphasize the significance of identifying the optimal conditions for the growth and development of cotton plants under the various microclimates created by wheat.

This study focused on improving relay strip intercropping systems by examining the impact of wheat height on cotton growth and development. While numerous studies have investigated the efficiency of intercropping systems, there is a lack of research specifically addressing how adjusting the height of wheat can mitigate shading effects and enhance cotton growth. Understanding these interactions is essential for optimizing the balance between crops and improving overall productivity within relay strip intercropping systems.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The experiment was conducted in a field on the Bornova Plain (Izmir), located in Western Turkey (38°27'06.0"N 27°13'31.9"E), at an elevation of 50 meters above sea level, during 2020/21 growth season. The region has a Mediterranean climate characterized by mild, wet winters and hot, dry summers. During the experiment, the average air temperature, humidity, and total precipitation were 19.4°C, 55.5%, and 716 mm,

respectively. Detailed weather data are shown in Figure 2. The soil profile at depths of 0–20 cm and 20–40 cm consisted of silt-clay and clay-loam textures, respectively, with pH values of 8.2 and 7.8, according to soil textural classification (Gerakis and Baer, 1999).

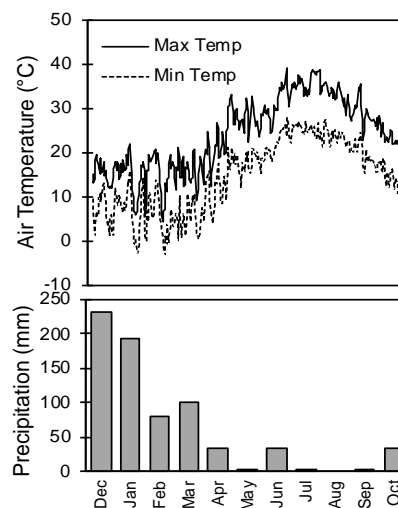


Figure 2. Daily maximum and minimum temperatures (°C), and monthly precipitation (mm) levels during the experiment.

Şekil 2. Deneme boyunca günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar (°C), ve aylık yağış (mm) seviyeleri.

Plant material

Two wheat varieties, differing in plant height, were obtained from TİGEM (General Directorate of Agricultural Enterprises) to establish varying microclimates for the intercropped cotton. The taller wheat variety, Cumhuriyet-75, measured 75 cm in height. In contrast, the other wheat variety, Golia-99, is known to be shorter, approximately 30% shorter compared to Cumhuriyet-75. These wheat varieties are well adapted to coastal regions like the experimental site. Additionally, the selection of cotton varieties was informed by the growth patterns recognized by farmers in the coastal region of Türkiye. Lima was designated as full-season cotton due to its slower growth rate compared to DP 396. Conversely, DP 396 was identified as short-season cotton, typically planted as a second crop after wheat in the coastal region of Türkiye, owing to its rapid growth.

Experimental design and treatments

The trial was designed as a Strip-Split-Plot system within a Randomized Complete Blocks Design (RCBD) with three replications. The wheat and cotton were planted using the relay strip intercropping method in a 4:2 wheat-cotton design (Zhang *et al.*, 2007;

Çakaloğulları, 2023), while cotton was also sown conventionally for the control group. Each intercropping plot was comprised of three strips with four rows of wheat and two strips with two rows of cotton. The cotton planting in both RSI and traditional designs, as well as row dimensions, are illustrated in Figure 3. The study examined two main factors as treatments: cropping system and growth habit of cotton. The cropping system included monocropping of cotton (MC) as control group, tall wheat-cotton intercropping (TC) and short wheat-cotton intercropping (SC).

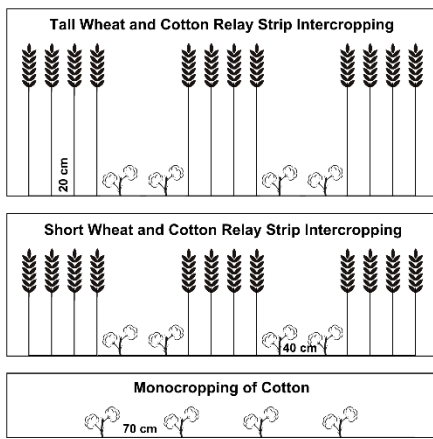


Figure 3. Illustrations of tall wheat and cotton relay strip intercropping (TC), short wheat and cotton relay strip intercropping (SC), and monocropping of cotton (MC).

Şekil 3. Uzun buğday ve pamuk (TC), kısa buğday ve pamuk (SC) sonradan araya ekim sistemleri, ve tek pamuk (MC) ekim sistemlerine ait çizimler.

Field managements

The RSI plots were established by sowing wheat on December 24, 2020. The wheat was sown at a rate of 550 plants m^{-2} , and 100 kg ha^{-1} of pure nitrogen (N), phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) were applied before wheat planting using 15-15-15 bottom fertilizer. The spaces designated for cotton in the RSI plots were cleared of weeds and prepared for planting using mechanical hoeing techniques. The cotton planting for both intercropping and monocropping plots took place on May 5, 2021. The initial fertilization, consisting of 100 kg ha^{-1} of pure nitrogen (N), phosphorus (P_2O_5), and potassium (K_2O) in the form of 15-15-15 bottom fertilizer, was applied to the cotton plots. Following cotton sowing, the drip irrigation system was immediately implemented for the first irrigation, with each cotton line equipped with one drip pipe.

The wheat plants in the RSI system were manually removed without causing any damage to the cotton plants on June 24, 2021, marking the end of the co-growth period of wheat and cotton, which lasted for 50 days. After the wheat harvest, the second fertilization was applied to the cotton plots at a rate of 100 kg ha^{-1} of nitrogen (N) in the form of ammonium sulfate (21%).

The cotton in the intercropped system received totally 370 mm of water (from both rainfall and irrigation) during the cotton growth period, while the monocropped cotton received 460 mm. Pest, disease, and weed control were implemented using both chemical methods, such as pesticides and herbicides, and mechanical methods, including manual weeding and hoeing, based on the farmers' experiences, to promote optimal crop growth. The cotton was harvested by hand on October 12, 2021.

Data collection and measurements

The climate data for the experimental site was collected using a weather data API service (Visual Crossing). The cotton measurements were conducted at various days after sowing (DAS): twice before wheat harvest (DAS 31 and DAS 50) and twice after wheat harvest (DAS 63 and DAS 73) to assess the response of cotton in the RSI systems. At each measurement time, three cotton plants were collected from each plot for measuring leaf area, dry weights and cottonseed yield. Additionally, SPAD and canopy temperature, boll number and plant height were measured without harming the cotton plants.

The collected cotton plants were separated into their components, including leaves, stems, and bolls. The leaves were placed on A4 paper and photographed immediately. The images were then processed using software (Photoshop), and leaf area of each cotton plant was estimated with a pixel counting method (Cakalogullari *et al.*, 2020a). Each component of the cotton plants was dried separately at 105°C for one day. Subsequently, the dry weight of the leaves and the total dry weight were determined. The specific leaf area (SLA – $cm^2 g^{-1}$) was defined as the leaf area per unit leaf dry mass and was calculated by dividing the leaf

area by the leaf dry matter. In addition, the average leaf area (ALA) was calculated as the mean of the individual leaf areas measured across all leaves on each plant. The cotton yield was evaluated by harvesting the entire plot excluding the border rows, and the cottonseed weight per plant (g plant^{-1}) was determined.

Canopy temperatures of cotton were measured using an infrared thermometer on fully expanded young leaves in all treatments. The measurement of canopy temperature was conducted at the peak temperature during the day to accurately assess the effects of stress. While measuring canopy temperature, ambient temperatures were recorded using a high-precision air temperature gauge (Tinytag Plus 2®). The Tinytag device was carried during measurements and held close to the leaf being measured to ensure accuracy. The time of each canopy temperature measurement was noted, and the corresponding ambient temperature was later retrieved from the Tinytag recordings based on synchronized timestamps. Thereafter, Canopy Temperature Depression (CTD) was calculated according to Ayeneh *et al.* (2002) as shown below:

$$CTD = AT - CT$$

where, AT and CT are the ambient air and canopy temperatures, respectively. Furthermore, the chlorophyll content of cotton was non-destructively determined using a SPAD meter (Konica Minolta – SPAD-502 Plus), conducted simultaneously with the measurement of canopy temperature.

The net assimilation rate ($\text{NAR} - \text{g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) is a crucial parameter in understanding the photosynthetic efficiency and growth of plants. The calculation of the NAR was performed as follows:

$$NAR = \left(\frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \right) \left(\frac{\ln LA_2 - \ln LA_1}{LA_2 - LA_1} \right)$$

where NAR represents the net assimilation rate, W_2 and W_1 denote the total dry weights of the plant at the respective times T_2 and T_1 , and LA_2 and LA_1 represent the corresponding leaf areas at times T_2 and T_1 (Díaz-López *et al.*, 2020).

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using Python programming language, a widely used tool for data analysis and statistical computing in scientific research. A two-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to assess the effects of the cropping systems and growth habits of cotton on the variables of interest. Post-hoc analysis was carried out using the least significant difference (LSD) method to determine specific differences between treatment groups. Additionally, p-values were calculated to evaluate the significance of observed differences. Pearson correlation analysis was employed to investigate the relationships between certain variables and to assess their strength and direction. The statistical significance level was set at $\alpha = 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

The study utilized two different cotton varieties, DP 396 and Lima, to assess their growth characteristics under relay strip intercropping and monocropping systems. Although previous research (Wang *et al.*, 2021) suggested that short-season cotton varieties may offer advantages in certain intercropping setups, no significant differences in early-stage growth between the cotton varieties were observed in this study, as shown in Table 1. Additionally, studies investigating different cotton genotypes under relay strip intercropping systems remain limited in the literature, which highlights the relevance of this study's findings. As a result, these results confirmed that the effects of the different cotton varieties were minimal and thus are not further discussed in the results and discussion sections. Instead, the focus of the analysis is on comparing the effects of the different intercropping systems and the monocropping system on cotton seedling growth. By treating the two varieties as a single factor in the statistical analysis, the number of replicates effectively doubled from three to six, enhancing the reliability and robustness of the findings. This decision ensures that the presentation of the results remains clear and focused on the primary factors influencing cotton growth in the context of this study.

Table 1. Mean canopy temperature depression (CTD), specific leaf area (SLA), average leaf area (ALA), SPAD, and total dry weight (TDW) values for cotton varieties DP 396 and Lima at different days after sowing (DAS31, DAS50, DAS63, and DAS73), along with standard errors, statistical significance, and LSD values.

Çizelge 1. DP 396 ve Lima pamuk çeşitlerinin farklı ekim sonrası günlerdeki (DAS31, DAS50, DAS63 ve DAS73) ortalama canopy sıcaklık farkı (CTD), spesifik yaprak alanı (SLA), ortalama yaprak alanı (ALA), SPAD ve toplam kuru ağırlık (TDW) değerleri, standart hatalar, istatistiksel anlamlılık ve LSD değerleri ile birlikte.

	Canopy Temperature Depression (CTD)			
	DAS31	DAS50	DAS63	DAS73
DP 396	2.8 ± 0.4	5.3 ± 0.9	5.7 ± 0.4	5.7 ± 0.7
Lima	3.7 ± 0.7	5.2 ± 0.5	5.9 ± 0.5	6.1 ± 0.4
LSD	1.6	2.2	1.4	1.7
	Specific Leaf Area (SLA – cm ² g ⁻¹)			
	DAS31	DAS50	DAS63	DAS73
DP 396	96.3 ± 2.5	97.4 ± 3.7 <i>b</i>	72.2 ± 4.9	63.0 ± 6.3
Lima	99.5 ± 4.3	105.9 ± 3.7 <i>a</i>	66.6 ± 1.4	63.0 ± 9.3
LSD	10.4	11.4	9.8	24.0
	Average Leaf Area (ALA – cm ² leaf ⁻¹)			
	DAS31	DAS50	DAS63	DAS73
DP 396	6.3 ± 0.5 <i>b</i>	18.1 ± 0.7	25.0 ± 1.5 <i>b</i>	28.8 ± 1.3 <i>a</i>
Lima	7.3 ± 0.3 <i>a</i>	18.5 ± 1.3	28.4 ± 1.3 <i>a</i>	32.8 ± 1.5 <i>b</i>
LSD	1.3	3.1	4.4	4.2
	SPAD			
	DAS31	DAS50	DAS63	DAS73
DP 396	37.9 ± 1.1	46.6 ± 1.4	32.2 ± 0.5	37.8 ± 1.2 <i>a</i>
Lima	39.2 ± 1.3	45.5 ± 1.3	32.7 ± 1.7	35.4 ± 0.7 <i>b</i>
LSD	3.6	4.2	3.4	2.8
	Total Dry Weight (TDW – g plant ⁻¹)			
	DAS31	DAS50	DAS63	DAS73
DP 396	0.39 ± 0.04	2.0 ± 0.2	7.2 ± 0.9	14.4 ± 2.3
Lima	0.43 ± 0.02	1.6 ± 0.2	6.2 ± 0.7	10.6 ± 1.3
LSD	0.1	0.6	2.5	5.7

Canopy temperature depression

When compared with monocropping which was the control cropping system, the tall wheat-cotton and short wheat-cotton intercropping systems exhibited different outcomes in canopy temperature depression (CTD) prior to wheat harvest. Thanks to the shading provided by the tall wheat, the TC cotton plots attained higher CTD values (4.5) at DAS 31 (Figure 4). In contrast, the SC cotton, cultivated under short wheat which offered less shading, especially exhibited significantly lower CTD values (2.0) on DAS 31 (Figure 4). The shading provided by wheat could confer advantages in terms of reducing evaporation (Yildirim and Ekinci, 2017) and mitigating heat stress during the early growth stages of intercropped cotton. However, it is noteworthy that soil moisture content decreases as a result of wheat consumption in intercropping systems (Zhang *et al.*, 2008b). The reduction of CTD has been identified as a crucial factor leading to a decrease in transpiration in various crops such as wheat, rice, and sugar beet (Guendouz *et al.*, 2021). Canopy temperature

depression is a significant trait for assessing plant water stress status and is closely linked to the transpirational status of crops (Ashfaq *et al.*, 2022). Taking all of these factors into consideration, it can be asserted that the SC system was unable to sufficiently reduce evaporation due to reduced shading as compared to the TC system and also experienced a decrease in soil moisture content due to the wheat's water consumption. Thus, the reduction of CTD in SC cotton demonstrated a decrease in transpiration, signifying that the cotton plants were experiencing water stress. However, by DAS 50, prior to wheat harvest, CTD of SC cotton (4.1) was equal to that of MC cotton (4.6), highlighting the adaptive capability of cotton. Particularly on DAS 50, TC cotton (7.0) maintained higher CTD values than even MC cotton, attributable to the shading effect of wheat. Shading has been identified as a significant factor influencing leaf temperature, as the reduction of incident solar radiation leads to lower leaf temperatures during the day (Morais *et al.*, 2006). However, following the wheat harvest, SC cotton exhibited an

increase in their CTD (Figure 4). Numerous researchers have reported that cotton plants demonstrate morphological adaptations to their environment, including modifications to their canopy structure (Zhang *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2017; Zhi *et al.*, 2019). These findings indicated that SC cotton experienced extra environmental stress in contrast with TC cotton due to the microclimate of intercropping

before wheat harvest, yet they rapidly acclimatized to new conditions following the harvest. On DAS 63 and 73, following the wheat harvest, the CTD values of the intercropped cotton were significantly higher than those of the MC cotton (Figure 4). It can be suggested that intercropped cotton demonstrated a robust adaptive capability as they increased their transpiration.

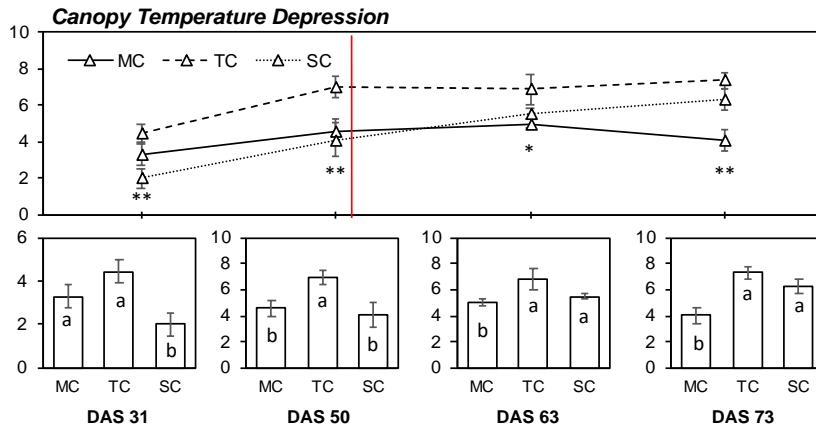


Figure 4. Comparative canopy temperature depressions (CTD) for cotton under different cultivation methods across days after sowing (DAS). MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the CTDs in different cropping systems. The red line indicates the harvest time of wheat. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 4. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı kanopi sıcaklık depresyonu (CTD) değerleri. MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki CTD'leri gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

Specific leaf area

In this study, it was observed that the leaf morphology of intercropped cotton tended to change in accordance with their CTD values prior to wheat harvest. A strong correlation was identified between CTD and morphological parameters before wheat harvest: SLA ($r=0.62$, $p=0.031$) and ALA ($r=0.70$, $p=0.011$). However, no strong correlation was observed between CTD and these morphological parameters (SLA and ALA) in MC cotton, both before and after the wheat harvest. The SLA provides insights into leaf thickness, with lower SLA values indicating greater leaf thickness (Guo *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2018). Several studies have shed light on the factors affecting SLA, including temperature (Rosbakh *et al.*, 2015), shading (Figueiredo *et al.*, 2019) and precipitation (Guo *et al.*, 2022). Based on our findings, it was observed that the leaf thickness of intercropped cotton significantly decreased prior to wheat harvest (Figure 5). It was reported that the specific leaf area exhibited rapid

changes over short timescales in response to variations in environmental conditions (Reich, 2014; Poorter *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2023). In our results, after wheat harvest, the intercropped cotton rapidly increased their leaf thickness and reached the SLA levels of MC cotton, thanks to the new environmental conditions. A similar result was reported, indicating that the leaf thickness of soybeans decreased under intercropping with maize conditions. However, after maize harvest, the leaf thickness of soybeans increased and reached the same level as the leaf thickness of control soybeans (Wu *et al.*, 2016). The reduction in leaf thickness relative to MC cotton prior to wheat harvest was found to be less pronounced in SC cotton (21.1%) compared to TC cotton (28.9%). It can be attributed to the lower shading effect of the SC cropping system. This observation is consistent with reports indicating that an increase in light flux density results in a decrease in the specific leaf area (SLA) of soybean (Reddy *et al.*, 1989).

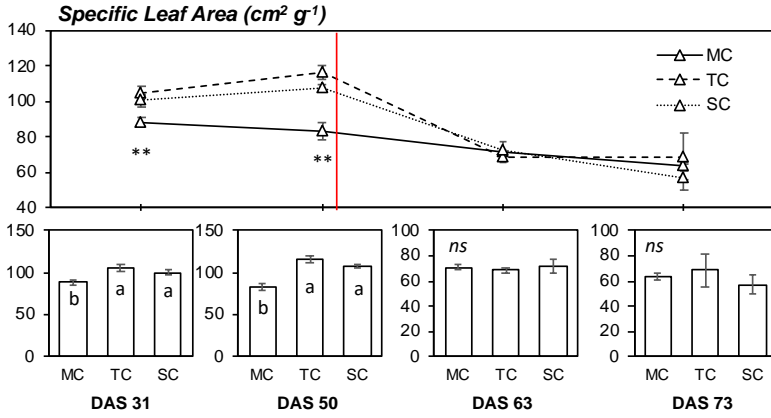


Figure 5. Comparative specific leaf areas (SLA) for cotton under different cultivation methods across days after sowing (DAS). MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the SLAs in different cropping systems. The red line indicates the harvest time of wheat. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 5. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı spesifik yaprak alanı (SLA) değerleri. MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki SLA'ları gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

Average leaf area

An increase in ALA was observed across days after sowing in all cropping systems. However, the ALA of intercropped cotton, especially in the SC system, remained consistently lower at all times compared to monocropped (MC) cotton (Figure 6). Prior to wheat harvest, there was a strong correlation ($r=0.74$, $p=0.006$) between SLA and ALA of intercropped cotton, but this correlation was not strong ($r=0.33$, $p=0.298$) after the wheat harvest. This indicates that, prior to wheat harvest, in intercropped conditions, an expansion in leaf area led to a decrease in leaf thickness, in contrast to the conditions observed in MC cotton. Similarly, Liu *et al.*, (2016) proposed that the shade-induced increases in specific leaf area (SLA) represented a plastic response to optimize radiation capture. Numerous studies have indicated that shading can result in a reduction in individual leaf area and leaf expansion, thereby impacting the overall leaf area of cotton plants. For instance, Wu *et al.* (2017) demonstrated that shade treatment significantly decreased cell numbers in developing and maturing leaves, contributing to a decrease in individual leaf area of soybean under shading conditions.

Similarly, reported findings indicate that shading inhibits leaf expansion, leading to a reduction in light interception, ultimately influencing the leaf area of arabidopsis (Gong *et al.*, 2014). According to another study, limited light penetration within intercropped cotton resulted in a reduction of leaf area index during the seedling stage of cotton (Zhi *et al.*, 2019). Moreover, SC cotton generally exhibited lower ALA values throughout, but these were significantly lower than those of the MC and TC cotton at DAS 50 and DAS 73. Specifically, it was found that SC cotton had approximately 43% and 37% lower ALA compared to MC and TC cotton at DAS 50, respectively. As mentioned earlier, SC cotton experienced additional stress conditions beyond shading, in contrast to TC cotton. The CTD data corroborated that SC cotton experienced greater stress compared to TC cotton at DAS 31 (Figure 4). This finding indicated that SC cotton plants were more significantly affected by intercrop conditions at DAS 31, which is reflected in their lower ALA, particularly at DAS 50.

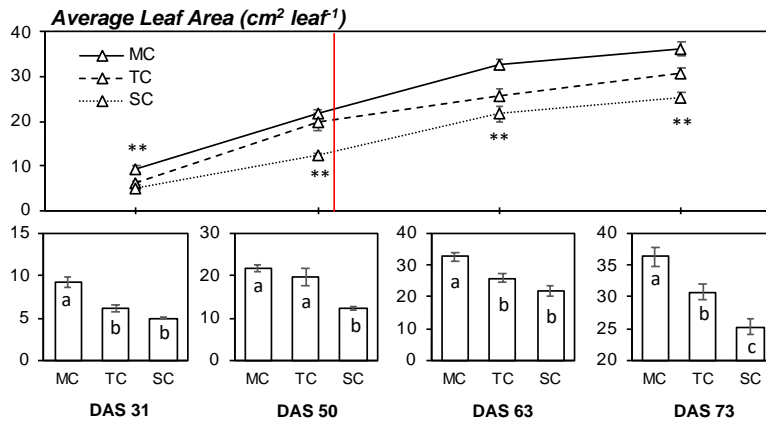


Figure 6. Comparative average leaf areas (ALA) for cotton under different cultivation methods across days after sowing (DAS). MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the ALAs in different cropping systems. The red line indicates the harvest time of wheat. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 6. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı ortalama yaprak alanı (ALA) değerleri. MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki ALA'ları gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

SPAD

The results indicated that the microclimate created by the intercropping system tended to increase the SPAD values of intercropped cotton prior to wheat harvest, followed by a significant decrease in SPAD values after the wheat harvest (Figure 7). Prior to wheat harvest at DAS 50, significant differences were observed in the SPAD values of the different cropping systems. As previously mentioned, the greater change in leaf morphology at DAS 50 was attributed to higher stress conditions for SC cropping system cotton compared to TC cotton at DAS 31. Similarly, regarding SPAD values at DAS 50, SC cotton exhibited SPAD values 31% higher than those of MC cotton, while TC cotton had values 11% higher than MC cotton. It might be considered that the increase in SPAD was due to reduced light availability in intercropping systems, yet SC cotton plants were also influenced by other environmental stress factors such as water deficit. A study has indicated that reducing the incident photosynthetic photon flux density on a leaf result in increased chlorophyll content in various plant species, including cotton (Chen *et al.*, 2015). It was also

claimed that notable adjustments, such as a reduction in leaf thickness and an increase in chlorophyll content, are observed in shaded plants (Valladares and Niinemets, 2008; Wu *et al.*, 2016). Furthermore, several studies have reported an increase in chlorophyll content under limited water conditions (Martinez and Guamet, 2004; Ahmad *et al.*, 2013), implying a reduction in leaf area and an increase in pigment density. Furthermore, according to Cakalogullari *et al.*, (2020b), the leaf tissues of cotton accumulated proline (a stress-related amino acid) to adapt to deficit water conditions, resulting in a significant increase in the SPAD of cotton leaves. Despite the wheat harvest, especially SC cotton continued to maintain their highest SPAD values at DAS 63 and DAS 73. This means that SPAD value was not only affected by chlorophyll production but also affected by leaf expansion or shrinkage. As such, the smaller reduction in leaf thickness and reduced leaf area in SC cotton led to the highest SPAD values prior to wheat harvest, and this trend continued even after the harvest.

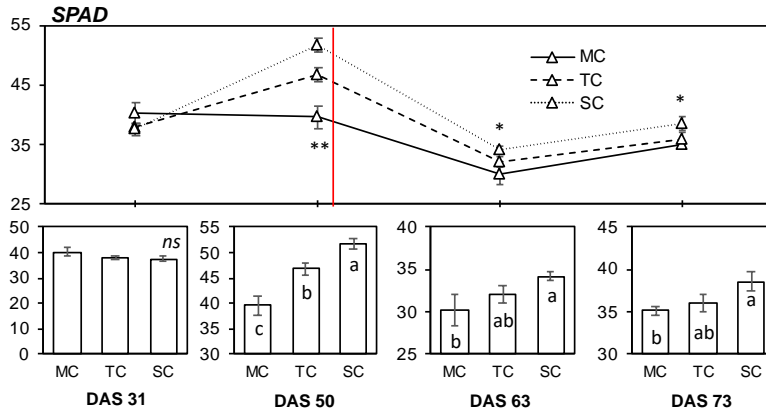


Figure 7. Comparative SPADs for cotton under different cultivation methods across days after sowing (DAS). MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the SPADs in different cropping systems. The red line indicates the harvest time of wheat. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 7. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı ortalama SPAD değerleri. MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki SPAD'ları gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

Net assimilation rate

Significant differences were observed in the Net Assimilation Rate (NAR) among the cropping systems at various times relative to the wheat harvest (Figure 8). The NAR of cotton tended to increase over time, but the outcomes varied among cropping systems. While SC cotton plants exhibited a lower NAR prior to wheat harvest (BWH) ($8.4 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$), they showed the highest NAR during the initial stage following the wheat harvest (AWH₁) ($16.8 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and maintained their NAR increase even in the subsequent stage after the harvest (AWH₂) ($47.2 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$). It appeared that the adaptation of SC cotton to intercropped conditions provided a benefit to their photosynthetic activity after the wheat harvest. It was corroborated that in SC cotton, a strong correlation was found between NAR after wheat harvest and various leaf traits before wheat harvest: SLA, ALA and SPAD. However, this correlation was not found in the MC and TC cotton (Figure 9). This supports the notion that the modified leaf morphology of SC cotton before wheat

harvest contributed to an increase in photosynthetic activity following the wheat harvest. Similarly, Han *et al.* (2019) demonstrated that higher area-based photosynthesis in *G. hirsutum* is primarily attributed to increased leaf thickness. It was also noted that there was rapid growth in the suppressed crop after the dominant crop was harvested (Blaise *et al.*, 2020). Furthermore, the sustained highest SPAD in SC cotton even after wheat harvest appeared to lead to an increase in their NAR compared to that of MC and TC cotton. In line with our findings, Thompson *et al.* (2022) suggest a direct relationship between leaf chlorophyll content and photosynthetic rate in upland cotton. In contrast to SC cotton, TC cotton plants displayed a distinct pattern when compared to the control group of MC cotton. They did not exhibit a significant decrease in photosynthetic activity prior to the wheat harvest (8%), but a notable reduction in NAR was observed at AWH₁ (18%) and AWH₂ (41%) as compared to MC cotton. It can be concluded that cotton plants possess different adaptive capabilities in SC and TC intercropping systems.

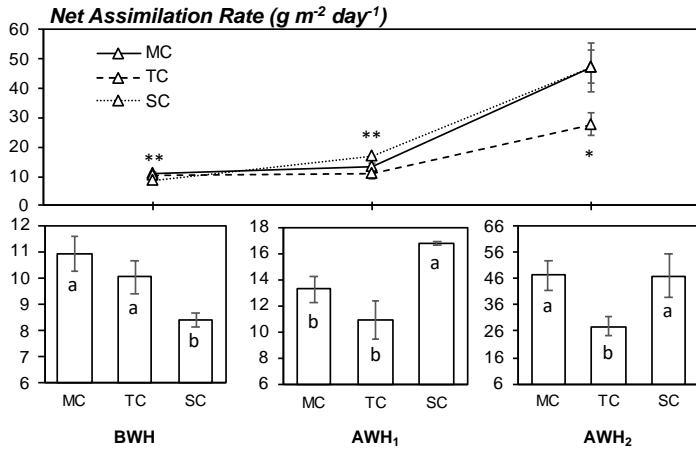


Figure 8. Comparative net assimilation rates (NARs) for cotton under different cultivation methods at various times relative to wheat harvest. MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the NARs in relay strip intercropping systems. Measurements are categorized into periods before wheat harvest (BWH) and after wheat harvest, designated as AWH1 and AWH2, respectively. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 8. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı ortalama net asimilasyon oranı (NAR). MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki NAR'ları gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

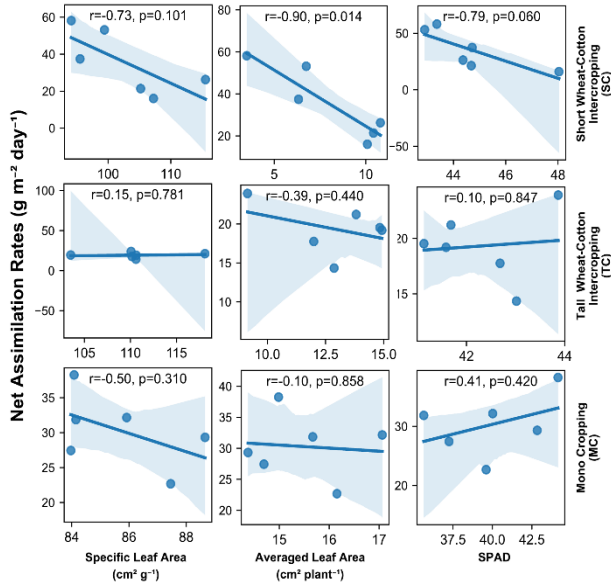


Figure 9. Correlation analysis between net assimilation rate (NAR) after wheat harvest and leaf traits before wheat harvest in short wheat-cotton intercropping (SC) cotton, compared to monocropping (MC) and tall wheat-cotton intercropping (TC) cotton. Strong correlations were observed between NAR and specific leaf area (SLA), average leaf area (ALA), and chlorophyll content (SPAD) in SC cotton, as indicated by significant correlation coefficients (r) and p-values. However, these correlations were not evident in the MC and TC cotton.

Şekil 9. Kısa buğday-pamuk araya ekimde (SC) pamuklarda, buğday hasadından sonra net asimilasyon oranı (NAR) ile buğday hasadından önce yaprak özellikleri arasındaki korelasyon analizi, tek ekim (MC) ve uzun buğday-pamuk araya ekimi (TC) pamukları ile karşılaştırılmıştır. SC pamuklarında, NAR ile spesifik yaprak alanı (SLA), ortalama yaprak alanı (ALA) ve klorofil içeriği (SPAD) arasında güçlü korelasyonlar gözlemlenmiştir ve bu, anlamlı korelasyon katsayıları (r) ve p-değerleri ile belirtilmiştir. Ancak, bu korelasyonlar MC ve TC pamuklarında belirgin değildir.

Total dry weight

The total dry weight (TDW) of intercropped cotton was consistently negatively affected by the microclimate of the intercropping system compared to MC cotton throughout the entire duration (Figure 10). This result is consistent with another study which found that the dry weight of intercropped cotton was significantly lower than that of monoculture cotton at the wheat harvest period (Zhang *et al.*, 2007). While there were no significant differences between TC and SC cotton at the initial period of stress effect on DAS 31, the TDW of SC cotton was observed to be 47% lower than that of TC cotton just before wheat harvest on DAS 50. This notable difference was found to become negligible, attributed to a significant increase in NAR shortly after wheat harvest (Figure 8). Furthermore, TDW of SC cotton was measured at 8.4 g plant⁻¹, slightly surpassing TDW of TC cotton (7.9 g plant⁻¹) on DAS 73. The rapid increase in photosynthetic activity in SC cotton following the wheat harvest appears to have led to a

subsequent increase in total dry weight. Several studies have addressed the recovery and improvement capabilities of later-planted crops in relay intercropping systems (Li *et al.*, 2001; Zhang *et al.*, 2008a; Wu *et al.*, 2016). A study on intercropping systems revealed that after the dominant crop was harvested, there was a significant dry matter accumulation in the suppressed crop, attributed to direct exposure to sunlight (Li *et al.*, 2001). Additionally, a positive correlation was observed between total leaf area and total dry weight in the intercropped cotton after the wheat harvest ($r=0.74$, $p=0.006$). This suggested that the increase in photosynthetic organs and capability resulted in an increase in total dry weight. This notion was supported by Wu *et al.* (2016) who indicated that the rapid recovery of soybean after maize harvest was primarily attributed to a rapid increase in leaf area. Based on these findings, it is conceivable that the NAR capability of SC cotton after wheat harvest contributed to a more rapid increase in the plants' TDW.

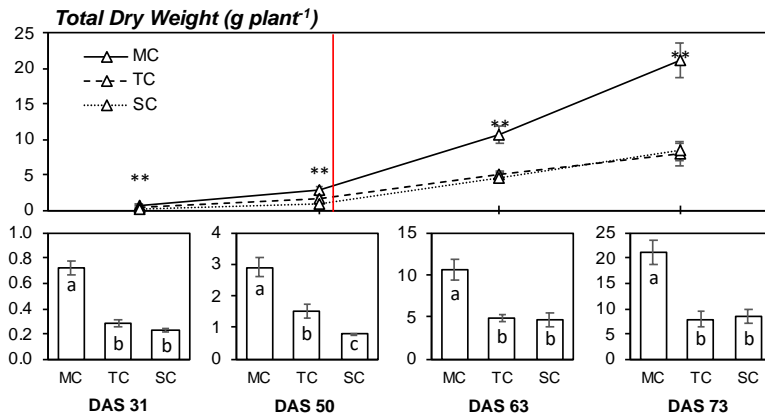


Figure 10. Comparative total dry weight (TDW) for cotton under different cultivation methods across days after sowing (DAS). MC (Mono Cropping) represents the traditional, separate cultivation of cotton. TC (Tall wheat and cotton relay strip intercropping) and SC (Short wheat and cotton relay strip intercropping) illustrate the TDWs in different cropping systems. The red line indicates the harvest time of wheat. Significance of differences between means is indicated by asterisks: a single asterisk (*) denotes $p < 0.05$, and a double asterisk (**) denotes $p < 0.01$.

Şekil 10. Pamuk için farklı yetiştirme yöntemleri altında ekimden sonraki günler (DAS) boyunca karşılaştırmalı ortalama toplam kuru ağırlık (TDW). MC (Tek Ekim) pamuğun geleneksel tek yetiştirilmesini temsil eder. TC (Uzun buğday ve pamuk sonradan araya ekim) ve SC (Kısa buğday ve pamuk sonradan araya ekim), farklı ekim sistemlerindeki TDW'leri gösterir. Kırmızı çizgi, buğdayın hasat zamanını belirtir. Ortalama değerler arasındaki farkların önemi, asteriks işaretleri ile gösterilmiştir: tek asteriks (*) $p < 0.05$ anlamına gelir ve çift asteriks (**) $p < 0.01$ anlamına gelir.

Yield and yield parameters

Traditional cropping systems of cotton were found to be superior compared to intercropped ones in terms of plant height, boll number, and cotton seed yield (Table 2). The highest plant height was observed in MC cotton (66 cm). While there were no significant differences in plant height between TC and SC cotton, TC cotton (51 cm) was slightly taller than SC cotton (46 cm). The plant height of intercropped cotton showed a strong correlation with SLA ($r=0.80$, $p=0.002$) and CTD ($r=0.70$, $p=0.012$) before wheat harvest. However, this correlation did not persist after wheat harvest for SLA ($r=-0.10$, $p=0.749$) and CTD ($r=0.40$, $p=0.213$). These results indicate that the final plant height of intercropped cotton was primarily influenced by the stress conditions before wheat harvest. In a study on the intercropping of maize and cotton, it was observed that intercropped cotton was partially shaded by the relatively taller maize plants, resulting in a significantly lower plant height compared to monoculture cotton (Liu *et al.*, 2021). This situation can be explained by the shading effect on the early growth and development of the suppressed crop in the intercropping system (Zhi *et al.*, 2019).

Table 2. Mean plant height (cm), boll number (per plant), and cottonseed yield (g plant^{-1}) across different cropping systems.

Çizelge 2. Farklı ekim sistemlerinde ortalama bitki yüksekliği (cm), koza sayısı (bitki başına) ve pamuk kütlü verimi (g bitki^{-1})

	Plant height (cm)	Boll number (per plant)	Cottonseed yield (g plant^{-1})
MC	65.9 ± 1.3 a	12.8 ± 1.0 a	54.1 ± 4.5 a
TC	50.7 ± 1.1 b	5.4 ± 0.3 b	17.3 ± 1.5 b
SC	45.6 ± 2.6 b	5.6 ± 0.8 b	20.4 ± 1.3 b
LSD	5.1	2.2	7.6

*Cropping systems include Mono Cropping (MC), Tall wheat and cotton relay strip intercropping (TC), and Short wheat and cotton relay strip intercropping (SC).

The generative production was also suppressed by the intercropping system. The boll number of TC and SC cotton was dramatically reduced by 58% and 56% compared with MC cotton, respectively (Table 2). In line with our findings, several studies found that the boll number of intercropped cotton was significantly lower than that of monoculture cotton (Zhang *et al.*, 2008c; Feng *et al.*, 2017). It was reported that the delay in the generative stage due to shading from wheat (Wiley, 1990; Du *et al.*, 2016) resulted in a reduction in the boll number (Zhi *et al.*, 2019). However, no

significant differences were found between the boll numbers of TC and SC cotton. Consistent with the findings of boll number, intercropped cotton plants were adversely affected by the microclimate of the intercropping system, leading to a significant decline in plant yield. A notable decrease was recorded in the plant yield of TC (68%) and SC (62%) cotton compared to MC cotton (Table 2). Cotton yield is determined by biomass accumulation and its distribution among various organs (Bange and Milroy, 2004). Therefore, it is plausible to suggest that the co-growth of wheat and cotton resulted in competition for resources, thereby negatively impacting cotton yield. There are numerous studies in the literature that indicated that the yield of cotton is significantly decreased by the intercropping system, as observed in our results (Zhang *et al.*, 2008c; Feng *et al.*, 2017; Zhi *et al.*, 2019). However, although there were no significant differences, SC cotton tended to exhibit a slightly higher plant yield (18%) compared to TC cotton.

CONCLUSIONS

According to our findings, intercropped cotton demonstrated an ability to adapt to varying environmental conditions by adjusting its morphological and physiological traits. Despite these adaptations, the changes observed were insufficient to fully preserve yield and yield components. Specifically, the short wheat-cotton intercropping system provided both shading and induced water stress in cotton plants, likely due to higher evaporation rates compared to the tall wheat-cotton system. This stress effect was more pronounced in the leaves of cotton plants under short wheat-cotton intercropping conditions. However, despite the increased stress, the yield parameters were slightly higher in the short wheat-cotton system compared to the tall wheat-cotton system, indicating that the cotton plants were able to compensate for the stress to some extent.

Furthermore, it could be suggested that the morphological and physiological adjustments in cotton leaves before the wheat harvest led to better growth after the wheat harvest under shorter wheat compared to taller wheat. This study sheds light on how cotton responds to alterations in microclimate within relay strip intercropping systems. However, further investigations are warranted to fully understand their performance in different environmental contexts.

REFERENCES

- Ahmad, F., S. Ud Din, A. Perveen and M. N. Afzal. 2013. Investigating critical growth stage of cotton subject to water deficit stress. *Iranian Journal of Plant Physiology* 4 (1): 873-880.
- Ashfaq, W., S. Fuentes, G. Brodie, and D. Gupta. 2022. The role of silicon in regulating physiological and biochemical mechanisms of contrasting bread wheat cultivars under terminal drought and heat stress environments. *Frontiers in Plant Science* 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.955490>
- Ayeneh, A., M. Ginkel, M.P. Reynolds and K. Ammar. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle, and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research* 79: 173-184.
- Aziz, M., A. Mahmood, M.U. Asif and A. Ali. 2015. Wheat-based intercropping: a review. *Journal of Animal and Plant Sciences* 25: 896-904.
- Bange, M. P. and S. P. Milroy. 2004. Growth and dry matter partitioning of diverse cotton genotypes. *Field Crops Research* 87: 73-87.
- Blaise, D., A. Manikandan, P. Verma, P. Nayalini, M. Chakraborty and K. R. Kranthi. 2020. Allelopathic intercrops and its mulch as an integrated weed management strategy for rainfed bt-transgenic cotton hybrids. *Crop Protection*, 135: 105214. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105214>
- Çakaloğulları, U. 2023. The impact of sowing directions on wheat and cotton yields in relay strip intercropping. *Turkish Journal of Field Crops* 28 (2): 221-228.
- Cakalogullari, U. and O. Tatar. 2020b. Adaptation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to limited water conditions: reversible change in canopy temperature. *AgroLife Scientific Journal* 9 (1): 64-72.
- Cakalogullari, U., K. Bilgin, Eda U. Ç. A. R. and Ö. Tatar. 2020a. Accurate and practical method to detect phototropic leaf movement of cotton: Digital Imaging. *Scientific Papers. Series A. Agronomy* 63 (2): 67-72.
- Cevheri, C. İ. and A. Yılmaz. 2019. The effects of organic and conventional farming systems on fibres quality properties of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties under semi arid climatic conditions of Turkey and correlations between fibre quality properties. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56 (2): 147-152.
- Chen, Y., J. T. Cothren, D. Chen, A. M. H. Ibrahim and L. Lombardini. 2015. Ethylene-inhibiting compound 1-mcp delays leaf senescence in cotton plants under abiotic stress conditions. *Journal of Integrative Agriculture* 14 (7): 1321-1331.
- Dai, J. and H. Dong. 2014. Intensive cotton farming technologies in China: achievements, challenges and countermeasures. *Field Crops Research* 155: 99-110.
- Díaz-López, E., J. M. E. Aguilar-Luna and J. M. Loeza-Corte. 2020. Net assimilation rate and agronomic efficiency of nitrogen in tartago (*Ricinus communis* L.) (Euphorbiaceae) in dry climate. *Scientifica* 2020: 1-7. <https://doi.org/10.1155/2020/7064745>
- Du, X., B. Chen, Y. Meng, W. Zhao, Y. Zhang, T. Shen, Y. Wang and Z. Zhou. 2016. Effect of cropping system on cotton biomass accumulation and yield formation in double-cropped wheat-cotton. *International Journal of Plant Production* 10: 29-44.
- Feng, L., G. Wang, Y. Han, Y. Li, Y. Zhu, Z. Zhou and W. Cao. 2017. Effects of planting pattern on growth and yield and economic benefits of cotton in a wheat-cotton double cropping system versus monoculture cotton. *Field Crops Research* 213: 100-108.
- Figueiredo, F. R. A., J. E. d. S. Ribeiro, E. d. S. Coêlho, J. S. Nóbrega and M. B. d. Albuquerque. 2019. Growth and chlorophyll indices in seedlings of *Calotropis procera* (aiton) w. t. aiton submitted to different levels of shading. *Revista Agro@ambiente on-Line* 13: 164. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v13i0.5602>
- Francis, C. A. 1989. Biological efficiencies in multiple-cropping systems. *Advances in Agronomy* 42: 1-42.
- Gangwar, B. and K. Prasad. 2005. Cropping system management for mitigation of second-generation problems in agriculture. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 75: 65-78.
- Gerakis, A. and B. D. Baer. 1999. A computer program for soil textural classification. *Soil Science Society of America Journal* 63 (4): 807-808.
- Gong, W., P. Qi, J. Du, X. Sun, X. Wu, C. Song, W. Liu, Y. Wu, X. Yu, T. Yong, X. Wang, F. Yang, Y. Yang, W. Yang. 2014. Transcriptome analysis of shade-induced inhibition on leaf size in relay intercropped soybean. *PLoS ONE* 9 (6): e98465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098465>
- Guendouz, A., B. Frih and A. Oulmi. 2021. Canopy cover temperature and drought tolerance indices in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under semi-arid condition in Algeria. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management* 12 (6): 638-644.
- Guo, X., X. Zuo, P. Yue, X. Li, Y. Hu, M. Chen and Q. Yu. 2022. Direct and indirect effects of precipitation change and nutrients addition on desert steppe productivity in Inner Mongolia, northern China. *Plant and Soil* 471 (1-2): 527-540.
- Han, J., Y. Zhang, Z. Lei, W. Zhang and Y. Zhang. 2019. The higher area-based photosynthesis in *Gossypium hirsutum* L. is mostly attributed to higher leaf thickness. *Photosynthetica* 57 (2): 420-427.
- Huang, C., Q. Liu, F. Gou, X. Li, C. Zhang, W. van der Werf and F. Zhang. 2017. Plant growth patterns in a tripartite strip relay intercrop are shaped by asymmetric aboveground competition. *Field Crops Research* 201: 41-51.

- Khan, R. U., A. Rashid, A. Khan and S. G. Khan. 1999. Seed yield and monetary returns as influenced by pure crops and intercrops grown in association with wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 2: 891-893.
- Li, L., J. Sun, F. Zhang, X. Li, Z. Rengel and S. Y. Sicun. 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. *Field Crops Research* 71 (3): 173-181.
- Liu, C., X. Guo, K. Wang, Y. Sun, W. Li and Q. Liu. 2018. Nitrogen deposition does not alleviate the adverse effects of shade on *Camellia japonica* (Naidong) seedlings. *PLoS ONE* 13 (8): e0201896. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201896>
- Liu, T. T., J. R. Shao, L. Shen, X. Y. Wang, T. Tuerti, L. H. Li and W. Zhang. 2021. Intercropping of maize (*Zea mays*) and cotton (*Gossypium hirsutum* L.) vs. monoculture: plant growth, root development, and yield. *Journal of Agricultural Science* 13 (9): 17.
- Liu, Y., W. Dawson, D. Prati, E. Haeuser, Y. Feng and M. van Kleunen, 2016. Does greater specific leaf area plasticity help plants to maintain a high performance when shaded? *Annals of Botany* 118 (7): 1329-1336.
- Liu, Z., M. Zhao, H. Zhang, T. Ren, C. Liu and N. He. 2023. Divergent response and adaptation of specific leaf area to environmental change at different spatio-temporal scales jointly improve plant survival. *Global Change Biology* 29: 1144-1159.
- Machado, S. 2009. Does intercropping have a role in modern agriculture? *Journal of Soil and Water Conservation*, 64 (2): 55A-57A. <https://doi.org/10.2489/jswc.64.2.55A>
- Martinez, D. E. and J. J. Guiamet. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. *Agronomie* 24: 41-46.
- Morais, H., P. H. Caramori, A. M. d. A. Ribeiro, J. C. Gomes and M. S. Koguchi. 2006. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41 (5): 763-770.
- Poorter, H., Ü. Niinemets, N. Ntagkas, A. Siebenkäs, M. Mäenpää, S. Matsubara and T. Pons. 2019. A meta-analysis of plant responses to light intensity for 70 traits ranging from molecules to whole plant performance. *New Phytologist* 223 (3): 1073-1105.
- Porter, P. M. and A. Khalilian. 1995. Wheat response to row spacing in relay intercropping systems. *Agronomy Journal* 87 (5): 999-1003.
- Reddy, V. R., D. L. Baker and M. C. Acock. 1989. Seasonal leaf area-leaf weight relationships in the cotton canopy. *Agronomy Journal* 81 (1): 1-4.
- Reich, P. B. 2014. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: A traits manifesto. *Journal of Ecology* 102 (2): 275-301.
- Rosbakh, S., C. Römermann and P. Poschlod. 2015. Specific leaf area correlates with temperature: new evidence of trait variation at the population, species and community levels. *Alpine Botany* 125 (2): 79-86.
- Siebert, J. D., A. M. Stewart and B. R. Leonard. 2006. Comparative growth and yield of cotton planted at various densities and configurations. *Agronomy Journal* 98: 562-568.
- Thompson, A. E., M. M. Conley, M. T. Herritt and K. R. Thorp. 2022. Response of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaf chlorophyll content to high heat and low-soil water in the Arizona low desert. *Photosynthetica* 60 (2): 280-292.
- TURKSTAT. 2024. Crop Production Statistics. Turkish Statistical Institute. Ankara. Retrieved from <https://www.tuik.gov.tr/> (accessed on May 20, 2024).
- Valladares, F., and Ü. Niinemets. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39 (1): 237-257.
- Wahla, I. H., R. Ahmed, Ehsanullah, A. Ahmed and A. Jabbar. 2009. Competitive functions of component crops in some barley-based intercropping. *International Journal of Agricultural Biology* 11: 69-72.
- Wang, G., L. Feng, L. Liu, Y. Zhang, A. Li, Z. Wang, Y. Han, Y. Li, C. Li and H. Dong. 2021. Early relay intercropping of short-season cotton increases lint yield and earliness by improving the yield components and boll distribution under wheat-cotton double cropping. *Agriculture* 11 (12): 1294.
- Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J. Vian, A. Ferrer and J. Peigné. 2013. Agroecological practices for sustainable agriculture. a review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 (1): 1-20.
- Wiley, R. 1990. *The Ecology of Intercropping*. By J. H. Vandermeer. Cambridge: Cambridge University Press (1989), pp. 237. *Experimental Agriculture* 26 (3): 366. <https://doi.org/10.1017/s0014479700018597>
- Wu, Y., W. Gong and W. Yang. 2017. Shade inhibits leaf size by controlling cell proliferation and enlargement in soybean. *Scientific Reports* 7: 9259. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10026-5>
- Wu, Y., W. Gong, F. Yang, X. Wang, T. Yong and W. Yang. 2016. Responses to shade and subsequent recovery of soya bean in maize-soya bean relay strip intercropping. *Plant Production Science* 19 (2): 206-214.
- Yildirim, E. and M. Ekinci. 2017. Intercropping Systems in Sustainable Agriculture. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (1): 100-110.
- Zhang, L., J. H. J. Spiertz, S. Zhang, B. Li and W. van der Werf. 2008a. Nitrogen economy in relay intercropping systems of wheat and cotton. *Plant and Soil* 303 (1-2): 55-68.
- Zhang, L., W. van der Werf, L. Bastiaans, S. Zhang, B. Li and J. H. J. Spiertz. 2008b. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Research* 107 (1): 29-42.
- Zhang, L., W. van der Werf, S. Zhang, B. Li and J. H. J. Spiertz. 2007. Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. *Field Crops Research* 103: 178-188.

- Zhang, L., W. van der Werf, S. Zhang, B. Li and J. Spiertz. 2008c. Temperature-mediated developmental delay may limit yield of cotton in relay intercrops with wheat. *Field Crops Research* 106 (3): 258-268.
- Zhi, X., Y. Han, F. Xing, Y. Lei, G. Wang, L. Feng, B. Yang, Z. Wang, X. Li, S. Xiong, Z. Fan and Y. Li. 2019. How do cotton light interception and carbohydrate partitioning respond to cropping systems including monoculture, intercropping with wheat, and direct-seeding after wheat? *PLoS ONE* 14 (5): e0217243.

Arsenik, Kurşun ve Kadmiyum Stresi Altında Arpa Bitkisinde Bazı Biyokimyasal Değişiklikler

Filiz SANAL^{1*}

Hülya YILDIR²

^{1,2} Trakya Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Edirne/ TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-5830-4811>

²<https://orcid.org/0009-0008-0580-3677>

*Corresponding author (Sorumlu Yazar): filizsanal@trakya.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 31.05.2024

Accepted (Kabul tarihi): 11.11.2024

ÖZ: Bu çalışmada ağır metal stresi karşısında bitkilerin tohum çimlenme yüzdeleri, kök gövde uzunlukları, kuru ve yaş ağırlık gibi fizyolojik parametrelerin yanında, stres karşısında primer cevaplarından olan antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyeleri, lipid peroksidasyonu seviyeleri ve total protein içerikleri incelenerek kısa süreli ağır metal stresinin etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 15 µM, 30 µM ve 60 µM konsantrasyonlarda karışım halinde ağır metal uygulaması (arsenik, kurşun ve kadmiyum) konsantrasyon artışı ile ilişkili bir şekilde çimlenme oranında azalmaya sebep olmuştur. Kök ve gövde uzunlukları yüksek dozda (60 µM) kontrole göre azalmıştır. Birinci günde 60 µM doz kök ve gövde uzunluklarını arttırmış ($p<0,05$), beşinci günde gövde uzunlukları 15 µM 'lık konsantrasyon da artarken ($p<0,05$), 30 µM ve 60 µM lık konsantrasyonlarda kontrole göre anlamlı bir değişiklik olmamıştır ($p>0,05$). Lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olarak MDA seviyeleri birinci ve beşinci günde anlamlı şekilde artmıştır ($p<0,05$). Doza bağlı olarak kök ve gövdedeki protein miktarları anlamlı şekilde azalmıştır ($p<0,05$). Ağır metal stresine birincil cevap olarak antioksidan enzimlerin (Süperoksit dismutaz (SOD), Katalaz (CAT) ve Glutatyon sentetaz (GS)) ekspresyon seviyelerinde anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Konsantrasyona bağlı olarak bitkideki ağır metal birikiminin arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, ağır metal stresi, antioksidant enzimler.

Some Biochemical Changes in Barley Plants Under Arsenic, Lead, and Cadmium Stress

ABSTRACT: In this study, the effects of short-term heavy metal stress were evaluated by examining the gene expression levels of antioxidant enzymes, lipid peroxidation levels, and total protein contents, which are among the primary responses to stress. In addition, physiological parameters such as seed germination percentages, root stem lengths, dry and fresh weight of plants against heavy metal stress were assessed. Application of heavy metals (arsenic, lead, and cadmium) in mixture at concentrations of 15 µM, 30 µM, and 60 µM caused a decrease in germination rate in association with the increase in concentration. Root and stem lengths decreased at high dose (60 µM) compared to the control. On the first day, 60 µM dose increased root and stem lengths ($p<0.05$), while on the fifth day, stem lengths increased at 15 µM concentration ($p<0.05$). However, there were no significant changes compared to the control at 30 µM and 60 µM concentrations ($p>0.05$). As an indicator of lipid peroxidation, MDA levels increased significantly on the first and fifth days ($p<0.05$). Depending on the dose, protein amounts in the root and stem decreased significantly ($p<0.05$). Significant changes were observed in the expression levels of antioxidant enzymes [Superoxide dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione synthetase (GS)] as a primary response to heavy metal stress. It was determined that heavy metal accumulation in the plant increased depending on concentration.

Keywords: Barley, heavy metal stress, antioxidant enzymes.

GİRİŞ

İnsan ve hayvan beslenmesinin ana maddelerinden biri olan tahıllar, aynı zamanda birçok endüstriyel ürün için de hammadde olarak kullanılmaktadır. Tahıllar yüksek protein içeriği sebebiyle en çok tüketilen besin kaynakları arasında yer almaktadır. Bu nedenle tahıl üretimi tüm dünyada yaygın olarak yapılmaktadır. Arpa bitkisi insan tarafından ilk kültüre alınan bitkilerden birisidir. Başlangıçta beslenme amacı ile

yetiştirilirken, günümüzde hayvan beslenmesinde yem olarak ve bira üretiminde kullanılmak üzere maltlık olarak endüstriyel ölçekte yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bitkiler büyümek ve gelişmek için ekolojik şartların optimum olmasına ihtiyaç duyarlar. Çevresel şartlarda bir değişim olduğu zaman metabolizmalarını bu şartlara uyum sağlayacak şekilde değiştirebilirler. Ancak bu tolerans sınırlarının aşan beklenmedik

koşullara maruz kaldıklarında, bitki gelişimi ve verimliliği etkilenir. Bitkileri strese sokan çeşitli çevresel faktörler vardır. Bunlardan bazıları tarımda kullanılan çeşitli pestisitler, herbisitler ve suni gübreler gibi maddeler madencilik, kentsel ve endüstriyel atıklar, ve trafikle birlikte açığa çıkan egzoz gazlarının içeriği ile ekosisteme verilen yoğun miktardaki ağır metallerdir (Garellick ve ark., 2008). Ekosistemdeki ağır metal kirliliği özellikle de ekonomik olarak önemli olan tahıllarda ağır metallere kaynaklanan bir strese neden olmakta, ürün ve verim kalitesini etkilemektedir (Rasheed ve ark., 2023).

Arsenik (As) kanserojen bir metaloid olup ekosistem içinde organik ve inorganik şekilde yaygın olarak görülür. Organizmalar için çevresel bir tehdittir (Zhang ve ark., 2021). İnorganik arsenik yeraltında arsenat (As V) ve arsenit (As III) şeklinde bulunur. Arsenat (As V) bitkilerde fosfat metabolizmasını etkiler, As(III) enzim/proteinlerin tiol gruplarına kolayca bağlanabilir. Her iki As türü de taşımada farklılık gösterir ve bitkilere toksisiteye neden olabilir; As (III) bitkiler için As (V)' den daha tehlikeli olarak kabul edilir (Ali ve ark., 2021). ROS (Reaktif Oksijen Türleri) genel olarak bitkilerde As (V), As (III)'ü oluşturacak şekilde indirgenmeye maruz kaldığında üretilir; bu süreci, ROS üretimine katkıda bulunan As'ın metilasyonu izler. Artan ROS üretimi, DNA, protein ve lipidlerin yok olmasına yol açar. Arsenik, bitki hücresinde antioksidan dengesi bozan H₂O₂ ve MDA miktarlarında artışa sebep olabilir (Zulfiqar ve Ashraf, 2022).

Tarım ve endüstrideki gelişmeler, tarımsal topraklarda daha yüksek bir Cd (Kadmiyum) konsantrasyonuna sebep olmuştur. Cd ile kirlenmiş toprakta yetişen bitkilerde Cd birikmesi, bu bitkileri tüketen hayvanlar ve insan sağlığı için ciddi problemler oluşturmaktadır. Cd'un bitkilerde kloroza yol açtığı, bitki büyümesini engellediği ve bitki nekrozuna yol açtığı bildirilmiştir (Haider ve ark., 2021). Cd toksisitesi, karbon fiksasyonunu engellemekte ve klorofil içeriğini ve fotosentetik aktiviteyi azaltmaktadır (Saoudi ve ark.,2024). Toprakta bitkiler Cd' a maruz kaldığında, yapraklarda nispi nem içeriği, stoma iletkenliği ve terleme en aza inmekte ve bitkiler ozmotik strese girmektedir ve böylece bitkilerde fizyolojik hasar meydana gelmektedir (Adil ve ark., 2020).

Pb (Kurşun), arsenikten sonra ikinci en tehlikeli ağır metal (HM) kirleticisidir (Mfarrej ve ark., 2024). Yüksek dozlarda Pb'a maruz kalmak su, besin ve bitki ilişkilerini bozarak bitkilerde oksidatif hasara yol açar. Ayrıca hücre zarının geçirgenliğini bozar ve fotosentez ve solunum süreçlerinde biyokimyasal ve fizyolojik bozulmalara neden olur. Bu toksisite sebebi ile ROS oluşumunu tetikler ve biyolojik makro moleküllere zarar verir. Membranlarda lipid peroksidasyonuna sebep olur. Pb toksisitesi, H₂O₂ dahil olmak üzere ROS gelişimini hızlandırır ve bu da ikincil oksidatif strese neden olarak büyümenin erken aşamalarında inhibisyona yol açar (Haider ve ark., 2021).

Tüm bu veriler dikkate alındığında birçok tarım alanında bilinçsiz bir şekilde ve yaygın olarak pestisit ve herbisit kullanıldığı için ve sulama sularına karışan sanayi atıklarının da arsenik, kadmiyum ve kurşun bileşikleri içerebileceği göz önüne alınarak çalışma planlanmıştır. Bu çalışmada ağır metal stresi karşısında bitkilerin tohum çimlenme yüzdeleri, kök gövde uzunlukları, kuru ve yaş ağırlık gibi fizyolojik parametrelerin yanında, stres karşısında primer cevaplarından olan antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyeleri, lipid peroksidasyonu seviyeleri ve total protein içerikleri incelenerek kısa süreli ağır metal stresinin etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitkilerin yetiştirilmesi ve ağır metal uygulanması

Araştırmada Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde adaptasyon çalışmalarından sonra geliştirilen *Hordeum vulgare* L. (Hasat) arpa tohumları kullanılmıştır. Deneye dâhil edilen tüm tohumlar çimlendirilmeden önce %1,5'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dk süre ile yüzey sterilizasyonu uygulanmıştır. Sterilizasyondan sonra tohumlar birkaç kez distile su ile yıkanmıştır. Çimlendirmenin gerçekleştirileceği petri kapları 1 saat boyunca 120 °C de pastör fırınında sterilize edilmiştir. Sterilizasyondan sonra tohumlar her petriye kurutma kâğıtları arasına 25 adet tohum yerleştirilerek bitki büyütme kabininde 20 °C de fotoperiyot uygulanarak çimlenmeye bırakılmıştır (Şekil 1). Ağır metal uygulaması için taze hazırlanmış farklı konsantrasyonlarda (15 µM, 30 µM ve 60 µM) (As, Pb ve Cd) ağır metal içeren karışım ile (10 ml) sulama yapılmış ve kontrol grubu distile su ile sulanmıştır.



Şekil 1. Bitki büyütme kabininde petri plakları.
Figure 1. Petri plates in the plant growth chamber.

Tohum çimlenmesine ağır metal karışımının etkisi

Çimlenme üzerine ağır metal etkisini belirlemek için petri plaklarındaki tohumlar farklı konsantrasyonlarda taze hazırlanmış (As, Pb, Cd) ağır metal içeren solüsyonlar ile sulanmıştır. Kontrol grubu için distile su ile sulama yapılmış ve tüm gruplar karanlıkta 20° C’ de inkübasyona bırakılmıştır. Çimlenme sürecinde 4.

Gün sonunda plumula ve radikula uzunlukları ölçülmüştür. 2-5 mm’ den uzun olanlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlenen tohum sayısı belirlenmiştir. Çimlenme yüzdeleri kontrol grubundaki tohum sayısı baz alınarak hesaplanmıştır.

Kök ve gövde uzunluklarına ve taze ve kuru ağırlıklar üzerine ağır metal karışımının etkileri

Bu çalışma için ağır metal uygulanmadan önce, arpa tohumları 10 gün boyunca distile su ile sulanarak büyütülmüş 10 günlük büyütmeyi takiben metal iyonları içeren solüsyonlarla sulamaya devam edilmiş ve 1.ve 5 günlerde örnekler alınmıştır (Şekil 1, 2, 3).

1. gün kontrol grubu: Sulama distile su ile yapıldı.

1. gün deney grubu: 15, 30 ve 60 µM ağır metal içeren (As, Pb ve Cd) karışımı uygulanmıştır. Kök ve gövdeler 1. günün sonunda alınmıştır.



a b c d

Şekil 2: Kontrol grubu ve 15,30 ve 60 µM ağır metal karışımı uygulanmış tohumlar 1. gün sonu. a) Kontrol 1. gün grubu b) Deney 1. Gün (15 µM metal karışımı) c) Deney 1. Gün (30 µM metal karışımı) d) Deney 1. Gün (60 µM metal karışımı).

Figure 2: 1st day result of control group and 15, 30 and 60 µM heavy metal mixture treated seeds a) Control day 1 group b) Experimental day 1 (15 µM metal mixture) c) Experimental day 1 (30 µM metal mixture) d) Experimental day 1 (60 µM metal mixture).



a b c d

Şekil 3: Kontrol grubu ve 15, 30 ve 60 µM ağır metal karışımı uygulanmış tohumlar 5. gün sonu. a) Kontrol 5. gün grubu b) Deney 5. Gün (15 µM metal karışımı) c) Deney 5. Gün (30 µM metal karışımı) d) Deney 5. Gün (60 µM metal karışımı).

Figure 3: Control group and 15, 30 and 60 µM heavy metal mixture treated seeds at the end of day 5. a) Control day 5 group b) Experimental day 5 (15 µM metal mixture) c) Experimental day 5 (30 µM metal mixture) d) Experimental day 5 (60 µM metal mixture).

Taze- kuru ağırlıkları ve kök, gövde uzunluklarını belirlemek için en uzun kök ve gövde seçilerek ölçülmüş, uzunluklar kaydedilmiştir. Köklerin hipokotilden kök saçağı ve gövdesi kesildikten sonra hassas terazi kullanılarak taze ağırlıkları bulunmuştur. Kuru ağırlıkları ölçülmek için önce kök ve gövdeler etüvde 80°C’de kurutulmuştur (24 saat) ve kök ve gövdelerin kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Lipit peroksidasyonunun ölçülmesi

Thiobarbutirik asit (TBA) yöntemi kök ve gövde örneklerindeki lipid peroksidasyonunu belirlemek için kullanılmıştır. Bu yöntemde MDA ölçümü yapılmıştır (Sun ve ark., 2008). Çimlenen tohumlardan taze olarak kök ve gövde örnekleri 0,5 g tartılarak dondurulmuştur (80°C). Dondurulmuş örnekler %10’ luk Trikloroasetik asit içinde (TCA) hazırlanmış olan %0,25’lik TBA’ da cam homojenizatör kullanılarak homojenize edilmiş ve 95°C’de 30 dk. kaynatılmıştır. Ardından hızla soğutulmuş ve 10 dk santrifüj edilmiştir (10.000 x g). Elde edilen süpernatantın absorbanları 532 ve 600 nm’ de ölçülmüştür. Lipid peroksidasyonunu hesaplamak için $\epsilon = 1,55 \text{ mM cm}^{-1}$ kullanılmıştır.

Bitki dokularındaki protein miktarlarına ağır metallerin etkisi

Farklı konsantrasyonlarda ağır metal karışımı uygulanmış ve çimlenmeye bırakılmış kontrol ve deney gruplarının kök ve gövdelerindeki protein tayini gerçekleştirilmiştir (Sanal ve ark., 2014). Protein tayini için Lowry yöntemi kullanılmıştır (Lowry ve ark., 1951).

Antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyelerinin belirlenmesi

Tüm deney gruplarından elde edilen enzimlerin ekspresyon analizleri için 0,2 gr taze örnekler uygun tamponda sıvı azot ve boncuklar kullanılarak homojenize edilmiş ve total RNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. RNA izolasyonunda Total RNA PureLink® RNA Mini Kit (Life Sciences)

kullanılmıştır. Örneklerden izole edilen RNA miktarları Qubit® Fluorometer (Invitrogen) ile belirlenmiş ve PCR şartları Step 1: 25°C, 10 dk; Step 2: 37 °C, 120 dk; Step 3: 85 °C, 5 dk olacak şekilde High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems) kullanılarak programlanmıştır. cDNA sentezi yapıldıktan sonra elde edilen cDNA’lar -20 C’de saklanmıştır. Her bir enzim için uygun primerler seçilerek enzimlerin gen ifadelerindeki değişiklikler RT-PCR ile belirlenmiştir. Her bir enzim ve düzeltme faktörü olarak housekeeping gen GAPDH için kullanılan primerler çizelgede verilmiştir. (Çizelge 1). Elde edilen syber green mix, cDNA ve primerler için PCR program: 1 döngü 2 dakika 50°C ve 10 dakika 95°C, ardından 40 döngü denaturasyon (95°C 15 s) ve anelling ve uzatma (60°C’ de 1 dakika olacak şekilde uygulanmıştır. Gen ekspresyonlarındaki farklar $\Delta\Delta\text{Ct}$ metodu kullanılarak karşılaştırılmıştır. Kalibrasyon eğrisi için ve düzeltme faktörü için GAPDH gen ekspresyonları kullanılmıştır.

Ağır metal birikiminin belirlenmesi

Çimlendirilen bitki örneklerinden 0,5 g alınmış deiyonize su ile yıkanarak ve fazla suyu emdirildikten sonra taze ağırlıkları kaydedilmiştir. Her gruba ait örnekler nitrik asit solüsyonuna (%65) konularak, toplamda 10 ml’ye tamamlanmıştır. Elde edilen bu solüsyon mikrodalga yakma sisteminde protokole göre yakılarak homojenize edilmiştir (CEM Mars 6) (Power: 1030-1800, sıcaklık:180, Ramp Time 20.00-25.00, Hold Time: 10: 00). Protokol sonunda elde edilen örnekten 1 ml alınarak nitrik asit (%2) ile seyreltilmiş ve Agilent 7700 x ICP-MS’de bitki dokularında birikmiş olan metal miktarları belirlenmiştir. Deney 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistik

İstatistiksel analizler SPSS kullanılarak yapılmış ve tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Antioksidan enzim genleri için kullanılan primerler.

Table 1. Primers used for antioxidant enzyme genes.

Antioksidan enzim genleri Antioxidant enzyme genes	Forward primer	Reverse Primer
SOD	F (5’-GTTTCGGTGACAACACCAATG-3’)	R(5’-GGAGTCGGTGATGTTGACCT-3’)
CAT	F(5’-TACGAGCAGGCCAAGAAGTT-3’)	R(5’-ACCTTGTACGGGCAGTTCAC-3’)
GS	F (5’-TGGGACCAGCAAGTAAAACC-3’)	R(5’-TCGCGAATG TAGAACTCGTG-3’)
GAPDH	F (5’- TTGGTATCGTGGAAGGACTCA-3’)	R (5’- TGTCATCATATTTGGCAGGTTT-3’)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tohum çimlenmesi üzerine etki

Petri plaklarına 25 adet tohum yerleştirilmiştir. Arsenik, kurşun ve kadmiyum içeren karışımlar uygulanmış tohumlar 20° C’ de karanlıkta çimlendirilmiştir. Kontrol grubunda ise distile su kullanılmıştır. 4. Günün sonunda çimlenen tohumların 2 mm den uzun olan radikula ve plumulaları üzerinden çimlenen tohum sayısı belirlenmiş, kontrol plaklarındaki sayı baz alınarak çimlenme yüzdeleri hesaplanmıştır.

Ağır metal uygulanan tüm deney gruplarında konsantrasyon artışı ile ilişkili olarak çimlenme yüzdelerinde anlamlı azalma olduğu görülmüştür. ($p<0,05$) (Çizelge 2).

Ağır metal karışımının kök, gövde taze ve kuru ağırlıklara etkisi

Ağır metal uygulanan gruplarda 1. günde kök ağırlıklarında anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. 15 μM ’ lık ağır metal uygulamasında ağırlıklarda azalma, 30 μM ve 60 μM konsantrasyonlarda artış olduğu gözlenmiştir. Gövde örneklerinde ise taze ve kuru ağırlıklar açısından değerlendirildiğinde kontrole göre 15 μM konsantrasyonda ağırlıklarda azalma izlenirken 30 μM ve 60 μM ağır metal karışımı uygulanan gruplarda artma olduğu gözlenmiştir. Kök ve gövdede 1. günde kontrol ile karşılaştırıldığında taze ve kuru ağırlıklardaki değişim benzerlik göstermektedir.

Taze ağırlıklar da ise 5. günde 15 μM ve 30 μM ’ lık konsantrasyonlar da artmış, 60 μM konsantrasyonda azalış olarak gözlenmiş, 15 μM konsantrasyonda kuru ağırlıklar kontrole göre aynı kalırken, 30 μM konsantrasyonda kuru ağırlıklarda artış, 60 μM da ise azalış tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3).

Çizelge 2: Arsenik, kurşun ve kadmiyum ‘un tohum çimlenmesi üzerine etkisi.

Table 2: Effect of arsenic, lead and cadmium on seed germination.

(As,Pb,Cd) Karışımın konsantrasyonu (μM) (As,Pb,Cd) Concentration of the mixture (μM)	1. gün çimlenme yüzdesi (%) First day germination percentage (%)	5. gün çimlenme yüzdesi (%) Fifth day germination percentage (%)
Kontrol	93,3±5,47	91,1±1,55
15 μM metal karışımı	83,53±4,99	89,93±4,73
30 μM metal karışımı	86,63±2,63	89,63±4,60
60 μM metal karışımı	89,96±7,17	89,96±5,41

Çizelge 3. Ağır metal karışımının kök, gövde taze ve kuru ağırlıklara etkisi.

Table 3. Effect of heavy metal mixture on root, stem fresh and dry weights.

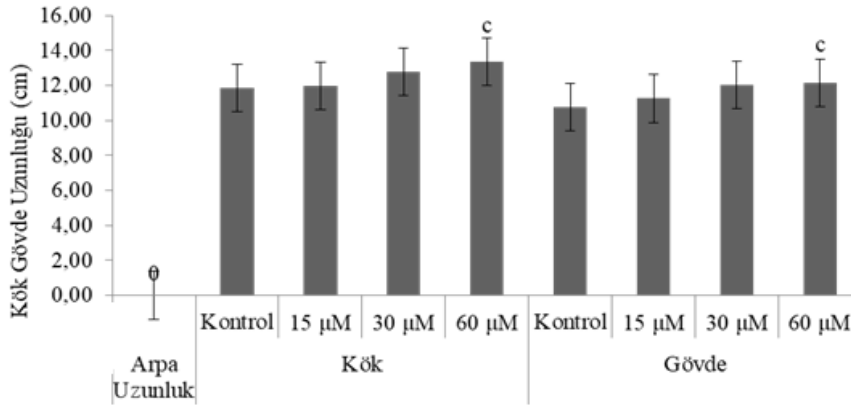
(As,Pb,Cd) karışımının konsantrasyonu (μM) (As,Pb,Cd) Concentration of the mixture (μM)	Arpa kök/barley root 1.gün/first day		Arpa kök/barley root 5. gün/fifth day	
	Kök taze ağırlık Root fresh weight (g)	Kök kuru ağırlık Root dry weight (g)	Kök taze ağırlık Root fresh weight (g)	Kök kuru ağırlık Root dry weight (g)
Kontrol	1,865±0,113	0,076±0,018	2,550±0,10	0,092±0,010
15 μM	1,602±0,091	0,130±0,020	1,7980±0,15	0,097±0,021
30 μM	2,052±0,123	0,121±0,004	1,598±0,065	0,099±0,006
60 μM	2,558±0,021	0,109±0,032	1,186±0,136	0,089±0,025
(As,Pb,Cd) karışımının konsantrasyonu (μM) (As,Pb,Cd) Concentration of the mixture (μM)	Gövde/Stem 1. Gün/first day		Gövde/Stem 5. gün/fifth day	
	Gövde taze ağırlık Stem fresh weight (g)	Gövde kuru ağırlık Stem dry weight (g)	Gövde taze ağırlık Stem fresh weight (g)	Gövde kuru ağırlık Stem dry weight (g)
Kontrol	2,235±0,127	0,175±0,009	1,445±0,095	0,190±0,060
15 μM	1,662±0,190	0,130±0,054	2,678±0,042	0,196±0,034
30 μM	2,638±0,065	0,208±0,009	2,884±0,120	0,208 ±0,010
60 μM	2,558±0,021	1,967±0,043	2,440±0,205	0,178±0,028

Ağır metal karışımının kök gövde uzunluklarına etkisi

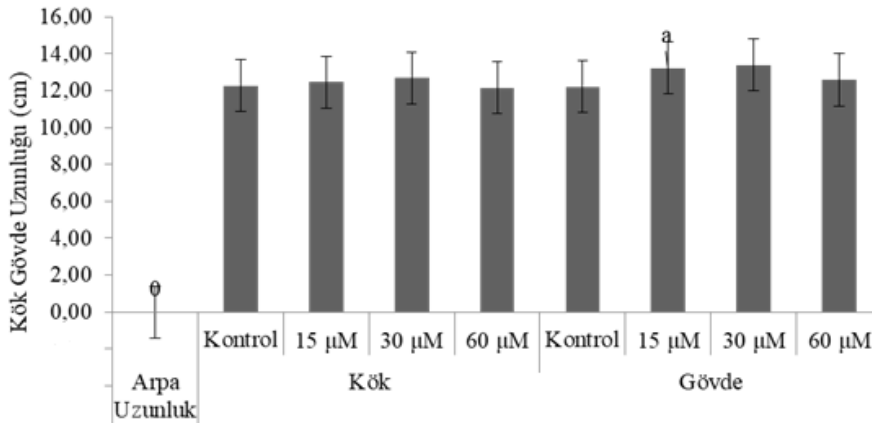
Belirlenen süre sonunda kök gövde uzunlukları ölçüldüğünde, 1. gün de kök ve gövde uzunlukları kontrole göre 15 μM ve 30 μM 'lık dozlarda uzunluklarda anlamlı bir değişiklik tespit edilememiştir ($p>0,05$). 60 μM 'lık konsantrasyonda kontrol grubuna

göre kök ve gövde uzunluklarında bir artış gözlenmiştir. ($p<0,05$)(Şekil 4).

5. gün sonunda ise 15 μM ve 30 μM 'lık düşük dozlarda kök uzunluklarında anlamlı olmayan bir artışa ($p>0,05$), 60 μM konsantrasyonda ise yine anlamlı olmayan bir azalmaya rastlanmıştır ($p>0,05$) (Şekil 5).



Şekil 4. 1.gün kök ve gövde uzunluklarının kontrole göre değişimi. c: 60 μM kontrol grubu ile karşılaştırma, $p<0,05$
Figure 4. Change in root and stem lengths on the 1st day compared to the control. c: comparison with 60 μM control group, $p<0,05$



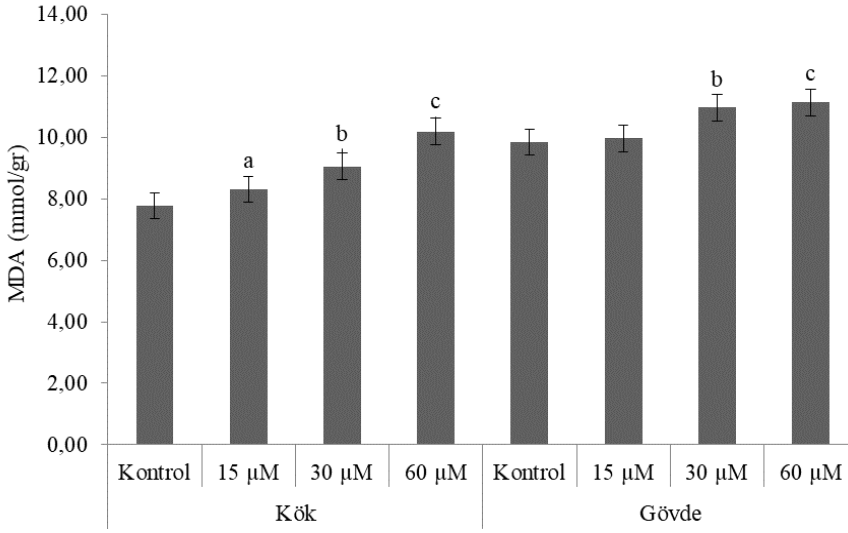
Şekil 5. 5.gün kök ve gövde uzunluklarının kontrole göre değişimi. a: 15 μM kontrol grubu ile karşılaştırma, $p<0,05$
Figure 5. Change in root and stem lengths on the 5th day compared to the control. a: Comparison with 15 μM control group, $p<0,05$

Lipid peroksidasyonunun ölçülmesi

Çalışılan tüm konsantrasyonlarda köklerde kontrol grubu 1. gün sonunda deney grupları ile karşılaştırıldığında MDA miktarlarında anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$). Gövde ve kontrol grubu örneklerinin MDA seviyeleri karşılaştırıldığında ise 15 μM konsantrasyonda anlamlı bir değişiklik meydana

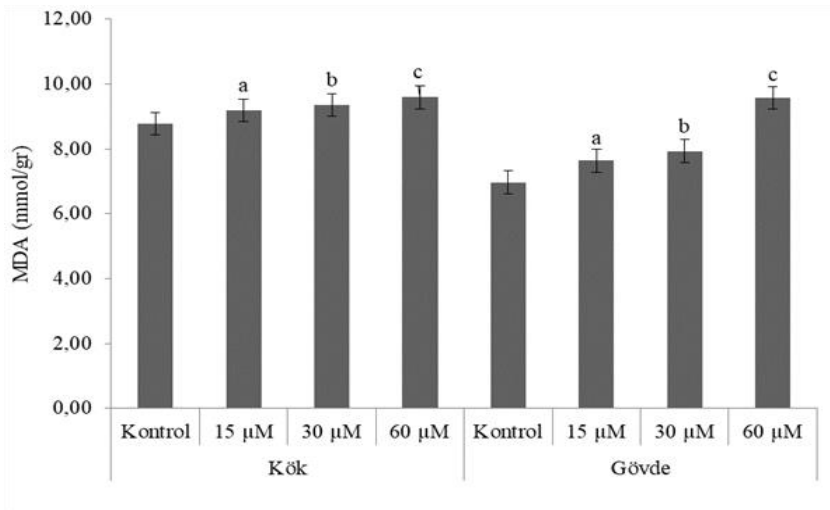
gelmezken ($p>0,05$), 30 μM ve 60 μM da artış gözlenmiştir ($p<0,05$) (Şekil 6).

5. günde kök örneklerinde kontrole göre ağır metale maruz kalan gruplardaki MDA seviyesi artmış ($p<0,05$), gövde örneklerinde de benzer şekilde anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$) (Şekil 7).



Şekil 6. 1. gün kök ve gövde MDA içeriği. a: 15 μM kontrol grubu ile karşılaştırma, $p<0,05$ b: 30 μM kontrol grubu ile karşılaştırma, $p<0,05$ c: 60 μM kontrol grubu ile karşılaştırma, $p<0,05$.

Figure 6. Root and stem MDA content on Day 1. a: Comparison with 15 μM control group, $p<0,05$ b: Comparison with 30 μM control group, $p<0,05$ c: Comparison with 60 μM control group, $p<0,05$.



Şekil 7. 5. gün kök ve gövde MDA içeriği a: 15 μM kontrol ile karşılaştırma $p<0,05$ b: 30 μM kontrol ile karşılaştırma $p<0,05$ c: 60 μM kontrol ile karşılaştırma $p<0,05$

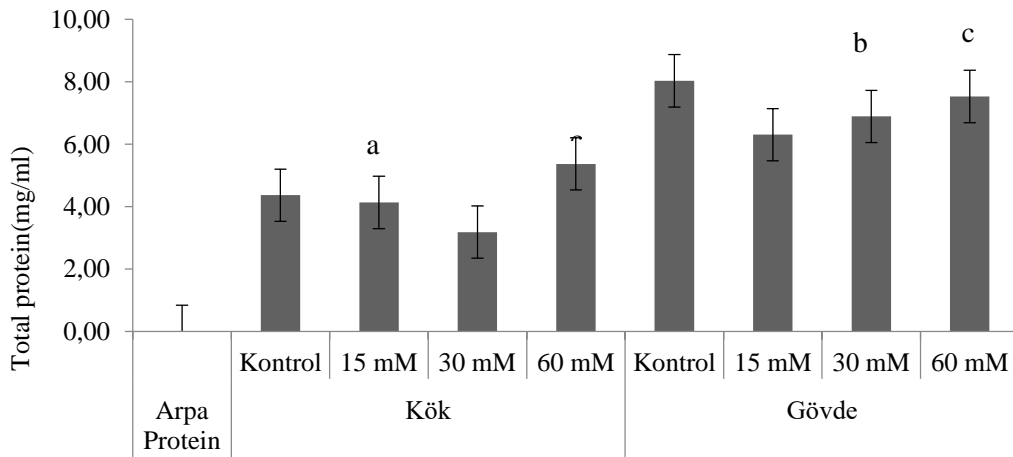
Figure 7. Root and stem MDA content on day 5. a: Comparison with 15 μM control group $p<0,05$ b: Comparison with 30 μM control group $p<0,05$ c: Comparison with 60 μM control group $p<0,05$

Bitki dokularındaki protein miktarlarına ağır metal karışımının etkisi

Kök örneklerinde 1.günde kontrol ile karşılaştırıldığında 15 μM 'lık uygulamada total protein içeriği azalma göstermiştir ($p<0,05$). 30 μM konsantrasyonda gözlenen değişikliğin anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). 60 μM uygulamada köklerde total protein içeriğinde kontrole göre artış belirlenmiştir ($p<0,05$). Gövde örneklerinde 15 μM 'lık konsantrasyonda protein içeriğinde bir düşme gözlenmiş, ancak anlamlı bulunamamıştır ($p>0,05$).

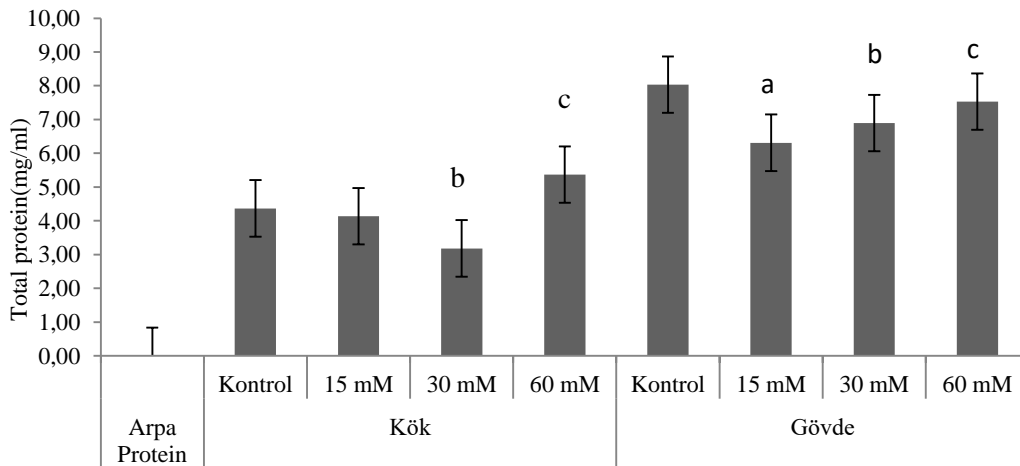
30 μM ve 60 μM ağır metal karışımına maruz kalan gruplarda ise bir artış tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Şekil 8).

5. gün sonunda yapılan ölçümlerde kök protein içeriklerinde 15 μM konsantrasyonda bir değişiklik tespit edilemezken ($p>0,05$), 30 μM 'lık uygulamada protein miktarında azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). 60 μM 'lık doza maruz kalan örneklerde protein miktarları kontrol ile kıyaslandığında artış göstermiştir ($p<0,05$). Buna karşılık incelenen tüm dozlarda gövde örneklerinde protein miktarları kontrole göre düşmüştür ($p<0,05$)(Şekil 9).



Şekil 8. 1.gün de kök ve gövde total protein içerikleri. a: 15 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$ b: 30 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$ c: 60 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$.

Figure 8. Root and stem total protein contents on day 1. a: Comparison with 15 μM control, $p<0,05$ b: Comparison with 30 μM control, $p<0,05$ c: Comparison with 60 μM control, $p<0,05$.



Şekil 9. 5.Günde kök ve gövde total protein içerikleri. a: 15 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$ b: 30 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$ c: 60 μM kontrol ile karşılaştırma, $p<0,05$.

Figure 9. Root and stem total protein contents on day 5 a: Comparison with 15 μM control, $p<0,05$ b: Comparison with 30 μM control, $p<0,05$ c: Comparison with 60 μM control, $p<0,05$.

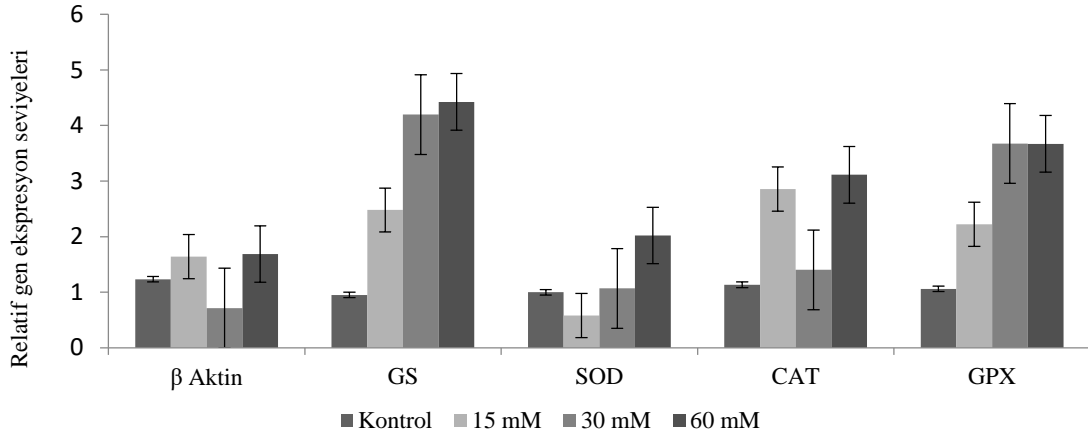
Antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyelerinin belirlenmesi

As, Cd ve Pb'a maruz kalma ile ilişkili olarak meydana gelen metal stresi sebebi ile bitkilerin birincil cevaplarından birisi bazı antioksidan enzimlerin ekspresyon seviyelerindeki değişimlerdir. Bu değişimler referans gen olarak seçilen β aktin geni seviyeleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

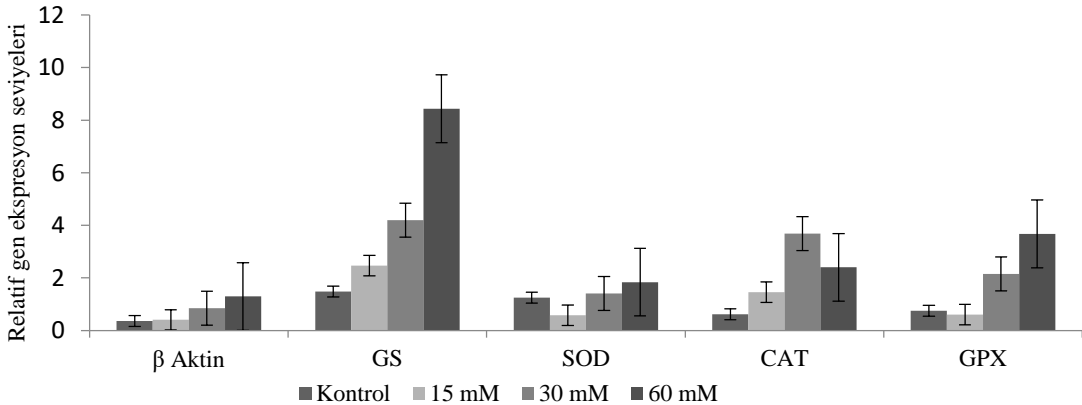
Referans geni olarak seçtiğimiz β Aktin genin ifade seviyeleri 1. gün sonunda kontrol grubundaki gen ifade seviyeleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre 30 μ M'lık ağır metal karışımı ile muameleden sonra gen ifade seviyeleri azalma gösterirken, 30 ve 60 mM konsantrasyonlarda artmıştır. GS enziminin gen ifade seviyelerinin ise tüm deney

gruplarında artış gösterdiği, SOD enziminin gen ifadesinin 15 μ M'lık ağır metal uygulamasında azaldığı, diğer iki dozda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yine benzer şekilde antioksidan savunmanın önemli enzimlerinden CAT ve GPX enzimlerinin gen ifade seviyeleri kontrole göre belirgin şekilde artmıştır ($p < 0,05$) (Şekil 10).

β Aktin seviyeleri ile kıyaslandığında 5. günün sonunda GS enziminin gen ifadesi kontrole göre artarken, SOD enziminin gen ifadesi 15 μ M uygulama dozunda azalış, diğer iki dozda ise artış şeklinde gözlenmiştir. CAT enzimi açısından değerlendirme yaptığımızda ise gen ifadesinin bütün gruplarda arttığı, GPX enziminin gen ifade seviyelerinin ise 15 μ M konsantrasyonda azaldığı, 30 ve 60 μ M lık konsantrasyonlarda arttığı tespit edilmiştir. (Şekil 11).



Şekil 10. 1.gün antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyeleri.
Figure 10: Gene expression levels of antioxidant enzymes on day 1.



Şekil 11. 5.gün antioksidan enzimlerin gen ekspresyon seviyeleri.
Figure 11: Gene expression levels of antioxidant enzymes on day 5.

Bitki örneklerinde ağır metal tayini

Her iki deney grubunda da kontrol grubu karşılaştırıldığında As, Cd ve Pb'un bitki kök dokularında konsantrasyon artışı ile ilişkili olarak biriktiği tespit edilmiştir. 60 µM 'lık konsantrasyonda dokulardaki birikim yüksek olarak gözlenmiştir (Çizelge 4 ve 5).

Çevre kirliliğinde büyük öneme sahip olan ağır metaller bitkilerde fizyolojik, makroskopik, mikroskopik değişikliklere sebep olmaktadır. Bitkiler insan beslenmesinin temel gıdalarından birisi olduğu için ağır metallerin gıdalardaki varlığı insanlığı tehdit etmektedir. Su ve gıdalarda toksik maddelerin varlığı istenmemektedir. Yapılan araştırmalar sıfır ağır metal olmasının mümkün olamayacağını ve özellikle ağır metallerin birçok şekilde gıdalarımıza dahil olabildiğini göstermektedir. Ağır metallerin insanların besinlerine bulaşabilir olması ciddi bir sağlık sorunu olarak görülmektedir.

Tarımda verimi artışı sağlamak oldukça önemlidir. Bunun için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Gübreleme ve arıtma çamurlarının kullanımı bu yöntemlerden biridir. Ancak verimi arttırmak adına fosfat içeriği yüksek gübre kullanımı ve endüstriyel kaynaklı arıtma ile elde edilen çamurlarının ağır metal içermelerinden dolayı tüm dünyada tarım toprakları ağır metal kirliliği ile karşı karşıyadır. Bu ağır metaller içinde Cd birçok ağır metale göre topraktan bitkiye geçişi daha fazla olabilen bir ağır metaldir. Bu nedenle besin zincirine katılımı daha yüksek oranda gerçekleşmektedir. İnsan vücudunda bulunan Cd'un % 42'si tahıllar aracılığı ile beslenme sürecinde sisteme dahil olmaktadır (Bitarishvili ve ark., 2023).

Diğer ülkelerde olduğu gibi özellikle ülkemizde maltlık olarak ve hayvan yemi endüstrisi için yetiştirilen arpada ağır metallere maruz kalmakta ve bunun sonucu olarak bitkinin verimi ve elde edilen ürünün kalitesini etkilemektedir (Sharma ve ark., 2023). Tohumların çimlenme aşamaları bitkiler için hassas bir dönemdir. Savunma mekanizmaları henüz tam olarak gelişmemiştir.

Çizelge 4. 1.gün ağır metal birikimi (ppb).
Table 4. 1st day heavy metal accumulation (ppb).

	Kontrol	Control 1.Gün First day	15 µM 1. Gün First day	30 µM 1.Gün First day	60 µM 1.Gün First day
As		0,104±0,040	0,28±0,112	0,286±0,032	1,381±0,202
Cd		0,039±0,005	0,177±0,081	0,195±0,012	1,065±0,293
Pb		0,428±0,007	0,524±0,014	0,61±0,032	1,647±0,425

Çizelge 5. 5.gün ağır metal birikimi (ppb).
Table 5. 5th day heavy metal accumulation (ppb).

	Kontrol	Control 5.Gün Fifth day	15 µM 5.Gün Fifth day	30µM 5.Gün Fifth day	60µM 5.Gün Fifth day
As		0,126±0,018	0,366±0,003	0,983±0,115	1,859±0,551
Cd		0,098±0,017	0,354±0,034	1,024±0,400	2,38±0,251
Pb		0,856±0,087	1,162±0,072	1,975±0,272	3,066±0,672

Bu süreçte ağır metale maruz kalmak bitki gelişimi için bir risk oluşturmaktadır (Bitarishvili ve ark., 2023). Bu nedenle toksisite çalışmalarında toksisitenin seviyesi değerlendirilirken bu aşamanın incelenmesi önemlidir (Liu ve ark., 2005).

Arpanın çimlenme sürecinin değerlendirildiği bu çalışmada uygulanan farklı dozlardaki ağır metal uygulamasının konsantrasyon artışı ile ilişkili olarak tohumlarda çimlenme yüzdesini düşürdüğü gözlenmiştir. Benzer şekilde arpa bitkisi ile yapılan bir çalışmada kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında As uygulanan bitkilerde sürgün uzunluğunda, kök uzunluğunda, sürgün taze ağırlığında, kök taze ağırlığında ve sürgün kuru ağırlığında önemli bir azalma görüldüğü bildirilmiştir (Nazir ve ark., 2022).

Güncel araştırma sonuçları, Pb stresinin arpa bitkilerinin verim özelliklerini ve tane kalite karakteristiklerini önemli ölçüde ($p < 0,05$) azalttığını ortaya koymuştur (Islam ve ark.,2021; Sharma ve ark.,2024). Çalışmamız bulunan sonuçlarla uyumludur. Kök ve gövde uzunlukları kontrol grubu ile kıyaslandığında sadece 60 μM doz uygulanan grupta artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). 5 günlük muamelenin sonunda 15 μM ve 30 μM doz uygulanan gruplarda, uzunlukların kontrole göre artmış olduğu, 60 μM 'lık konsantrasyonda uzunluklarda gözlenen azalmanın anlamlı olmadığı görülmüş ve gövde uzunluklarındaki kıyaslamada 15 μM 'lık konsantrasyonda anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Xiaoyung (2023), kurşun ve kadmiyum toksisitesini araştırdığı bir çalışmada kurşun ve kadmiyumun kök gövde uzunluklarını önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Sharma ve ark. (2024) kurşun toksisitesinden arpa kök sürgün uzunluklarının kötü şekilde etkilendiğini gözlemlenmişlerdir.

Abdullah ve ark. (2024), kurşuna maruz kalmanın köklerde büyüme ve gelişmesinin azalması, cüceleşme ve kloroz ile sonuçlandığını bildirmişlerdir. Çalışmamız sırasında gözlemlerimize dayanarak, konsantrasyon ile ilişkili bir şekilde arpa bitkisinde yapraklarda ve köklerde lokal kahverengileşmeler ve kloroz tespit edilmiştir.

Lipid peroksidasyon seviyelerinin saptanmasında stres indikatörü olarak kabul edilen MDA miktarının ölçülmesi sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. (Taulavuori ve ark., 2001; Bagues ve ark., 2024). 1.

günde çalışmamızda ağır metale maruz kalan bütün gruplarda arpa köklerinde MDA miktarında bir artış gözlenmiştir ($p < 0,05$). Gövde örneklerinde düşük konsantrasyonda (15 μM) anlamlı bir değişiklik gözlenmezken, 30 μM ve 60 μM ağır metal uygulanmalarında bir artış tespit edilmiştir ($p < 0,05$). 5.gün sonunda ise kök ve gövde örneklerinde MDA miktarları tüm dozlarda yükselme göstermiştir ($p < 0,05$). Al- Ghzawi ve ark. (2019), arpada artan konsantrasyona bağlı olarak MDA seviyelerinin anlamlı şekilde arttırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Mfarrej ve ark. (2024), artan konsantrasyonlarda kurşun muamelesine maruz kalmış arpa örnekleri ile yaptıkları çalışmada uygulanan kurşun artışı ile birlikte MDA miktarının arttığını belirtmişlerdir. Navapour ve ark. (2020) tarafından buğdayda farklı Pb konsantrasyonlarının lipid peroksidasyonuna sebep olduğu ve malondialdehit seviyelerinin konsantrasyon ve süreye bağlı olarak arttığı bildirilmiştir. Uyguladığımız ağır metal karışımı (As, Pb ve Cd) arpa bitkisinde oksidatif stres oluşturmuştur. Bunun en önemli kanıtı olarak da lipid peroksidasyonunun bir işareti olan MDA miktarlarında bir artışın meydana gelmiş olması gösterilebilir. Bitki hücreleri ağır metal toksisitesine maruz kaldığında ferritinler, metalotiyoneinler (MT'ler) ve fitokelatınler (PC) ve ilgili peptitler gibi detoksifikasyona katılır. Bu sistemler aşırı yüklendiğinde, mevcut metal toksisitesinin üstesinden gelmek için oksidatif stres savunma mekanizmaları devreye girer. Çalışmamızda ağır metal toksisitesinde kök ve gövdenin protein içeriklerinde doza bağlı artışlar gözlenmiştir. Pb stresinin, oksidatif hasardan sorumlu olan bitkilerde mevcut proteinlerin konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Azalma, Pb detoksifikasyonu için mevcut proteinlerin kullanımının artmasından kaynaklanmıştır. Sharma ve ark. (2024) kurşun toksisitesi çalışmalarında arpa tanelerindeki toplam çözümlü proteininin, Pb stresi altında azaldığını göstermiştir. Sanal ark. (2014) arpa tohumuyla gerçekleştirdikleri çalışmalarda (0.5- 16 mM) doz aralığında arsenik uygulamalarında köklerde total protein miktarlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Metal toksisitesi, maruz kalan bitki kök ve gövdelerinde metale maruz kalma altında stres proteinlerinin indüklenmesine neden olur. Cd stresine maruz bırakılan iki arpa genotipinde anti-oksidatif enzimle ilişkili genlerin ifadesini arttığı bildirilmiştir (Kanwal ve ark., 2024). Bu stres proteinlerinin

muhtemelen GSH (glutasyon) ve PC biyosentezinde yer alan çeşitli antioksidan enzimleri ve diğer enzimleri ve ayrıca bazı ısı şoku proteinlerini içerdiği ifade edilmektedir (Öztetik, 2016).

Çalıştığımız tüm gruplarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ağır metallerin konsantrasyon ile ilişkili olarak kök ve gövde dokularında artarak biriktiği gözlenmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde Haddad ve ark. (2023) arpada uzun vadede metal birikiminin arttığı, arpanın vejetatif kısımlarındaki Pb, Krom (Cr) ve Cd konsantrasyonu, sulama suyunda artan metal uygulamasıyla birlikte artan bir eğilim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Tüm bunlara dayanılarak yaygın ve aynı zamanda bilinçsiz bir şekilde tarım ilacı kullanımı ülkemizde de mevcut olduğundan ve sulama amaçlı kullanılan sulara birlikte karışan As, Cd ve Pb sanayi atıklarının da bulunabileceğinden, bitkilerin birincil cevaplarından olan antioksidan enzim seviyelerinde bir takım değişimler olabileceği göz önüne alınarak bazı enzimlerin ekspresyon seviyeleri incelenmiştir.

Antioksidan enzimlerin gen ifade seviyeleri değerlendirildiğinde GS enziminin gen ifadesinin 1 günün sonunda bütün deney gruplarda kontrole göre arttığı, SOD enziminin ifadesinde 15 µM'lık konsantrasyonda azalma gözlenirken diğer iki dozda bir artış izlendiği tespit edilmiştir. Ağır metal iyonu uygulanan tüm gruplarda CAT ve GPX enzimlerinin gen ifadeleri artmıştır. GS ve CAT enzimlerinin gen ifade seviyeleri 5.günün sonunda kontrol grubuna göre artma gösterirken SOD ve GPX enzimlerinde 15 µM dozda ifade seviyelerinde bir düşme, diğer iki dozda artma izlenmiştir. SOD, GS, GPX ve CAT gen ifade seviyeleri 15 µM'lık dozda azalmakla birlikte, doza ve uygulama süresine bağlı olarak savunma sisteminin harekete geçtiğini gösterir biçimde artmıştır. Benzer sonuçların *L. esculentum* (domates), *Morus alba* L. (dut) ve *Cicer arietinum* L. (nohut) gibi bitkilerde gerçekleştirilen stres çalışmalarında SOD enziminin aktivitesinde de gözlemlendiği bildirilmiştir. (Harinasut ve

ark., 2003). SOD enzimi kodlayan genlerin ifade seviyelerinin araştırıldığı bir çok çalışmada çeşitli stres koşullarına maruz bırakılan farklı bitki türlerinde bu enzimin gen ifadesinde değişikliklerin olduğu bu değişikliklerin ise stres ile baş etmede bitkiye yardımcı olduğu bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2012; Kanwal ve ark., 2024). Yine bir çok çalışmada farklı bitkilerde katalaz genlerinin strese bağlı olarak ifade düzeylerinin arttığı ifade edilmiştir. (Millar ve ark., 2003; Bitarishvili ve ark.,2023; Direk ve ark., 2024; Sharma ve ark., 2024). Sonuç olarak çalışmamızda da ağır metale uygulamasının bitkiler için en savunmasız olduğu ifade edilen çimlenme periyodunda bitki gelişimini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Endüstrileşmenin bu kadar hızlı olduğu bir dönemde tüm toplumlarda, kentleşme ile birlikte endüstriyel ve kentsel atıklar artmakta, tarım ilacı ve gübrenin bilinçsiz kullanımı içeriklerindeki zararlı etkileri olan ağır metallerin sulardaki ve topraktaki seviyelerini hızla kabul edilebilir değerlerin üzerine çıkarmaktadır. Bir çok bitki türü ile yapılan çalışmalarda ağır metallere maruz kalmanın oksidan stresin birincil cevabı olan antioksidan enzimlerin aktivitelerinde değişikliklere sebep olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda bitkilerin antioksidan savunmasında da aktif görev aldığı bilinen bazı enzimlerin gen ifade seviyelerindeki değişikliklerin gözlenmesi literatürdeki aynı enzimlerin aktivitelerindeki değişimleri ile de uyumlu olduğundan, çalışmada elde ettiğimiz bulguların ileriki çalışmalarda bitkilerin çimlenme periyodunda ağır metale maruz kaldığı zaman savunma mekanizmalarının ayrıntılı analizlerinde araştırmacılara önemli katkılar sunacağını düşünmekteyiz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Hülya Yıldır'ın tez çalışmasının bir kısmı olup, Trakya Üniversitesi Bilimsel araştırmalar Birimi TÜBAP tarafından 2015-38 No'lu proje ile desteklenmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Adil, M. F., S. Sehar, G. Chen, Z. H. Chen, G. Jilani, A. N. Chaudhry, and I. H. Shamsi. 2020. Cadmium-zinc cross-talk delineates toxicity tolerance in rice via differential genes expression and physiological/ultrastructural adjustments. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 190: 110076.
- Al-Ghzawi, A.L.A., W. Al Khateeb, A. Rjoub, A.R.M. Al-Tawaha, I. Musallam, K.O. Al Sane. 2019. Lead toxicity affects growth and biochemical content in various genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25(1):55-61
- Ali, W., H. Zhang, M. Junaid, K. Mao, N. Xu, C., Chang, ... and Z. Yang. 2021. Insights into the mechanisms of arsenic-selenium interactions and the associated toxicity in plants, animals, and humans: A critical review. *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.* 51(7): 704-750.
- Aydin, S.S., E. Gökçe, İ. Büyük, and S. Aras. 2012. Characterization of stress induced by copper and zinc on cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings by means of molecular and population parameters. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 746 (1): 49-55
- Bagues, M., M. Neji, N. Karbout, F. Boussora, T. Triki, F. Guasmi, K. Nagaz. 2024. Mitigating Salinity Stress in Barley (*Hordeum vulgare* L.) through Biochar and NPK Fertilizers: Impacts on Physio-Biochemical Behavior and Grain Yield. *Agronomy* 14: 317.
- Bitarishvili, S., A. Dikarev, E. Kazakova, E. Bondarenko, A. Prazyan, E. Makarenko, D. Babina, M. Podobed, S. Geras'kin. 2023. Growth, antioxidant system, and phytohormonal status of barley cultivars contrasting in cadmium tolerance. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 59749-59764.
- Direk, A., B. Arikan-Abdulveli, C. Ozfidan-Konakci, E. Yildiztugay, and A. Uysal. 2024. Effects of *Bacillus cereus* on physiological and biochemical characteristics of wheat under arsenic and cadmium stress: a biological agent to reduce heavy metal stress. *Plant Stress* 12:100458.
- Eren, A. ve H. Dağhan. 2024. Transgenik (p-cV-ChMTIIGFP) Tütün Bitkisinin Kurşun Fitoekstraksiyon Kapasitesinin Belirlenmesi ve Kurşunun Besin Elementi Alımına Etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences* 9(3):690-699.
- Garellick, H., H. Jones, A. Dybowska, and E. Valsami-Jones. 2008. Arsenic pollution sources. 197:17-60.
- Haddad, M., D. Nassar, M. Shtaya. 2023. Heavy metals accumulation in soil and uptake by barley (*Hordeum vulgare*) irrigated with contaminated water. *Scientific Reports* 13: 4121.
- Haider, F. U., C. Liqun, J. A. Coulter, S. A. Cheema, J. Wu, R. Zhang, ... M. and Farooq. 2021. Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicology and Environmental safety* 211: 111887
- Harinasut, P., D. Poonsopa, K. Roengmongkol, R. Charoensataporn. 2003. Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar. *Science Asia* 29: 109-113.
- Islam, S., Z.A. Parrey, S.H. Shah, F. Mohammad. 2021. Glycine betaine mediated changes in growth, photosynthetic efficiency, antioxidant system, yield and quality of mustard. *Scientia Horticulturae* 285: 110170.
- Kanwal, F., A. Riaz, A. Khan, S. Ali, and G. Zhang. 2024. Manganese enhances cadmium tolerance in barley through mediating chloroplast integrity, antioxidant system, and HvNRAMP expression. *Journal of Hazardous Materials*, 135777.
- Liu, X., S. Zhang, X. Shan, Y.-G. Zhu. 2005. Toxicity of arsenate and arsenite on germination, seedling growth and amyolytic activity of wheat. *Chemosphere* 61: 293-301.
- Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193(1): 265-275.
- Mfarrej, M. F. B., S. Javed, R. Almeer, R. Alsaidalani, M. Kamel, M. H. Saleem and S. Ali. 2024. Phosphorus sources enhance barley growth and mitigate lead stress via antioxidant responses, proline metabolism, and gene expression. *South African Journal of Botany* 174: 138-151.
- Millar, A.H., V. Mittova, G. Kiddle, J.L. Heazlewood, C.G. Bartoli, F.L. Theodoulou, C.H. Foyer. 2003. Control of ascorbate synthesis by respiration and its implications for stress responses. *Plant Physiol.* 133: 443-447.
- Navabpour, S., A. Yamchi, S. Bagherikia, H. Kafi. 2020. Lead-induced oxidative stress and role of antioxidant defense in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants* 26: 793-802.
- Nazir, M.M., Q. Li, M. Noman, Z. Ulhassan, S. Ali, T. Ahmed, F. Zeng, G. Zhang. 2022. Calcium oxide nanoparticles have the role of alleviating arsenic toxicity of barley. *Frontiers in Plant Science* 13: 843795.
- Öztetik, E. 2016. Biochemical and physiological responses of metal toxicity in some barley and wheat varieties from Central Anatolia. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma* 9: 12-25.
- Rasheed, A., A. A. Khan, M. Nawaz, A. Mahmood, U. Arif, M. U. Hassan, ... and S. Fahad. 2023. Development of Aluminium (Al)-tolerant soybean using molecular tools: limitations and future directions. *Journal of Plant Growth Regulation* 42(12): 7403-7417.
- Sanal, F., G. Şeren, U. Güner. 2014. Effects of arsenate and arsenite on germination and some physiological attributes of barley *Hordeum vulgare* L. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 92: 483-489.
- Saoudi, W., H. Boubakri, W. Taamalli, A. Debez, and C. Abdelly. 2024. Differential reduction in cadmium accumulation in barley under cadmium-salt co-exposure involves specific HMA genes and antioxidative responses. *Environmental and Experimental Botany* 225: 105852.
- Sharma, J., S. Kumar, V. Kumar, P. Singh, P. Khyalia, S. Verma, S. Saini, A. Sharma. 2023. Foliar application of glycine betaine to ameliorate lead toxicity in barley plants by modulating antioxidant enzyme activity and biochemical parameters. *Environmental Research Communications*.

- Sharma, J., S. Kumar, N. Kumar, N. Yadav, P. Khyalia, A. Sharma. 2024. Evaluation of yield and quality attributes of barley cultivars with foliar spray of glycine betaine under lead toxicity. *Cereal Research Communications*, 1-10.
- Sun, Y., Z. Li, B. Guo, G. Chu, C. Wei, Y. Liang. 2008. Arsenic mitigates cadmium toxicity in rice seedlings. *Environ. and Experimental Botany* 64: 264-270.
- Taulavuori, E., E.K. Hellström, K. Taulavuori, K. Laine. 2001. Comparison of two methods used to analyse lipid peroxidation from *Vaccinium myrtillus* (L.) during snow removal, reacclimation and cold acclimation. *Journal of Experimental Botany* 52: 2375-2380.
- Xiaojun, Y. 2023. Effects of Exogenous Pb and As on Growth Quality and Pb and As Accumulation of Highland Barley. *Journal of Agriculture* 13: 25.
- Zhang, J., A. Hamza, Z. Xie, S. Hussain, M. Brestic, M. A. Tahir,... and S. Shabala. 2021. Arsenic transport and interaction with plant metabolism: Clues for improving agricultural productivity and food safety. *Environ. Pollut.* 290: 117987.
- Zulfiqar, F., and M. Ashraf. 2022. Antioxidants as modulators of arsenic-induced oxidative stress tolerance in plants: An overview. *Journal of Hazardous Materials* 427: 127891.

The Effects of Cattle Enterprise Sizes on the Structural Characteristics of Barns in the Northeast Anatolian Region: The Case of Horasan County of Erzurum Province

Musa BASTEM¹ 

Mete YANAR^{2,*} 

¹East Anatolian Agricultural Research Institute, Erzurum/TÜRKİYE

²Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Erzurum/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0009-0001-3584-0275>

²<https://orcid.org/0000-0002-5311-5675>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): mtyanar@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 31.05.2024 Accepted (Kabul tarihi): 11.11.2024

ABSTRACT: The objective of this research was to identify the structural characteristics, challenges, and potential solutions for cattle barns in cattle enterprises in the villages of Horasan County, Erzurum Province as well as the relationships between the structural characteristics of the barns and the size of the enterprises (≤ 20 , 21-40, 41-60, 61-80, and ≥ 81 heads). To achieve this, a face-to-face survey with 500 cattle breeders from 77 villages was conducted. The analysis group was randomly selected by simple random sampling from 4565 enterprises in Horasan County. The findings of the study indicated that 99.4% of cattle farms had closed barns, while 0.6% had semi-open barns. A statistically significant ($P < 0.05$) relationship was also determined between the size of the cattle enterprise and the number of chimneys in the barns. It was observed that as the size of the enterprises increased, the number of chimneys in the barns also increased. Additionally, the number of windows increased with the number of cattle on the farms, and the relationship between these parameters was statistically significant ($P < 0.05$). Similarly, enterprisers became more meticulous about general cleaning as their number of animals increased. Cattle barn walls were predominantly constructed using stone (91.0%), with concrete blocks (6.6%) and bricks (2.4%) also employed to a lesser extent in Horasan County. The evaluation of the barn floors revealed that 76.0% of the barns were constructed with concrete floors, while 24.0% were constructed with stone floors. Furthermore, the findings of the study indicated that the majority of breeders in Horasan District perceived the atmospheric conditions in their barns to have detrimental impacts on human health (63.0%), milk yield (72.0%) and animal health (70.0%). In conclusion, in addition to the technical and educational programmes offered to livestock farmers, it would be beneficial to increase the incentives offered by the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Türkiye to address the structural deficiencies and defects observed in the barns.

Keywords: Erzurum province, animal welfare, Horasan county, cattle, structural characteristics of barns.

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde Sığır İşletme Büyüklüklerinin Ahırların Yapısal Özellikleri Üzerindeki Etkileri: Erzurum İli Horasan İlçesi Örneği

ÖZ: Bu araştırmanın amacı, Erzurum İli Horasan İlçesine bağlı köylerdeki sığırcılık işletmelerinde sığır ahırlarının yapısal özelliklerinin, karşılaşılan zorlukların ve potansiyel çözümlerinin belirlenmesinin yanı sıra ahırların yapısal özellikleri ile işletmelerin büyüklükleri (≤ 20 , 21-40, 41-60, 61-80, ve ≥ 81 baş) arasındaki ilişkileri belirlemektir. Bu amaçla, Horasan ilçesinin 77 köyündeki 4565 işletmeden basit tesadüfi örnekleme yoluyla rastgele seçilen 500 sığır yetiştiricisi ile yüz yüze anket yapılmıştır. İşletme büyüklükleri ile ahırların yapısal özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla, işletme büyüklükleri mevcut sığır sayıları dikkate alınarak ≤ 20 , 21-40, 41-60, 61-80 ve ≥ 81 baş olmak üzere beş kategoride sınıflandırılmıştır. Çalışmanın bulguları, sığır çiftliklerinin %99,4'ünün kapalı ahırlara, %0,6'sının ise yarı açık ahırlara sahip olduğunu göstermiştir. Sığır işletmelerinin büyüklüğü ile ahırlardaki baca sayısı arasında da istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) bir ilişki tespit edilmiştir. İşletmelerin büyüklüğü arttıkça ahırlardaki baca sayısının da arttığı görülmüştür. Ayrıca, pencere sayısı çiftliklerdeki sığır sayısı ile birlikte artmış ve bu parametreler arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$). Benzer şekilde, hayvan sayıları arttıkça işletmelerin genel temizlik konusunda daha titiz davrandıkları tespit edilmiştir. Horasan ilçesinde ahır duvarlarının yapımında ağırlıklı olarak taş (%91,0), daha az oranda da briket (%6,6) ve tuğla (%2,4) kullanılmıştır. Ahır zeminlerinin değerlendirilmesi, ahırların %76,0'sünün beton zeminle, %24,0'ünün ise taş zeminle inşa edildiğini

ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmanın bulguları Horasan İlçesindeki yetiştiricilerin çoğunluğunun ahırlarındaki atmosferik koşulların insan sağlığı (%63,0), süt verimi (%72,0) ve hayvan sağlığı (%70,0) üzerinde zararlı etkileri olduğunu düşündüklerini göstermiştir. Sonuç olarak, hayvan yetiştiricilerine sunulan teknik ve eğitim programlarına ek olarak, ahırlarda gözlemlenen yapısal eksikliklerin ve hataların giderilmesi için Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sunulan teşviklerin artırılması faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Erzurum ili, hayvan refahı, Horasan ilçesi, sığır, ahırların yapısal özellikler.

INTRODUCTION

Cattle raising is a significant source of milk and meat worldwide, providing livelihoods for millions, especially in rural areas with limited employment opportunities. It supports farmers and related industries such as feed production, animal health services, transportation, and meat processing, thereby influencing local and regional economies.

In Türkiye, a significant proportion of livestock is reared in the Eastern Anatolia Region. Erzurum, one of the provinces in this region, accounts for about 4.2% of Türkiye's total cattle population (TURKSTAT, 2023). The region's abundant and fertile meadows and pastures, along with favorable climatic and topographical conditions, have made animal husbandry the primary source of livelihood in Erzurum. Horasan, one of the 20 counties in Erzurum, is located in the eastern part of the province and borders Ağrı and Kars provinces. The county is predominantly lowland and slightly hilly, with intensive cultivation of sugar beet and grain. Cattle breeding plays a significant role in the county's economy, accounting for 9.3% of the total number of cattle in Erzurum province, with a total of 65 025 cattle. Horasan also produces 61 561 tons of milk annually, with 33 287 animals being milked. According to TURKSTAT data for 2023, 7.4% of the cattle raised in Horasan are native breeds, 17.5% are continental breeds, and 75.1% are crossbred (TURKSTAT, 2023).

Providing appropriate environmental conditions is essential for achieving the highest possible yield from cattle, and is based on their genetic structure. Housing conditions are one of the most significant environmental factors, playing a crucial role in providing cattle with comfortable living environments and mitigating the harmful effects of adverse natural conditions (Kaygısız and Tümer, 2009). Well-designed barns provide optimal conditions for cattle, resulting in higher yields in terms of milk production or weight gain. It is essential to design barns that minimize stressors such as overcrowding, extreme temperatures, and poor ventilation to promote better feed intake and digestion, ultimately leading to improved productivity

(Özhan *et al.*, 2015). Ensuring that barns are designed to minimize stressors and promote cattle well-being is crucial.

The structural characteristics of barns used for cattle breeding vary widely among regions, provinces, and counties in Türkiye. Consequently, county-based studies are important for providing accurate insights to inform policy makers, farmers, and stakeholders about necessary improvements to enhance animal welfare and optimize productivity in cattle farming operations (Özsağlıcak and Yanar, 2022). In recent years, significant research has been conducted on this subject in various regions of Türkiye (Kaygısız and Tümer, 2009; Tilki *et al.*, 2013; Bakan, 2014; Daş *et al.*, 2014; Aydın *et al.*, 2016; Koçyiğit *et al.*, 2016; Özsağlıcak and Yanar, 2022; Doğanay and Yanar, 2023) as well as abroad (Dou *et al.*, 2001; Vasseur *et al.*, 2010; Sheppard *et al.*, 2011). However, no study has been conducted on the structural characteristics of cattle barns in Horasan County of Erzurum province. Therefore, this study aimed to investigate the impact of the size of the cattle farm on the structural characteristics of the barns in the Northeast Anatolian region, with a particular focus on Horasan County in Erzurum Province, as well as the current situation and problems related to the structural elements of the cattle barns.

MATERIALS AND METHODS

Following approval by the Atatürk University Faculty of Agriculture Ethics Committee (protocol no 2023/11, dated 18/09/2023), data for this study were collected through face-to-face surveys of cattle farms located in 77 villages in the Horasan County of Erzurum province. Interviews were conducted with 500 farm owners selected from 4565 cattle enterprises in the county. The minimum number of farms was determined using the following formula that is applicable when the population is limited, the variance is unknown, and there are qualitative variables dependent on probability (Arıkan, 2007).

$$n = (N \cdot Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q) / [(N-1) \cdot D^2 + (Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q)]$$

In this formula; n =Minimum number of samples, N =Population size, D =Margin of error (5%), Z $\alpha/2$ =Table value (1.96) for $\alpha=0.05$, p =The rate to be calculated (0.5), $q=1-p$.

The minimum number of surveys required was initially calculated using the formula as 355, which was later increased by 41.0%. Therefore, the survey was carried out with 500 enterprise owners in Horasan County. Furthermore, this study examined the relationships between enterprise sizes and the parameters of barn structural characteristics. For this purpose, enterprises were grouped into 5 categories: ≤ 20 , 21-40, 41-60, 61-80, and ≥ 81 heads, according to the number of cattle available. The data were statistically analyzed in the SPSS package program (version 22.0). The significance of the relationships between the sizes of the enterprises and the variables was determined using the Chi-square test (SPSS, 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

Types of Barn

Common barn types in Türkiye include tie-stall closed barns, tie-free stall closed barns, free-stall closed barns, semi-open free-stall barns, and open barns, which vary by region. In Horasan County of Erzurum province, tie-stall closed barns were the preferred type in most cattle farms (78.0%), followed by tie-free stall closed barns (21.4%) and semi-open free-stall barns (0.6%) (Figure 1). The study also revealed that 99.4% of the farms in the county had closed barns. The results are consistent with those of other studies conducted in different regions of Türkiye (Erkan, 2005; Köse, 2006; Soyak *et al.*, 2007; Kaygısız and Tümer, 2009; Akkuş, 2009; Demir *et al.* 2014; Özsağlıcak and Yanar, 2022; Uğurlu and Şahin, 2010; Şeker *et al.* 2012; Bakan, 2014). Similarly, 72.9% of barns in Canada use the tie-stall system, while 27.1% use the free-stall system according to 2022 statistical data published by Agriculture and Agri-Food Canada's Animal Industry Division. Likewise, in Romania, the tie-stall barn system is used in about 75.0% of medium and large farms and in 90.0% of small farms (Popescu *et al.*,

2013). Moreover, other studies reveal that tie-stall housing systems are employed for around 88% of Norwegian dairy cattle (Sogstad *et al.*, 2005), 75.0% of all Swedish dairy herds (Loberg *et al.*, 2004), and more than a third of German dairy cows (Anonymous, 2010). On the other hand, the percentage of closed barns with tie-stalls in Horasan County was lower than those found in studies conducted in both the West Anatolia Region (Kılıç *et al.*, 2020) and the Black Sea Region (Tugay and Bakır, 2006). However, in the South East Anatolia Region, Doğanay and Yanar (2023) reported that the percentages of barn types were 3.7% for open barns, 44.0% for semi-open barns, and 6.7% for tie-stall closed barns.

Number of Ventilation Chimneys and Windows in the Barns

The ventilation chimneys and windows in the barn serve the main function of removing bad odors and harmful gases, such as ammonia, hydrogen sulfide, carbon dioxide and methane, from the barn environment, along with the heated air in the barn. This provides the optimal temperature and relative humidity conditions required by the animals for optimal production conditions. The result of the present study carried out in Horasan County showed that 2 chimneys were common (35.8 %) (Figure 2). Similarly, Güler *et al.* (2017) found that most of the cattle barns in Narman County in Erzurum province had 1 (45.7%) or 2 chimneys (40.0 %). Other studies on this topic reported that 7.4% of enterprises in the Hınıs County had 1, 29.3% had 2, 32.1% had 3, 27.1% had 4, 3.3% had 5, 0.8% had 6 or more ventilation chimneys, and 3 (36.3%) and 4 (40.0%) windows were common in most enterprises (Aydın *et al.*, 2016). However, the results of Ünalın *et al.* (2013) indicated that 78.1% of the farms in Niğde province did not have ventilation chimneys in their barns, while Öztürk (2009) determined that ventilation chimneys existed in 55.2% of the cattle enterprises in Mardin province. Similarly, in Aydın province, Bardakçioğlu *et al.* (2004) found that 88.5% (207 units) of the barns had ventilation chimneys, 11.5% (27 units) had no ventilation chimneys and the average number of ventilation chimneys was 3.8 per barn.

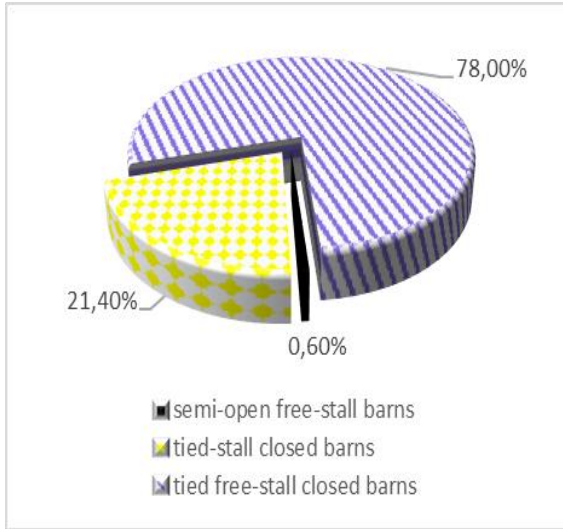


Figure 1. Types of barn.
Şekil 1. Ahır tipleri.

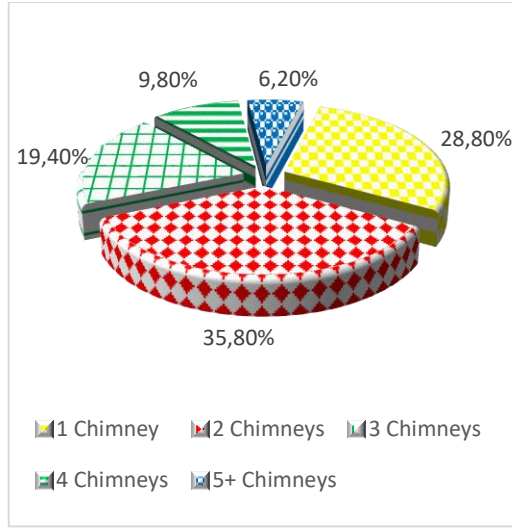


Figure 2. Number of ventilation chimney in the barn.
Şekil 2. Ahırda bulunan havalandırma bacası sayısı.

The current study revealed that the size of the cattle enterprises in Horasan County had a significant ($P<0.01$) ($X^2=222.3$) effect on the number of chimneys of the existing barns. While the number of chimneys in the enterprises with 61-80 and 81+ cattle were concentrated in the group of 5 chimneys or more with 31.3% and 77.8% respectively, the enterprises with 41-60 cattle were most predominant in the group of 4 chimneys with 25.5%, the enterprises with 21-40 cattle were concentrated in the group of 2 chimneys with 42.0% (Table 1). Furthermore, the enterprises with

fewer than 20 cattle mainly had (48.0%) barns with 1 chimney. As a result, it was determined that as the number of cattle decreased, the number of chimneys in the barns also decreased. Furthermore, although the number of chimneys in the barns of some cattle farms in Horasan County is sufficient, some of these chimneys are kept closed continuously, especially during the long and harsh winter period, which causes the number of functional chimneys to be much lower than the number of available chimneys (Figure 3).

Table 1. Relationships between size of the enterprises and the number of chimneys of the barns.
Çizelge 1. İşletmelerin büyüklüğü ile ahırların baca sayıları arasındaki ilişkiler.

Number of Cattle		Number of chimney in the barn					Total
		1	2	3	4	≥5	
≤20	NE ¹	106.0	77.0	31.0	5.0	2.0	221.0
	%	48.0	34.8	14.0	2.3	0.9	100.0
21-40	NE	34.0	87.0	53.0	26.0	7.0	207.0
	%	16.4	42.0	25.6	12.6	3.4	100.0
41-60	NE	4.0	11.0	10.0	12.0	10.0	47.0
	%	8.5	23.4	21.3	25.5	21.3	100.0
61-80	NE	-	4.0	3.0	4.0	5.0	16.0
	%	-	25.0	18.8	25.0	31.3	100.0
≥81	NE	-	-	-	2.0	7.0	9.0
	%	-	-	-	22.2	77.8	100.0
Total	NE	144.0	179.0	97.0	49.0	31.0	500.0
	%	28.8	35.8	19.4	9.8	6.2	100.0

¹ NE: Number of enterprises



Figure 3. A barn with 2 of its 3 chimneys wrapped and dysfunctional and its window covered with a second layer of plastic sheeting.
Şekil 3. Üç bacasından ikisi sarılarak işlevsiz hale getirilmiş ve penceresi ikinci kat plastik örtü ile kapatılmış bir ahır.

Data on the number of windows in the existing enterprises in the research area are presented in Figure 4. The majority of barns (40.0%) had 5 or more windows, followed by barns with 4 windows (24.8%), 2 windows (14.8%), 3 windows (14.6%), and 1 window (5.8%). Similarly, Aydın *et al.* (2016) also reported that 3 (36.3%) and 4 (40.0%) windows were common in most farms in Hınıs County of Erzurum province. In contrast, Güler *et al.* (2017) determined that 2 (47.5%) windows were more common in barns of existing livestock enterprises in Narman County of Erzurum province. Likewise, results of a study conducted in the center of Kars province revealed that 43 enterprises had no windows in their barns, while only 23 had 1 window. Özsağlıcak and Yanar (2022) reported that 82.7% of the cattle barns in Erzurum, a province located in Eastern Anatolia with a mild microclimate, kept their chimneys open throughout the year. Furthermore, according to Doğanay and Yanar (2023), ventilation in cattle farms in the Eyyubiye County of Urfa province was achieved through windows (43.0%), ventilation chimneys (9.6%), gaps between the roof and wall (48.9%), and ventilators or fans (39.3%). However, in Kahramanmaraş province, Kaygısız and Tümer (2009) reported that only 10.0% of enterprises had adequate ventilation, while 67.0% had moderately adequate ventilation.

(Tilki *et al.*, 2013). Similarly, Bakır (2002) investigated the structural status of private dairy cattle farms in Van province and reported that ventilation was not possible due to the inadequate ventilation chimneys in the farms and the fact that the doors and windows in the barns were kept closed in winter. In a study conducted in Şenpazar County of Kastamonu province, Şahin (2016) observed the accumulation of toxic gases in 64% of cattle enterprises. However, Köse (2006) reported that climatic conditions have a significant impact on ventilation practices in barns, and 88.0% of barns in Uşak province, which has relatively milder climatic conditions, were adequately ventilated. Similarly,

Table 2 demonstrates a statistically significant ($P < 0.01$) ($X^2 = 160.1$) relationship between the size of the enterprise and the number of windows present in the barns. The number of windows increased with the number of cattle on the farms. Enterprises with more than 20 cattle had 5 or more windows in their barns. Although the barns had a sufficient number of windows, it was observed that most of them were small, closed, and covered with a second layer of nylon, particularly during the long winter season (Figure 4). This practice has a negative impact on ventilation and lighting in the barns.

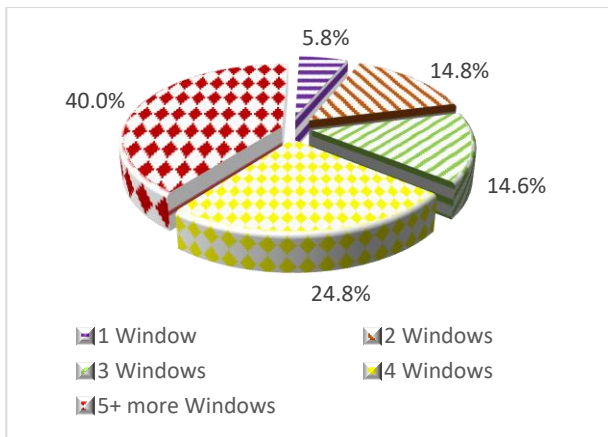


Figure 4. Number of windows in the barn.
Şekil 4. Ahırda bulunan pencere sayısı.

Table 2 demonstrates a statistically significant ($P < 0.01$) ($X^2 = 160.1$) relationship between the size of the enterprise and the number of windows present in the barns. The number of windows increased with the number of cattle on the farms. Enterprises with more than 20 cattle had 5 or more windows in their barns. Although the barns had a sufficient number of windows, it was observed that most of them were small, closed, and covered with a second layer of nylon, particularly during the long winter season (Figure 3). This practice has a negative impact on ventilation and lighting in the barns.

Table 2. Relationships between size of the enterprises and the number of windows in the barns.
Çizelge 2. İşletmelerin büyüklüğü ile ahırlardaki pencere sayısı arasındaki ilişkiler.

Number of Cattle (Head)		Number of windows in the barn					Total
		1	2	3	4	≥5	
≤20	NE ¹	25.0	61.0	44.0	56.0	35.0	221.0
	%	11.3	27.6	19.9	25.3	15.8	100.0
21-40	NE	4.0	12.0	23.0	62.0	106.0	207.0
	%	1.9	5.8	11.1	30.0	51.2	100.0
41-60	NE	-	1.0	6.0	6.0	34.0	47.0
	%	-	2.1	12.8	12.8	72.3	100.0
61-80	NE	-	-	-	-	16.0	16.0
	%	-	-	-	-	100.0	100.0
≥81	NE	-	-	-	-	9.0	9.0
	%	-	-	-	-	100.0	100.0
Total	NE	29.0	74.0	73.0	124.0	200.0	500.0
	%	5.8	14.8	14.6	24.8	40.0	100.0

¹ NE: Number of enterprises

Building Materials Utilized for the Construction of Barns' Walls and Floors

It is crucial to use materials for the walls and floor of the barn that are easy to clean and disinfect, when implementing biosecurity rules in cattle barns. These materials should also be low-cost, suitable for the local climate, and readily available in the surrounding environment. According to Figure 6a, stone in Horasan County was the most commonly used material for the walls of the barn (91.0%), followed by concrete blocks (6.6%) and bricks (2.4%).

When evaluating other studies on the subject, it was found that in the construction of cattle barns in Erzincan, concrete blocks were used in 50.6% of enterprises for the construction of barn walls, followed

by stone (22.7%), mudbrick (12.6%), brick (11.6%), pumice blocks (2.2%), and wood (0.3%) (Özsağlıcak and Yanar, 2022). However, results of a study conducted in the Erzurum region indicated that stone was the primary material (62.9%) used to construct the walls of the barns. As the farmers' experience increased, the use of stone decreased and the use of concrete blocks increased (Han and Bakır 2010). In the Eyyubiye County of Şanlıurfa province, Doğanay and Yanar (2023) found that 30.3% of the building materials used in the walls of existing cattle barns were stone, 26.7% were concrete block, 23.0% were wood, 17.0% were brick, and 3.0% were mudbrick. Tugay and Bakır (2006) reported that in Giresun province, the primary materials used for the construction of the walls

in existing cattle barns were stone (62.5%), concrete block (27.9%), wood (8.6%), and mudbrick (1.1%).

In the present study, the materials used in the construction of the barn floors were evaluated and it was found that concrete is the most commonly used material (76.0%), followed by stone (24.0%) (Figure 6b). The breeders in Horasan County preferred concrete floors for ease of cleaning of animals and manure. Özsağlıcak and Yanar (2022) stated that 98.2% of the cattle barns in the cattle farms operating in the central county of Erzincan province were constructed with concrete floors, 0.3% with soil, 1.0% with wood, and 0.5% with other materials such as

ceramic andesite. Similarly, Yaylak *et al.* (2015) reported that 75.9% of the enterprises in Ödemiş County of İzmir province had soil and concrete floors, 19.6% had concrete floors, and 6.5% had soil floors. According to Mundan *et al.* (2018), 85.2% of farmers in Şanlıurfa province preferred concrete as the floor of cattle barns, while 14.8% preferred compacted soil. This preference was also reported in other studies conducted by Bardakçioğlu *et al.* (2004) in Aydın, Tugay and Bakır (2006) in Giresun, Kaygısız and Tümer (2009) in Kahramanmaraş, Akkuş (2009) in Konya, Akbay (2010) in Tekirdağ, and Köseman and Şeker (2016) in Malatya.

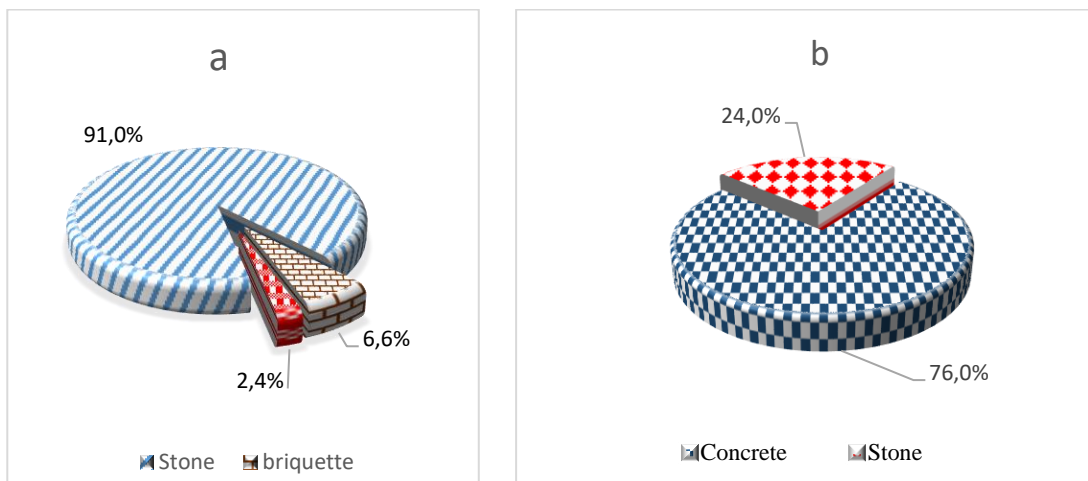


Figure 6. Materials used for building walls (a) and floor (b) of the barn.
Şekil 6. Ahır duvarları (a) ve zeminin (b) yapımında kullanılan materyaller.

According to cattle breeders, the enterprises in Horasan County prefer stone as a wall material due to its easy availability in the region. Additionally, concrete is preferred for barn floor construction because of its durability and ease of cleaning. Furthermore, the variations in the materials utilized to construct barn walls and floors across different regions of Türkiye can be attributed to the preferences and practices of the breeders, influenced by climatic, economic, and socio-demographic variations between provinces, as well as the availability of suitable resources for building purposes in the respective regions.

General Cleaning of the Barns

The results of the survey on the annual practice of general cleaning, including whitewashing, painting of barn walls, and disinfection, are presented in Figure 7. Of the farmers surveyed in Horasan County, 51.0%

reported carrying out general cleaning of their barns, while 49.0% responded negatively. Studies on this topic have reported that farmers in central Kars province did not have sufficient knowledge about the use of disinfectants in barns, but 75.9% of them answered "yes" to the question "Do you use liming?" (Demir *et al.* 2014). In Narman County, 36.5% of barns undergo general cleaning 5 times a year, while 24.0% undergo general cleaning 4 times a year (Güler *et al.* 2017). Aydın *et al.* (2016) reported that in Hınıs County, general cleaning was carried out 3 times a year (39.0%) in farms. Upon comparison of the findings of the present study with previous research, it was found that the cleaning practices of the enterprisers in Horasan County were higher than the values reported by Güler *et al.* (2017) and Aydın *et al.* (2016), and lower than the results indicated by Demir *et al.* (2014).

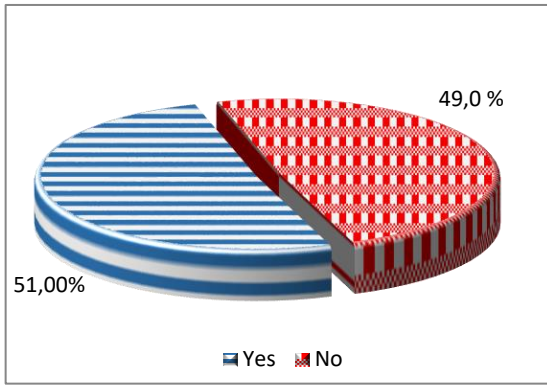


Figure 7. Status of performing of general cleaning in the barns.
Şekil 7. Ahırlarda genel temizlik yapılması durumu.

The study results indicate a significant relationship ($P < 0.01$) ($X^2 = 32.8$) between enterprise size and barn cleaning frequency. Enterprises with 21-40, 41-60, 61-80 and 81+ animals had a 'yes' response rate of 54.6%, 70.2%, 81.3% and 88.9%, respectively, to the general cleaning question. However, those with fewer than 20 animals answered 'no' with a percentage of 61.5%. This suggests that owners become more meticulous about general cleaning as the number of animals increases (Table 3).

Table 3. Changes in general cleaning status according to enterprise size.
Çizelge 3. İşletme büyüklüğüne göre genel temizlik durumundaki değişimler.

Number of Cattle (Head)		General cleaning of the barns		
		Yes	No	Total
≤20	NE ¹	85.0	136.0	221.0
	%	38.5	61.5	100.0
21-40	NE	113.0	94.0	207.0
	%	54.6	45.4	100.0
41-60	NE	33.0	14.0	47.0
	%	70.2	29.8	100.0
61-80	NE	13.0	3.0	16.0
	%	81.3	18.8	100.0
≥81	NE	8.0	1.0	9.0
	%	88.9	11.1	100.0
Total	NE	252.0	248.0	500.0
	%	50.4	49.6	100.0

¹ NE: Number of enterprises

Duration of the Barn's Usage

Data on the duration of barn use in cattle enterprises in Horasan County in Erzurum province are presented in Figure 8. Most of the respondents indicated that the barns were used for a period of between 11 and 15 years (48.4%), with a smaller proportion stating that they were in use for between 6 and 10 years (40.6%). A further 7.0% of respondents indicated that the barns were in use for between 16 and 20 years, while 3.0% stated that they were in use for between 0 and 5 years. The remaining 1% of the respondents indicated that the barns were in use for a period of 21 years or more. Previous studies by Tilki *et al.* (2013), Güler *et al.* (2017), and Bakan (2014) reported that the average age of cattle barns in the central County of Kars and Narman County of Erzurum province, and Ağrı

province are 18.2 years, 17.1 years, 13.0 years, respectively.

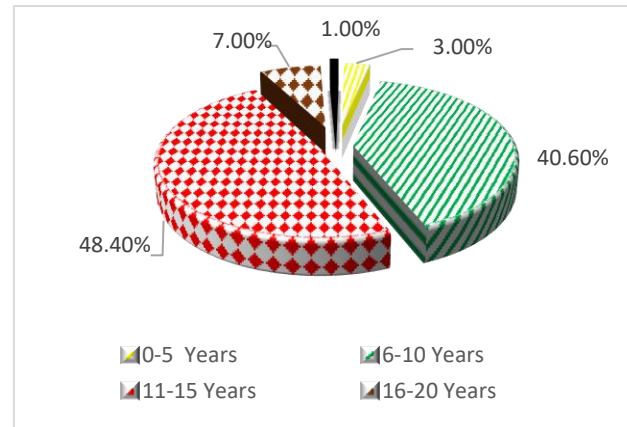


Figure 8. The duration of the barn's use in Horasan County.
Şekil 8. Horasan İlçesindeki ahırın kullanım süresi.

Table 4 illustrates the significant relationship ($P < 0.05$) ($X^2 = 27.8$) between the size of the barn and the duration of use of the barn. The duration of the barn's use in enterprises with fewer than 20 cattle (small farms) is mainly concentrated in the range of 6-10 years with 46.2%. In enterprises with 21-40, 41-60 and 81+ heads of cattle, the duration of barn's use was found to be concentrated in the range of 11-15 years with 54.1%, 48.9% and 55.6%, respectively. For enterprises with 61-80 cattle (large farms), the age of the barns was found to be equally distributed in the 6-10 and 11-15 year intervals.

Effect of the Structure of the Barn on the Health of the Breeders, the Milk Yield of the Cattle and the Development of the Animals

The results of the present study revealed that the structural characteristics of 63.0% of the barns on cattle farms in Horasan County have a negative impact on human health according to enterprisers. Furthermore, they also stated that 72.0% of these barns had a

negative effect on the milk yield of the cattle, while 70.0% of them had a negative effect on the growth characteristics of the animals. Aydın *et al.* (2016) conducted a similar study in Hınıs County of Erzurum province and obtained comparable results. Their study indicated that the existing barns in Hınıs County negatively affected the health of the owners (88.8%), the milk production of the cows (88.6%), and the growth of the animals (81.0%). Tilki *et al.* (2013) also reported that in Kars province, 48.7% of the owners' health was negatively affected by the barn structure, 60.9% reported a low milk yield of the animals due to the barn structure, and 57.0% reported that the barn structure negatively affected animal development. The poor conditions of the examined barns in Horasan County, including insufficient light, poor ventilation, and lack of hygiene, may have contributed to these results.

Table 4. Relationships between the sizes of the enterprises and the duration of the barn's use.
Çizelge 4. İşletmelerin büyüklükleri ve ahırların kullanım süreleri arasındaki ilişkiler.

Number of Cattle (Head)		The duration of the use of the barn (in years).					Total
		0-5	6-10	11-15	16-20	≥21	
≤20	NE ¹	7.0	102.0	97.0	13.0	2.0	221.0
	%	3.2	46.2	43.9	5.9	0.9	100.0
21-40	NE	3.0	73.0	112.0	17.0	2.0	207.0
	%	1.4	35.3	54.1	8.2	1.0	100.0
41-60	NE	3.0	15.0	23.0	5.0	1.0	47.0
	%	6.4	31.9	48.9	10.6	2.1	100.0
61-80	NE	-	8.0	8.0	-	-	16.0
	%	-	50.0	50.0	-	-	100.0
≥81	NE	2.0	5.0	2.0	-	-	9.0
	%	22.2	55.6	22.2	-	-	100.0
Total	NE	15.0	203.0	242.0	35.0	5.0	500.0
	%	3.0	40.6	48.4	7.0	1.0	100.0

¹ NE: Number of enterprises

Ability of the Barn to Meet the Needs of the Enterprisers

A total of 87.2% of the respondents answered 'yes' to the question 'Does your barn meet your needs?', while 12.8% of the farmers in Horasan County answered 'no'. Furthermore, it was found that there was a significant ($p < 0.05$) ($X^2 = 11.9$) relationship between the number of

cattle and the ability of the barns to meet the needs of the farmers. It can be stated that the existing barns in small (<20 cattle) and large (≥81 cattle) enterprises met the needs of the cattle breeders to a greater extent than other size of enterprises (Table 5).

Table 5. The relationship between the size of the enterprises and the barn's ability to meet the needs of the cattle breeders. Çizelge 5. İşletmelerin büyüklüğü ile ahırın sığır yetiştiricilerinin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyeti arasındaki ilişkiler.

Number of Cattle (Head)		The barn's ability to meet the needs of the cattle breeders		
		Yes	No	Total
≤20	NE ¹	204.0	17.0	221.0
	%	92.3	7.7	100.0
21-40	NE	170.0	37.0	207.0
	%	82.1	17.9	100.0
41-60	NE	40.0	7.0	47.0
	%	85.1	14.9	100.0
61-80	NE	13.0	3.0	16.0
	%	81.3	18.8	100.0
≥81	NE	9.0	-	9.0
	%	100.0	-	100.0
Total	NE	436.0	64.0	500.0
	%	87.2	12.8	100.0

¹ NE: Number of enterprises

CONCLUSIONS

The findings of the study revealed that most barns in the County are equipped with 1 or 2 ventilation chimneys, typically closed during winter, which hampers effective ventilation. Furthermore, despite having 4 or 5 windows, many barns are covered with nylon during the extended winter period, further restricting ventilation. The practice of keeping ventilation shafts and windows closed has led to increased temperatures and humidity levels inside the barns, significantly affecting air quality. Consequently, concentrations of harmful gases inside barns, such as ammonia, hydrogen sulfide, and carbon dioxide, may have risen to levels that pose risks to both human and animal health. However, although breeders in Horasan

County widely recognize that these indoor atmospheric conditions have adverse effects on human and animal health, as well as animal productivity, a considerable proportion of the respondents (87.2%) indicated that their existing barns were adequate to meet their needs. These results point out that there is a need for targeted education programs to raise awareness among cattle breeders about the importance of proper barn ventilation and its impact on health and productivity. In addition to the technical educational programs that will be provided to cattle breeders, it would also be beneficial to intensify the incentives offered by the Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry to eliminate the structural deficiencies and problems observed in the barns.

REFERENCES

- Akbay, A. H. 2010. Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan refahına uyumu. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Akkuş, Z. 2009. Konya İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Anonymous. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Tie stall housing systems on dairy farms. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animal_welfare/TieStalls.pdf.
- Arikan, R. 2007. Araştırma Teknikleri ve Rapor Hazırlama. Asil Yayın Dağıtım Ltd., Ankara.
- Aydın, R., O. Güler., M. Yanar., A. Diler., R. Koçyiğit, M. Avcı. 2016. Erzurum ili Hınıs İlçesi sığırcılık işletmelerinin barınak özellikleri üzerine bir araştırma. KSU J. Agric. Nat. 19: 98-111
- Bakan, Ö. 2014. Ağrı İli süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Zootečni Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Bakır, G. 2002. Van ilindeki özel süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal durumu. YYÜ Tarım Bil. Derg. 12: 1-10.
- Bardakçioğlu, H., M. Türkyılmaz, A. Nazlıgül. 2004. Aydın ili süt sığırcılık işletmelerinde kullanılan barınakların özellikleri üzerine bir araştırma. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. 30: 51-62.

- Daş A., H. İnci., E. Karakaya, A.Y. Şengül. 2014. Bingöl ili Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.* 1(3): 421-429
- Demir, P., S. I. Adıgüzel, M. Sarı, C. Ayvazoğlu. 2014. Kars Merkez İlçedeki Süt Sığırcılık İşletmelerinin Genel Yapısı ve Ekonomik Boyutu. *F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 28(1):09 – 13.
- Doğanay, S., M. Yanar. 2023. Şanlıurfa ili Eyyubiye ilçesi sığırcılık işletmelerinde bulunan barınakların yapısal özellikleri ve yetiştiricilerin öğrenim durumlarıyla ilişkileri. *MAUN Fen Bil. Dergi.*, 11(2):65-74.
- Dou, Z., D. T. Galligan, C. F. Ramberg, C. Meadows, J. D. Ferguson. 2001. A survey of dairy farming in Pennsylvania: Nutrient management practices and implications. *J. Dairy Sci.* 84: 966-973.
- Erkan, M. 2005. Mersin yöresindeki büyükbaş hayvancılık tesislerinin mevcut durumu ve bu tesislerde ortaya çıkan atıkların yarattığı çevre kirliliği üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Güler, O., R. Aydın, A. Diler, M. Yanar, R. Koçyiğit, A. Maraşlı. 2017. Sığırcılık işletmelerinin barınak özellikleri üzerine bir araştırma; Erzurum ili Narman ilçesi örneği. *YYÜ Tarım Bil. Derg.* 27(3): 396-405.
- Han, Y., G. Bakır. 2010. Özel besi işletmelerinin barınak yapısı ve etkileyen faktörler. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 41:45-51.
- Kaygısız, A., R. Tümer. 2009. Kahramanmaraş ili süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri: 2. Barınak özellikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 12: 40-47.
- Kılıç, İ. B. Özışel, B. Yaylı. 2020. Kütahya'da faaliyet gösteren süt sığırcılık işletmelerinin yapısal ve teknik özellikleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bil. Derg.* 6: 275-286.
- Koçyiğit, R., A. Diler, M. Yanar, O. Güler, R. Aydın, M. Avcı. 2016. Süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti. *Erzurum ili Hınıs ilçesi örneği, Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.* 3:24–32.
- Köse, K. 2006. Uşak ili damızlık sığır yetiştiriciler birliğine kayıtlı işletmelerin genel yapısı. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bil. Ens., Zootekni Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Köseman, A., İ. Şeker. 2016. Malatya ilinde sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu: I. Yapısal özellikler. *F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 30: 05-12.
- Loberg, J., E. Telezhenko, C. Bergsten, L. Lidfors. 2004. Behaviour and claw health in tied dairy cows with varying access to exercise in an outdoor paddock. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 89:1-16.
- Mundan, D., B. Atalar, B. A Meral, M. M. Yakışan. 2018. Modern süt sığırcılık işletmelerinin yapısal ve teknik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *A. Üniv. Veteriner Bil. Derg.* 13: 201-210.
- Özhan, M., N. Tüzemen, M. Yanar. 2015. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme (Süt ve Et Sığırcılığı) (Düzeltilmiş 6. Baskı), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu Yayın No:134, Erzurum.
- Özsağlıcak, S., M. Yanar. 2022. Erzurum ili Merkez ilçesi sığırcılık işletmelerinde barınakların yapısal özellikleri ve işletmecilerin öğrenim durumlarıyla ilişkileri. *ANADOLU, J. of AARI*, 32: 62-75.
- Öztürk, N. 2009. Mardin ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Konya.
- Popescu, S., C. Borda, E. A. Diugan, M. Spinu, I. S. Groza, C. D. Sandru. 2013. Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Vet. Scand.* 55: (1) 43.
- Sheppard S. C., S. Bittman, M. L. Swift, M. Beaulieu, M. I. Sheppard. 2011. Ecoregion and farm size differences in dairy feed and manure nitrogen management: A survey. *Can. J. Anim. Sci.* 91: 459-473.
- Sogstad, A. M., T. Fjeldaas, O. Osteras, K. P. Forshell. 2005. Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Prev. Vet. Med.* (70): 191-209.
- Soyak, A., M. İ. Soysal, E. K. Gürçan. 2007. Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.* 4 (3): 297-305.
- SPSS. 2013. IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY. USA.
- Şahin, A. Ç. 2016. Kastamonu-Şenpazar ilçesi büyükbaş sığır barınaklarının yapısal özellikleri ve yeni barınak modelinin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya.
- Şeker, İ., H. Tasalı, H. Güler. 2012. Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. *F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 26: 9-16.
- Tilki M, M. Sarı, E. Aydın, S. Işık, A. R. Aksoy. 2013. Kars ili sığır işletmelerinde barınakların mevcut durumu ve yetiştirici talepleri: I. Mevcut durum. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 19: 109-116.
- Tugay, A., G. Bakır. 2006. Giresun yöresindeki özel süt sığırcılığı işletmelerinin ırk tercihleri ve barınakların yapısal durumu. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 37: 39-47.
- TURKSTAT. 2023. Hayvancılık İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>.

- Uğurlu, N., S. Şahin. 2010. Kayseri ili süt sığırı barınaklarının yapısal özellikleri. Selçuk Tarım ve Gıda Bil. Derg. 24: 23-26
- Ünalın A, U. Serbester, M. Çınar, A. Ceyhan, E. Akyol, A. Şekeroğlu, T. Erdem, S. Yılmaz. 2013. Niđe ili süt sığırcılığı işletmelerinin mevcut durumu, başlıca sorunları ve çözüm önerileri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Tekn. Derg. 1: 67-72.
- Vasseur, E., F. Borderas, R. I. Cue, D. Lefebvre, D. Pellerin, J. Rushen, K. M. Wade, A. M. De Passille. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. J. Dairy Sci. 93: 1307-1315.
- Yaylak, E., Y. Konca, N., Koyunbenbe. 2015. İzmir ili Ödemiş ilçesinde damızlık sığır yetiştiricileri birliği üyesi işletmelerde sığırların barındırılması. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Derg. 3: 316-324.

Batı Karadeniz Bölgesinde Toplanan Yerel Nohut (*Cicer arietinum* L.) Populasyonlarının Yanıklık Hastalığı (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) Bakımından Değerlendirilmesi

Arslan UZUN^{1,*} 

Ümit ESER² 

Oral DÜZDEMİR³ 

Hatice BOZOĞLU⁴ 

Sezai GÖKALP⁵ 

^{1,2}Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun/TÜRKİYE

³Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi, Çankırı/TÜRKİYE

⁴Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun/TÜRKİYE

⁵Geçit Kuşluğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-9895-0420>

²<https://orcid.org/0000-0002-5023-0811>

³<https://orcid.org/0000-0002-5639-2379>

⁴<https://orcid.org/0000000347762566>

⁵<https://orcid.org/0000-0001-9175-215X>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): arslan.uzun@hotmail.com

Received (Geliş tarihi): 24.07.2024 Accepted (Kabul tarihi): 03.12.2024

ÖZ: Batı Karadeniz Bölgesinde marjinal alanlarda küçük ölçekli işletmelerden toplanan yerel nohut populasyonlarında yanıklık hastalığına (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) karşı tepkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan beş ilde (Karabük, Kastamonu, Samsun, Sinop ve Amasya) nohut yetiştirilen alanlardan toplanan 51 adet köy populasyon tohumluğunun tasnifiyle elde edilen 200 adet alt örnek ile 4 adet tescilli çeşit (Azkan, Canitez, Çağatay ve Gökçe) kullanılmıştır. Çalışma Tokat' ta Augmented deneme deseninde tarla denemesi koşullarında ve Samsun'da kontrollü sera şartlarında yürütülmüştür. Hastalık gelişimi tarla şartlarında doğal şartlara bırakılırken, kontrollü sera şartlarında suni bulaştırma sağlanmıştır. Tarla şartlarındaki çalışmada; 40 cm x 5 m (sıra arası x sıra uzunluğu) ebatlarındaki parsellerde 1-9 skalasına göre yapılan değerlendirme sonucunda 200 adet alt örnekten; 3 adedinin 1-3 (dayanıklı), 14 adedinin 4-5 (toleranslı), 133 adedinin 6-9 (hassas) değerlerini aldıkları belirlenmiştir. Kontrollü sera şartlarında, viyollerde 1-9 skalasına göre yapılan değerlendirme sonucunda çalışmada dayanıklı ve toleranslı alt populasyonun olmadığı 2 adet alt populasyonun orta hassas, 31 alt populasyonun hassas, geri kalan 167 adet alt populasyonun ise dayanıksız oldukları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nohut, yanıklık hastalığı, *Ascochyta rabiei*, dayanıklılık.

Evaluation of Local Chickpea Populations Collected in the Western Black Sea Region (*Cicer arietinum* L.) for Blight Disease (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.)

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the blight disease (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) responses of local chickpea populations collected from small-scale enterprises in marginal areas in the Western Black Sea Region. In the study, 200 sub-samples obtained by classifying 51 seed samples collected from chickpea growing areas in five provinces in the Western Black Sea region (Karabük, Kastamonu, Samsun, Sinop and Amasya) and four registered varieties (Azkan, Canitez, Çağatay and Gökçe) were used. The study was carried out in Tokat using an augmented trial design and controlled greenhouse conditions were carried out in Samsun. While the development of the disease was left to natural conditions in the field, pathogen inoculation was performed in controlled greenhouse conditions. Under field conditions plants were grown in parcels with dimensions of 40 cm x 5 m (row spacing x row length), with 200 sub-samples. As a result of the disease evaluations made according to a 1-9 scale, it was determined that three sub-samples had 1-3 (durable), 14 had 4-5 (tolerant), and 133 had 6-9 (sensitive) disease scores. As a result of the evaluation made according to the 1-9 scale in viols under controlled greenhouse conditions, it was determined that two subpopulations were moderately sensitive, 31 subpopulations were sensitive and the remaining 167 subpopulations were non-durable.

Keywords: Chickpea, blight disease, *Ascochyta rabiei*, resistance to diseases.

GİRİŞ

Kendine döllen Nohut (*Cicer arietinum* L.) insan beslenmesinde önemli bir baklagil bitkisidir. Vavilov (1951) nohutun kökenini Hindistan, Orta Asya, Yakınoğu, Akdeniz ve Habeşistan'ın olduğu bildirmiş ve bunlar 5 farklı gen merkezinde toplamıştır (Van der Maesen, 1984). Redden ve Berger (2007)'e göre ise; nohutun köken merkezi Türkiye ve Suriye'nin içinde bulunduğu Bereketli Hilal'dir Tek yıllık atası *Cicer reticulatum*'un kökeni Türkiye (Redden ve Berger, 2007), *C.anatolicum* ise Anadolu, Ermenistan, Kuzeybatı ve Batı İran ve Kuzey Irak olarak bildirilmektedir (Berger ve ark., 2003). Abbo ve ark. (2003)'na göre yaklaşık 10.000 yıl önce Bereketli Hilal'de kültüre alınmıştır.

2022 yılı FAO değerlerine göre Dünya nohut üretimi 17.100.000 ton olup bunun %78,95'ini Hindistan karşılarken, Türkiye %3,4'ünü (580.000 ton) üretmiştir. Yine aynı yılın değerlerine göre Türkiye'de bölgelere göre üretimin % 68'ini İç Anadolu Bölgesi karşılarken %6,4'ünü Karadeniz Bölgesi karşılamaktadır (Anonim, 2024). Türkiye'nin 2022 yılı üretiminin 408.000 tonu iç piyasada tüketilirken geri kalan kısmı ihracata konu olmuştur (Anonim, 2024). Kişi başına tüketimi 5 kg'ın üzerinde olduğu Türkiye'de nohut daha çok yemeklik ya da atıştırılabilir çerez olarak tüketilmektedir (Yadav ve ark, 2007). Tanelerinde %18-37 protein, %38,1-73,3 karbonhidrat, %1,5-6,8 yağ, %1,6-9,0 selüloz içeri (Eser, 1981). Yağ içeriğinin % 4'ün üzerine çıkmasından dolayı önemli gıdadır (Şehirli, 1988).

Dünya'da ve Türkiye'de verim ve kaliteyi etkileyen en önemli biyotik stres faktörü nohut yanıklığı (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.)'dır (Soran, 1977; Bayraktar ve ark, 2007). Düşük nohut üretimine birçok faktörün olumsuz etkisi bulunsun da, *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. iklim koşullarının elverişli olduğu dönemlerde verimde %100'lere varan kayba neden olmaktadır (Açıkgöz ve Demir 1984; Açıkgöz, 1994; Küsmenoğlu, 1990; Singh ve ark., 1982; Singh ve ark., 1984, Udupa ve Baum 2003; Pande ve ark., 2005). Nohut yanıklık hastalığı etmeni *A. rabiei* (Pass.) Labr. (Eşeyli devresi: *Didymella rabiei* (Kovachevski) v. Arx) olarak adlandırılan bir fungusdur. Hastalık dünyada nohut üretimi yapılan alanlarda yaygın olarak görülmektedir (Nene ve ark.,

1996). Ülkemizde ilk defa Bremer (1948) tarafından İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde belirlenmiştir.

Hastalık; nohut bitkilerinin sap, yaprak ve tohum kapsüllerinde lekeler halinde görülmektedir. Bitkide sap ve dallarını çepeçevre saran düzensiz irilikte, açık kahveden siyahımsı koyu kahverengine kadar değişen lekelerle kendini göstermektedir. Hastalığın ortaya çıktığı bitki kısımlarında kırılma ve kısa zamanda kurumalar görülmektedir. Yapraklardaki dairesel şekilli lekeler sarı renkli bir hale ile çevrili olup tohum kapsülleri üzerinde ise iç içe dairesel lekeler şeklindeki oluşumlarla kendini göstermektedir (Singh ve Sharma, 1998). Eşeyli üreme için iki uyumlu çiftleşme tipi gerektiren heterotalik bir mantar olup; sahip olduğu üreme tipinden dolayı hastalık popülasyonlarında daha fazla genetik ve patojenik çeşitliliğe yol açabilmektedir (Chongo ve ark., 2003). *A. rabiei* (Pass.) popülasyonlarının tarımsal ekosistemlerdeki kantitatif direncin üstesinden gelmek için evrimleştiği tahmin edilmektedir (McDonald ve Linde, 2002). Bu yüzden nohut ıslahı, *A. rabiei*'nin yeni virulent patotiplerinin evrimi nedeniyle zorlaşmaktadır (Singh ve Reddy, 1991). Nohut yanıklığına dirençli F8, C1234, C235 genotiplerinde hastalığa karşı direncin düşmesi *A. rabiei*'nin yeni patotiplerinin ortaya çıktığını güçlü bir şekilde göstermiştir (Bedi ve Athwal, 1962). Nohutta *A.rabiei*'e karşı dayanıklı çeşit kullanımı hastalığın kontrolü için en etkili, verimli ve çevre dostu bir yaklaşımdır (Li ve ark., 2015). Bu yüzden dayanıklı kaynakların belirlenmesi ıslah çalışmalarının önemli bir ayağıdır (Haq ve ark., 1981; Hawtin ve Singh, 1984; Nene ve Reddy, 1987; Iqbal ve ark., 1989, Iqbal ve ark., 1994). Ancak nohut yanıklık hastalığının yeni patotiplerinin ortaya çıkması geliştirilen kaynakların stabil olmamasına neden olmaktadır. Türkiye'de Türkkan (2008) 3, Mart ve ark. (2016) 4 patotip tanımlamışlardır. Orta Karadeniz Geçit bölgesinde III. ve IV. patotip daha etkili olduğu bildirilmiştir. Türkiye'nin farklı nohut ekim alanlarından elde edilen 81 *A. rabiei* izolatu ile yürütülen RAPD analizi sonucu elde edilen dendrogramda izolatların 6 gruba ayrıldığı ve Grup_III'ün test edilen izolatların 51'ini (%63) kapsadığı tespit edilmiştir (Özer, 2009).

Mart ve ark. (2016), Türkiye'nin tüm bölgelerinden 937 izolat tespit etmiş ve bunlarda patotipleme

çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmada patotiplerin etkinliği saptanmış ve patotip I'den IV'e doğru hastalığın şiddetinin arttığı görülmüştür. Samsun şartlarında yapılan çalışmaya göre Eser, Dikbaş ve Aydın nohut çeşitleri, patotip IV'e toleranslı bulunurken, Adana şartlarında patotip-III için Eser, Damla, Ilgaz, Diyar, Arda, Azkan, Çakır, İnci, Hasanbey, Seçkin, Aydın çeşitleri toleranslı; patotip-IV için Çağatay, Sezenbey, Zuhul, Diyar, Arda, Yaşa, İnci, Hasanbey, Seçkin çeşitleri toleranslı bulunmuştur.

Bu çalışmada, ılıman iklime sahip, rutubetin genel olarak yüksek olduğu ve geniş tarım alanları olmadığı için yoğun ticari çeşitlerin yaygınlaşmadığı bir alan olan Batı Karadeniz Bölgesi illerinden toplanan nohutlar kullanılmıştır. Küçük aile işletmelerinde ve marjinal alanlarda çoğu aile ihtiyacını ya da yerel pazar için üretim yapılması nedeniyle bu materyallerin hastalığa direnç kaynağı olabileceği hipotezi ile bu çalışma yürütülmüştür. Toplanan köy popülasyonlarından seçilmiş alt örneklerde *A.rabiei*'e karşı direnç olup olmadığını belirlemek için arazi ve sera koşullarında yürütülen çalışmada dayanıklılık kaynakları ile birlikte Sharma ve Ghosh (2016) belirlediği *A.rabiei* patojenleri kullanılmıştır. Böylece hastalığa dayanıklı nohut çeşidi geliştirmek için yeni direnç kaynakları saptanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çizelge 1. Tarla çalışmalarının yürütüldüğü Tokat / Merkez'in aylara göre ortalama yağış ve sıcaklık değerleri. Table 1. Monthly average rainfall and temperature values of Tokat / Center where the field is operated.

Aylar Months	Toplam Yağış Total Precipitation		Ortalama Sıcaklık Average Temperature	
	Uzun Yıllar Long Years	2016 Yılı 2016 Year	Uzun Yıllar Long Years	2016
	Mart March	40,6	49,4	7,4
Nisan April	54,8	23,4	12,5	14,8
Mayıs May	58,3	89,5	16,5	16,2
Haziran June	38,3	33,1	19,9	21,1
Temmuz July	11,2	13,7	22,3	22,6
Ağustos August	5,7	0,1	22,4	24,9

Çalışmada Batı Karadeniz Bölgesinden toplanan 51 adet nohut popülasyonu tohum tipi, rengi ve büyüklüğüne göre 200 alt popülasyon tasnif edilmiştir. 200 alt popülasyon ile birlikte 4 standart (Azkan, Canitez, Çağatay ve Gökçe) kullanılmıştır. Çalışmanın tarla denemeleri Tokat Orta Karadeniz Geçit Bölgesi Tarımsal Araştırma Enstitüsü 401936N - 362656E koordinatları ve 578 m rakımdaki deneme arazisinde 20 Mart'ta, sera çalışmaları Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde 15 Mayıs'ta ekilerek yürütülmüştür. Tokat merkeze ait uzun yıllar ve 2016 yılına ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiş olup, bitkilerin çiçeklenme dönemini içeren Mayıs ayında toplam yağış değeri ve 2016 yılı aylık ortalama sıcaklık uzun yıllara göre yüksek olduğu görülmüştür.

Her iki denemede kullanılan süspansiyonun (inokulum) hazırlanması için, *Ascochyta rabiei* izolatları 22±1 °C sıcaklık ve 12 saat aydınlık periyot içeren inkübasyon odasında CSMDA içeren petri kaplarında 14 gün süreyle geliştirilmiştir. Geliştirilen *A. rabiei* kültürlerinin üzerine bir miktar steril saf su eklenerek steril bir spatül ile fungus agar yüzeyinden kazınmış ve steril filtre kağıdından süzülerek misel ve agar parçaları süspansiyondan uzaklaştırılmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonunun konsantrasyonu thoma lamı ile sayım yapılarak 5×10^5 spor/ml'ye ayarlanmıştır (Türkkan, 2008).

Tarla denemesi (Tokat lokasyonunda) Augmented Deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekrarda çeşitler ve 40 populasyon yer almıştır. 5 m sıra uzunluğunda, 40 x 10 cm sıra arası ve üzeri mesafesindeki parsellere 20 Mart 2016 tarihinde ekim yapılmıştır. Gözlemler her sırada tesadüfi olarak belirlenen 5 bitki üzerinde yapılmıştır. Anonymous (1993) ve Anonim (2001)'e göre verim kg/da, hasat indeksi (%), 100 tane ağırlığı (g), bitkide tane verimi (g), bitkide tane sayısı, (adet), biyolojik verim(g), bitkide bakla sayısı (adet), ilk bakla yüksekliği (cm) ve bitki boyu (cm) özellikleri incelenmiştir. Nohut yanıklığı gözlemleri 1 - 9 skalasına göre alınmıştır (Singh ve ark., 1981; Dolar ve Gürcan, 1992; İqbal ve ark., 2002).

Hastalık için hazırlanmış süspansiyon, çiçeklenme öncesi 9 Mayıs'ta atömizör ile uygulanmıştır. Mayıs ayı yağışlı olduğundan sulama ve sisleme ihtiyacı duyulmamıştır. Hastalık oluşumunun doğal haline bırakıldığı çalışmada hastalık okumaları çiçeklenme ve hasat döneminde 1-9 skalasına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada 1-5 skala değeri: dayanıklı, 5.1-9.0 skala değeri: hassas olarak kabul edilmiştir (Dolar ve Gürcan, 1992).

Sera şartlarında tohumlar ekilmeden önce % 1' lik NaOCl ile 3 dakika yüzeysel olarak dezenfekte edilmiştir. Deneme toprağı kum: gübre karışımı 0,5 cm'lik elekten geçirilmiştir. Göz çapı 8 cm ve 50 gözlü viyoller kullanılmıştır. Her bir göze 1 tohum olacak şekilde ekimler 5 tekerrürlü yapılmıştır.

Bitkilere *A. rabiei* (Pass.) Labr. içeren süsbansiyon 5 x 10⁵ spor.ml⁻¹ yoğunluğunda eşit şekilde uygulanarak bulaştırılmıştır. Bulaştırmadan hemen sonra bitki yüzeyindeki nemin muhafazası için polietilen torbalarla kapatılmış ve en az 48 saat bekletildikten sonra polietilen torbalar çıkarılıp, nemli ortamın sürekliliği için her gün 4 saatte bir belli sürelerde sisleme şeklinde sulanmıştır.

Sulama ve zararlılarla mücadele işlemlerinden sonra hassas çeşidin tamamen öldüğüne kanaat getirilince 1-9 hastalık skalası okuması yapılmıştır (Türkkan, 2008). Çalışmada hassas çeşit 9 skala değerini aldığı (inokülasyondan yaklaşık 3 hafta sonra) alt örnekler göre hastalık sakala değerleri **1** (İmmun), **2-3** (Dayanıklı), **4-5** (Tolerant) ve **6-9** (Hassas) olarak okunmuştur (İqbal ve ark., 2002; Singh ve ark., 1981). Çalışmalarda incelenen tüm özellikler Microsoft

Excelde basit istatistik hesaplamalara göre analiz edilmiş, incelenen özellikler arasındaki korelasyon analizleri JUMP-7 istatistik analiz programında yapılmıştır (Zaluski ve ark., 2021; Solomon ve ark., 2011; Toker ve Çağırca 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tarla şartlarında yapılan çalışmada çiçeklenme dönemi ve hasat döneminde nohut yanıklığı gözlemlerine (Dolar ve Gürcan, 1992; İqbal ve ark., 2002) göre 200 adet genotipin 178 tanesinin (% 89,89'unun) hassas (1-9 skalasına göre 6-9 arası) % 11'inin (22 alt örnek) dayanıklı olarak kabul edilen 1-5 arası skala değerini almıştır. Elde edilen verilere göre; kullanılan 200 alt örneğin 132'sinin hastalık skala değeri 8-9 aralığında iken, 33 alt örneğin hastalık skala değeri 7, 13 alt örneğin ise 6 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan Azkan çeşidi 7, Çağatay ve Gökçe 8, Canitez 9 skala değerlerini almışlardır. Kontrollü sera şartlarında elde edilen sonuçlara göre, standartlardan Azkan çeşidi 7, Çağatay ve Gökçe çeşitleri 8, Canitez çeşidi ise 9 değerlerini almıştır. Alt örneklerin tamamı nohut yanıklığı hastalığına hassas olduğu görülürken 2 tanesinin 6 skala değerini aldığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Tarla şartlarında yapılan çalışmada genotiplerin verim ortalaması 83,42±105,28 kg/da olarak tespit edilmiştir. Verim değerlerinin oldukça geniş bir değişim aralığı (0 - 452,1 kg) gösterdiği görülmüştür. 200 genotipin incelendiği çalışmada 56'sından verim alınmamıştır. Çizelge 3'de görüldüğü gibi çalışmada ele alınan tüm parametrelerden nohut yanıklığı ile verim (r= -0,650**), hasat indeksi (r= -0,387*), bitkide tane verimi (r= -0,434**), bitkide tane sayısı (r= -0,534**), biyolojik verim (r= -0,399**), bakla sayısı (r= -0,640**), ilk bakla yüksekliği (r= -0,501**) ve bitki boyu (r= -0,491**) düzeyinde olumsuz ilişkiler tespit edilmiştir. Buna göre bu hastalığın şiddeti arttıkça incelenen bu parametrelerde azalmalar olduğu anlaşılmaktadır. Verim alınmayan alt örneklerin büyük bir kısmı tane iriliği yüksek olan genotipler olması bu ilişkiyi teyit etmektedir. Bu sonuç Toker ve Çağırca (2004)'nın bulduğu korelasyon ilişkileri ile paralellik göstermektedir. Ayrıca, hastalık şiddetinin biyolojik verim ve tane verim ile olan ilişkisi Ouji ve ark. (2021)'nin yapmış olduğu çalışmasındaki sonuçlarıyla uyumludur.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan popülasyonların tarla ve kontrollü sera şartlarında nohut yanıklık gözlem (1-9 skalası) değerleri.
Table 2. Chickpea blight observation values (1-9 scale) of the populations used in the study in field and controlled greenhouse conditions

Genotip/Genotype	Tarla Gözlem Bahçesi/ Field Observation Garden	Kontrollü Sera Gözlem Bahçesi/ Controlled Greenhouse Observation Garden	Genotip/Genotype	Tarla Gözlem Bahçesi/ Field Observation Garden	Kontrollü Sera Gözlem Bahçesi/ Controlled Greenhouse Observation Garden	Genotip/Genotype	Tarla Gözlem Bahçesi/ Field Observation Garden	Kontrollü Sera Gözlem Bahçesi/ Controlled Greenhouse Observation Garden	Genotip/Genotype	Tarla Gözlem Bahçesi/ Field Observation Garden	Kontrollü Sera Gözlem Bahçesi/ Controlled Greenhouse Observation Garden	Genotip/Genotype	Tarla Gözlem Bahçesi/ Field Observation Garden	Kontrollü Sera Gözlem Bahçesi/ Controlled Greenhouse Observation Garden
102	9	9	147	8	9	193	9	9	238	8	9	284	9	9
103	9	9	148	8	9	194	9	9	239	5	8	285	9	8
104	9	8	149	8	9	195	5	9	240	5	8	286	8	8
105	9	8	150	8	9	196	6	8	242	6	7	287	7	8
106	9	8	152	9	9	197	5	8	243	8	8	288	7	7
107	5	8	153	9	9	198	5	8	244	8	7	289	6	9
108	5	8	154	7	9	199	8	7	245	8	9	290	6	9
109	6	9	155	8	9	200	8	8	246	8	9	292	9	9
110	9	8	156	7	9	202	7	8	247	7	9	293	9	8
112	9	8	157	7	9	203	9	9	248	8	9	294	9	9
113	9	9	158	7	9	204	8	8	249	8	9	295	9	8
114	9	8	159	8	9	205	8	8	250	9	9	296	8	9
115	8	9	160	9	9	206	8	8	252	5	9	297	9	9
116	8	8	162	8	9	207	8	7	253	8	8	298	9	9
117	9	8	163	8	9	208	8	9	254	7	8	299	9	9
118	8	8	164	9	9	209	7	8	255	6	9	300	9	9
119	8	9	165	9	9	210	7	8	256	6	9	302	9	9
120	9	9	166	9	9	212	7	8	257	7	9	303	8	9
122	9	8	167	9	9	213	7	8	258	3	8	304	9	9
123	9	8	168	8	9	214	5	8	259	4	6	305	9	8
124	3	8	169	9	9	215	9	8	260	3	7	306	8	9
125	7	8	170	9	8	216	7	8	262	5	8	307	8	8
126	9	9	172	8	9	217	8	9	263	9	9	308	8	9
127	7	8	173	9	9	218	8	8	264	9	9	309	8	9
128	7	8	174	9	9	219	8	9	265	9	8	310	8	9
129	8	8	175	9	9	220	7	9	266	9	9	312	8	9
130	9	8	176	7	8	222	8	9	267	9	8	313	9	9
132	7	9	177	7	8	223	8	9	268	8	9	314	9	9
133	7	8	178	7	8	224	8	9	269	8	9	315	9	9
134	9	8	179	6	9	225	8	9	270	8	9	316	5	8
135	8	8	180	7	9	226	7	9	272	9	9	317	6	7
136	7	9	182	6	9	227	8	9	273	8	9	318	9	9
137	8	8	183	5	8	228	8	9	274	8	9	319	8	9
138	8	6	184	5	8	229	8	9	275	9	9	320	5	9
139	8	9	185	7	8	230	8	9	276	9	8	322	5	9
140	9	9	186	7	8	232	8	9	277	7	9	323	6	8
142	9	9	187	8	9	233	8	8	278	7	9	AZKAN	3-7	8
143	9	9	188	8	9	234	8	8	279	8	9	CANITEZ	8	9
144	9	9	189	7	7	235	8	8	280	5	8	ÇAĞATAY	5-7	8
145	8	9	190	6	8	236	8	9	282	6	8	GÖKÇE	3-8	8
146	8	9	192	7	8	237	8	9	283	5	9			

Çizelge 3. Çalışmada incelenen parametreler arasında yapılan korelasyon analizi.

Table 3. Correlation analysis between the parameters examined in the study.

	Ortalama ± Sx Mean ± Sx	V	NY	HI	YTA	BTV	BTS	BV	BS	İBY
V	83,42±105,28									
NY	7,60±1,35	-0,650**								
HI	28,09±17,33	0,547**	-0,387*							
YTA	36,26±7,30	0,585**	-0,491**	0,701**						
BTV	12,43±13,70	0,682**	-0,434**	0,720**	0,621**					
BTS	28,69±32,21	0,762**	-0,534**	0,531**	0,620**	0,861**				
BV	62,37±46,23	0,536**	-0,399**	0,412*	0,603**	0,804**	0,759**			
BS	49,07±42,88	0,640**	-0,464**	0,443**	0,559**	0,818**	0,904**	0,842**		
İBY	30,31±9,46	0,438**	-0,501**	0,502**	0,621**	0,419*	0,420*	0,404*	0,367*	
BB	66,77±13,17	0,524**	-0,491**	0,608**	0,777**	0,524**	0,550**	0,514**	0,487**	0,797**

V: Verim, NY: Nohut Yanıklığı, HI: Hasat İndeksi, YTA: 100 Tane Ağırlığı, BTV: Bitkide Tane Verimi, BTS: Bitkide Tane Sayısı, BV: Biyolojik Verim, BS: Bakla Sayısı, İBY: İlk Bakla Yüksekliği ve BB: Bitki Boyu.

V: Yield, NY: Chickpea Blight, HI: Harvest Index, YTA: 100 Grain Weight, BTV: Grain Yield per Plant, BTS: Grain Number per Plant, BV: Biological Yield, BS: Pod Number, İBY: First Pod Height and BB: Plant Height.

Ele alınan genotiplerin incelenen özelliklerine göre yapılan korelasyon analizinde nohut yanıklık hastalığı, nohut verimi ($r = -0.650$) ve bitkide tane sayısı ($r = -0.534$) ile önemli düzeyde negatif ilişkili iken nohut verimi, bitkide tane verimi ($r = 0.682$), bitkide tane sayısı ($r = 0.762$), bakla sayısı ($r = 0.640$), 100 tane ağırlığı ($r = 0.585$), hasat indeksi ($r = 0.547$), biyolojik verim ($r = 0.536$), bitki boyu ($r = 0.524$) ve ilk bakla yüksekliği ($r = 0.438$) ile önemli ve pozitif ilişki içerisinde olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 3).

SONUÇ

Nohut yanıklık hastalığına karşı yeni direnç kaynakları bulmak hedefiyle başlanan bu çalışmada hastalığın sevdiği iklim şartlarının yaşandığı Batı Karadeniz Bölgesinden toplanan nohut populasyonlarının sera şartlarında yapılan çalışmaya göre tamamı hastalığa hassas oldukları belirlenmiştir.

Tarla denemesinde ise alt populasyonlarının %11'nin dirençli olduğu belirlenmiştir. Tarla şartlarında bitki yetiştiriciliğinde dikkate aldığımız kültürel uygulamalar ve kontrol edemediğimiz çevre şartları

(ortamda bulunan başka mikroorganizmalar, diğer canlılar, güneş ışığı, havalanma vs.) seradan farklı olarak bazı populasyonların nohut yanıklık hastalığına karşı dirençli olmasının nedeni olabilir.

Bu veriler bize mutlak dayanıklılığın dışında tolerans/direnç için sadece sera çalışmalarının yetmeyeceği ve bitkinin yetiştirme şartlarına uygun tarla denemelerinin de mutlak yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Tarla denemesinde 1-5 skala değeri alan alt populasyonlar, melezleme çalışmalarına dahil edilerek ıslah çalışmalarına katkı sağlanabilir. Ayrıca bu çalışmada nohut ekim alanlarında nohut yanıklık hastalığı mücadelesi yapılmadan ekonomik bir üretim yapılamayacağını elde edilen bulgular göstermektedir. Bu yüzden dayanıklı çeşit kullanmalı, kimyasal mücadele ve hastalığın çıkma ve yayılma ihtimalini azaltan kültürel ve agronomik uygulamalar (sıra arası mesafeyi uygun normda ayarlamak, bölgedeki hakim rüzgarlara göre ekim yönünü belirlemek, ot mücadelesi, ve ara çapasını zamanında yapmak vb. tedbirlerle) yapılmalıdır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abbo, S., D. Shtienberg, J. Lichtenzweig, S. Lev-Yadun, and A. Gopher. 2003. The chickpea, summer cropping, and a new model for pulse domestication in the ancient Near East. *The Quarterly Review of Biology* 78 (4): 435-448.
- Açıkgöz, N. 1994. Evaluation of chickpea lines for resistance to *Ascochyta* blight. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. 18-24 September 1994 Kusadasi, Turkey. pp: 261-264.
- Açıkgöz, N., ve İ. Demir. 1984. Nohut antraknozu *Ascochyta rabiei* pass. Labr'nın dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10: 145-156.
- Anonim. 2024. Tarım Ürünleri Piyasaları. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2024-Temmuz>
- Anonymous. 1993. Descriptors for Chickpea (*Cicer arietinum* L.) IBPGR/ICRISAT/ICARDA Rome <https://cgspace.cgiar.org/items/c23ae5cb-1a48-430e-9aa5-30382e527b99>
- Anonim. 2001. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Yemeklik%20Tane%20Baklagiller/yemeklik%20tane%20baklagiller.pdf>
- Bayraktar, H., F.S. Dolar, M. Tör. 2007. Determination of Genetic Diversity within *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr., The Cause of *Ascochyta* Blight of Chickpea in Turkey. *Journal of Plant Pathology* 89(3): 341-347.
- Bedi, K.S., and D.S. Athwal. 1962. C 235 is the answer to blight. *Indian Fmg.* 12: 20-22.
- Berger, J., S. Abbo, and N.C. Turner. 2003. Ecogeography of annual wild *Cicer* species: the poor state of the world collection. *Crop Science* 43: 1076-1090.
- Bremer, H. 1948. Türkiye Fitopatolojisi. Tarım Bakanlığı Neşriyat Müdürlüğü. Cilt 2. Sayı: 657.
- Chongo, G., L. Buchwaldt, B. D. Gossen, G. P. Lafond, W. E. May, E. N. Johnson, T. Hogg. 2003. Foliar fungicides to manage *ascochyta* blight (*Ascochyta rabiei*) of chickpea in Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 25: 135-142.
- Dolar, F.S., A. Gürcan, 1992. Pathogenic Variability and Race Appearance of *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. in Turkey. *Journal Turk. Phytopath.* 21: 61-65.
- Eser, D. 1981. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Teksir No: 59. Ankara
- Haq, M.A, A. Shakoor, M. Sadiq, M. Hussain. 1981. Induction of *Ascochyta* blight resistant mutants in chickpea. *Mutation Breeding Newsletter* 17: 506.
- Hawtin, G.C., K.B. Singh. 1984. Prospects and potential of Winter sowing of chickpea in the Mediterranean Region. *In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.), Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas.* pp. 7-16. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk. The Hague, The Netherlands.
- Iqbal, S.M., S. Hussain, B.A. Malik. 1994. Screening of chickpea lines against *Ascochyta* blight. *Int. Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 1: 21.
- Iqbal, S.M., I.A. Khan, M. Bashir. 1989. Screening of chickpea cultivars against *Ascochyta* blight in Pakistan. *Int. Chickpea Newsletter* 20: 16.
- Iqbal, S.M., S. Hussain, A. Bakhsh and M. Bashir. 2002. Sources of resistance in chickpea against *Ascochyta* blight disease. *International Journal of Agriculture & Biology* 4 (4): 488-490.
- Küsmenoğlu, İ. 1990. *Ascochyta* blight of chickpea: inheritance and relationship to seed size, morphological traits and isozyme variation. M.S. Thesis. Washington State University. Pullman, U.S.A.
- Li, H.; M. Rodda, A. Gnanasambandam, M. Aftab, R. Redden, K. Hobson, G. Rosewarne, M. Materne, S. Kaur, A.T. Slater. 2015. Breeding for biotic stress resistance in chickpea: Progress and prospects. *Euphytica* 204: 257-288.
- Mart, D., E. Anlarsal, D. Yücel, M. Türkeri, A.G. Öktem, N. Çankaya, T. Karaköy, S. Dumlu. 2016. Nohutta *Ascochyta* yanıklığı etmeninin popülasyon karakterizasyonu ve moleküler işaretleyiciler kullanılarak bu etmene karşı dayanıklı genotiplerin araştırılması. Tubitak 1003. Proje No:1130070
- McDonald, B.A., C. Linde. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Ann. Rev. Phytopathol* 40: 349-379.
- Nene, Y.L., M.V. Reddy. 1987. Chickpea diseases and their control. Pp: 233-270 *In: Saxena, M.C. and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea.* CABI, Oxon, UK.
- Nene, Y.L., V.K. Sheila, S.B. Sharma. 1996. A World List of Chickpea and Pigeonpea Pathogens. 5th Edition. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics. Patoncheru 502 324, Andhra Pradesh, India. p. 27.
- Ouji A., S. Chekali, N. Chaieb, R. Hajri, M. Ben Younes. 2021. Effect of row spacing and seed rate on *ascochyta* blight severity and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Tunisia. *Legume Research-An International Journal* 44 (12): 1443-1448.
- Özer, G. 2009. Nohut yanıklık etmeni *Ascochyta Rabiei* (Pass.) Labr. patotiplerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Ankara
- Pande, S., K.H.M. Siddique, G.K. Kishore, B. Bayaa, P.M. Gaur, C. L. L. Gowda, T. W. Bretag, J. H. Crouch. 2005. *Ascochyta* blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review of biology, pathogenicity, and disease management, *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 317-332.

- Redden, R.J., and J.D. Berger. 2007. History and origin of chickpea. pp. 1-13. In S.S. Yadav, R.J. Redden, W. Chen, and B. Sharma (Eds.) Chickpea Breeding and Management (Wallingford: CAB International).
- Sharma M. and R. Ghosh. 2016. An Update on Genetic Resistance of Chickpea to *Ascochyta* Blight. *Agronomy* 6 (1): 18. <https://doi.org/10.3390/agronomy6010018>
- Singh K.B., G.C. Hawtin, Y.L. Nene, M.V. Reddy. 1981. Resistance in chickpea to *Ascochyta rabiei*, *Plant Disease* 65: 586-587.
- Singh, G., Y.R. Sharma. 1998. *Ascochyta* blight of chickpea. pp. 163-195. In R.K. Upadhyay, K.G. Mukherji (Eds). IPM System in Agriculture: Pulses. Aditya Books Pvt. Ltd.: New Delhi, India.
- Singh, G., Singh, K., Kapoor, S. 1982. Screening for sources of resistance to *Ascochyta* blight of chickpea. *Int. Chickpea Newsl.* 6: 15-17.
- Singh, G., M.M. Verma, A.S. Gill, T.S. Sandhu, H.S. Brar, S.S. Sra, S. Kapoor. 1984. Screening of gram varieties against *Ascochyta* blight. *Crop Improv.* 11: 153-154.
- Singh, K.B., M.V. Reddy. 1991. Advances in disease resistance breeding in chickpea. *Adv. Agron.* 45: 191-222.
- Solomon, K. F., I. Martin, A. Zeppa. 2011. Genetic effects and genetic relationships among shrunken (sh2) sweet corn lines and F1 hybrids. *Euphytica* 185: 385-394. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0555-2>
- Soran, H. 1977. The Fungus Disease Situation of Edible Legumes in Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology* 6(1): 1-7.
- Şehirali, S. 1988. Yemelik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1089. Ders Kitabı: 314. Ankara. 435 s.
- Toker, C., M.İ. Çağırğan, 2004. The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Hereditas* 140: 226-228
- Türkkan, M. 2008. Türkiye'deki *Ascochyta rabiei* (Pass) Labr. patotiplerinin ürettiği solanapyrone toksinlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi. Ankara.
- Udupa, S.M., M. Baum. 2003. Genetic dissection of pathotypespecific resistance to *Ascochyta* blight disease in chickpea (*Cicer arietinum* L.) using microsatellite markers. *Theor. Appl. Genet.* 106: 1196-1202.
- Van der Maesen, L.J.G. 1984. Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and its wild relatives. In *Genetic Resources and Their Exploitation—Chickpeas, Faba beans and Lentils* (Springer), pp. 95-104.
- Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants; translated from the Russian by K. Starr Chester. In F. Verdoorn (Ed). *Chronica Botanica* Waltham, Massachusetts, US: The Chronica Botanica Co. pp. 1-366.
- Yadav, S. S., R. Redden, W. Chen and B. Sharma. 2007. *Chickpea Breeding and Management*. CAB International Publishing. Wallingford, UK. p. 638. ISBN -13: 978-1-84593-213-8.
- Zaluski, W.L., M.V. Faria, J.C. Rosa, R.S. Uhdre, V.S. Sagae, N.R. Chiquito, E. Gava, E.A.P. Paiva, PR. Silva. 2021. Yield related key traits in the selection of super sweetcorn hybrids. *Bragantia* 80: e3321. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200484>

Susamda (*Sesamum indicum L.*) Farklı Kimyasal Mutagen Uygulamalarının In Vitro Tohum Çimlenmesi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Umut ÖZER^{1,*}

Betül AKIN²

Ayşegül ALTUNOK MEMİŞ³

^{1,3}Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir/TÜRKİYE
²T.C. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0001-9224-7980>

²<https://orcid.org/0000-0002-2325-7496>

³<https://orcid.org/0000-0003-3419-3202>

*Corresponding author(Sorumlu yazar):umut.ozer@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 11.11.2024

Accepted (Kabul tarihi): 10.12.2024

ÖZ: Susam (*Sesamum indicum L.*) tarihte bilinen en eski yağlı tohumlu bitkilerden biri olup doğal antioksidanlar olan sesamolin, sesamin, sesamol ve alfa-tokoferol sayesinde yüksek yağ stabilitesine sahiptir. Üstün kalite özelliklerine rağmen, dünyada susam tarımının gelişmesini engelleyen en önemli faktör düşük verimdir. Sektörün bu ihtiyacını karşılamak üzere yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Susam ıslahında mutasyon ıslahı gibi biyoteknolojik yöntemlerin kullanılması, varyasyonların oluşturulması açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Çalışmada Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen TANAS susam çeşidi tohumları kullanılarak farklı mutagen dozlarının etkilerini izlemek ve mutasyon ıslahında doz tayinine yardımcı olmak için %0,0 (kontrol) ve %1,0, %1,5 ve %2,0 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda Etil Metansülfonat (EMS) ve %1,0, %1,5 ve %2,0 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda Sodyum Azid (SA) çözeltisinde (18-24 °C) 4 saat süre ile muamele edilmiştir. Uygulama sonrası tohumların ekimi Murashige and Skoog (MS, 1962) besin ortamına yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda her iki mutagenin de kontrol grubuna göre fenotipik çeşitlilik sağladığı, %2,0 SA uygulamasında daha fazla varyasyon yarattığı, buna karşılık %1,0 EMS dozunun mutagen olarak daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Susam, *Sesamum indicum*, mutasyon, doku kültürü.

The Effect of Different Chemical Mutagen Treatments on In Vitro Seed Germination and Plant Development in Sesame (*Sesamum indicum L.*)

ABSTRACT: Sesame (*Sesamum indicum L.*) is one of the oldest known oilseed plants and possesses high oil stability due to natural antioxidants such as sesamolin, sesamin, sesamol, and alpha-tocopherol. Despite its high quality characteristics, the most significant factor hindering the development of sesame farming worldwide is its low yield. To address this need, the development of high-yield varieties is crucial. The use of biotechnological methods, such as mutation breeding, in sesame breeding provides a significant advantage in generating variations. In this study, seeds of the TANAS sesame variety obtained from the Aegean Agricultural Research Institute were treated with three different concentrations of Ethyl Methanesulfonate (EMS) (0.0% control, 1.0%, 1.5%, and 2.0%) and three different concentrations of Sodium Azide (SA) (1.0%, 1.5%, and 2.0%) solution at 18-24°C for 4 hours. After the treatments, the seeds were planted in Murashige and Skoog (MS, 1962) nutrient medium. Measurements revealed that both mutagens induced phenotypic variation compared to the control group, with higher doses of SA generating more variation, while lower doses of EMS proved to be more effective as a mutagen.

Keywords: Sesame, *Sesamum indicum*, mutation, tissue culture.

GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum*) tarihte bilinen en eski yağlı tohumlu bitkilerden biri olup, Güney-Batı Afrika kökenli olduğu düşünülmektedir. Arkeolojik deliller, morfolojik ve sitogenetik çalışmalar susam bitkisinin kültüre alınan ilk yağ bitkisi olduğunu ve ilk kez

Hindistan'da İndus Vadisi'ndeki Harappa'da M.Ö. 2250'de kültüre alındığını, bununla birlikte M.Ö. 2000 yıllarında Mezopotamya ve Anadolu'da da tarımının yapıldığı bildirmektedir. "Yağ Bitkilerinin Kraliçesi" olarak adlandırılmasının nedeni, doğal antioksidanlar olan sesamolin, sesamin, sesamol ve alfa-tokoferol sayesinde mükemmel yağ stabilitesine sahip olmasıdır (Brar ve Ahuja, 1979). Susam, tohumlarında %50–60

yağ ve %25 protein bulunduran bir yağ bitkisidir (Seçer, 2016). Yağı oldukça stabildir ve yüksek miktarda doymamış yağ asitlerince zengindir (Tan, 2011). Üstün kalite özelliklerine rağmen, dünyada susam tarımının gelişmesini engelleyen en önemli faktör düşük tohum verimidir. Özellikle, makinalı hasada uygun ve kapsüllerini çatlatmayan (indehiscens tipi) yüksek verimli çeşitlerin yetersiz ve mevcutların adaptasyon alanlarının dar oluşu, susam tarımının dünyada istenilen düzeyde gelişmesini engellemektedir (Baydar, 2005). TÜİK 2023 yılı verilerine göre Türkiye’de 220.205 da alanda susam tarımı yapılmış olup 16.190 ton ürün elde edilmiştir. Bu verilerle dekar başına 73 kg verim olduğu görülmektedir (TÜİK, 2024). Ülkemizde yetersiz üretim nedeniyle ihtiyacın %80-85’i ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Üretim alanlarının genişletilmesi yerine, birim alanda yüksek verimli çeşitler geliştirilerek, üretimin artırılması önem taşımaktadır. Susam tarımının önündeki en büyük engeller, elle yapılan hasat maliyetlerinin yüksek olması, düşük verim ve bazı hastalıklar olarak sıralanabilir. Bu bağlamda, yüksek verimli, hastalıklara dayanıklı veya yüksek derecede toleranslı, makinalı hasada uygun germplasm ve çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi önem taşımaktadır (Memiş ve ark., 2022).

Mutasyon, bir organizmanın genetik özelliklerinde meydana gelen kalıtsal bir değişikliktir ve yeni gen varyantları (allel) üreten doğal bir süreçtir. Herhangi bir organizmadaki, bitkiler de dahil olmak üzere, tüm genetik değişikliklerin çoğu mutasyon kaynaklıdır. Radyasyon ve bazı kimyasallar, rastgele gen bölgelerinde mutasyonlar oluşturmak ve genetik varyantlar üretmek amacıyla kullanılabilir (Nei, 2007). Bitki ıslahı, özellikle mutasyon ıslahı, genetik ve DNA teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde moleküler bir döneme girmiştir (Raina ve ark., 2016). Genotipte gözlemlenen değişimlerin yanı sıra organizmada gözlemlenen fenotipik değişimler, mutasyonun bir diğer sonucudur. Gen seviyesinde gözlemlenen kimyasal değişimler de bu modifikasyonun sebebiyle oluşmuştur. Bu değişiklikler, tarımsal amaçlı üretilen bitkilerin yeni ve kalıtsal karakter varyantlarının ortaya çıkmasına olanak tanır. Bu kimyasallar, bitkilerde mutasyon oluşturmak için kullanılabilir ve ortaya çıkan varyantlar içerisinde istenen özelliklere sahip bireyleri seçilebilme imkanını bize sağlamaktadır

(Lamo ve ark., 2017). Mutasyon ıslahı, indüklenmiş mutasyonlar kullanılarak istenen özelliklere sahip yeni bitki çeşitlerinin üretildiği bir bitki ıslahı yöntemidir. İslahçılar, tohumları veya bitki dokularını radyasyon veya kimyasal maddelere maruz bırakarak genetik değişiklikleri teşvik etmektedirler. Bu mutasyonlar; daha iyi verim, hastalıklara karşı direnç veya daha iyi besin içeriği gibi faydalı özellikler ortaya çıkarabilir. Bir genin mutagenler veya fiziksel faktörlerle (radyasyon) mutasyona uğratılması indüklenmiş mutasyon olarak tanımlanır. Bu mutagen faktörler; mutasyon sıklığını artırır, olası gelişmiş özelliklerin ortaya çıkmasını hızlandırır ve kolaylaştırır. İndüklenen bitkiler yetiştirilir ve istenen özellikleri sergileyenler seçilerek daha ileri ıslah ve yetiştirme süreçlerine dâhil edilir. Bu yöntem, çeşitli bitkilerde performansı ve uyumluluğu artırmak için başarıyla kullanılmıştır (Yali ve Mitiku, 2022). "Mutasyon ıslahı" terimi Freisleben ve Lein (1944) tarafından, tarımsal iyileştirme amacıyla mutasyon hatlarının kasıtlı olarak indüklenmesi ve geliştirilmesini tanımlamak için oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, daha yüksek verim, hastalıklara karşı artan direnç ve çevresel streslere daha iyi uyum gibi geliştirilmiş bitki özellikleri sağlayabilecek genetik varyasyonlar yaratmaya odaklanır. İslah üzerine çalışan bilim insanları, mutasyonların potansiyelinden yararlanarak, yeni ve faydalı bitki çeşitlerinin geliştirilme sürecini hızlandırabilmektedirler (Lamo ve ark., 2017).

Etil metansülfonat (EMS) mutasyonları tetikleyen yaygın bir ajandır ve bitkilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Shikata ve ark., 2016). EMS kaynaklı mutasyonlar, tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler), baz geçişleri, baz transversiyonları ve eklemeler (indel'ler) gibi çeşitli mutasyonları içerir. EMS kaynaklı mutasyon mekanizması, EMS'nin guaninlere alkilleme yaparak mutasyonlara neden olmasıdır; bu da timin, sitozin yerine O-6-ethyl G ile yanlış eşleşmesine yol açar. Genom çapında yapılan araştırmalar, C/G → T/A geçişlerinin EMS kaynaklı mutantlarda baskın mutasyonlar olduğunu göstermektedir (Shirasawa ve ark., 2016). EMS kaynaklı mutantlar; çeşitli fenotipler, metabolik ürünler ve biyotik/abiyotik stres toleransları sergiler (Zhang ve ark., 2016). Genetik mutantlar, sadece ıslah programlarına katkıda bulunmakla kalmaz aynı zamanda moleküler araştırmalar için büyük bir potansiyele de sahiptir (Abe ve ark., 2012).

Sodyum azid (SA) kimyasal bir mutagen olup, bitkilerde en güçlü mutagenlerden biri olarak bilinmektedir. Mutagenite, azid bileşiğinin organik bir metabolitinin üretimiyle etki etmektedir (Owais ve Kleinhofs, 1988). Bu metabolit, hücre çekirdeğine girerek, DNA ile etkileşime girer ve genomda nokta mutasyonlarına neden olur. Bitkilerde güçlü bir mutagen olan SA, bitkilerin farklı kısımlarını ve büyüme gelişimini, metabolik aktiviteleri bozarak etkiler.

Bu çalışma, SA ve EMS'nin farklı dozlarının susam tohumu çimlenmesi sırasındaki ve bitki gelişimindeki etkilerini gözlemleyerek mutasyon ıslahı çalışmalarında doz tayinine ışık tutabilmek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma materyali olarak susam çeşidi (TANAS), Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden (ETAE) temin edilen TANAS susam çeşidi kullanılmıştır. 2022 yılında ETAE bitki doku kültürü laboratuvarında yürütülen çalışmada, eksplant kaynağı olarak kullanılan susam tohumları ilk olarak ön temizlik için musluk suyu altında yıkanmıştır. Çeker ocağa getirilen susam tohumlarında EMS ($\text{CH}_3\text{SO}_3\text{C}_2\text{H}_5$) ve SA (NaN_3) kimyasal mutagenlerinin farklı dozlardaki konsantrasyonları denenmiştir. Bu amaçla tohumlar, 10 saat saf suda bekletildikten sonra %0,0 (kontrol) ve %1,0, %1,5 ve %2,0 olmak üzere 3 farklı EMS ve %1,0, %1,5 ve %2,0 olmak üzere 3 farklı SA çözeltisinde ($18-24\text{ }^\circ\text{C}$) 4 saat süre ile her 30 dakikada bir çalkalanarak muamele edilmiştir. Ardından tohumlar distile suda 2 saat tutularak durulanmıştır. EMS ve SA çözeltileri hazırlanırken çözücü olarak distile su kullanılmıştır. Kimyasal mutagen uygulaması ardından steril hava akışlı laminar kabin içerisinde bir miktar kurutulmuş tohumlar öncelikle yüzey sterilizasyonu için %70'lik etil alkol içerisinde 5 dakika tutulmuştur. 1 kez steril saf su ile durulanan tohumlar, %10 Sodyum Hipoklorit (NaClO) ile 5 dakika muamele edildikten sonra yine 1 kez steril saf su ile durulanmış ve ardından %20'lik Hidrojen Peroksit (H_2O_2) ile 5 dakika muamele edilmiştir. Ardından tohumlar steril saf su ile 3 kez durulanarak sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır.

Steril haldeki tohumlar, içerisinde %3 sükröz, %8 agar bulunan pH'sı 5,7' e ayarlanmış 1 mg/l Benzil Adenin (BAP) ile güçlendirilmiş MS (Murashige ve Skoog,

1962) temel besin ortamı (Çizelge 1) bulunan deney tüplerine, her bir tüpe bir adet olmak üzere ekilmiştir.

Çizelge 1. MS bazal besi yerinde bulunan makro-mikro elementler, vitaminler, aminoasitler, diğer maddeler ve konsantrasyonları (Murashige and Skoog, 1962).

Table 1. Macro-micro elements, vitamins, amino acids, other substances and their concentrations in MS basal medium (Murashige and Skoog, 1962).

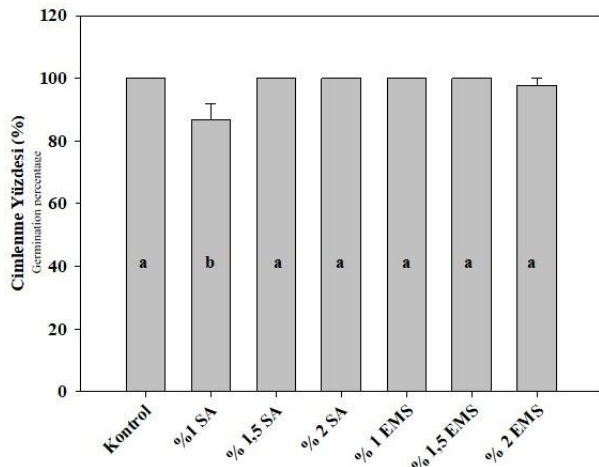
Makro Elementler Macro Elements	mg/l
KNO_3	1900
NH_4NO_3	1650
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
CaCl_2	332,2
KH_2PO_4	170
Mikro Elementler Micro Elements	mg/l
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	16,9
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8,6
H_3BO_3	6,20
KI	0,83
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025
FeNaEDTA	36,72
Vitaminler ve amino asitler Vitamins and amino acids	mg/l
Myo-inostol	100,0
Pyridoxine-HCl	50
Nicotinik Asit	50
Thiamin- HCL	10
Glycine	2,0
Diğer Maddeler Others substances	g/l
Sakkaroz	30
Agar	8
pH	5,7

Çalışma her iki mutagen dozları için Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre her tekerrürde 15 materyal olmak üzere 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup toplamda 45 tohum kullanılmıştır. Tüplere ekilen tohum eksplantları çimlenmek üzere $22\text{ }^\circ\text{C}$ ' de ve 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık ışık periyotlu iklim odasında büyüme bırakılmıştır.

Veriler, JMP 6 SAS istatistiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkları ortaya koymak için $p < 0,05$ seviyesinde F-testi ve T testi uygulanmıştır. F-testi sonucunda önemli çıkan uygulamalara TUKEY-HSD çoklu karşılaştırılması uygulanmıştır (JMP, 2005).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagen uygulamalarının susamda *in vitro* tohum çimlenmesini istatistiki olarak önemli derecede etkilediği ortaya konulmuştur ($F= 5,5396$, $p<0,01$; Şekil 1). Yapılan uygulamalarda kontrol ile % 1,5 ve % 2 SA; % 1 ve % 1,5 EMS uygulamalarında % 100 çimlenme oranı elde edilmiştir. Bunu $97,78\pm 2,22$ çimlenme oranı ile % 2 EMS mutagen uygulaması ile $86,67\pm 5,12$ % 1 SA uygulaması takip etmiştir.

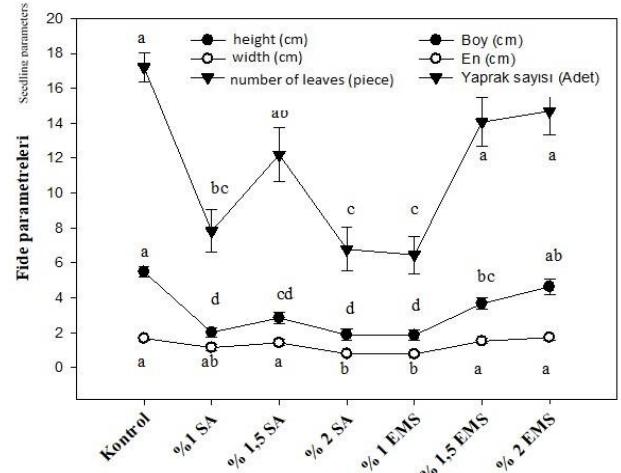


Şekil 1. Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagen uygulamalarının susamda *in vitro* tohum çimlenmesi üzerine etkileri. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Tukey HSD; $p < 0,05$.

Figure 1. Effects of different concentrations of chemical mutagen treatments on *in vitro* seed germination of sesame. Differences between means with different letters in the same column are significant. Tukey HSD; $p < 0.05$.

Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagene maruz bırakılan susam bitkisinin, bütün uygulamalarda ve konsantrasyonlarda susam fidelerinin eni, boyu ve yaprak sayısını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği ortaya konulmuştur. Şekil 2'de elde edilen bulgulara göre, susam fidesinde en yüksek bitki boyu $5,49\pm 0,27$ cm. ile kontrol uygulamasında elde edilirken, bunu $4,63\pm 0,44$ cm. ile %2 EMS uygulaması takip etmiştir. Farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının susam boy uzamasını istatistiki olarak önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada susam tohumlarına uygulanan farklı SA ve EMS mutagen dozlarının susam fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, fidelerinin bitki eni 0,78 ile 1,73 cm. arasında değişirken, en yüksek değer $1,73\pm 0,17$ ile %2

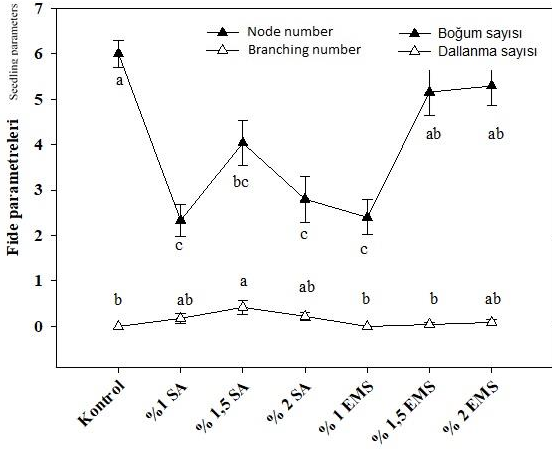
EMS uygulamasında elde edilmiştir. Susam fidelerinin yaprak sayısı 6,47 ile 17,20 arasında değişirken en yüksek yaprak sayısı kontrolü takiben, %2 ve %1,5 EMS uygulamalarında elde edilmiştir. %1 EMS ile %2 SA uygulamalarında yaprak sayısı düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagen uygulamalarının susamda *in vitro* bitki gelişimi üzerine etkileri (Bitki boyu, Bitki eni, Yaprak sayısı). Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Tukey HSD; $p < 0,05$.

Figure 2. Effects of chemical mutagen treatments at different concentrations on *in vitro* plant development in sesame (Plant height, Plant width, Leaf number). Differences between means shown with different letters in the same column are significant. Tukey HSD; $p < 0.05$.

Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagene maruz bırakılan susam bitkisinin, bütün uygulamalarda ve konsantrasyonlarda susam fidelerinin boğum ($F= 12,0245$, $p<0,01$) ve dallanma sayısını ($F=3,1756$, $p<0,05$) istatistiki olarak önemli derecede etkilediği ortaya konulmuştur. En yüksek boğum sayısı kontrol uygulaması ile %2 ve %1,5 EMS dozlarında elde edilirken, %1 SA ve %1 EMS uygulamalarında boğum sayısında önemli azalmalar görülmüştür (Şekil 3). Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagenlerin susam bitkisinin fide gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmamızda, fide dallanma sayısı bakımından yapılan uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. En fazla dallanma sayısı, boğum sayısından farklı olarak %1,5 SA dozunda elde edilmiş olup, bunu %2 SA takip etmiştir. Mutagen uygulanmayan kontrol uygulamasında ise dallanma görülmemiştir (Şekil 3.)



Şekil 3. Farklı konsantrasyonlarda kimyasal mutagen uygulamalarının susamda *in vitro* bitki gelişimi üzerine etkileri (Boğum ve dallanma sayısı). Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. Tukey HSD; $p < 0.05$.

Figure 3. Effects of chemical mutagen treatments at different concentrations on *in vitro* plant development in sesame (number of nodes and branches). Differences between means shown with different letters in the same column are significant. Tukey HSD; $p < 0.05$.

Uttarde ve ark., (2020) Gama ışını, EMS ve SA'nın etkilerini araştırdıkları çalışmada, tüm mutagenik uygulamalarda bitkisel parametrelerin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda da hem EMS hem de SA dozlarında, çimlenme ve dallanma dışındaki tüm bitkisel parametrelerde kontrol grubuna göre azalma olduğu tespit edilmiştir. Soya bitkisinde yürütülen bir çalışmada, olgunlaşmamış embriyolara farklı EMS konsantrasyonları (0,0, 0,2, 0,4 ve 0,8 mM) uygulanmış ve tüm EMS konsantrasyonlarında embriyo oluşumu ve rejenerasyon oranının kontrole kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Van ve ark., 2008). Benzer şekilde Sharma ve ark. (2013), *Citrus jambhiri*'nin gama ile ışınlanan tohumlarından gelişen bitkilere *in vitro* ortamda çeşitli EMS (0,2, 0,3 ve %0,4) ve metil metansülfonat (MMS; 0,05, 0,1 ve %0,2) konsantrasyonlarıyla muamele etmişlerdir. Sonuç olarak EMS'nin tüm konsantrasyonlarında rejenerasyon oranlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dhakshanamoorthy ve ark. (2010), *Jatropha curcas* türünde kuru tohumlara çeşitli konsantrasyonlarda gama ışını ve farklı oranlarda (%1, 2, 3 ve 4) EMS uygulamışlardır. Çalışmada, tohum çimlenme oranı, kök uzunluğu ve

sürgün uzunluğu gibi pek çok karakter incelenmiştir. Araştırmacılar, %1 oranındaki EMS uygulamasının engelleyici bir etki yarattığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tüm bitkisel parametrelerde %1 EMS dozunda bir azalış meydana gelirken, EMS dozu arttıkça bitkisel parametrelerde artış gözlenmiştir. Pius ve ark. (1994) ise EMS'nin birçok stres faktöründen biri olduğunu ve *in vitro* ortamda bitki rejenerasyonunu teşvik edici bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların, ilgili literatür verileri ile paralel olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. SA ve EMS kimyasal mutagen uygulamalarının % çimlenme, boy-en uzunluğu, yaprak sayısı, boğum sayısı ve dallanma sayısı için T-testi sonuçları

Table 2. T-test results for % germination, height-width, leaf number, node number and branch number of SA and EMS chemical mutagen treatments

Parametreler Parameters	SA	EMS
% Çimlenme (Germination %)	95,56±1,78	99,26±0,74*
Bitki boyu (Plant height) (cm)	2,25±0,19	3,38±0,23*
Bitki eni (Plant width) (cm)	1,13±0,10	1,34±0,09
Yaprak sayısı (Leaf number) (adet)	8,93±0,80	11,74±0,80*
Boğum sayısı (Node number)(adet)	3,06±0,27	4,28±0,28*
Dallanma sayısı (Branch number) (adet)	0,27±0,07*	0,04±0,03

* t ($p < 0,05$), ± SE

Elde edilen veri analiz sonuçlarına göre, SA ile EMS uygulamaları arasında % çimlenme, bitki boyu, yaprak sayısı, boğum sayısı ve dallanma sayısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Yapılan istatistiksel analizler neticesinde; tüm bitkisel parametrelerde SA'nın kontrole göre tüm dozlarında genel bir azalış olmasına rağmen %1,5 SA dozunda dallanma sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Abubakar ve Abdul (2021)'nin yaptıkları çalışma ile uyumludur. Abubakar ve Abdul (2021)'e göre SA optimum konsantrasyonları, bitkilerde muhtemelen hormonal dengeyi değiştirerek hücre bölünmesini ve uzamasını teşvik etmektedir. Susamda yaptıkları çalışmada SA'nın (0,00mM, 1,0mM, 2,0mM, 3,0mM ve 4,0mM) farklı dozlarının etkisini incelemişlerdir. Çimlenme ve kök uzunluklarının diğer dozlarda azalmasına rağmen 3,0 mM dozunda her iki

parametre üzerinde arttığı tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğunda ise yine diğer dozlardaki meydana gelen azalmalara rağmen 2.0 mM dozunda bir artış meydana geldiği bildirilmiştir. Aynı şekilde; Ashish ve ark. (2011) *Abelmoschus moschatus* türünde kimyasal mutagenlerle (Sodyum Azit veya Para-diklorobenzen) muamele edilen tohumlarda sürgün ve kök uzunluğunda bir azalma bildiren bulgularıyla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Olgun embriyo kültüründe sodyum azitin (NaN_3) farklı süre ve konsantrasyonlarda uygulanmasının etkilerine ilişkin elde edilen verilere göre, sodyum azit uygulaması kallus oluşumunu, rejenerasyon etkinliğini ve bitki sayısını azaltmıştır, bu etki, özellikle yüksek konsantrasyonlar ve uzun uygulama sürelerinde daha belirgin hale geldiği belirtilmiştir (Pour, 2016). Çalışmamızı üzerinde durulan karakterler özelinde değerlendirdiğimizde, sonuçların birbiri ile paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yapılan farklı araştırmalarda en fazla çeşitliliği sağlayan dozun %0,5 EMS olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar bu sonuçlara dayanarak kromozomal hasara yol açmayan daha düşük kimyasal mutagen dozlarının (EMS için %0,5) çeşitlilik miktarını arttırmada daha etkili olabileceğini bildirmişlerdir (Montalván ve Ando, 2005; Begum ve Dasgupta, 2010) Çalışmamızda ilgili literatüre paralel olarak kullanılan

en düşük EMS dozunun, mutagen etkisini arttırarak daha etkili mutasyon sağladığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Çalışmamızda kullanılan her iki mutagen (SA ve EMS) kontrol grubuna göre fenotipik çeşitlilik sağlamış olup, sözkonusu mutajenlerin susam mutasyon ıslahı çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; %2,0 SA uygulaması daha fazla varyasyon yarattığından dolayı, bundan sonra planlanacak çalışmalarda SA'nın %2,0 ve daha yüksek dozlarının kullanılması önerilmektedir. Buna karşılık yüksek doz EMS uygulamasında bitkilerin stres faktörüne vermiş olduğu tepki sebebiyle varyasyon oluşumu azaldığından, mutasyon ıslahı çalışmalarında %1,0 EMS ve daha düşük dozlarının kullanılması önerilmektedir.

EMS ve SA'nın bitki büyüme parametreleri üzerinde olumsuz etkileri olsa da bu etkiler genellikle bitki ıslah programlarında arzu edilen mutantların seçilmesi için temel oluşturmaktadır. Bu araştırmanın sonuçları susam ıslahında mutagen uygulamalarının genetik çeşitliliğin artırılmasına katkı sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, mutagenlerin uzun vadeli ıslah programlarında nasıl kullanılabileceğinin belirlenmesinde, mutasyonların genetik temeli, mutagenlerin etki ve moleküler mekanizmaları ile ilgili yapılacak daha detaylı çalışmalara gereksinim vardır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abe, A. S. Kosugi, K. Yoshida, S. Natsume, H. Takagi, H. Kanzaki, H. Matsumura, K. Yoshida, C. Mitsuoka, M. Tamiru, H. Innan, L. Cano, S. Kamoun, and R. Terauchi. 2012. Genome sequencing reveals agronomically important loci in rice using MutMap. *Nat. Biotechnol.* 30: 174–178.
- Abubakar, D., and S. Abdul. 2021. Effects of Para-Dichlorobenzene and sodium azide on germination and seedling growth of sesame (*Sesamum indicum* L.). *FUDMA Journal of Sciences* 5(2): 203–207.
- Ashish, R., H.R. Nandkishor, and W. Prashant. 2011. Effect of sodium azide and gamma rays treatments on percentage germination, survival, morphological variation, and chlorophyll mutation in okra (*Abelmoschus moschatus* L.). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 3 (5).
- Baydar, H. 2005. Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikleri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture* 18 (2): 267-272.
- Begum, T., and Dasgupta, T. 2010. A comparison on the effect of physical and chemical mutagenic treatments in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Genet. Mol. Biol.* 33: 761-766.
- Brar, G. S., and K. L. Ahuja. 1979. Sesame: its culture, genetics, breeding and biochemistry. *Annual reviews of plant sciences* 1: 245-313.
- Dhakshanamoorthy, D., R. Selvaraj, and A. Chidambaram. 2010. Physical and chemical mutagenesis in *Jatropha curcas* L. to induce variability in seed germination, growth, and yield traits. *Romanian Journal of Biology* 55 (2): 113–125.
- Freisleben, R., and A. Lein. 1944. Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszüchtung. *Kühn-Archiv* 60:211-222.
- JMP. 2005. JMP SAS Statistical Analysis System. Cary, North Carolina, USA.
- Lamo, K., D. J. Bhat, K. Kour, and S. P. S. Solanki. 2017. Mutation studies in fruit crops: a review. *Int. J Curr Microbiol Appl. Sci.* 6 (12): 3620-3633.
- Memiş, A. A., M. Aldemir, U. Özer, K.N. Karlık ve E. Serin. 2022. Ege Bölgesi Susam Araştırmaları Projesi 2022 Gelişme Raporu.
- Montalván, R., and A. Ando. 2005. Effect of gamma-radiation and sodium azide on quantitative characters in rice (*Oryza sativa* L.). *Genetics and Molecular Biology* 2: 117–126.

- Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum* 15(3).
- Nei, M. 2007. The new mutation theory of phenotypic evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (30): 12235-12242.
- Owais, W.M. and A. Kleinhofs. 1988. Metabolic activation of the mutagen azide in biological systems. *Mutation Research* 197: 313–323.
- Pius, J., L. George, S. Eapen, and P. Rao. 1994. Evaluation of somaclonal and mutagen-induced variation in finger millet. *Plant Breeding* 112 (3): 239–243.
- Pour, A. H. 2016. Kimyasal mutagen uygulamalarının buğdayda bazı in vitro karakterler ve kuraklığa tolerans üzerine etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Raina, A., R. A. Laskar, S. Khursheed, R. Amin, Y. R. Tantray, K. Parveen, and S. Khan. 2016. Role of mutation breeding in crop improvement-past, present and future. *Asian Research Journal of Agriculture* 2: 1-13.
- Seçer, A. 2016. Türkiye’de susam üretim ve dış ticaretinde gelişmeler. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 31: 27–36.
- Sharma, L. K., M. Kaushal, M. I. S. Gill, and S. K. Bali. 2013. Germination and survival of *Citrus jambhiri* seeds and epicotyls after treating with different mutagens under in vitro conditions. *Middle-East J. Sci. Res.* 6(2): 250-255.
- Shikata, M., K. Hoshikawa, T. Ariizumi, N. Fukuda, Y. Yamazaki, and H. Ezura. 2016. TOMATOMA update: Phenotypic and metabolite information in the Micro-Tom mutant resource. *Plant Cell Physiol.* 57 e11.
- Shirasawa, K., H. Hirakawa, T. Nunome, S. Tabata, and S. Isobe. 2016. Genome-wide survey of artificial mutations induced by ethyl methanesulfonate and gamma rays in tomato. *Plant Biotechnol. J.* 14: 51–60.
- Tan, A. Ş. 2011. Bazı susam çeşitlerinin Menemen koşullarında performansları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 21 (2): 11-28.
- TÜİK. 2024. Türkiye İstatistik Kurumu.2023 Susam Tarımsal Verileri
- Uttarde, R. B., S. N. Bolbhat, N. B. Admuthé, V. S. Kumavat, and A. K. Bhor. 2020. Induced mutations in sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Creative Research Thoughts* 8 (3).
- Van, K., H. J. Jang, Y.-E. Jang, and Lee, S.-H. 2008. Regeneration of plants from EMS-treated immature embryo cultures in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal of Crop Science and Biotechnology* 11: 119–126.
- Yali W., and T. Mitiku. 2022. Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences* 10 (2): 64-70.
- Zhang, N., S. Wang, X. Zhang, Z. Dong, F. Chen, and D. Cui. 2016. Transcriptome analysis of the Chinese bread wheat cultivar Yunong 201 and its ethyl methanesulfonate mutant line. *Gene* 575: 285–293.

Muğla İli Milas İlçesi Ekonomisine Coğrafi İşaretli Ürünlerin Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi¹

Figen ÇUKUR^{1,*} 

Tayfun ÇUKUR² 

¹*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, 48200, Milas, Muğla/TÜRKİYE*

²*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, 48200, Milas, Muğla/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-8788-0287>

²<https://orcid.org/0000-0003-4273-6449>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): figenc@mu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 19.09.2024

Accepted (Kabul tarihi): 17.12.2024

ÖZ: Kırsal kalkınmanın ve ülke ekonomilerinin son yıllarda en önemli araçlarından biri coğrafi işaretlerdir. CI'ler bir kültürel miras olan yerel ürünlerin korunmasının yanı sıra nesilden nesile aktarılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda ait olduğu yöreye önemli bir katma değer yaratmaktadır. Türkiye'nin Avrupa Birliği CI'li ilk Türk zeytinyağı Muğla ili Milas ilçesinde üretilen Milas zeytinyağıdır. Ayrıca mevcut CI'li ürünlerinin yanında potansiyel CI'li ürünleri ile Milas aynı zamanda gerek ilçe gerekse Muğla ili ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu araştırmanın amacı Milas ilçesi'nin en önemli iki CI'li ürünü zeytin ve zeytinyağının ilçe ekonomisine olası etkilerini değerlendirmektir. Araştırmada yarı yapılandırılmış anket yöntemi ile Milas ilçesi'ne ait CI'li zeytin ve zeytinyağının ilçe ekonomisine olası genel etkileri ile firma ve üretici düzeyinde etkileri ortaya konmuştur. Ayrıca zeytin ve zeytinyağı ile ilgili kamu kurum ve kuruluşları ve STK'ların konuyla ilgili görüşleri alınarak değerlendirilmeye dahil edilmiştir. Araştırmada coğrafi işaretlerin kırsal kalkınma, tarım ekonomisi, tarım turizmi, eko turizm, sosyal, gastronomi turizmi ve pazarlama ve markalaşma açısından genel etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre firmalar tarafından CI'li zeytin ve zeytinyağının, tanıtım ve reklam, firmalara güven, ürün satış miktarındaki artış, fiyat farkı ve karlılık, prestij, etiketsiz ürün satışının önlenmesi, markalaşma ve marka değerinde artış, yatırımlarda artış, rekabet ortamı yaratması ve markalı işletme sayısında artışa neden olduğu belirtilmiştir. Üretici açısından ise CI'li zeytin ve zeytinyağının, gelir artışı, kültürel önlemler konusunda üretici bilincinin artışı, randevu sistemi ile fabrikaya ürün getirilmesi ve kaliteli yağ sıkımı, coğrafi işaret alma eğiliminde artış, yağ kalitesi tescili, kendi markasını oluşturma eğilimindeki artış ve genç nüfusun tarımda kalma eğiliminde artış sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi işaret, ekonomi, tarım, Milas, Muğla.

Evaluation of the Possible Effects of Geographical Indications on the Economy of Milas District of Muğla Province

ABSTRACT: One of the most important tools of rural development and country economies in recent years is geographical indications (GIs). GIs ensure the protection of local products, which are a cultural heritage, as well as their transfer from generation to generation. In this context, GIs create significant added value to their regions. Türkiye's first Turkish olive oil with European Union GI is Milas olive oil produced in the Milas district of Muğla province. In addition to its existing GI products, Milas also makes significant contributions to the economy of both the district and the Muğla province with its potential GI products. The aim of this research was to evaluate the possible effects of olives and olive oil, the two most important GI products of Milas district, on the district economy. In the research, the possible effects of GI olives and olive oil of Milas district on the district economy were revealed at the company and producer level with the semi-structured survey method. In addition, the opinions of public institutions and organizations and NGOs related to olive and olive oil were taken into consideration and included in the evaluation. In the research, it was determined that geographical indications have general effects in terms of rural development, agricultural economy, agricultural tourism, eco tourism, social, gastronomy tourism and marketing and branding. According to the results obtained, companies use GI olives and olive oil for promotion and advertising, trust in companies, increase in product sales, price difference and profitability, prestige, prevention of unlabeled product sales, branding and increase in brand value, increase in investments, and creating a competitive environment. It has also been stated that this has led to an increase in the number of branded businesses. It was also determined that in terms of producers C.I.-certified olives and olive oil led to increase in income, increase in producer awareness on cultural measures, bringing products to the factory with the appointment system and extracting quality oil, increase in the tendency to obtain geographical indication, registration of oil quality, increase in the tendency to create its own brand and increase in the tendency of young population to stay in agriculture.

Keywords: Geographical indication, economy, agriculture, Milas, Muğla.

¹ Bu çalışma 6-8 Eylül 2023 tarihleri arasında Çanakkale'de düzenlenen 15. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Kırsal kalkınmanın önemli araçlarından biri olan coğrafi işaret (Cİ) yerel değerlerin korunması açısından kritik önem taşımaktadır. Yerelde kalkınmanın temel taşlarından biri olan Cİ ülke ekonomilerine yaptığı katma değer açısından ele alındığında önemi bir kat daha artmaktadır. Kırsal kalkınmada alternatif kalkınma stratejileri arasında yer alan Cİ'ler tipik ürünün ününe /itibarına dayalı kalkınma stratejisi ile tipik ürünün ait olduğu yörenin kalitesine dayalı stratejiler olarak adlandırılmaktadır (Çağatay ve Taşdan, 2023). Cİ'li ürün sayısı açısından önde olan ülkeler incelendiğinde özellikle kırsal alanda yaşanan ekonomik ve sosyal etkileri açık bir şekilde görülmektedir. Mikro bazda başlayan ekonomik gelişme ve kalkınma makro bazda ülke genelindeki gelişmelere ivme kazandırmaktadır.

Cİ'ler aynı zamanda bulunduğu yöreye fırsatlar yaratmaktadır. Dünyada Cİ sayısı 10.000-15.000 arasında olup AB'de ise 3500 adettir. Kore'de üretilen Boseong yeşil çay Cİ ile birlikte 2 kat üretimi artmış olup fiyat artışı %90 oranında gerçekleşmiştir. Boseong Bölgesi'nde turist sayısında 3 kat artış sağlanmıştır. Endonezya'da Kintamani kahvesinin çiftlik teslim fiyatı %100 artış göstermiştir. Yerel ve küresel markette ünü, kalitesi ve talebi artmıştır. Yörede üretici geliri artarken gençlerin köye göç ettiği görülmüştür. Kadınlar kahve üretim/işleme sürecine dahil olmuştur. Turistik kahve köyleri rol model olmuştur (Nacak, 2023).

AB'de Cİ sıralamasındaki 5 ülke sırasıyla İtalya, Fransa, İspanya, Portekiz ve Yunanistan'dır. AB'inde Cİ'ler Cİ olmayan ürünlere göre 2.23 kat daha fazla fiyat oluşumu söz konusudur. Fransa'da Cİ tescilli peynirlerin ortalama kilogram satış fiyatı 14.92 euro iken diğer peynirlerin satış fiyatı 9.02 Euro'dur. AB ekonomisinde Cİ'ler büyük yer kaplamaktadır. AB, birçok Cİ'inin AB dışında tanınmasına ve AB dışındaki Cİ'lerin AB'de tanınmasına izin veren 30'dan fazla uluslararası anlaşma imzalamıştır. Cİ'ler AB ve diğer ülkeler arasındaki ticaret müzakerelerinde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Komisyon ayrıca AB'de ve tüm dünyada kaliteli ürünleri tanıtmak için her yıl yaklaşık 50 milyon euro ayırmaktadır (Nacak, 2023). Dünyada Cİ'li ürün pazarı 2020 yılında 200 milyar dolara ulaşmış olup, bu pazardaki en büyük payı Avrupa Birliği (AB) almaktadır. Avrupa Birliği'nin tarımsal gıda ihracatının %17'sini Cİ'li ürünler

oluşturmaktadır. Türkiye'de 2020 yılı sonu itibarıyla koruma altına alınan 627 Cİ'in 261'i, yani %42'si TOBB'a bağlı oda ve borsalarca tescil ettirilmiştir. 2020 yılında AB'de Türkiye'nin 7 coğrafi işareti tescilli durumdadır. Bunların 5'ini oda ve borsalar tescil ettirmiştir (Anonim, 2021). AB'de ise 70 milyar dolar civarında bir coğrafi ürünler pazarı olduğu tahmin edilmektedir (DOKA, 2022). Bu pazardan Fransa 600'ün üzerinde tescilli Cİ'li ürünü ile 18 milyar dolar, 500'ün üzerinde tescilli Cİ'li ürünü bulunan İtalya ise 12 milyar dolarlık pay almaktadır (ATO, 2019).

İyi işleyen bir Cİ sisteminin ürün farklılaştırılması, ürün kalitesinin yükselmesi, artan pazarlama miktarı, artan rekabet gücü, fiyat farkı, artan üretici geliri, ihracat artışı, artan istihdam özellikle artan kadın istihdamı, yoksulluğun azalması, kültür turizmi ve kırsal göçünün azalmasına yönelik iktisadi etkileri uyandırması beklenmektedir (Çağatay ve Taşdan, 2023). Tüm bu etkilerin ayrıca kırsal kalkınmayı da hızlandıracağını söylemek mümkündür. Fransa'nın Bask bölgesinde espelette biberi Espelette köyünde üretilmekte 2016 yılında bu köyü 500.000 kişi ziyaret etmiştir. Her yıl 30.000 festival katılımcısı yer almaktadır. Aynı bölgede Cİ'lerin gastronomi ile birlikte aynı zamanda kültürel çeşitlilik ve zenginliğe katkısını anlatmak için turizm ofisi oluşturulmuştur. Ayrıca gurme kulüpleri, tadım günleri ve yerel çiftçi pazarları oluşturulmuştur. Güney Fransa'nın Rhone Alpes Bölgesinde Cİ'li Grenoble cevizi satış fiyatı 4.3 euro/kg, Cİ taşımayan cevizler 3.7 euro/kg olarak satılmaktadır. Bu bölgede doğa ve çevre korunmuş, bölgede turizm gelişimi, ceviz bölgeleri turistik gezi alanı olmuş ve tadım günleri, bisiklet turları organize edilmiştir. Ayrıca ürün eşleşmesi yapılarak farklı bir konsept oluşturulmuştur. Örneğin mavi peynir ve ceviz ile St. Marcellin salatası yapılmış, ceviz tadım atölyeleri kurulmuştur. Ayrıca hediyelik eşya sektörü de gelişmiştir (Nacak, 2023).

Son yıllarda ülkelerin özellikle Cİ'li ürünlerinin toplam ihracatları içindeki payının artışı ve ekonomiye kazandırdığı katma değer ise oldukça yüksek düzeydedir (Çukur ve Çukur, 2022). Türkiye'de dünyadaki Cİ'li ürünlerin ülke ekonomileri üzerindeki etkilerinin yoğun bir şekilde olduğu göstergesi ile Cİ'li ürünler üzerindeki çalışmalar hız kazanmıştır. Nitekim son yıllarda Cİ'li ürünler ile ilgili özellikle ülke ekonomilerine etkileri ve katkıları ile birlikte Cİ'lerin

ait oldukları yöreye olan ekonomik katkıları ile önemli bir ekonomik gösterge olduğu ortaya çıkmaktadır.

Üreticilerin Cİ'lerin getirisine bakış açısı coğrafi işaretli ürün üretiminin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Yapılan bir araştırmada Gümüşhane ilinde pestil üretiminde Cİ'lerin rolüne ilişkin üreticilerin algıları üzerinde mevcut pazara uyum, girdi tedariki ve Cİ, bileşen fiyatları, bilgi ve paydaş katılımı politikaları olmak üzere altı boyutlu faktörün etkili olduğu belirlenmiştir (Doğan ve Adanacıoğlu, 2022). Diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'nin de Cİ korumasından, dolayısıyla da ekonomik kazançlardan yeterince faydalanmadığı, Cİ korumasının sağlayabileceği ekonomik kazançların elde edilebilmesi için gerekli kurumsal altyapının tesis edilmesi gerektiği ve böylece, Cİ koruması, diğerlerinin yanında kırsal alanlara gelir ve istihdam sağlayan, ihracat gelirlerini arttıran bir politika aracı olarak kullanılabilirliği belirtilmektedir (Gökovalı, 2007).

Denizli İli'nde yapılan bir araştırmada Cİ'li ürünlerin dış ticaret içerisindeki toplam payının 2017 yılında neredeyse %17' lere yaklaştığı belirtilmektedir (Servet, 2019). Cİ'lerin şehir markalaşmasına etkilerinin Sakarya ili örneğinin incelendiği araştırmada, Sakarya'nın tanıtımında önemli olduğunu düşünenlerin %83, ekonomisini güçlendirdiğini düşünenlerin %73, turizmini canlandırdığını düşünenlerin %68,1, kimlik kazandırdığını düşünenlerin %80, bir çeşit markası niteliğinde olduğunu düşünenlerin %80,9, ürünü Sakarya'ya özgü olarak tanımlamakta olduğunu düşünenlerin %82,4 ürünün kalitesini güvence altına aldığını düşünenlerin %65,6, ürünün üretim ve sunum standardının korunmasında etkili olduğunu düşünenlerin %70, ürünü gelecek nesillerin de tanımını sağlayacağını düşünenlerin %83,2, ürünleri denetlenmiş olarak belirttiğini düşünenlerin %51,3, ürün satışlarını arttırdığını düşünenlerin %70, gastronomik amaçlı ziyaretleri arttırdığını düşünenlerin %68,8, gastronomik kimlik oluşturmada etkisi olduğunu düşünenlerin %78,5 olduğu belirlenmiştir (Yalçın, 2019). Sürdürülebilir gastronomi turizmi açısından coğrafi işaretin etkisinin yüksek olabileceği ve turizm değeri açısından ortaya çıkarılması gereken önemli bir yönü olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Baran ve Karaca, 2021). Cİ'li yiyecek ve içeceklerin destinasyonların tanıtımında önemli bir rol oynadığı ve gastronomi turizmini olumlu yönde

etkilediği görülmüştür. Cİ'li yiyecek ve içecekler destinasyonların gastronomi turizmi açısından diğer destinasyonlarla rekabet gücünü artırmaktadır (Coşkun ve ark., 2024). Bayburt ilinde yapılan araştırmada, yönetici ve şeflerin özellikle turizm yoğunluğunun yaşandığı yaz aylarında çokça talep gören Cİ'li ürünlere işletmelerinde daha fazla yer verme eğilimi gösterdikleri belirlenmiştir (Nazikgöl ve Ödemiş, 2024). Çanakkale'nin Cİ'li ürünlerinin doğru ve etkili bir şekilde tanıtım ve pazarlama çalışmalarının yapılmasıyla bölgesel turizm gelişiminde birer araç görevi üstlenebileceği vurgulanmaktadır (Mercan ve Üzülmöz, 2014).

Araştırmada ele alınan konu Türkiye ve bölge açısından önemli görülmektedir. Nitekim, Türkiye'de her geçen yıl alınan Cİ'li ürün sayısı artmaktadır. Ancak, bunun bölgesel düzeydeki etkilerini inceleyen çalışmalar çok az sayıdadır. Araştırma bu yöndeki eksikliği tamamlaması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca Cİ'ler konusunda literatürde pek çok ve il özelinde de dâhil olmak üzere birçok çalışma mevcut olmasına rağmen, Muğla ili ve Milas ilçesi özelinde Cİ konusundaki çalışmaların oldukça sınırlı olması bu araştırmanın önemini ortaya koymaktadır. Ele alınan çalışma kapsamında yer alan Milas ilçesi Türkiye'nin Cİ tescilli ürünleri bakımından önemli bir konumdadır. Bunun yanı sıra Türkiye'nin AB'nin Cİ tescilli 29 ürünün arasında Milas zeytinyağı ve Milas yağlı zeytini olmak üzere iki Cİ tescilli ürünü bulunmaktadır. Diğer taraftan başvuru aşamasında olan 6 adet Cİ tescilli ürünü ile Milas ilçesinin önemli potansiyeli bulunmaktadır. Bu açıdan Cİ'li ürün potansiyeli olan yerlere rehber olması açısından Milas ilçesi'nin ekonomisine Cİ'lerin olası etkilerinin değerlendirilmesi önemli görülmektedir. Çalışmanın temel amacı Milas ilçesi ekonomisine Cİ'lerin olası etkilerinin ortaya konmasıdır. Çalışmanın kapsamını Milas ilçesinde Cİ alan zeytin ve zeytinyağı üreticisi ve firmalar ile anket yolu ile yapılan görüşmeler oluşturmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma birincil veriler kullanılarak hazırlanmıştır. 2019 yılında Muğla İli Milas ilçesinde Milas Ticaret ve Sanayi Odası (MİTSO), Milas Tarım İlçe Müdürlüğü, Milas Ziraat Odası, TARİŞ- S.S. 153 Nolu Zeytin ve Zeytinyağları Tarım Satış Kooperatifi ve STK'lar ile birlikte ayrıca görüşmeyi kabul eden 2019 yılında Cİ almış 1 zeytin üreticisi ve 4 zeytinyağı firması ile anket

çalışması yapılmıştır. Ayrıca konu ile ilgili daha önceki çalışmalar, raporlar, makaleler ve çeşitli kamu kurum ve kuruluşlar ile internet sitelerinden elde edilen ikincil verilerden oluşan bilgilerden yararlanılarak araştırmaya destek sağlanmıştır.

Bu çalışmada nitel araştırma tekniği olan yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış anket formu ile gerçekleştirilen özellikle Cİ'li ürünleri konu alan birçok araştırma bulunmaktadır (Şimşek, 2020; Ceylan ve Komşu, 2020; Şimşek ve Güleç, 2020; Doğan ve Adanacıoğlu, 2021a; Doğan ve Adanacıoğlu, 2021b; Sandıkçı ve ark., 2022; Doğan ve Adanacıoğlu, 2022; Işık ve Sevim, 2023; Taş ve ark., 2023; Ünal ve Akyol, 2024; Doğan ve Adanacıoğlu, 2024). Yarı yapılandırılmış görüşme, incelenmek istenen konu hakkında katılımcılardan aynı türde bilgilerin toplanması amacıyla yapılan bir görüşme türüdür. Bu yaklaşımda görüşme öncesinde, görüşmeciye rehberlik edecek görüşme sorularının ya da konu başlıklarının yer aldığı görüşme formu hazırlanmaktadır. Yarı-yapılandırılmış görüşmede, görüşme formu yaklaşımı kullanıldığı için toplanan veriler, yapılandırılmamış görüşme verilerine göre daha sistematiktir. Dolayısıyla, verilerin düzenlenmesi ve çözümlenmesi göreceli olarak daha kolaydır (Sali, 2012).

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından önceden geliştirilen ve uzman görüşleri alınarak hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formunda konu ile ilgili açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Açık uçlu sorular arasında Cİ'li zeytin ve zeytinyağının Milas ilçe ekonomisine genel etkileri ve üretici ile firma düzeyindeki etkileri olmak üzere iki temel soru yer almıştır. Araştırmada kullanılan anket formundan elde edilen bilgiler doğrultusunda Cİ'lerin olası etkileri genel etkiler ve firma ile üretici düzeyindeki etkiler olmak üzere iki farklı yönden değerlendirilmiştir. Araştırmada tam sayım yapılmış olup, görüşülen kişi sayısı az olduğundan istatistiksel analiz yapılmamış, anketlerde yer alan açık uçlu sorulardan derlenen bilgiler alt başlıklar altında toplanarak değerlendirilip yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildikten sonra konu ile ilgili önerilere yer verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'de Cİ'li ürünlerin mevcut durumu ve potansiyeli

Türkiye'de 2023 yılı itibariyle toplam Cİ'li ürün tescil sayısı, 1438 adet olup, toplam işlemlerine devam eden başvuru sayısı ise 639 adettir. (TÜRKPATENT, 2023). Toplam işlemlerine devam edilen Cİ'lerin Bölgelere göre dağılımı incelendiğinde, ilk sırada 156 adet ile Doğu Anadolu Bölgesi yer alırken bunu sırasıyla 132 adet ile Karadeniz Bölgesi ikinci ve 119 adet ile İç Anadolu Bölgesi 3. sırada izlemektedir. Toplam işlemlerine devam edilen Cİ'lerin en fazla olduğu illere göre dağılımına bakıldığında ise Erzurum birinci sırada yer almaktadır. Malatya, Van ikinci ve Diyarbakır, Konya üçüncü sırada bulunmaktadır. Muğla ili ise onuncu sıradadır. Toplam tescil edilen Cİ'lerin illere göre dağılımı incelendiğinde Gaziantep, Konya, Afyonkarahisar ve Şanlıurfa sıralamada önde olan iller arasında yerini almaktadır. Muğla ise Türkiye genelinde 13. sıradadır. 14'üncü Türk ürünü olan Milas yağlı zeytini ile birlikte Türkiye'nin Avrupa Birliği'nden Cİ almış 29 adet ürünü arasında Gaziantep baklavası, Aydın inciri, Malatya kayısı, Aydın kestanesi, Milas zeytinyağı, Bayramiç beyazı, Taşköprü sarımsağı, Giresun tımbul fıncığı, Antakya künefesi, Suruç narı, Çağlayancerit cevizi, Gemlik zeytini, Edremit zeytinyağı, Milas yağlı zeytini, Ayaş domatesi, Maraş tarhanası, Edremit Körfezi yeşil çizik zeytini, Ezine peyniri, Aydın memecik zeytinyağı, Safranbolu safranı, Araban sarımsağı, Osmaniye yer fıstığı, Bingöl balı, Bursa şeftalisi, Hüyük çileği, Bursa siyah inciri, Söke pamuğu, Mesir macunu ve Gaziantep Menengiç Kahvesi bulunmaktadır. Türkiye'nin Avrupa Birliği Cİ tesciline başvuru alan ürünler arasında, Afyon sucuğu, Afyon pastırması, Antakya künefesi, İnegöl köfte, Maraş çöreği, Kayseri sucuğu, Çağlayancerit cevizi, Kayseri pastırması, Maraş tarhanası, Kayseri mantısı, Gemlik zeytini, Antep fıstığı ve Antep lahmacunu yer almaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği süreci devam eden 61 Cİ ve 6 geleneksel ürün adı ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (TOBB, 2024).

Muğla ilinde Cİ'ler

Muğla ili sahip olduğu Cİ'li ürünler kadar Cİ potansiyeli açısından da Türkiye'nin Cİ'li ürünler ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Nitekim son yıllarda özellikle Avrupa Birliği Cİ'li ürünler konusundaki atılan adımlar bunu destekler niteliktedir. Türkiye'nin 29 adet Avrupa Birliği Cİ'li ürünün 2'si

Muğla iline aittir. Bu ürünler Milas zeytinyağı ve yakın zamanda alınan Milas yağlı zeytinidir. Muğla ilinde mahreç 21 ve menşe işaretli 13 olmak üzere toplam 34 adet coğrafi işaretli ürün bulunmaktadır (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Çizelge 1. Muğla ili Cİ'li ürünler (Menşe İşareti).
Table 1. Geographical indication products of Muğla province (Protected designation of origin-PDO).

Ürün adı Product name	Tescil Yılı Registration Year
Bodrum mandarini	2012
Milas Zeytinyağı	2016
Muğla Çam Balı	2018
Milas Yağlı Zeytini	2019
Marmaris Çam Balı	2019
Kavaklıdere Cevizi	2020
Muğla Beyaz Mermeri	2020
Fethiye Kaya İnciri	2021
Köyceğiz Portakalı	2022
Marmaris Yer Fıstığı	2022
Datça Nurlu Bademi	2023
Ula Sarımsağı	2024
Datça Domatesi	2024

Kaynak/Source: TÜRKPATENT, 2023.

Çizelge 2. Muğla ili Cİ'li ürünler (Mahreç İşareti).
Table 2. Geographical indication products of Muğla province (Protected geographical indications-PGI).

Ürün adı Product name	Tescil Yılı Registration Year
Milas El Halısı	1997
Milas Tepsi Böreği	2018
Muğla Köftesi	2018
Muğla Saraylısı	2018
Muğla Göce tarhanası	2019
Seydikemer kilimi	2020
Üzümlü Destan/yeşil üzümlü destan	2020
Fethiye Kaya Halısı / Fethiye Kayaköy Halısı/ Fethiye Halısı	2020
Fethiye Tahini	2021
Milas Ekşili Köfte	2022
Milas Kanlı Kavurması	2022
Milas Vekil Harcı	2022
Milas Çaykaması	2022
Milas Çekişke zeytini	2022
Milas zeytinyağı sabunu	2023
Milas Çıntar kavurması	2023
Muğla Sulu Kebabı	2023
Fethiye Tarhanası	2023
Milas Köftesi	2024
Muğla Simidi	2024
Milas Ciğer Kavurması	2024

Kaynak/Source: TÜRKPATENT, 2023.

Milas ilçesinde Cİ'lerin mevcut durumu ve potansiyeline ilişkin elde edilen bulgular

Milas ilçesi Cİ'li ürün tescili alan firma sayısının her geçen gün arttığı görülmektedir. Milas'ın Cİ'li yağlı zeytini olan 1 işletme ve 2023 yılı itibarıyla Milas Cİ'li zeytinyağı firması 8 işletmedir (Çizelge 3). Milas'ta markalı zeytinyağı firma sayısı 94'dür (MİTSO, 2023). AB'den Cİ almayı başaran ilk Türk zeytinyağı Milas Zeytinyağıdır (Çukur ve Çukur, 2023). MİTSO'nun Türk Patent ve Marka Kurumu tescilli Cİ'li ürünleri ise; Milas el halısı, Milas zeytinyağı, Milas tepsi böreği, Milas yağlı zeytini, Milas çekişke zeytini, Milas ekşili köftesi, Milas kanlı kavurması, Milas çaykaması, Milas vekilharcı, Milas zeytinyağı sabunu, Milas köftesi ve Milas ciğer kavurması şeklinde sıralanmaktadır (MİTSO, 2023) (Çizelge 4). Muğla ilinin 34 Cİ tescilli ürünü olup bunun 14'ü Milas ilçesi'ne aittir (MİTSO, 2024). Milas ilçesi'nde Milas kabak çiçeği dolması, Milas Ören Yafa portakalı, Milas ekşili zeytin, Milas Cayrak armutu, Milas Karagöz börülcesi ve Milas karnıyarık fasulyesinin yer aldığı 6 adet ürün için Cİ başvuru çalışmaları sürmekte olup ayrıca yeni Cİ başvurularının da yapılacağı belirtilmektedir (MİTSO, 2024) (Çizelge 5).

Çizelge 3. Milas ilçesi'nde yıllara göre Cİ'li zeytinyağı markası olan firma sayısı.

Table 3. Number of companies with geographical indication olive oil brands in Milas district by year.

Yıllar Years	Cİ'li zeytinyağı markası Olive oil brand with GI
2017	4
2018	6
2019	4
2020	5
2021	15
2022	12
2023	8

Kaynak/Source: Milas Ticaret ve Sanayi Odası Kayıtları (MİTSO), 2023.

Çeşitli faktörler açısından Cİ'lerin Milas ilçesindeki etkileri

Cİ'lerin Milas ilçesindeki genel etkileri

Cİ'ler ait olduğu yörenin ekonomisine çeşitli açılardan katkı sağlamakta o yörede katma değer yaratmaktadır. Bu bağlamda Cİ'li ürünlerin ekonomisinin farklı açılardan ele alınıp incelenmesi gereklilik haline gelmiştir. Bu amaçla araştırmada kullanılan anket formunda zeytin ve zeytinyağında Cİ alan üretici, firmalar ve zeytin ve zeytinyağı ile ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile STK'lara öncelikle coğrafi işaretlerin

genel etkileri sorulmuş ve bu etkilerin başlıklar altında ayrıntılandırılması istenmiştir.

Çizelge 4. Milas ilçesi'nde yıllara göre tescilli Cİ'li ürünler.
Table 4. Registered geographically indicated products in Milas district by year.

No	Ürün adı Product name	Başvuru tarihi Application date	Tescil tarihi Registration date
1	AB Cİ'li Zeytinyağı	13.11.2017	23.12.2020
2	AB Cİ'li Milas Yağlı Zeytini	17.07.2020	08.09.2023
3	Milas El Halısı	12.06.1996	10.11.1997
4	Milas Zeytinyağı	24.06.2014	6.12.2016
5	Milas Tepsi Böreği	19.12.2017	23.11.2018
6	Milas Yağlı Zeytini	19.12.2017	28.08.2019
7	Milas Çekişke Zeytini	20.08.2021	17.05.2022
8	Milas Çaykaması	27.07.2021	7.09.2022
9	Milas Ekşili Köfte	20.08.2021	6.09.2022
10	Milas Kanlı Kavurma	20.08.2021	6.09.2022
11	Milas Zeytinyağı Sabunu	12.08.2022	7.06.2023
12	Milas Vekilharcı	27.07.2021	9.12.2022
13	Milas Köftesi	12.08.2022	23.08.2024
14	Milas ciğer kavurması	11.08.2022	28.05.2024

Kaynak/Source: Milas Ticaret ve Sanayi Odası Kayıtları (MİTSO), 2023

Çizelge 5. Milas ilçesi'nde Cİ başvurusu yapılan ürünler.
Table 5. Products for which geographical indication application has been made in Milas district.

Ürün adı Product name	Başvuru Tarihi Application date
Milas Kabak Çiçeği Dolması	20.08.2021
Milas Ören Yafa Portakalı	20.05.2022
Milas Ekşili Zeytin	12.08.2022
Milas Cayrak Armutu	20.10.2022
Milas Karagöz Börülce	20.10.2022
Milas Karnıyarık Fasulyesi	20.10.2022

Kaynak/Source: MİTSO, 2023.

Daha sonraki aşamada ise üretici ve firma düzeyinde etkilerinin değerlendirilmesine yönelik sorular yöneltilmiştir. Nitekim yapılan anketler sonucunda Cİ'lerin genel etkileri arasında bulunduğu yerin tarım ekonomisine etkilerinin yanısıra sosyal boyutu ile birlikte yöresel ürünlerin tanıtımı ve markalaşması, kırsal turizm, gastronomi ve gastronomi turizmi, tarım turizmi, eko turizme etkilerinin olduğu ve bulunduğu yere önemli faydalar sağladığı belirlenmiştir (Şekil 1). Araştırmada Cİ'lerin genel etkilerinden elde edilen sonuçlarına ilişkin destekleyici nitelikte birçok araştırma bulunmaktadır. Bunlar arasında kırsal kalkınmaya etkisi (Gülçubuk ve Kan, 2008; Bulut, 2013; Çukur ve Çukur, 2017; Bahar ve ark., 2019; Başaran, 2016; Aydın ve Gündüz, 2021; Doğan ve Adanacioğlu, 2021a), kırsal turizme etkisi (Kan ve ark.,

2012; Doğanlı, 2020; Deviren ve Yıldız, 2019; Polat, 2017), pazarlama ve markalaşmaya etkisi (Yusuf, 2018; Pektaş ve ark., 2018; Doğan ve Adanacioğlu, 2021b; Doğan ve Adanacioğlu, 2022; Doğan ve Adanacioğlu, 2024), gastronomiye etkisi (Çekal ve Doğan, 2022; Üzümcü ve ark., 2017; Denk ve Bilici, 2021; Yazıcıoğlu ve ark., 2019; Baran ve Karaca, 2021; Süslü ve ark., 2020; Akay, 2021), sosyal etkisi (Durmuş ve ark., 2022) ve tarım ekonomisine etkisi (Pektaş ve ark., 2018) yer almaktadır. Bidav ve Doğan (2022) tarafından yapılan araştırmada Cİ dut'un dut ağaçlarının sayısı ve üretim alanını arttırdığı ve gelirin çoğaldığı belirlenmiştir. Bunun yanısıra kurutulmuş halde pazara sunulan dutların büyük bir ticari potansiyele ulaştığı ve buna bağlı olarak köyde yaşam standartlarının yükseldiği aynı zamanda köyün tanınırlığının arttığı ortaya çıkmıştır. Özbey ve Köşker (2024) tarafından yapılan araştırmada Cİ'li ürünlerin yöre ekonomisine katkı sağladığını düşünenlerin ortalamasını yüksek bulmuş ve aynı zamanda Cİ'li ürünlerin bulunduğu yeri farklılaştırdığını ortaya koymuştur. Kanberoğlu ve Yıldırımçakar (2022) tarafından yapılan araştırmada Cİ, turizm potansiyelinin ve Cİ'li ürünlerin pazar marjının artmasının yanında, bölge halkının sosyo-ekonomik gelişmesine ve işsizliğin azalması üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Antep baklavasının turizm faaliyetlerine çeşitlilik katması ve yerel ürünlerin turizme kazandırılması bakımından bölgenin tanıtımına büyük oranda katkı sağladığı ifade edilmektedir (Taş ve ark., 2023). Van Otlu Peyniri'nin, ilin tanıtımına, turizm sektörüne ve yerel ekonomiye katkı sağlayacak bir ürün olarak algılandığı tespit edilmiştir (Yenipınar ve ark., 2014). Turizm sektöründe satış hacmi yüksek olduğu tespit edilen Cİ'li ürünlerin ekoturizm alanlarında pazarlanmasının destinasyon alanına ve ürünün korunurluğuna daha da katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Akyurt ve Güler, 2019). Ele alınan araştırmanın sonuçları daha önce konu ilgili yapılan benzer çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir.

3.2.2.2. Cİ'lerin Milas İlçesi'ndeki Üreticiler ve Firmalar Düzeyindeki Etkileri

Çalışmanın kapsamını oluşturan Milas ilçesinde ele alınan araştırmada yapılan yüz yüze anketlerde zeytin ve zeytinyağında Cİ alan üretici ve firmalara Cİ'lerin etkilerine yönelik açık uçlu sorular yönlendirilmiştir. Anket sonuçlarına göre tanıtım ve reklam, firmalara

güven, ürün satış miktarındaki artış, fiyat farkı ve karlılık, prestij, etiketsiz ürün satışının önlenmesi, markalaşma ve marka değerinde artış, yatırımlarda artış, rekabet ortamı yaratması ve markalı işletme sayısında artış olduğu firmalar tarafından ifade edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Firma ve üretici yönüyle coğrafi işaretlerin etkileri
Table 6. The effects of geographical indications from the perspective of companies and producers.

Firmaya Etkileri	Tanıtım ve Reklam
	Firmalara güven
	Ürün satış miktarındaki artış
	Fiyat farkı ve karlılık
	Prestij
	Etiketsiz ürün satışının önlenmesi
	Markalaşma ve marka değerinde artış
	Yatırımlarda artış
	Rekabet ortamı yaratması
	Markalı işletme sayısında artış
Üreticiye Etkileri	Gelir artışı
	Kültürel önlemler (üretim, hasad, ürünün taşınma şekli ve fabrikaya ulaşım vb.) konusunda üretici bilincinin artışı
	Randevu sistemi ile fabrikaya ürün getirilmesi ve kaliteli yağ sıkımı
	Coğrafi işaret alma eğiliminde artış
	Yağ kalitesi tescili
	Kendi markasını oluşturma eğilimindeki artış
	Genç nüfusun tarımda kalma eğiliminde artış

Kaynak/Source: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

-Tanıtım ve reklam açısından, Milas ilçesi'nde Cİ'li ürünlerin sadece ülke içinde değil ülke dışında da tanınırlığının arttığı görülmektedir. Önemli bir turizm destinasyonu olan Bodrum ilçesi'ne yakınlığının yanı sıra 27 adet ören yeri ile tarih ve kültür turizmi açısından da güçlü turizm potansiyeli ile Milas, zeytin ve zeytinyağının tanıtımı açısından avantaja sahiptir. Özellikle Avrupa Birliği Cİ'li zeytinyağı ve yağlı zeytini ile adını ülke dışına duyurmuş durumdadır. Ayrıca el dokuması halıları ve yöresel yemekleri ve diğer sahip olduğu Cİ'li ürünleri ile tanıtımı daha da artmış durumdadır. Kart ve ark. (2022) tarafından yapılan araştırmada Afyon sucuğunun yurt içinde ve yurt dışında tüketiciler tarafından biliniyor olsa da özellikle Cİ tescili almasından sonra bilinirliğinin önemli derecede arttığı ve reklam ve tanıtım açısından Cİ tescilinin büyük bir avantaj olduğu çünkü maliyetsiz bir şekilde ürün tanıtımına imkân sağladığı ve tüketicilerin Cİ tescilli ürünlere güven duyarak ürün pazarlamasını kolaylaştırdığı vurgulanmaktadır.

-Firmalara güven artışı açısından, tüketicilerin Cİ'li zeytin ve zeytinyağı üreten firmaların ürünlerini daha çok tercih etme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Gümrükçü ve Kurtuldu (2023) tarafından yapılan çalışmada tüketicinin Cİ'li ürünlere yerel olmayan ürünlerden daha fazla güvendiği ve bu sebepten satın alma tercihinin yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

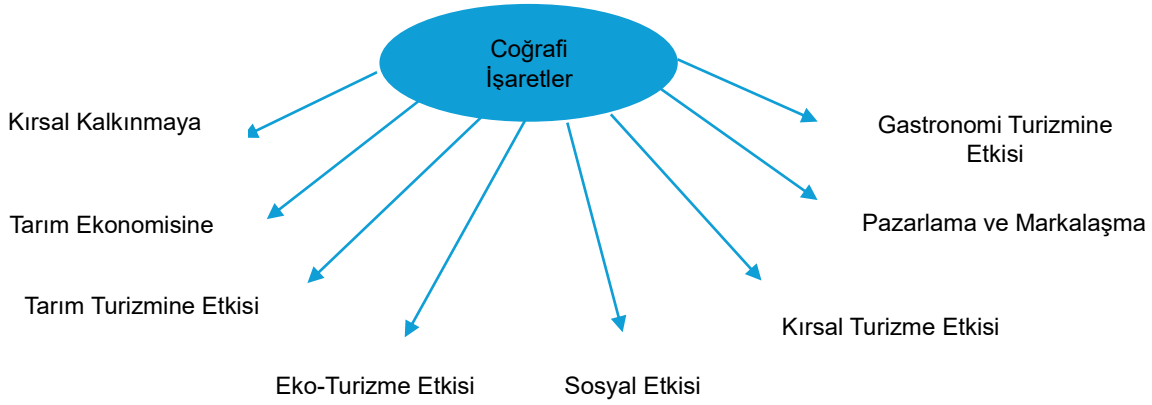
-Ürün satış miktarında artış açısından, firmalara artan güven ile birlikte zeytinyağı satış miktarında artış görüldüğü belirlenmiştir. Hedef pazardaki tüketici satış noktasına gittiğinde Cİ taşıyan ürünlere yönelmekte ve diğer ürünlerden ziyade bunları tercih etmektedir (Pektaş ve ark., 2018).

-Fiyat farkı ve karlılık yönünden, tüm dünyada Cİ'li ürünlerin fiyatlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum elde edilen karlılığı artırmaktadır. Yüksek marka bilinirliği marka tescilinin ardından o ürünün hem fiyatındaki yükseliş ile daha kârlı satış getirisi sağlarken hem de o ürünün ihracat pazarlama faaliyetleri ile dış pazarlarda farklı pazarlar yakalama şansını doğurmaktadır (Pektaş ve ark., 2018).

-Prestij bakımından, Cİ'li ürün üreten firmalar tüketici açısından prestijli sayılmakta olup ilgili firmanın daha çok ürünü satın alınılmaktadır. Cİ tescili, tüketicide tescilli ürüne karşı prestij ve güven sağlayan bunun yanı sıra üreticilerin piyasadaki rakiplerinden farklılaşmasına aracı olan bir mekanizma olarak işlev görmektedir (Taş ve Taş, 2020). Cİ'lerin uluslararası düzeyde geçerli olanları, işareti alınan ürün için çok büyük bir avantaj sağlamaktadır. Hem ürünün dünya çapında tanınması hem de ülkeye ayrı bir prestij kazandırmasına sebep olmaktadır (Kantaroglu ve Demirbaş, 2018).

-Etiketsiz ürün satışının önlenmesi açısından, Cİ'li ürün olduğunu gösteren simge amblem ve logodur. Ürün etiketinin üzerinde ilgili logonun bulunması şarttır. Aynı zamanda logo tüketici açısından önemli bir kalite göstergesidir. Tüketicilerin sertifika, logo ve etiket gibi ayırt edici işaretleri ürün tercihinde kullandıkları görülmektedir (Kan ve ark., 2021).

Kan ve ark. (2021) tarafından yapılan araştırmada Cİ kavramı hakkında bilgisi olan tüketicilerin %71.67'si Cİ etiketini bir kalite göstergesi olarak algıladığı ve bu tüketicilerin %68,33'ünün ise bu tip ürünler için fazla ödeme yapma konusunda istekli oldukları bildirilmiştir.



Şekil 1. Coğrafi işaretlerin genel etkileri.

Figure 1. General effects of geographical indications.

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

-*Markalaşma ve marka değerinde artış yönünden*, Cİ ile birlikte özellikle zeytincilik sektöründe markalaşma konusunda önemli bir ivme kazanılmıştır. Bununla birlikte zeytincilik sektöründe rekabet artış göstermiştir. Milas'ta markalı, ambalajlı zeytinyağı satışı yapan sadece 10 firma bulunurken, bu sayı ilk iki yılda önce 20'ye, sonraki iki yılda 60'a yükselmiş durumdadır (MİTSO, 2024).

-*Yatırımlarda artış açısından*, 2024 yılı itibariyle 76 zeytinyağı fabrikası mevcut olup, alınan AB coğrafi işareti sonrası Milas ilçesinde 10 yeni tesis açılmıştır. Vietnam'ın Cao Phong portakalının üretildiği yöredeki çiftçilerin neredeyse tamamı son birkaç yıl içinde hayat standartlarının arttığını belirtmiştir. Ürüne olan talebin ve üretimin artmasıyla birlikte yöreye yapılan yatırımlar da artmış, bölgenin altyapısı her geçen gün geliştirilmiştir (Demir, 2020).

-*Kırsal turizme etkisi bakımından*, özellikle zeytin ve zeytinyağı turizminin gelişimine katkıda bulunmakta ve konu ile ilgili teşvik yaratmaktadır. Dünyada son yıllarda yeni kırsal turizm trendlerinden biri olan zeytin ve zeytinyağı turizm merkezi olma yolunda da en önemli yerlerden biri Milas'tır. Bu durum aynı zamanda zeytin ve zeytinyağı turizminin kırsal kalkınma açısından değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Çukur ve Çukur, 2024). Nitekim yapılan bir araştırmada Milas'ta zeytin turizmi potansiyeli kırsal kalkınma amaçlı olarak değerlendirilebilecek önemli bir kırsal turizm türü olduğu belirtilmektedir (Özçatalbaş ve ark., 2019).

Üreticiler ise, Cİ tescili ile gelir artışı, kültürel önlemler (üretim, hasat, ürünün taşınma şekli ve fabrikaya ulaşım vb.) konusunda üretici bilincinin artışı, randevu sistemi ile fabrikaya ürün getirilmesi ve kaliteli yağ sıkımı, Cİ alma eğiliminde artış, yağ kalitesi tescili, kendi markasını oluşturma eğilimindeki artış ve genç nüfusun tarımda kalma eğiliminde artış olduğunu vurgulamıştır.

-*Gelir artışı bakımından*, Milas'ta Cİ'li ürün üreten işletmelerde önemli bir gelir artışının olduğu belirtilmiştir. Özellikle zeytin ve zeytinyağı satışlarında Cİ tescili sonrası gözle görülür bir artış olduğu belirtilmiştir. Türkiye'den örnekler verecek olursak coğrafi tescilline sahip ve markalaşan Ayvalık zeytinyağı üretilen benzerlerine oranla tüketici tarafından %58 oranında daha fazla tercih edilmektedir. Bu özelliğiyle de Ayvalık zeytinyağı üreticisine diğer zeytinyağı üreticilerine göre %80'e yakın gelir sağlamaktadır (Sabur ve Güneş, 2023).

-*Kültürel önlemler (üretim, hasat, ürünün taşınma şekli ve fabrikaya ulaşım vb.)* konusunda üretici bilincinin arttığı belirtilmektedir. Cİ tescili almak isteyen işletmelerin Cİ tescil şartları konusundaki bilgi düzeyini artırarak üretim yapmaya hız verdikleri görülmektedir. Eğitim durumu, üretici tecrübesi, ürün fiyatı memnuniyeti ve üretim miktarının bir birim artışı coğrafi işareti bilme durumunu artırmaktadır (Kızılaslan ve Kılıç, 2022).

-*Randevu sistemi ile fabrikaya ürün getirilmesi ve kaliteli yağ sıkımı yönünden*, işletmeler özellikle Cİ'li zeytinyağı üretmek için fabrikaya randevu sistemi ile

gelen üretici sayısında artış olduğu belirtilmiştir. Böylelikle zeytinler uzun süre beklememekte ve kaliteli zeytinyağı elde edilebilmektedir.

-Coğrafi işaret alma eğiliminde artış açısından, Cİ alınan ürünlere işletmelerin ilgilerinin arttığı ve coğrafi işaret alma yönündeki eğilimlerinde önemli artışlar görüldüğü belirlenmiştir. Zeytin ve zeytinyağının bu ürünler arasında öne çıktığı görülmektedir.

-Yağ kalitesi tescili açısından ise, özellikle zeytinyağının kalitesinin tescillenmesinin üretici açısından önemli olduğu belirlenmiştir. Kalitesi koruma altına alınmış ve yöre adıyla markalaşmış olan ürün tüketici tarafından öncelikli olarak tercih edilmektedir (Polat, 2017).

-Kendi markasını oluşturma eğilimindeki artışı yönünden, işletmelerin markalaşma yolunda sayılarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle zeytin ve zeytinyağı bu aşamada öne çıkan ürünler olmaktadır. Kazan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada 'Bozkır Tahini' Cİ'nin alınması adının bilinirliğini artırdığı, zincir marketlerin ilgisini arttırdığı, büyük markalardan tahin almak yerine Bozkır Tahini üreten işletmelerden tahin alındığı ifade edilmektedir.

-Genç nüfusun tarımda kalma eğiliminde artışı açısından ise, Cİ'lerin gün geçtikçe önem kazanması ve gelecekte de önemini artıran bir şekilde koruyacağı öngörüldüğünde gençlerin bu alana yatırım yapmaları yönündeki eğilimlerinin arttığı belirlenmiştir. Bu durum gençlerin gerek kırsal gerekse kentsel alanda girişimci olma eğilimlerini de etkilemektedir. Cİ'lerin varlığı, kırsal alanlardaki ekonominin canlanmasına, istihdam alanının artmasına, kırsal alanlarda yaşayan halkın gelirlerinin artmasına, yaşam standartlarının yükselmesine ve dolayısıyla göçlerin azalmasına, kültürel mirasın devamlılığına katkı sağlar (Bidav ve Doğan, 2022). Coğrafi işaretlemenin ekonomik faktörlerden olan genç nüfusun istihdamının artması üzerinde pozitif yönlü etkileri olduğu ortaya çıkmıştır (Kanberoğlu ve Yıldırımçakar, 2022). Altuntaş ve Kurt (2023) tarafından yapılan çalışmada Cİ'li ürün olan İspir Kuru Fasulyesinin üretimini artırılmasının başka bölgelere göç etmiş yöre halkının tersine göçünü cazip kılacağı ifade edilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Milas ilçesi kapsamında ele alınan çalışmanın sonuçlarına göre, Cİ'li zeytin ve zeytinyağının ilçe ekonomisine olası etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Bu etkilerin arasında genel olarak kırsal kalkınma, tarım ekonomisi, tarım turizmi, eko turizm, sosyal, kırsal turizm, pazarlama ve markalaşma ile gastronomi turizminin yer aldığı dikkati çekmektedir.

Diğer taraftan çalışmada Cİ'li zeytin ve zeytinyağının Milas ilçesi'nin zeytincilik sektörünün en önemli paydaşlarından olan firma ve üretici düzeyinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Firma düzeyinde tanıtım ve reklam, firmalara güven, ürün satış miktarındaki artış, fiyat farkı ve karlılık, prestij, etiketsiz ürün satışının önlenmesi, markalaşma ve marka değerinde artış, yatırımlarda artış, rekabet ortamı yaratması ve markalı işletme sayısında artış olduğu vurgulanmıştır. Üretici düzeyinde ise gelir artışı, kültürel önlemler (üretim, hasat, ürünün taşıma şekli ve fabrikaya ulaşım vb.) konusunda üretici bilincinin artışı, randevu sistemi ile fabrikaya ürün getirilmesi ve kaliteli yağ sıkımı, coğrafi işaret alma eğiliminde artış, yağ kalitesi tescili, kendi markasını oluşturma eğilimindeki artış ve genç nüfusun tarımda kalma eğiliminde artış olduğu belirlenmiştir.

Yöresel ürünlere kazandırılan Cİ tescili her yıl çok sayıda turist çeken Muğla için önemli bir destinasyon seçim aracıdır. Ayrıca kırsal turizmin gelişiminde önemli bir öge olarak yer almaktadır. Dünyada ve Türkiye'de önemli bir turizm merkezi olan Muğla için Cİ'ler hem Muğla hem de Milas tarım ekonomisinde gelecekte de önemini artıran bir şekilde koruyacaktır.

Küresel dünyada her geçen gün pazarlama alanında yeni metot ve stratejiler denenmekte ve uygulamaya geçirilmektedir. Bu bağlamda Cİ'li ürünler ekonomisinde pazarlama strateji ve yöntemleri önem kazanmaktadır. Bu kapsamda Milas ilçesinde reklam, tanıtım ve pazarlama konularında yeni stratejiler belirlenmeli ve Milas coğrafi işaretli ürünler eylem planı hazırlanmalıdır. Bu aşamada üreticilere ve firmalara Cİ'li ürünlere yönelik yeni pazarlama stratejileri konusunda bilgi verilmelidir. Bu noktada Cİ'li ürünlerin dijital pazarlaması ve e-ticaret konularında eğitim programları düzenlenmelidir. Diğer taraftan sahip olduğu ve gelecekte de Cİ tescilli ürün sayısının artacağı öngörüldüğünde Milas ilçesi'nde Coğrafi İşaretler Enstitüsü kurulması önerilebilir.

Ayrıca, toplumun her kesimini ilgilendiren ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında katkı sağlayacak tüm paydaşlar açısından, İlk ve orta dereceli okulların yanısıra lise ve üniversitelerde coğrafi işaretler ders müfredatında yer almalıdır. Bununla birlikte,

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akay, E. 2021. Kırşehir ilinin coğrafi işaret almış ürünlerinin gastronomi turizmi kapsamında değerlendirilmesi, Sivas Interdisipliner Turizm Araştırmaları Dergisi 4 (2): 147- 159.
- Akyurt, H. ve İ. Güler. 2019. Coğrafi işaret tescilinin ekoturizm alanlarına katkısı. s.164-182. S. Sönmez, E. Özçoban, D. Balkan, H. Karakuş (Eds.). Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler-2 Alanında Yeni Ufuklar. Gece Kitaplığı Yayınevi.
- Altuntaş, B. Kurt, H. 2023. Coğrafi (Menşe) İşaretli ispir kuru fasulyesinin üretim, pazarlama imkânlarının tespiti ve ülke ekonomisine katkısının artırılmasına yönelik öneriler. Ahi Evran Akademi 4 (1): 39-48.
- Anonim. 2021. Coğrafi işaretli ürünlere e-ticaret desteği: Hepsİ Türkiye'den. <https://worldof.net/haberler/cografi-isaretli-urunlere-e-ticaret-destegi-hepsiturkiyeden/> Erişim Tarihi: 29.09.2023.
- ATO. 2019. ATO II. uluslararası coğrafi işaretli ürünler zirvesi için Portekiz'de. https://www.atonet.org.tr/IcerikDetay/11700_ato-ii-uluslararası-cografi-isaretli-urunler-zirvesi-icin-portekiz-de Erişim Tarihi: 29.09.2023.
- Aydın, C. ve E. Gündüz. 2021. Coğrafi işaretler ve kırsal kalkınma bağlamında turizm: Aydın örneği. Karabük Üniversitesi Yayınları. Karabük.
- Bahar, N., N. Yüzbaşıoğlu, Y. Topsakal. 2019. Kırsal kalkınma kapsamında coğrafi işaretli ürünlerin önemi: Yeşilova (Salda) Bölgesine Özgü Ürünler Örneği. III. International Rural Tourism and Development Congress. 13-15 June. Bodrum, Türkiye.
- Baran, Z. ve Z. Karaca. 2021. Coğrafi işaretin sürdürülebilir gastronomi turizminde önemi. Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 11(2) : 253-263.
- Başaran, D. 2016. Kırsal kalkınmada coğrafi işaretlerin etkisi: Gaziantep ve Siirt illeri örneği, Kırsal kalkınmada coğrafi işaretlerin etkisi: Gaziantep ve Siirt İlleri Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı Gıda Ekonomisi ve İşletmeciliği Programı. Antalya.
- Bidav, Y. ve M. Doğan. 2022. Coğrafi işaretlerin kırsal kalkınmadaki rolü: Ulukale Dutu Örneği. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi 5 (1): 109-128.
- Bulut, A. 2013. Coğrafi işaretler ve kırsal kalkınma: Ezine peyniri örneği. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. 130 sayfa.

üniversitelere bağlı Cİ'li ürünler uygulama ve araştırma merkezi kurulması Cİ'lere yönelik bilimsel çalışmaların sayısının artmasına önemli katkılar sağlayabilecektir.

- Ceylan, Y. ve M.S. Komşu. 2020. Coğrafi işaretli ürünlerin bölgesel turizmin gelişimi açısından değerlendirilmesi: Siirt ili örneği. Journal of Humanities and Tourism Research 2020 (Özel Sayı 5): 59-75.
- Çağatay, S. ve K. Taşdan. 2023. Coğrafi işaretlerin kırsal kalkınma etkisi. Muğla Uluslararası Coğrafi İşaretli Ürünler Zirvesi Sunumları. 20 Ekim. Muğla Ticaret ve Sanayi Odası. Muğla.
- Çekal, N ve E. Doğan. 2022. Sürdürülebilir gastronomide standart reçete ve coğrafi işaretlerin önemi. Turizm Çalışmaları Dergisi 4 (1): 49 – 60.
- Çoşkun, C, A. Bişiren, K Gençer. 2024. Coğrafi işaretli yiyecek ve içeceklerin gastronomi turizmüne etkileri. Turizm ve İşletme Bilimleri Dergisi 4 (1): 203-217.
- Çukur, F ve T. Çukur. 2017. Coğrafi işaretli ürünlerin kırsal kalkınma açısından değerlendirilmesi: Muğla ili örneği. Tarım Ekonomisi Dergisi 23 (2): 187-194.
- Çukur, F ve T. Çukur. 2024. Zeytin ve zeytinyağı turizmi. s. 113-138. D. Küçükaltan, Ö. Sarıbaş, O. Diker (Eds). Bir medeniyet ürünü olarak zeytinyağı. Nobel Yayınevi.
- Çukur, F. ve T. Çukur. 2022. Zeytincilik sektöründe coğrafi işaretlerin yeri ve önemi. s.239-259. D. Küçükaltan, ve Ö. Sarıbaş (Eds). Bir medeniyet ürünü olarak zeytin. Nobel Yayınevi.
- Çukur, F. ve T. Çukur. 2023. Avrupa Birliği coğrafi işareti tescilli ilk ve tek Türk zeytinyağı: Milas zeytinyağı. Yüce Dergisi. 2023(3).
- Demir, İ. 2020. Coğrafi işaretlerin sosyoekonomik etkileri. Uzmanlık Tezi. s. 93. T.C. Türk patent ve marka kurumu coğrafi işaretler dairesi başkanlığı. Ankara.
- Denk, E. ve N.S. Bilici. 2021. Erzurum ilinin coğrafi işaret (ci) almış ürünlerinin gastronomi turizmi kapsamında değerlendirilmesi. Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research 5 (1): 102-122.
- Deviren, N.V. ve O. Yıldız. 2019. Coğrafi işaretlerin bölgesel turizm açısından değerlendirilmesi: Muğla Örneği. International Journal of Social Science 62: 511-523.
- Doğan, N. ve H. Adanacioğlu. 2024. Geleneksel ve coğrafi İşaretli kuru fasulyede çiftçilerin eline geçen fiyatlar: Ürün kalitesi ve mekânsal özelliklere göre bir değerlendirme. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 11(1): 140-148. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1333778>
- Doğan, N. and H. Adanacioğlu. 2021a. Do geographical indications encourage local production? Analysing producers' strategies. Revista De La Facultad De Agronomía 120 (1) :1-13.

- Doğan, N and H. Adanacıoğlu. 2022. Consumers perception and behaviour towards geographical indication products: The case of traditional pestil from Gumushane, Turkey. *Agrociencia*. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i6.2731>
- Doğan, N, ve H. Adanacıoğlu. 2021b. Coğrafi işaretli ürünlerin pazarlama karması (4P) analizi: Gümüşhane İlim Kürtün Araköy Ekmeği Örneği. XV. IBANESS Congress Series on Economics Business and Management – Plovdiv, Bulgaria.
- Doğanlı, B. 2020. Coğrafi işaret, markalaşma ve kırsal turizm ilişkileri. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi* 3 (2): 525-541.
- DOKA. 2022. Coğrafi işaretli ürünlerin önemi artıyor. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı. https://www.doka.org.tr/haberler_Cografi-Isaretli-Urunlerin-Onemi-Artiyor-TR.html Erişim Tarihi: 29.09.2023
- Durmuş, E., S.E. Yüceer, S. Tan. 2022. Coğrafi işaret tescilinin yaratacağı sosyo-ekonomik etkilerin incelenmesi: Bozcaada Çavuş üzümü örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 28 (1): 21-29.
- Gökocalı, Ü. 2007. Coğrafi işaretler ve ekonomik etkileri: Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 21 (2):141-160.
- Gülçubuk, B. ve M. Kan. 2008. Kırsal ekonominin canlanmasında ve yerel sahiplenmede coğrafi işaretler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (2): 57 – 66.
- Gümrükçü, B. Ö ve H.S. Kurtuldu. 2023. Coğrafi işaretli ürün algısının tüketici satın alma tercihinde etkisinde referans grupları ile roller ve statünün aracılık rolü, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi* (38):37-59
- Işık, N. ve K.N. Sevim. 2023. Coğrafi işaretli gastronomi ürünü kullanımında mutfak şeflerinin tutumları: Malatya örneği. *Uluslararası Turizm, Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi* 7(1): 46-58.
- Kan, M, A Kan, Ş. Kütükoğlu. 2021. Kastamonu ili merkez ilçesinde gıda ürünleri tercihinde coğrafi işaretlerin etkisi. *TEAD* 7(1) : 40-51.
- Kan, M, B, Gülçubuk, M. Küçükconggar. 2012. Coğrafi işaretlerin kırsal turizmde kullanılma olanakları. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 2012 (1): 93 -101.
- Kanberoğlu, Z. ve İ. Yıldırımçakar. 2022. Coğrafi işaretlerin bölgesel gelişmedeki rolü: Van kahvaltısı örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 58 (23-39).
- Kantaroglu, M, ve N. Demirbaş. 2018. Türkiye’de coğrafi işaretli gıda ürünleri üretim potansiyelinin değerlendirilmesi. s. 514-520. VIII. IBANESS Kongreler Serisi 21-22 Nisan. Plovdiv, Bulgaristan.
- Kart, N, Ö. Saraç, H. Pamukçu, M. Sandıkçı. 2022. Afyon sucuğu üreticilerinin sürdürülebilir gastronomi kapsamında coğrafi işaret tesciline yönelik algıları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 24 (1): 381-404.
- Kazan, İ, Kaya, M, Öztürk, E.E. 2022. Yöresel Yiyeceklerin Somut Olmayan Kültürel Miras ve Coğrafi İşaretleme Açısından İncelenmesi: Bozkır Tahini, *Journal of Applied Tourism Research* 3 (2): 209-224.
- Kızılaslan, N. ve S. Kılıç. 2022. Üreticilerin Amasya misket elmasının coğrafi işaret tescili hakkında bilgi düzeyi ve bunu etkileyen faktörlerin analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* 1(2) : 208-218.
- Mercan, Ş.O ve M. Üzülmöz. 2014. Coğrafi işaretlerin bölgesel turizm gelişimindeki önemi: Çanakkale İli örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 29(2): 67-94.
- MİTSO. 2023. Çeşitli istatistikler. Milas Ticaret ve Sanayi Odası. Milas, Muğla <http://www.mitso.org.tr>.
- MİTSO. 2024. Çeşitli istatistikler. Milas Ticaret ve Sanayi Odası. Milas, Muğla <http://www.mitso.org.tr>.
- Nacak, P. 2023. AB’nde coğrafi işaret uygulamaları, deneyimler ve iyi uygulamalar. Muğla Uluslararası Coğrafi İşaretli Ürünler Zirvesi Sunumları. 20 Ekim. Muğla Ticaret ve Sanayi Odası, Muğla.
- Nazıkgül, M ve M. Ödemiş. 2024. Coğrafi işaretli ürünlerin gastronomi turizmi açısından incelenmesi: Bayburt örneği. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi* 7 (1): 151-177.
- Özbey, Z. ve H. Köşker. 2024. Coğrafi işaretlerin destinasyon markalaşma sürecindeki rolü: Kastamonu örneği- Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 15(3): 925-948.
- Özçatalbaş, O, F. Çukur, T. Çukur. 2019. Milas'ta zeytin turizmi potansiyelinin kırsal kalkınma amaçlı değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* 7 (98) : 21-37.
- Pektaş, G. Ö, E, C. Kahraman, G. Alkan. 2018. Türkiye’de coğrafi işaretler ve ihracat pazarlaması açısından değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi* 23 (39): 65-82.
- Polat, E. 2017. Turizm ve coğrafi işaretleme: Balıkesir Örneği, *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi* 1 (1): 17- 31.
- Sabur, D.G ve S.G. Güneş. 2023. Kayseri Bünyan ve Akkışla Gilaburusu örneğinde coğrafi işaret tescili ve gastronomi turizmi. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research* 7 (1): 141-156.
- Sali, J.B. 2012. İletişim araştırmalarında nitel yöntemler. s.130-151. Sever, N. ve İspir, N. (Ed.). *İletişim Araştırmaları*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 2676.
- Sandıkçı, M., İ. Kazan, E. Baydeniz. 2022. Ege Bölgesi’nde coğrafi işaret tesciline sahip gastronomik ürünlerin tescil belgesi kullanım düzeyinin belirlenmesi. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)* 12 (3): 2393 -2408.
- Servet, H. 2019. Coğrafi işaretlerin dış ticaret kanalıyla bölgesel kalkınmaya etkisi: Denizli örneği. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi İktisat Anabilim Dalı İktisat Programı*. 94 sayfa.

- Süslü, C, G. Eryılmaz, E. Demir. 2020. Coğrafi İşaretli Ürünlerin Gastronomi Kapsamında Değerlendirilmesi: Mersin İli Örneği. *Journal of Recreation and Tourism Research* 7(2): 135-149.
- Şimşek, A. 2020. Coğrafi işaretli yöresel ürünlerin incelenmesi: Sivas mutfağı örneği. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi* 3(3): 317-327.
- Şimşek, A. ve E. Güleç. 2020. Coğrafi işaretli gastronomik bir ürün: Elâzığ orciği. *Aydın Gastronomy* 4(2): 73-81.
- Taş, N, M. Düzgün, A. Olcay. 2023. Coğrafi işaret ile tescil edilmiş Antep baklavasının turistik destinasyon tanıtımına yönelik etkisi. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi* 20(3):406-426.
- Taş, S.S.K ve S. Taş. 2020. İşletme Yöneticilerinin Coğrafi İşaret Tesciline Yönelik Bakış Açılıarı: Gümüşhane İli Örneği. *MANAS Journal of Social Studies* 9(2): 985 -994.
- TOBB. 2024. Milas yağlı zeytini, AB'den coğrafi işaret tescili aldı. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. <https://www.tobb.org.tr/Sayfalar/Detay.php?rid=29706&ls t=MansetListesi Erişim Tarihi: 29.09.2023>.
- TÜRKPATENT. 2023. Çeşitli istatistikler. Türk Patent ve Marka Kurumu. Ankara [http:// www.turkpatent.gov.tr](http://www.turkpatent.gov.tr)).
- Ünal, F ve C. Akyol. 2024. Yiyecek içecek işletmeleri yöneticilerinin coğrafi işaretli ürünlere yönelik görüşleri: Boyabat (Sinop) örneği. *Aydın Gastronomy* 8 (1): 143-154.
- Üzümcü, T. P., Ö. Alyakut, S. Fereli. 2017. Gastronomik ürünlerin coğrafi işaretleme açısından değerlendirilmesi: Erzurum-Olur örneği. *10 (2): 44-53*.
- Yalçın, D. 2019. Coğrafi işaretlerin şehir markalaşmasına etkileri: Sakarya ili örneği. Yüksek lisans tezi. s. 152. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Halkla İlişkiler ve Reklamcılık Ana Bilim Dalı Sakarya
- Yazıcıoğlu, İ., A. Işın, E. Yalçın. 2019. Coğrafi işaretli ürünlerin gastronomi turizmi kapsamında değerlendirilmesi: Akdeniz Bölgesi örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research* 3 (4): 861-871.
- Yenişar, U, H. Köşker, S. Karacaoğlu. 2014. Turizmde yerel yiyeceklerin önemi ve coğrafi işaretleme: Van otlu peyniri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 2 (2) :13-23.
- Yusuf, A. 2018. Türkiye'deki coğrafi işaretli ürünlerin destinasyon markalaması kapsamında değerlendirilmesi. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi* 6 (2):163-177.

Marketing Channels Used by Goose Breeders and Marketing Efficiency

Gül Sultan GÖKKAYA¹ 

Hakan ADANACIOĞLU^{2,*} 

¹Ministry of Agriculture and Forestry, Fig Research Institute, İncirliova, Aydın/TÜRKİYE

²Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Bornova, İzmir/ TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0009-0007-9826-941X>

²<https://orcid.org/0000-0002-8439-8524>

*Corresponding author(Sorumlu yazar):hakan.adanacioglu@ege.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 28.11.2024

Accepted (Kabul tarihi): 10.12.2024

ABSTRACT: The main purpose of this study was to reveal the marketing channels used by goose breeding farms in Kars province and to determine their marketing efficiencies. The primary data of this study were obtained from questionnaires conducted with 90 goose breeders in the Central, Arpaçay and Susuz districts of Kars province. Overall, goose farms consume a small portion of the geese they raise, while the majority is marketed, and it was found that domestic consumption was higher in small farms. Although it varied according to the farm, it was determined that the geese were marketed as live, fresh or dried. The most produced and marketed product is fresh carcass goose, followed by dried carcass goose and live goose. Among the by-products of goose, giblets are the product with the highest production and marketing amount. When the proportional distribution of live goose sales amounts according to marketing channels was analysed, the highest number of live goose purchasers were foreign traders (38.53%), followed by direct consumers (30.55%) and other producers (24.40%). It was seen that fresh goose meat is sold to two marketing channels: direct consumers and hotels. The most preferred marketing channel for dried goose meat is direct consumers (57.40%). When the frequency of sales to goose buyers by the interviewed farms was analysed, it was seen that direct sales to consumers are quite common. The main criterion taken into consideration by the interviewed goose breeders in goose marketing were determined as price, payment method and reliability of buyers, in order of importance. Under traditional marketing conditions, the marketing efficiency index of goose breeders in fresh goose was calculated as 5.60 on average. It was seen that the highest marketing efficiency index was for large farms. The fact that the marketing efficiency index was greater than 1 in different farm scales showed that goose farms work effectively in marketing. The fact that goose breeders obtain higher prices than traditional sales channels due to the use of direct sales channels in fresh goose marketing is considered as an effective factor in increasing marketing efficiency.

Keywords: Goose breeding, marketing channels, marketing efficiency.

Kaz Yetiştiricilerinin Kullandığı Pazarlama Kanalları ve Pazarlama Etkinliği

ÖZ: Bu çalışmanın temel amacı Kars ilinde kaz yetiştiriciliği yapan işletmelerin kullandıkları pazarlama kanallarını ortaya koymak ve pazarlama etkinliklerini belirlemektir. Bu çalışmanın birincil verileri, Kars iline bağlı Merkez, Arpaçay ve Susuz ilçelerinde bulunan 90 kaz yetiştiricisiyle gerçekleştirilen anketlerden elde edilmiştir. Genel olarak kaz işletmeleri, yetiştirdikleri kazların küçük bir bölümünü tüketirken, büyük bir kısmını pazarlamaktadır. Aile içi tüketimin ise özellikle küçük ölçekli işletmelerde daha yaygın olduğu belirlenmiştir. İşletmelere göre değişimle birlikte yetiştirilen kazların canlı, taze veya kurutulmuş olarak pazarlandığı saptanmıştır. En çok üretilip pazarlanan ürün taze karkas kazdır; bunu kurutulmuş karkas kaz ve canlı kaz takip etmektedir. Kazın yan ürünleri arasında en yüksek üretim ve pazarlama miktarına sakatat sahiptir. Canlı kaz satışlarında, pazarlama kanallarına göre en büyük pay dışarıdan gelen tüccarlara (%38,53) aitken, bunu doğrudan tüketiciler (%30,55) ve diğer üreticiler (%24,40) takip etmektedir. Taze kaz etinin, doğrudan tüketicilere ve otellere olmak üzere iki farklı pazarlama kanalı üzerinden satıldığı belirlenmiştir. Kurutulmuş kaz eti satışında ise işletmelerin en çok tercih ettiği kanal, %57,40 ile doğrudan tüketicilerdir. Görüşme yapılan işletmelerin kaz alıcılarına satış yapma sıklığı incelendiğinde, doğrudan tüketicilere yapılan satışların oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Görüşülen kaz yetiştiricilerinin kaz pazarlamasında göz önüne aldığı başlıca kriterler önem sırasına göre sırasıyla; fiyat, ödeme şekli ve alıcıların güvenilirliği olarak saptanmıştır. Geleneksel pazarlama koşullarında, kaz yetiştiricilerinin taze kaz için hesaplanan pazarlama etkinliği indeksi ortalama 5,60 olarak bulunmuştur. En yüksek etkinlik indeksi büyük ölçekli işletmelerde görülmekte olup, farklı işletme ölçeklerinde pazarlama etkinliği indeksinin 1'in üzerinde olması, kaz işletmelerinin pazarlama faaliyetlerinde etkin çalıştığını göstermektedir. Kaz yetiştiricilerinin taze kaz pazarlamasında doğrudan satış kanallarını kullanmaları nedeniyle geleneksel satış kanallarına göre daha yüksek fiyat elde etmeleri pazarlama etkinliklerinin artmasında etkili bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kaz yetiştiriciliği, pazarlama kanalları, pazarlama etkinliği.

INTRODUCTION

It is widely accepted that geese are among the first domesticated animals; however, they have never been commercially utilized to the same extent as chickens or even ducks. It is stated that geese worldwide can adapt equally well to both cold and warm climates, provided they have access to shade. Despite this broad adaptability, commercial goose production is significant in only a relatively small number of countries in Asia and Europe (Buckland and Guy, 2002).

According to 2022 FAO data, goose farming is practiced in 40 countries globally, with a total goose population of 366,478,000. When examining the share of countries in the global goose population, mainland China ranks first by a large margin with 87.06% (319.06 million), followed by Mozambique with 4.20% (15.404 million) and Myanmar with 1.31% (4.8 million). The shares of other countries remain below 1%. Ranking eighth in global goose population, Türkiye accounted for 1,386,000 geese in 2022, representing 0.38% of the global total (FAOSTAT, 2022). According to the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) 2023 data, Türkiye's goose population stands at 1,328,175, constituting 0.36% of the total poultry population (373.75 million) in the country (TURKSTAT, 2023a).

According to FAO's 2022 data, the global export value of fresh or chilled goose meat was \$299,661,000. In terms of country shares, Poland ranks first with 40.89% (\$122.546 million), followed by mainland China with 28.43% (\$85.186 million) and Hungary with 26.74% (\$80.144 million). Combined, these three countries account for 96.07% of the global goose meat export value, positioning them as the leaders in fresh or chilled goose meat trade. Despite ranking eighth in global goose population, Türkiye has no share in the global fresh or chilled goose meat export market (FAOSTAT, 2022).

The global import value of fresh or chilled goose meat was recorded at \$292,968,000 in 2022. Germany and Hong Kong (a Special Administrative Region of China) were the primary importers, accounting for 49.30% (\$144.427 million) and 30.81% (\$90.278 million), respectively, together representing 80.01% of the global import value. These are followed by France

(4.40%), Austria (3.30%), and the Czech Republic (2.61%) (FAOSTAT, 2022). No records of fresh or chilled goose meat imports to Türkiye were found. The fact that goose meat is not widely consumed in Türkiye is seen as the most important reason for not importing goose meat. The fact that goose breeding is not widely practiced in Türkiye, goose meat prices are high compared to other meats, and consumers' meat preferences are generally oriented towards chicken, beef and lamb meat are considered as the main factors limiting consumers' demand for goose meat.

Goose meat is rich in protein (approximately 22.3%) and contains all essential amino acids necessary for human nutrition (Wereńska et al., 2021), along with low cholesterol levels (52–76 mg/100 g) (Agnieszka et al., 2021). However, goose meat is highly perishable during sales and storage and is often frozen to extend its shelf life and prevent spoilage (Shi et al., 2024). While goose meat constitutes a small share of global poultry meat production, it plays a critical role in food supply in regions unsuitable for chicken farming due to climatic conditions. Goose farming in these regions is suggested to contribute to alleviating hunger or malnutrition with minimal input requirements. Goose farming is recognized for expanding food options in many countries and is favored for its unique products, delightful taste, and health benefits. Additionally, the consumption of goose meat and foie gras is traditionally associated with feasts in many countries and has become a cultural norm (Kozák, 2021).

According to TURKSTAT's 2023 data, 38.07% (505,616) of Türkiye's live goose population is found in Kars Province, followed by Ardahan (9.55%, 126,837) and Muş (4.37%, 58,047) (TURKSTAT, 2023b). Although Kars is a significant center for goose farming in Türkiye, production remains below its potential, and breeding activities are carried out using traditional methods. Goose farming is primarily managed by small to medium-sized family farms. There are no concrete data on the marketing channels these farms use or the efficiency of their marketing practices. This study aimed to identify the marketing channels and marketing efficiency of goose breeding farms in Kars.

A review of studies conducted worldwide and in Türkiye reveals no prior research focused on the

marketing channels and marketing efficiency of goose breeding farms. The number of studies on goose farming in Türkiye is quite limited, and those conducted both in Türkiye and globally primarily address breeding aspects. In Türkiye, some studies have focused on slaughter and carcass characteristics (Tilki et al., 2004; Arslan and Tufan, 2011; Kırmızıbayrak et al., 2011; Tilki et al., 2011), while others examined feeding and performance efficiency (Aksu Elmalı and Kaya, 2008) or meat and quality characteristics (Yakan et al., 2012). A limited number of studies have analyzed the economic aspects of goose farming. Some of these investigated the evaluation of goose products and their economic importance (Aral and Aydın, 2007), others conducted cost and profit analyses of goose breeding farms (Demir and Aksu Elmalı, 2012), and some carried out general socio-economic evaluations (Demir et al., 2013). Additionally, a few studies assessed farmers' utilization of goose farming (Boz et al., 2014), conducted economic evaluations of geese raised under natural and artificial incubation (Boz et al., 2016), identified factors affecting breeding goose farming (Taşkın et al., 2017), or used time-series analysis to forecast global goose meat production (Dumlu, 2024). Globally, research has generally examined regional goose production (Rosinski, 2002; Yuwanta, 2002) and goose products (Kozák, 2021). There are also a few economic studies investigating competitive advantages in the international goose meat trade (Molnár, 2016).

MATERIALS AND METHODS

Materials

The material of this research consisted of original data obtained through face-to-face surveys conducted with farms engaged in goose breeding in Kars Province. The data collected through the surveys covered the 2017–2018 production period. For the acquisition of secondary data, various institutions and organizations such as the Kars Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, District Agriculture and Forestry Directorates, and the Kars Chamber of Commerce and Industry were consulted. Additionally, scientific studies and reports prepared by other researchers were utilized.

Data collection methods

When determining the research area for conducting the survey, districts in Kars Province with the highest concentration of goose farming were taken into account. According to TURKSTAT's 2017 data, 32.56% (86,000 geese) of the live goose population in Kars province (264,161 geese) was located in the central district, followed by Arpaçay with 21.96% (58,000 geese) and Susuz with 12.25% (32,347 geese) (TURKSTAT, 2018). According to these data, it was determined that approximately 67% of the goose breeding in Kars province was concentrated in these three districts. Accordingly, it was decided to conduct the study in these districts where goose farming was most intensive.

Due to the lack of an official database on goose breeding farms, the number of farms to be surveyed was determined using a purposive quota sampling method, with plans to interview 100 farms. The distribution of producers across districts was determined based on the principle of proportional representation, considering the goose population in each district. However, due to a decrease in the number of goose breeding farms in some regions caused by diseases affecting geese in recent years, access to these farms has been challenging. Consequently, interviews were conducted with a total of 90 farms: 49 in the central district, 23 in Arpaçay, and 18 in Susuz.

As part of the survey, 22 villages were visited in total, including 14 in the central district, 5 in Arpaçay, and 3 in Susuz. Farms selected for the sample represented small, medium, and large farms in terms of goose numbers, based on local conditions. Based on the number of geese, farms with 1 to 25 geese were classified as Group 1, those with 26 to 50 geese as Group 2, and farms with more than 50 geese as Group 3.

Methods used for data analysis

The descriptive statistics for the examined goose breeding farms were analyzed using basic methods such as frequency distribution, percentages, arithmetic mean, and standard deviation. The usage of alternative marketing channels by goose breeders was measured using a 5-point Likert scale.

In this study, various analyses were conducted to evaluate not only the marketing margins of goose breeders but also their marketing efficiency. To analyze the differences between producer and consumer prices, the marketing margin was calculated both absolutely and relatively. The absolute marketing margin is defined as the difference between the price consumers pay for the final product and the price received by producers for the raw materials they produce (İnan, 2006). This difference represents the price charged by intermediaries for services such as purchasing, packaging, transportation, storage, and processing (Zeb et al., 2007; Adanacioğlu, 2014). Additionally, the relative marketing margin was calculated in this study to show the proportion of the price paid by consumers that remains with the intermediaries. The formula used to calculate the relative margin is shown in Equation 1 (Smith, 1992):

$$\text{Relative margin} = [(\text{Retail price} - \text{price received by the producer}) / (\text{Retail price}) \times 100] \quad (1)$$

In this study, the marketing efficiency of goose breeding farms was also calculated. Marketing efficiency is defined as the ratio of market output (benefit obtained) to marketing inputs (costs of resources). An increase in the calculated ratio indicates an improvement in efficiency (Hussein et al., 2013; Adanacioğlu, 2014). To calculate marketing efficiency, Acharya's Modified Marketing Efficiency formula, one of the widely used measures in the literature, was applied, as shown in Equation 2 (Dastagiri et al., 2010; Adanacioğlu, 2014):

$$\text{MME} = \text{FP} / (\text{MC} + \text{MM}) \quad (2)$$

In Equation 2, MME represents the modified marketing efficiency index, FP is the price received by producers, MC represents the marketing costs, and MM is the marketing margin.

RESULTS AND DISCUSSION

Demographic and structural characteristics of the surveyed goose farms

The average age of goose breeders in the surveyed farms was approximately 46 years. The average length of time spent in goose farming was around 25 years. The average household size of breeders was 6 people, with 1 person involved in goose farming and 2 people

working in agriculture. There were no statistically significant differences in the averages of the groups based on the demographic characteristics of the producers (Table 1). When examining education levels, it was found that 61% of farm managers had completed primary school, and 12% had completed secondary school. There was no statistically significant difference in education levels between the farm groups.

Table 1. Some demographic characteristics of the surveyed goose breeding farms.

Çizelge 1. İncelenen kaz yetiştiriciliği yapılan işletmelere ilişkin bazı demografik özellikler.

Characteristics	Group 1	Group 2	Group 3	Total	Kruskal-Wallis Test (p)
Age (years)	44.59	44.15	49.95	45.64	.199
Experience in goose farming (years)	24.44	24.48	26.00	24.82	.897
Household size	5.14	5.70	5.61	5.50	.825
People involved in goose farming	1.14	1.33	1.48	1.30	.252
People involved in agriculture	2.33	2.41	2.43	2.39	.844

The average area of land cultivated per farm was 108.5 decares. Although this size increased in parallel with the scale of the farm, no statistically significant difference was found between the farm groups. In general, it was determined that both crop and livestock production were carried out together in all farm groups. The highest proportion of farms engaging in both crop and livestock production was found for large farms (90.5%). When examining the crop production pattern of the farms, approximately eight products grown in the region were identified. These products were barley, wheat, oats, vetch, alfalfa, sainfoin, sugar beet, and potatoes. The crops with the largest planted areas are sugar beet, vetch, and sainfoin. Looking at the livestock inventory of the farms, there were 11 dairy cattle and 21 beef cattle per farm on average. The farms also had an average of 79 sheep and 6 goats. Regarding other livestock, the average number of geese was 45, with 24 chickens, 11 turkeys, and 28 beehives. According to the analysis, no statistically significant differences were found between the farm groups in terms of livestock (Kruskal Wallis = 25.105, p = 0.000), except for geese (Table 2).

The production and utilization of geese and their by-products in the surveyed goose breeding farms

Goose farms produce and market geese either as live animals or as carcass meat. Carcass goose meat is offered to the market either fresh or dried. The most produced (89.30 units) and sold (76.50 units) product was fresh carcass goose. This was followed by dried carcass goose (43.98 units produced; 19.82 units sold) and live geese (28.81 units produced; 23.79 units sold). Among the by-products of geese, the most produced (42.10 kg) and sold (12.01 kg) product was giblets. Giblets were followed by goose feathers (9.15 kg produced; 3.60 kg sold) and goose liver (4.72 kg produced; 1.92 kg sold) (Table 3). Kozák (2021) stated that the goose is a multipurpose winged animal and geese are primarily important for meat production. Kozák (2021) also pointed out that the consumption of goose products is of relatively small importance, but has increased substantially in recent years.

When examining the farm groups, it was found that production and marketing were most intensive in Group 3, the large-scale farms. There were notable differences in the production and marketing quantities of geese and their by-products. These differences can be considered a reflection of the traditional consumption habits in Kars. Geese are an important food source that provides the winter meat needs of families. Since some of the produced geese and by-products are reserved for family consumption, not all of them are offered to the market. Another notable point is that although it is typically consumed after being dried with methods specific to Kars, in recent years, the consumption of it fresh has grown considerably. The main reason for this increase is attributed to the high cost of feed. Producers reduce feed costs and lower overall expenses by slaughtering geese early and storing them in deep freezers. This explains the increase in fresh goose meat consumption.

Table 2. The number of livestock per farm in the surveyed goose farms (head).

Çizelge 2. İncelenen kaz yetiştiriciliği yapılan işletmelerde ortalama hayvan varlığı (baş).

Livestock Activities	Group 1		Group 2		Group 3		Total	
	f*	Mean	f	Mean	f	Mean	f	Mean
Dairy cattle	23	10.43	32	11.53	16	10.56	71	10.96
Beef cattle	5	13.80	6	21.33	5	29.00	16	21.38
Sheep	1	1.00	-	-	2	118.50	3	79.33
Goats	2	2.50	-	-	2	9.00	4	5.75
Geese	29	22.97	40	29.16	21	103.05	90	44.75
Chickens	22	16.27	29	22.41	19	34.58	70	23.79
Turkeys	9	23.79	8	7.00	9	12.44	26	10.92
Beekeeping (number of hives)	1	20.00	2	57.50	2	3.00	5	28.20

*f: frequency.

Table 3. Average production and marketing amount of goose and by-products in the surveyed goose farms.

Çizelge 3. İncelenen kaz işletmelerinde kaz ve yan ürünlerinin ortalama üretim ve pazarlama miktarı.

Products	Group 1		Group 2		Group 3		Total	
	Prod.	Sold	Prod.	Sold	Prod.	Sold	Prod.	Sold
Live Geese (units)	22.53	19.87	25.41	15.06	42.64	42.64	28.81	23.79
Carcass (fresh) (kg)	-	-	29.33	20.00	179.25	161.25	89.30	76.50
Carcass (dried) (kg)	15.32	5.89	32.67	14.93	104.71	48.14	43.98	19.82
Goose Liver* (kg)	1.43	0.26	2.90	0.19	11.14	6.72	4.72	1.92
Goose Feathers* (kg)	2.63	0.42	6.92	0.71	19.72	11.94	9.15	3.60
Giblets** (kg)	12.40	1.60	31.50	6.70	92.70	32.50	42.10	12.01

*Goose liver, feathers, and giblets are calculated in kilograms.;**Giblets: includes heart, gizzard, head, feet, etc.

Marketing channels used in the surveyed goose farms

In the farms surveyed, when the proportional distribution of live goose sales by marketing channels was examined, the largest buyers were external traders (38.53%), followed by direct consumers (30.55%) and other producers (24.40%). The smallest portion of live goose sales (1.83%) was made to dairies. When looking at the live goose sales percentages by marketing channel for different farm groups, it was found that small-scale (Group 1) (74.29%) and medium-scale (Group 2) (62.80%) farms mostly sold directly to consumers. Large-scale (Group 3) farms (53.98%) were found to primarily sell to external traders as their main marketing channel (Table 4).

It was determined that fresh goose meat sales were made through two different marketing channels: direct consumers and hotels. In general, 94.26% of sales were made to direct consumers, and 5.74% were made to hotels. Small-scale goose farms did not make any sales to direct consumers or hotels. 100% of medium-scale

farms and 93.70% of large farms sold directly to consumers. The remaining 6.30% of large farms sold fresh goose meat to hotels (Table 5).

When the channels preferred by the farms surveyed in the study for selling dried goose meat were ranked by frequency of use, direct consumers ranked first (57.40%). This was followed by other producers (20.71%), associations (10.18%), external traders (5.50%), local traders (3.85%), and restaurants (goose houses) (2.37%). In the analysis of the farm groups, it was found that only medium-sized farms made sales to restaurants (goose houses) (3.85%) and local traders (11.54%). Medium-sized (3.84%) and large-scale (8.18%) farms sold dried goose meat to external traders, while small farms made no sales to these buyers. The percentage of dried goose meat sales to direct consumers was 100% for small farms, 80.77% for medium farms, and 30.76% for large farms. Farms selling dried goose meat to other producers (40.94%) and associations (20.12%) were only large-scale farms (Table 6).

Table 4. Proportional distribution of live goose sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 4. İncelenen kaz işletmelerinde canlı kaz satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Live Goose Sales Channels	f	Group 1	Group 2	Group 3	Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)
Local traders	1	-	12.56	-	2.39
External traders	2	-	-	53.98	38.53
Direct consumers	20	74.29	62.80	16.07	30.55
Other producers	9	6.66	12.56	29.95	24.40
Dairies	1	19.05	-	-	1.84
Government institutions	1	-	12.08	-	2.29
Total	34	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 5. Proportional distribution of fresh goose meat sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 5. İncelenen kaz işletmelerde taze kaz eti satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Fresh Goose Meat Sales Channels	f	Group 1	Group 2	Group 3	Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)
Direct consumers	8	-	100.00	93.70	94.26
Hotels	1	-	-	6.30	5.74
Total	9	100.00	100.00	100.00	100.00

Although goose liver is a high-value product in international markets, it does not hold the same value in Türkiye. In Türkiye, goose liver is not produced for the market; it is mostly used for family consumption or sent as gifts to relatives and friends. When examining the distribution of goose liver sales quantities by marketing channels in the surveyed farms, it was found that the majority of sales were made to direct consumers (59.22%) and external traders (40.78%). When analyzing the farm groups, it was found that small farms did not make sales to either of the two marketing channels, while large farms sold to both direct consumers (48.78%) and external traders (51.22%). All goose liver sales from medium-sized farms were made to direct consumers (Table 7).

When examining the proportional distribution of goose giblet sales by marketing channels, it was found that in general, the highest sales were made to external traders (51.53%). This was followed by direct consumers (35.25%) and local traders (13.22%). Looking at the use of marketing channels for goose giblet sales among farm groups, it was observed that only large farms (18.69%) sold giblets to local traders. The highest sales to external traders were made by small farms (92.78%), with large farms also making significant sales (56.07%). Medium-sized farms (100%) made the highest sales of goose giblets to direct consumers. This was followed by medium-scale (25.24%) and small-scale (7.22%) farms (Table 8).

Table 6. Proportional distribution of dried goose meat sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 6. İncelenen kaz işletmelerde kurutulmuş kaz eti satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Dried Goose Meat Sales Channels	f	Group 1	Group 2	Group 3	Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)
Restaurants (goose houses)	1	-	3.85	-	2.36
Local traders	3	-	11.54	-	3.85
External traders	3	-	3.84	8.18	5.50
Direct consumers	46	100.00	80.77	30.76	57.40
Other producers	1	-	-	40.94	20.71
Associations	2	-	-	20.12	10.18
Total	56	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 7. Proportional distribution of goose liver sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 7. İncelenen kaz işletmelerde kaz ciğeri satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Goose Liver Sales Channels	f	Group 1	Group 2	Group 3	Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)
External traders	1	-	-	51.22	40.78
Direct consumers	4	-	100.00	48.78	59.22
Total	5	-	100.00	100.00	100.00

Table 8. Proportional distribution of goose giblets sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 8. İncelenen kaz işletmelerde kaz sakatatı satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Goose Giblets Sales Channels	f	Group 1	Group 2	Group 3	Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)
Local traders	1	-	-	18.69	13.22
External traders	2	92.78	-	56.07	51.53
Direct consumers	8	7.22	100.00	25.24	35.25
Total	11	100.00	100.00	100.00	100.00

When analyzing the marketing channels chosen by the farms surveyed in the study for selling goose feathers, it was found that the highest sales were made to external traders (64.47%). The least preferred channel was sales to other producers (0.37%). Small farms mostly sold to direct consumers (61.11%), followed by external traders (29.63%) and local traders (9.26%). Medium-sized farms (92.86%) also predominantly

used the direct consumer channel. On the other hand, unlike small and medium-sized farms, large farms (78.05%) frequently used the external trader channel (Table 9). Chen (2022) emphasizes that goose feathers generally have a more valuable marketing image. According to Chen (2022), goose feathers are more expensive and more sought-after than duck feathers.

Table 9. Proportional distribution of goose feathers sales amounts according to marketing channels in the surveyed goose farms (%).
Çizelge 9. İncelenen kaz işletmelerde kaz tüyü satış miktarlarının pazarlama kanallarına göre oransal dağılımı (%).

Goose Feathers Sales Channels	f	Group 1		Group 2		Group 3		Total
		Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	Sales Percentage (%)	
Local traders	1	9.26	-	-	-	-	-	1.83
External traders	2	29.63	-	-	78.05	-	-	64.47
Direct consumers	8	61.11	92.86	21.95	-	-	-	33.33
Other producers	1	-	7.14	-	-	-	-	0.37
Total	12	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Main criteria considered by the interviewed goose farmers during the goose marketing process

When examining the criteria considered by the surveyed goose breeders during goose marketing, it was found that the most important criterion, with an average score of 4.84, was "better price." This was followed by "cash payment" (4.83) and "reliability," with these two factors emerging as the most important criteria after "better price" in the marketing phase. The purchase of goose by-products (feathers, liver, giblets,

etc.) by buyers was identified as the least important criterion with an average score of 2.62.

When the priority order of these criteria was examined among the farm groups, it was found that for Group 1 farms, the most important criterion was "better price" with an average score of 5.00. For Group 2 farms, this criterion was "reliability" with an average score of 4.86, while for Group 3 farms, the top priority was "cash payment" with an average score of 4.80 (Table 10).

Table 10. The main criteria considered by the interviewed goose breeders in goose marketing.
Çizelge 10. Görüşülen kaz yetiştiricilerinin kaz pazarlamasında göz önüne aldığı başlıca kriterler.

Marketing Criteria	Group 1		Group 2		Group 3		Total	
	\bar{x}	SD.	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	SD	
Ongoing purchases	4.15	1.377	4.49	.562	4.20	1.056	4.31	1.008
Cash payment	4.96	.196	4.74	.443	4.80	.410	4.83	.380
Better price	5.00	.000	4.80	.473	4.70	.733	4.84	.486
Reliability	4.85	.784	4.86	.355	4.75	.444	4.83	.543
Delivery location of the goose to the buyer (proximity, distance)	2.81	1.744	2.57	1.632	2.50	1.701	2.63	1.669
Purchase of goose by-products (feathers, liver, giblets, etc.) by the buyer	2.42	1.724	2.80	1.712	2.55	1.504	2.62	1.655

\bar{x} : likert scale average; 1) Never 2) Rarely 3) Sometimes 4) Usually 5) Always; SD: Standard Deviation

Marketing margin and marketing efficiency in the surveyed goose farms

This section presents the marketing margins and marketing efficiency of the goose breeding farms under traditional marketing conditions. The marketing margins and efficiency of the goose farming farms were examined based on fresh goose.

When examining the relative margin for fresh geese under traditional marketing conditions, it was found that, on average, 12.85% of the absolute margin remained with intermediaries. This rate was lower for large farms in Group 3, with an average of 5.69%. For small and medium-sized farms in Groups 1 and 2, the relative margin was higher, at 21.31% and 19.85%, respectively (Table 11). In general, the low relative margin in fresh goose marketing, meaning that a large portion of the price difference between producers and

consumers remains with producers, can be seen as a positive outcome. The higher producer margin in large farms can be attributed to their larger flocks of geese, which allow them to negotiate high prices with goose farms and restaurants under contractual agreements.

When the marketing efficiency index for fresh geese under traditional marketing conditions was examined, it was found that the average index value was 5.60 (Table 12). The marketing efficiency index was calculated as 2.97 for small farms in Group 1 and 3.58 for medium-sized farms in Group 2. The highest value of the marketing efficiency index was found in large farms in Group 3, with an average of 13.40. In general, the marketing efficiency index being above 1 indicates that goose breeding farms are operating efficiently in their marketing activities.

Table 11. Marketing margin of goose breeding farms in traditional fresh whole goose marketing.

Çizelge 11. Geleneksel taze kaz pazarlamasında kaz yetiştiriciliği yapan işletmelerin pazarlama marjı

	Group 1	Group 2	Group 3	Total
Average selling price of the producer (TRY/unit) (1)	120.00	142.86	163.33	147.40
Retail selling price (TRY/unit) (2)	152.50	178.24	173.18	169.13
Absolute margin (TRY/unit) (2-1) (3)	32.50	35.38	9.85	21.73
Relative margin (%) ((3/2) * 100)	21.31	19.85	5.69	12.85

Table 12. Marketing efficiency index of traditional fresh goose marketing farms.

Çizelge 12. Geleneksel taze kaz pazarlaması yapan işletmelerin pazarlama etkinliği indeksi

	Group 1	Group 2	Group 3	Total
Net price received by the producer (TRY/unit) (1)	120.00	142.86	163.33	147.40
Retail selling price (TRY/unit) (2)	152.50	178.24	173.18	169.13
Total marketing margin of intermediaries (MM) (TRY/unit) (2-1) (3)	32.50	35.38	9.85	21.73
Total marketing cost of the producer (MC) (packaging, transportation to market, etc.) (TRY/unit) (4)	7.96	4.48	2.34	4.57
Marketing efficiency index $\{(1 / (3 + 4))\}$	2.97	3.58	13.40	5.60

CONCLUSION

In this study, the marketing channels and marketing efficiency used by goose breeding farms in Kars Province, which has a significant share in goose farming in Türkiye, were examined. In general, goose farms reserve a small portion of the geese they produce for family consumption, while a large portion is marketed. It was found that family consumption is higher in small farms. Depending on the farm, the geese raised are marketed as live, fresh, or dried geese. The most produced and marketed product is fresh carcass goose, followed by dried carcass goose and live geese. Among the by-products of geese, giblets have the

highest production and marketing volumes. When examining the proportional distribution of live goose sales by marketing channels, the largest buyers are external traders, followed by direct consumers and other producers. Fresh goose meat is sold through two marketing channels: direct consumers and hotels. The most preferred marketing channel for dried goose meat sales is direct consumers. When the frequency of sales to goose buyers in the farms surveyed was examined, it was found that sales to direct consumers are quite common. Farms selling live geese to direct consumers are more likely to sell to neighbors or acquaintances in the area. The main criterion considered by the surveyed

goose breeders when marketing geese, in order of importance, are price, payment method, and the reliability of buyers.

The low relative marketing margin for fresh carcass geese, which is the most produced and marketed product, is considered a positive outcome. The fact that fresh goose meat is sold through two marketing channels—direct consumers and hotels—is regarded as the main reason for this. In farms with large goose flocks that engage in contract production, the relative marketing margin decreases even further due to breeders negotiating high prices. Under traditional marketing conditions, the marketing efficiency index for fresh goose was found to be an average of 5.60. The highest marketing efficiency index was observed in large-scale farms. Moreover, the fact that the marketing efficiency index is above 1 in different farm scales indicates that goose farms are performing effectively in their marketing activities. The use of direct sales channels by goose breeders in fresh goose marketing, allowing them to achieve higher prices compared to traditional sales channels, is considered an effective factor in improving marketing efficiency.

The findings obtained in this study indicate that goose breeders face very few problems in marketing and do not have difficulty finding buyers for their products. It is well known that goose products have a market demand both domestically and internationally. However, it is believed that the domestic sales potential of goose is not fully utilized. Recent winter travels to

Kars Province via the Touristic Eastern Express (Ankara Kars train) have increased interest in Kars' traditional products. The indirect effect of the Eastern Express has led to increased goose sales, providing significant income to producers, and this situation motivates them to produce larger flocks in the future. As in the case of the Eastern Express, sales development activities that create differentiation and introduce goose products to people from different cultures and regions can increase domestic sales and create positive effects on consumer behavior towards traditional products like Kars Goose Meat, which has received geographical indication certification.

Although Türkiye ranks eighth in global goose population, it holds no share in the global fresh goose meat export value, which is considered a significant shortcoming. In this regard, support should be provided to goose breeders, processors, and exporters to help Turkish goose products penetrate the global market through national incentive packages.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is derived from the Master's Thesis Project titled "A Study on Determining Production and Marketing Efficiency in Goose Farming: The Case of Kars Province," supported by the Scientific Research Projects Coordination of Ege University, with project code 17-ZRF-017. We would like to sincerely thank the Scientific Research Projects Coordination of Ege University for their support.

REFERENCES

- Adanacıoğlu, H. 2014. Tarımsal ürünlerde doğrudan pazarlama kavramı ve pazarlama etkinliği açısından dolaylı pazarlama ile karşılaştırılmalı analizi: İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyü örneği. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. Cilt 3. Samsun.
- Agnieszka, O., W. Wioletta, and K. Urszula. 2021. The assessment of changes in the fatty acid profile and dietary indicators depending on the storage conditions of goose meat. *Molecules* 26(17): 5122. <https://doi.org/10.3390/molecules26175122>.
- Aksu Elmalı, D. ve İ. Kaya. 2008. Farklı Düzeylerde Enerji-Protein İçeren Rasyonlarla Beslemenin Kazlarda Besi Performansı ve Karkas Özelliklerine Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 14 (2): 123-128s.
- Aral, Y. ve E. Aydın. 2007. Türkiye'de Kaz Yetiştiriciliğinin Ekonomik Önemi ve Kaz Ürünlerinin Değerlendirilme Olanağı. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 78(3):31-38.
- Arslan, T. ve T. Tufan. 2011. Yarı Entansif Şartlarda Beslenen Yerli Türk Kazlarının Besi Performansı, Kesim Özellikleri ve Bazı Kan Parametreleri. *Karkas Özelliklerine Etkisi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 17(3): 487-491.
- Boz, M. A., M. Sarıca, ve U.S. Yamak. 2014. Yozgat İlinde Kaz Yetiştiriciliği, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 11(1): 16-20.
- Boz, M.A., M. Sarıca, ve U.S. Yamak. 2016. Kapalı ve serbest gezinmeli üretim sistemlerinde doğal ve yapay kuluçka ile üretilen kazların ekonomik değerlendirmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4 (11): 981-986.
- Buckland, R., and G. Guy. 2002. *Goose Production*. FAO Animal Production and Health Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

- Chen, Y.K.Y. 2022. Value Addition of Feather and Down. In: Jalaludeen, A., Churchil, R.R., Baéza, E. (Eds.). *Duck Production and Management Strategies*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6100-6_13.
- Dastagiri, M.B., B.G. Kumar, C.V. Hanumanthaiah, P. Paramasivsm, R.S. Sidhu, M. Sudha, K. Chand, B. Singh, and S. Mandal. 2010. Estimation of marketing efficiency of horticultural commodities under different supply chains in India. *National Centre for Agricultural Economics and Policy Research, New Delhi-110012*, 516.
- Demir, P. ve D. Aksu Elmalı. 2012. Economic analysis of commercial goose breeding by small family farms. *World's Poultry Science Journal* 68: 5-10.
- Demir, P., T. Kırmızıbayrak, ve K. Yazıcı. 2013. Kaz Yetiştiriciliğinin Sosyo-Ekonomik Önemi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 60: 129-134.
- Dumlu, B. 2024. The global goose meat production quantity forecast for the 2023–2027 years. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 38(2): 326-341. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2024.030>
- FAOSTAT. 2022. Crop and livestock statistics. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Hussein, S.K., R.Venkatram, and K.R. Ashok. 2013. Marketing margin and pricing efficiency analysis of tomato production in Sudan. *Research Journal of Economics&Business Studies* 2(12): 13-21.
- İnan, İ.H., 2006. Tarım ekonomisi ve işletmeciliği. Genişletilmiş 7. Baskı. ISBN: 975-93281-0-0 Tekirdağ.
- Kırmızıbayrak, T., K. Önk ve K. Yazıcı. 2011. Kars ilinde serbest çiftlik koşullarında yetiştirilmiş yerli ırk kazların kesim ve karkas özellikleri üzerine yaş ve cinsiyetin etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi* 17(1): 41-45.
- Kozák, J. 2021. Goose production and goose products. *World's Poultry Science Journal* 77(2): 403–414. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1885002>
- Molnár, S. 2016. Evaluation of the Hungarian and Polish Goose Meat Production. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 18(3): 255-261pp.
- Rosinski, A. 2002. Goose Production in Poland and Eastern Europe. p. 124-137. In R. Buckland and G. Guy (Eds). *FAO Animal Production and Health Paper 154*. Italy. <https://www.fao.org/4/y4359e/y4359e0i.htm#bm18.3>
- Shi, W., Y. Wang, X. Chen, H. Hu, X. Chen, B. Kumah Mintah, M. Dabbour, X. Meng, Z. Zhang, R. He, H. Ma. 2024. Thawing of goose meat by simultaneous dual frequency ultrasound for process efficiency: Thawing rate, quality attributes, structural characteristics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 92: 103588. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103588>.
- Smith, L.D. 1992. Costs, Margins and Returns in Agricultural Marketing. *Marketing and Rural Finance Service, Agricultural Services Division, FAO, Rome*, p. 34s.
- Taşkın, A., U. Karadavut, ve Ö. Camcı. 2017. Kırşehir ilindeki damızlık kaz yetiştiriciliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2): 138-144pp.
- Tilki, M., B. Gül, M. Sarı, K. Önk, ve S. Işık. 2011. Yetiştirici Koşullarındaki Yerli Türk Kazlarının Büyüme, Kesim ve Karkas Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 6(3): 209-215.
- Tilki, M., M. Saatçi, T. Kırmızıbayrak, ve A.R. Aksoy. 2004. Kars İli Boğazköy'de yetiştirilen kazların kesim ve karkas özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 10(2): 143-146s.
- TURKSTAT. 2018. Hayvancılık istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>.
- TURKSTAT. 2023a. Türlerine göre kümes hayvanları sayısı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>.
- TURKSTAT. 2023b. Hayvancılık istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>.
- Werenska, ' M., G. Haraf, J. Wołoszyn, Z. Goluch, A. Okruszek, and M. Teleszko. 2021. Fatty acid profile and health lipid indices of goose meat in relation to various types of heat treatment. *Poultry Science* 100(8) Article 101237. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101237>.
- Yakan, A., D. Aksu Elmalı, M. Elmalı, T. Şahin, S. Motor ve Y. Can 2012. Halk Elinde Yetiştirilen Beyaz ve Alaca Kazlarda Karkas ve Et Kalitesi Özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 18 (4): 663-670.
- Yuwanta, T. 2002. Goose Production in Indonesia and Asia. *FAO Animal Production and Health Paper* 154:112-122. Italy.
- Zeb, J., Z. Khan, G.Nabi, K. Nawaz. 2007. Marketing margins for onion in Swat. *Sarhad J. Agric.* 23(3):793 – 801.

A Study on the Integration of In Vitro Methods with In Vivo Double Haploid Technique in Maize (Zea mays L.)

Nebahat Nur YÜKSEL^{1,*} 

Fatih KAHRIMAN² 

^{1,2}**Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale/ TÜRKİYE**

¹<https://orcid.org/0000-0001-5797-6133>

²<https://orcid.org/0000-0001-6944-0512>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): e-mail:nuryulsell@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 05.12.2024

Accepted (Kabul tarihi): 23.12.2024

ABSTRACT: The in vivo doubled haploid technique in maize breeding significantly reduces the time required for developing homozygous lines, offering advantages in terms of both time and cost. Although this technique enables the development of lines much faster than traditional breeding methods, ongoing research aims to further shorten the development process through alternative approaches. In this context, significant efforts have been devoted to integrating in vitro methods with in vivo doubled haploid technique. This study aimed to investigate the potential of combining in vivo and in vitro techniques for the rapid development of homozygous maize lines. A total of 10 local populations and 3 inducer lines (CIM2GTAIL-P2, ADAIL-1, STOCK-6) were used as experimental material. The study was conducted in two phases under field and laboratory conditions. During the first phase, induction crosses were performed in 2022, and the haploid induction rates of donor genotypes were found to range from 1.29% to 7.12%, as determined using the Navajo marker. In the laboratory phase, immature embryo culture was employed for both direct and indirect regeneration using samples collected 18–20 days after induction crossing. Haploid status of the samples obtained through direct regeneration was confirmed using the Feulgen chromosome staining method. Four of the donor materials (DON3, DON4, DON6, DON7) yielded successful results in tissue culture studies. Explants were taken from immature embryos to CHU medium for callus formation and then these calli were transferred to Murashige and Skoog medium for the formation of somatic embryos. This approach enabled the production of 3 to 6 calluses per immature embryo, depending on the donor genotype. The results of this study indicate that integrating immature embryo culture as an in vitro method into the in vivo doubled haploid technique can offer benefits in terms of both time efficiency and an increased number of developed materials.

Keywords: *Zea mays L.*, callus, haploid induction rate, embryo, homozygous, tissue culture.

Mısırdada (Zea mays L.) In vivo Katlanmış Haploid Tekniğine In vitro Yöntemlerin Entegrasyonu Üzerine Bir Çalışma

ÖZ: Mısır ıslahında kullanılan in vivo katlanmış haploid yöntemi, homozigot hatların geliştirilme süresini önemli ölçüde kısaltarak ıslah programlarına hem zaman hem de maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Klasik yöntemlere kıyasla daha kısa sürede hat elde edilmesine olanak tanıyan bu yöntem, geliştirme sürecinin daha da hızlandırılabilmesi için farklı stratejilerle desteklenmektedir. Bu bağlamda, in vitro yöntemlerin in vivo haploid tekniklerine entegre edilmesi üzerine yoğun bir araştırma yürütülmektedir. Bu çalışmada, in vivo ve in vitro yöntemlerin bir arada uygulanmasıyla kısa sürede homozigot mısır hatlarının geliştirilme potansiyeli incelenmiştir. Araştırmada, 10 yerel popülasyon ve 3 indirgeyici hat (CIM2GTAIL-P2, ADAIL-1, STOCK-6) donör materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler, tarla ve laboratuvar koşullarında iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, 2022 yılında induksiyon melezlemeleri yapılmış ve Navajo markörüne göre değerlendirilen donör hatların indirgenme oranları %1,29 ile %7,12 arasında değişmiştir. Laboratuvar aşamasında, induksiyon melezlemesinden 18-20 gün sonra alınan örnekler kullanılarak olgunlaşmamış embriyo kültürü yöntemiyle hem doğrudan hem de dolaylı rejenerasyon sağlanmıştır. Doğrudan rejenerasyon yoluyla elde edilen örneklerin gerçek haploid oldukları, Feulgen kromozom boyama yöntemiyle doğrulanmıştır. Çalışmada kullanılan donör materyallerden dört tanesi (DON3, DON4, DON6, DON7), doku kültürü aşamalarında başarılı sonuçlar vermiştir. Olgunlaşmamış embriyolardan kallus oluşumu için CHU besisi ortamına eksplantlar alınmış sonrasında bu kalluslardan somatik embriyoların oluşması için eksplantlar MS ortamına transfer edilmiştir. elde edilerek somatik embriyolar oluşturulmuş ve bu embriyolar alt kültürlerle aktarılmıştır. Bu yöntemle, bir embriyodan tür özelliklerine bağlı olarak 3 ila 6 arasında klon bitki üretilebilmiştir. Araştırma sonuçları, in vivo haploid tekniğine olgunlaşmamış embriyo kültürünün entegre edilmesinin zaman tasarrufu sağladığını ve geliştirilen materyal miktarını artırdığını ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: *Zea mays L.*, kallus, haploid indirgeme oranı, embriyo, homozigot, doku kültürü.

INTRODUCTION

Maize, whose homeland is America, is a warm climate plant with high adaptability and is cultivated in different parts of the World. The USA and China produce the most maize worldwide (FAO, 2024). In Türkiye, maize is mostly used as a raw material in human nutrition, animal feed and as starch in industry. According to the data of Turkish Statistical Institute (TURKSTAT, 2022), despite a decrease in cultivation area in 2022, increases in yield and production were observed. Obtaining new varieties is an important parameter in achieving high yields in maize (Dwivedi *et al.*, 2015). In Türkiye, maize was grown on 800.000 hectares with 6.9 million tons of grain production realized (FAO, 2024). The proportion of foreign varieties in hybrid maize seeds is approximately 95% in Türkiye, while the proportion of local varieties does not exceed 5% significant amounts of royalty fees are paid abroad every year for foreign varieties. This situation makes the development of national varieties strategic. Maize varieties are classified in seven main groups according to their endosperm structure. These are dent maize, flint maize, popcorn maize, sweet maize, flour maize and waxy maize (Kahrıman *et al.*, 2022a). The most used varieties are dent maize and flint maize. Popcorn and sweet maize are used by people as snacks. The use of maize as a raw material in the food, textile, chemical and pharmaceutical industries cause the demand for maize to expand with the increase in the World population. To meet this demand, development of high yielding and high-quality maize varieties is required (Kahrıman *et al.*, 2013).

The methods used with maize differ in terms of breeding, production and genetic aspects. The *in vivo* haploid technique in maize is used to make homozygous technologies more widespread. The classification of haploid and diploid is the most important stage of this technique (Prasanna *et al.* 2012). With the *in vivo* haploid method, homozygous lines can be developed in a very short time. There are two methods for haploidization: paternal (androgetic) and maternal (gynogenetic) haploid methods. In the maternal haploid (gynogenetic) method, haploid embryos are obtained from lines pollinated with inducer genotypes (Dwivedi *et al.*, 2015; Yorgancılar *et al.*, 2019). Pollen from the inducer line triggers the egg cell to develop an embryo containing only haploid

maternal genome. Thus, inducers used in the maternal haploid technique can produce seeds with haploid embryos when used to pollinate other genotypes. In the paternal haploid (androgetic) method, the inducer line is used as the pollen receiver. The cytoplasm of paternal haploids is formed from the inducer line, but the chromosomes belong only to the donor plant. The haploid induction rate resulting from the maternal haploid method is much higher compared to the paternal haploid technique (Lashermes and Beckert, 1988). Therefore, in practice, the maternal haploid technique is preferred to the paternal haploid technique in maize breeding programs. The production of homozygous lines by the *in vivo* doubled haploid technique shortens the development process and consequently increases the genetic gain. Because of these advantages, this technique has been widely used in maize breeding programs.

Accelerated breeding approaches integrated into the *in vivo* doubled haploid technique can provide significant advantages. Traditional *in vivo* doubled haploid (DH) technology can significantly increase the efficiency of breeding programs by producing homozygous lines in only two generations. By integrating accelerated breeding methods into this technique, it is possible to shorten the breeding process even more. In this way, immature embryos obtained from donor materials by induction hybridization (60-80 days) can be cultured *in vitro* (20-30 days) and homozygous lines can be obtained after acclimatization to the field. Thus, with the *in vivo* doubled haploid technique (without the use of greenhouse), it may be possible to reduce the studies that take 18-20 months to 5-6 months. This study was aimed i) to evaluate the haploid induction rate of different donor materials crossed with three inducer lines, and ii) to investigate the possibility of integration of immature embryo culture practices into the *in vivo* doubled haploid technique.

MATERIAL AND METHOD

Experimental material

In the study, 10 donor materials (HYAxB73, ORDU ULUBEY, POP1, TR37799, POP2, BAP81, TR37105, TR38823, TR55533, IND) and 3 inducer lines (Stock-6, ADAİL-1, CIMP2GTAIL-P2) were used as experimental materials.

Establishment of field trial and induction hybridization

The field trial was established at Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Crop Production Research and Application Unit in 2022. Donor materials were sown in 4 row plots and inducer lines were sown in 15 row plots. Sowing density was 70 cm x 20 cm. Drip irrigation was used in the experiment field and the first irrigation was carried out immediately after sowing. Fertilization was applied with the irrigation system according to (Anonim, 2022). Hand pollination was applied, and the ears were protected in order to prevent cross pollination. When the donor materials and inducer lines reached flowering, at least 8-10 cobs from each donor were pollinated with pollen collected from inducer lines. Approximately 18-20 days after pollination, the cobs were harvested and the seeds which were examined by R1-nj marker and accepted as haploid were taken into tissue culture studies.

The ears were collected from the plants that reached harvest maturity in such a way that they would not be mixed and were placed in separate bags. The samples were manually shelled and the seeds from each sample were kept under appropriate conditions until classification was carried out. In this classification, haploid, diploid and hybrid seeds were determined by Navajo marker as proposed by (Prasanna *et al.*, 2012).

Based on these numbers, HIR values were determined with the following formula.

Haploid Reduction Rate (HIR-%) = $\frac{\text{Number of Haploid Seeds}}{\text{Total Number of Seeds}}$

Immature embryo culture

In this study, the integration of immature embryo culture into the *in vivo* doubled haploid technique was tested with two different approaches. In the first approach, a plant was obtained from a single immature embryo or seed by direct regeneration and clonal propagation of this plant by callus culture was examined. In the second approach, immature embryos were first tested in callus culture and then somatic embryos formed from these calli were subjected to chromosome doubling, subcultured and their development was monitored. For the sterilization of seed samples to be used in both direct and indirect methods, seeds were first subjected to surface sterilization. In this context, the samples were kept in 70% ethanol for 30 s and then passed through pure water and kept in 5% sodium hypochlorite for five seconds before the extraction of embryos. Immature embryos extracted from these samples were not subjected to any additional sterilization and were cultured according to the methods described below (Figure 1).

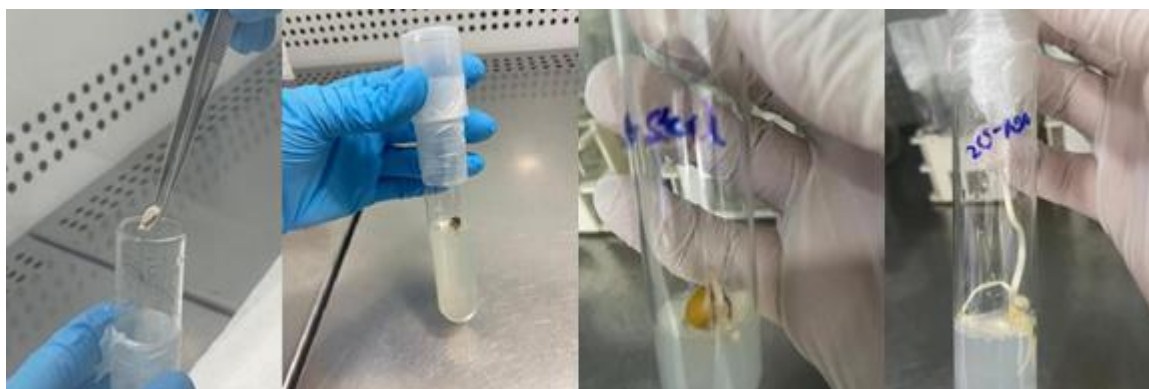


Figure 1. Culture of matured embryo and early seed in preliminary studies.

Direct Regeneration: This method was used to regenerate immature embryos on Murashige and Skoog (1962) medium. In the experiment, MS medium that contained (1650 (mg/L) NH_4NO_3 , 1900 (mg/L) KNO_3 , 440 (mg/L) $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 370 (mg/L) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 170 (mg/L) KH_2PO_4 , 0.83 (mg/L) KI, 6.6 (mg/L) H_3BO_3 , 22.3 (mg/L) $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 8.6 (mg/L) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.03 (mg/L) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.03 (mg/L) $\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 27.8 (mg/L) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 37.3 (mg/L) $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100 (mg/L) Inositol, 0.5 (mg/L) Nicotinic acid, 0.5 (mg/L) Pyridoxine-HCl, 0.1 (mg/L) Thiamine-HCl, 2 (mg/L) Glycine, and 3% Sucrose) was used to obtain plants from immature embryo/seed samples.

Indirect Regeneration: This method was based on the technique proposed by Chu *et al.* (1975), in which immature embryos are first placed in CHU medium for embryonic callus formation, and then these embryonic calluses are subcultured in MS medium to obtain *in vitro* explants. In this methods, CHU medium (463.000 (mg/L) NH_4SO_4 , 125.33 (mg/L) CaCl_2 , 2830.0 (mg/L) KNO_3 , 90.370 (mg/L) MgSO_4 , 1600 (mg/L) KNO_3 , 400.0 (mg/L) KH_2PO_4 , 1.6 (mg/L) H_3BO_3 , 37.300 (mg/L) $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{Na} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 27.800 (mg/L) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 3.300 (mg/L) $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.800 (mg/L) KI, 1.50 (mg/L) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.500 (mg/L) Nicotinic Acid, 0.500 (mg/L) Pyridoxine HCL, 2.000 (mg/L) Glycine, and 20000.0 (mg/L) Sucrose) were used.

Immature embryo procedures

Haploid maize grains from the ear samples obtained from the field trial were separated from the seed with the help of a scalpel so as not to damage the embryos. For the sterilization of seed samples to be used in both direct and indirect methods, they were first subjected to surface sterilization. In this context, the samples were kept in 70% ethanol for 30 s and then passed through pure water. Immature embryos extracted from these samples were not subjected to any additional sterilization and were cultured in the MS and CHU media according to method used. Culture media was prepared in the laboratory in a sterile cabinet in accordance with the proposed by Murashige and Skoog (1962) and Chu *et al.* (1975). In this context, inorganic compounds, organic compounds, vitamins, hormones, growth regulators were weighed and mixed. Contaminacide (0, 3 and 6 ml/L) were used for

maintaining tissue culture aseptic conditions as suggested by Türkmen *et al.* (2023). Then pH was adjusted to 5.8 and distilled water was added to 1 liter. Lastly agar (8 g/l) was added to solidify media.

The MS or CHU medium was transferred to sterile tubes/boxes before autoclaving and protected against contamination by wrapping with parafilm tape. The samples were placed in the autoclave in order to ensure sterilization. The appropriate sterilization program for the samples was set at 121 °C for 20 minutes. After sterilization, the explants were cultured in the sterile cabin in accordance with the prepared medium without damaging the embryo part of the seed with the help of forceps, scalpel, petri dish, bunsen burner.

To provide suitable light, temperature and humidity conditions for the culturing of plant tissues, the cultures were placed in a growth chamber. Like these preliminary studies, immature embryo culture was used in the field experiment to test rapid generation skipping techniques with samples taken after induction hybridization.

For direct regeneration, MS immature embryos/seeds were transferred into MS medium. Then the explants were subcultured in Murashige and Skoog medium by planting in containers at 24 °C, 3000 lux, 60% humidity. For indirect regeneration, explants in CHU medium were kept for 1 week in the dark environment at 24 °C, 16/8 photoperiod conditions for callus formation. After the regeneration process, the somatic embryos (6 calli per/container) were subcultured in Murashige and Skoog medium by planting in containers at 24 °C, 3000 lux, 60% humidity. Colchicine (0.02%) was applied to ensure chromosome doubling in the calli formed by indirect regeneration method. Colchicine solution was prepared by dissolving in distilled water. This solution was then filtered through a 0.22 micrometer PTFE filter. After autoclaving of MS medium, colchicine was added to the tissue culture dishes in which the calli were to be placed.

Determination of chromosome number by Feulgen method

Structural and numerical analyses of chromosomes are important procedures and have been developed to make

chromosomes visible or to separate them with the help of special dyes and devices (Maluszynska, 2003). Chromosomes were analyzed using Feulgen stain to avoid any margin of error. In the study, samples that responded to direct regeneration were taken from the root meristems when the plants formed roots and Feulgen staining was applied. Digital images of the prepared slides were recorded by 100x magnification (Olympus, BX51TF, Japan), and chromosome counts were performed using ImageJ software (Rueden *et al.*, 2021).

Data analyses

This study was established with a completely randomized design with three replicates. In each replicate, 3-6 explants were subcultured depending on donor materials. The results obtained in the study were evaluated in the R package program (R Core Team, 2019). The variation of HIR values according to genotypes was presented in tables and graphs. The numerical values related to the results obtained in tissue culture studies were subjected to one-way analysis of variance and the means were compared using the Least Significance Difference test (LSD 5%).

RESULTS AND DISCUSSION

Comparison of haploid induction rates of donor materials

A total of 14577 seeds were evaluated and 662 of them were identified as haploid. Two of the donor materials (DON2, DON10) did not develop colouration after induction hybridization therefore haploid discrimination was not performed in their donors. For the remaining eight donor materials, HIR (haploid induction rate) values were determined by comparing the putative haploid seeds with the total number of seeds. As shown in Figure 2, HIR values for these materials ranged from 1.29 % to 7.12% (Table 1). However, it is noteworthy that significant differences were observed in the level of anthocyanin pigmentation used for haploid selection in donor materials. Among the inducer lines used in the study, CIM2-GTAIL-P2 line was found to have the highest potential for haploid seed production. The average HIR varied between 1.90% and 5.48%. Eder and Chalyk (2002) used MHI and M741H as inducer lines and found HIR values between 2.7 % and 8%. Our results agree with these findings.

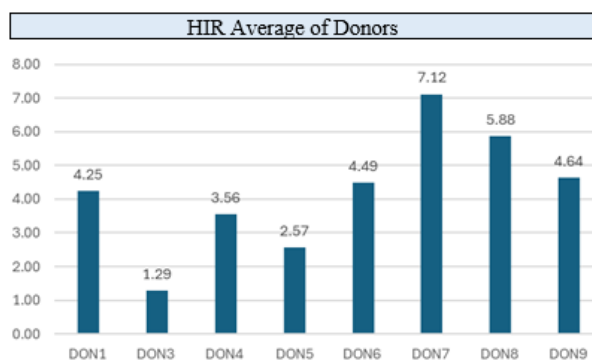


Figure 2. Variation of HIR values according to donor lines.

HIR values obtained from crosses with ADA1 inducer line were between 1.29% and 7.56 % and haploid seeds were obtained from eight donors crossed with this inducer line. Induction crosses made with CIM2GTAIL-P2 inducer line also showed HIR values between 1.96% and 8.54%. This inducer line allowed haploid seed formation in the crosses made with six donor populations. In the crosses made with Stock-6 inducer line, HIR values varied between 1.45% and 3.46% and haploid seeds were obtained from only three donors (Figure 3).

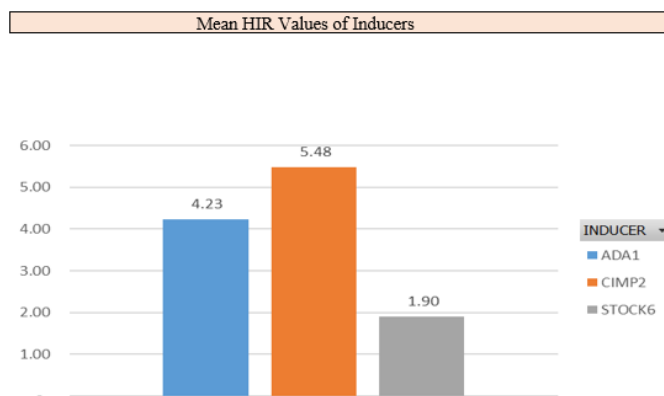


Figure 3. Variation of HIR values according to inducer lines.

In the previous studies in which HIR value was monitored, it was observed that there was a wide variation according to the donor material and inducer line used. In a study conducted under different climatic conditions, HIR varied between 2.17% and 5.33% (Hu, 2014). Cerit *et al.* (2016) reported a range of 1.28%-4.79%, Cengiz (2016) observed values between 17.17%-20.42%, Kahrıman *et al.* (2022b) reported a range of 9.2%-16.1%, Kahrıman *et al.* (2022c) recorded values between 6.08%-11.71%, and Taşkın (2023) found it to be 2.3%.

Table 1. HIR values obtained by induction hybridization in donor materials used in the study.

Donors	ADA1	CIM2GTAIL-P2	STOCK-6
DON1	4.35	5.49	2.90
DON3	1.29	-	-
DON4	2.84	4.57	3.26
DON5	3.18	1.96	-
DON6	4.49	-	-
DON7	7.56	6.67	-
DON8	6.10	5.65	-
DON9	3.93	8.54	1.45
Average	4.22	5.48	1.90

In previous studies, HIR values ranging from 1.28 to 20.42% were reported. In our study, it can be said that there was wide variation in haploid seed formation for inducer lines according to donors. The main reason for this variation can be attributed to the genetic characteristics of donor materials and differences in their grain structure.

Tissue culture studies

Direct regeneration

Firstly, immature embryos were extracted from the seeds. Also, in preliminary studies, seeds were directly cultured on MS medium. The embryos were carefully transferred to the prepared MS medium without

causing any damage. Prior to sowing, the sterile cabinet's UV light and ventilation were activated according to the general procedure, and the forceps and scalpel were sterilized using an autoclave. Then, the immature embryos were sown on MS medium. Direct seed or immature embryo explants provide plant formation in a short time (Figure 4). After 3 weeks of culture in light/dark photoperiod, plantlets were observed.

Barnabás *et al.* (1991) obtained successful results from direct regeneration method using immature embryo culture. In this study, positive results were obtained from direct regeneration method. Feulgen staining results of samples taken from the root tips of plants obtained by direct regeneration are shown in Figure 4. Cultured haploid specimens (no root and shoot colouration) were confirmed to be true haploids. In the study of Wan *et al.* (1989), in order to determine the ploidy level, tissues taken from the root tips and stained with aceto-carmin were examined under a microscope. In the current work the samples were examined under a microscope for chromosome counting and separation success was revealed (Figure 5). The Feulgen staining method used in our study showed that the ploidy levels of haploid materials can be verified. The results of the chromosome staining process confirmed the accuracy of haploid seed selection.



Figure 4. Plantlets obtained from direct regeneration method using seed and immature embryos.

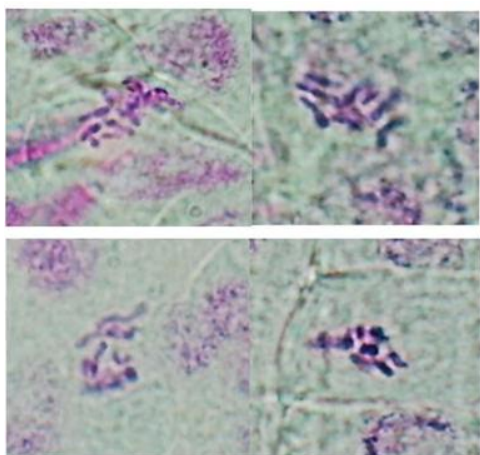


Figure 5. Chromosomes visualized in tissues taken from the root tips of haploid samples.

Indirect regeneration

In indirect regeneration, it was aimed to ensure callus formation before immature embryos. Callus formation was observed after three weeks in this medium. However, only 4 out of 8 donors used in the study showed successful growth. Explants from other donors were excluded from tissue culture studies due to problems such as contamination and callus formation.

The four donors showed positive response to indirect regeneration. Callus formation was obtained from all these donor materials. The embryos were then separated in the callus mass and at this stage the embryo germinated. After three weeks of culture, callus germinated somatic embryos and visible shoots and leaves were observed. A plantlet originating from a somatic embryo growing on the callus was formed. The calli were subcultured in MS medium containing 0.02% colchicine. During subculture, 6 calli were subcultured. And 3-6 calluses were formed according to donor materials. Callus production rates ranged from 50% to %100. The number of somatic embryos formed on these calli varied between 1.0 to 2.3 and the frequency of embryogenic callus production was found to be between 25% and 58.3% (Table 2, Figure 6). The calli containing the formed somatic embryos were transferred to standard MS medium within 7 days and plant formation was observed.

Table 2. Number of callus and somatic embryos obtained by indirect regeneration method in the study.

Donor	Callus Number and Ratio	Somatic Embryo Number and Ratio
DON3	5 b (83.3%)	2.3 (58.3%)
DON4	3 d (50%)	1.3 (50.3%)
DON6	6 a (100%)	2.0 (50%)
DON7	4 c (66.7%)	1.0 (25%)

In this step, colchicine was applied to the callus obtained from immature embryo culture for chromosome doubling. It is thought that colchicine application to embryogenic tissue *in vitro* is more effective to achieve chromosome doubling (Barnabas *et al.*, 1999). Furini and Jewel (1995) used five selfed maize and *Tripsacum dactyloides* hybrids. In addition, the frequency of embryogenic callus production was found between 14.3% and 66.6%. The highest percentage of chromosome doubling was observed in calli treated with colchicine (Petersen *et al.*, 2002). Therefore, 0.02% colchicine solution was used for chromosome doubling in our study. All these procedures were carried out under laboratory conditions in a laminar flow hood protected against any kind of contamination. It was possible to continue the line development process by placing the plants obtained from indirect regeneration under controlled conditions after acclimatization.

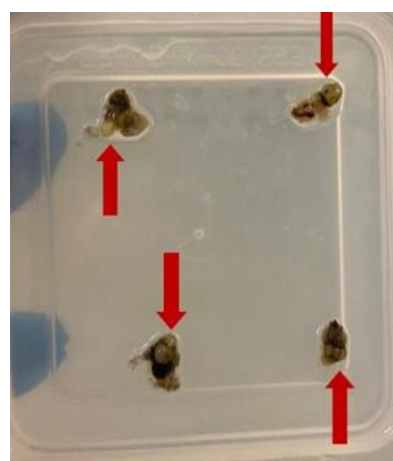


Figure 6. Development of somatic embryos in explants treated with colchicine

CONCLUSION

The results of the study were analyzed under two main topics: haploid seed formation and integration of *in vitro* method *in vivo* double haploid technique.

HIR values determined for haploids in donor materials varied between 1.29 % and 7.12%. No haploid seed formation was observed in two donors crossed with inducer lines. The highest HIR value was obtained in the CIM2-GTAIL-P2 line. The results revealed that haploid seed formation varied depending on genotypic effects.

Immature embryo culture is widely used in cereals such as wheat and offers advantages in maize breeding. In this study, the integration of immature embryo culture with direct regeneration and callus culture methods was investigated. While 4 out of 8 donor materials responded positively in the first approach, 4 materials formed callus in the second method. Plant formation was observed after chromosome doubling.

REFERENCES

- Anonim. 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/TOPRAKSU%20GÜBRE%20TAVSIYE%20%20Verileri.pdf>. Available date 01.12.24.
- Barnabás, B. B. Obert, and G. Kovacs. 1999. Colchicine, an efficient genome-doubling agent for maize (*Zea mays* L.) microspores cultured in anthero. Plant cell reports. 18: 858-862. <https://doi.org/10.1007/s002990050674>
- Barnabás, B., P. L. Pfahler, and G. Kovacs. 1991. Direct effect of colchicines on the microspore embryogenesis to produce dihaploid plants in wheat (*Triticum aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics 81: 675–6.78.
- Cengiz, R. and K.Z. Korkut. 2016. Development of doubled haploid maize lines by using *in vivo* haploid technique. Biotech Studies. 29(1): 1-7.
- Cerit, I., G. Cömertpay, R. Oyucu, B. Çakır, R. Hatipoğlu, and H. Özkan. 2016. Determination of haploid induction rates of different inducer lines used. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25 (özel sayı-1): 52-57.
- Chu C.C, W.C. Chu, S.C. San, H. Chen, Y.K. Chu, C.C. Yin. 1975. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen source. Sci. Sinica 18: 659–668.
- Dwivedi, S. L., A. B. Britt, L. Tripathi, S. Sharma, H.D. Upadhyaya, and R. Ortiz. 2015. Haploids: constraints and opportunities in plant breeding. Biotechnology Advances. 33 (6): 812-829.
- Eder, J., and S. Chalyk. 2002. *In vivo* haploid induction in maize. Theoretical and Applied Genetics 104: 703-708.
- While it takes 12-19 months to obtain seeds in classical *in vivo* methods, this period can be reduced to 8-9 months with integration of immature embryo culture to classical *in vivo* maternal haploid technique. This method saves 3-4 months of time. Moreover, it is possible to obtain more dihaploid clones with immature embryo culture. However, indirect regeneration method failed in some donor materials. The importance of colouration in early seed separation was also important for success in the accurate discrimination of haploids.
- ACKNOWLEDGEMENT**
- This study was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Coordination Unit. Project No: FYL-2022-4232. In addition, the party of the study related to HIR values was presented as a poster presentation at Mirza Gökgöl International Plant Genetic Resources Symposium. We would also like to thank Assist. Prof. Dr. Onur Sinan Türkmen and MargehtBiotech Company for their valuable support in conducting the laboratory studies.
- FAO. 2024. Food and Agriculture. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Available date 13.02.24).
- Furini, A. and C. Jewell. 1995. Somatic embryogenesis and plant regeneration of maize. *Tripsacum* hybrids. Maydica. 40 (2): 205-210.
- Hu, G. 2014. Study on haploid induction rates in different maize inducers. Agricultural Science Technology. 15(4):554-556.
- Kahrıman, F., A. Kahrıman, A.M. Güz, and N.N Yüksel, 2022c. Development of homozygous maize lines differing in oil and zein content using *in-vivo* maternal haploid technique. Biotech Studies 31 (2):79-86.
- Kahrıman, F., C.Ö. Egesel, and A. Demir. 2013. Türkiye’de mısır ıslahı çalışmalarının geçmişi ve bugünü. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi. 10-13 Eylül, Konya, Bildiriler Kitabı. 1: 545-550.
- Kahrıman, F., Ş. Erdal. and C.Ö. Egesel. 2022a. Mısırdaki Tane Kalitesi s. 131-156 In: R. Cengiz (Ed). MISIR, Islah Teknikleri ve Yetiştiriciliği. İKSAD Yayınevi, Adıyaman. Türkiye.
- Kahrıman, F., U. Songur, A. Dişbudak, S. Kızık and B. Vural. 2022b. Effects of donor x inducer interaction on the success of haploid induction and comparison of haploid seed identification methods in the *in vivo* maternal haploid technique in maize. Journal of Agricultural Sciences 28 (3): 385-395.

- Lashermes, P. and M. Beckert. 1988. Genetic Control of maternal haploidy in maize (*Zea mays* L.) and selection of haploid inducing lines. *Theoretical and Applied Genetics* 76:405-410.
- Maluszynska, J. 2003. Cytogenetic tests for ploidy level analyses chromosome counting. pp. 391-395. *In: Doubled Haploid Production in Crop Plants: A Manual*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Murashige, T. and Skoog 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473–479
- Petersen, K., K. P. Hagberg, and K. Kristiansen. 2002. *In vitro* chromosome doubling of *Miscanthus sinensis*. *Plant Breeding*. 121: 445– 450.
- Prasanna, B. M., V. Chaikam, and G. Mahuku. 2012. *Doubled Haploid Technology in Maize Breeding: Theory and Practice*. Mexico D.F., CIMMYT.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2019. Accesses at: <https://www.R-project.org/>
- Rueden, C. T., J. Schindelin, M.C. Hiner, B.E. DeZonia, A.E. Walter, E.T. Arena and K.W. Eliceiri. 2017. ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics* 18: (529) 1-26.
- Taşkın, S. Z. 2023. *In vivo* katlanmış haploid tekniği ile mısır genotiplerinin (*Zea mays* L.) geliştirilmesi. *Yayınlanmamış Doktora tezi*. Bursa Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Türkmen, O. S., Z. Karaceylan, M. Küçük and R. C. Beram. 2023. Effective Contamination agent for tissue culture applications of *Bacopa monnieri*. *Bilge International Journal of Science and Technology Research* 7(2) : 172-176.
- TURKSTAT. 2020. Available at: <https://data.tuik.gov.tr> (Access date: 12.05.2021).
- Wan, Y., J. F. Petolino, and J. M. Widholm. 1989. Efficient production of doubled haploid plants through colchicine treatment of anther-derived maize callus. *Theoretical and Applied Genetics* 77(6): 889-892.

Bazı Çeltik (*Oryza sativa* L.) Çeşitlerinin Karadeniz Koşullarında Genotip x Çevre İnteraksiyonları ve Stabilite Analizi

Serkan YILMAZ^{1,*} 

İsmail SEZER² 

Rasim ÜNAN³ 

Melih ENGİNSU⁴ 

^{1,3,4}Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun/TÜRKİYE

²Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-9587-1540>

²<https://orcid.org/0000-0002-8407-7448>

³<https://orcid.org/0000-0002-4484-7719>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5354-8702>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): yilmaz.serkan@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 04.11.2024

Accepted (Kabul tarihi): 12.12.2024

ÖZ: Çeltik üretiminde değişen çevre şartlarına karşı verim kaybını azaltmak için en uygun yöntem stabil çeşitleri belirlemektir. Bu araştırmanın amacı Karadeniz koşullarında farklı lokasyonlarda çeltik çeşitlerinin performanslarını belirlemek ve bazı karakterler yönünden stabilitesini tespit etmektir. Çalışma 2017, 2018 ve 2019 yıllarında 2 farklı lokasyonda (Bafra ve Gelemen) tesadüf blokları deneme deseninde 6 çeşitle 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada tane verimi ve kırksız tane randımanı üzerine odaklanılmıştır. Çalışmada yapılan istatistik analizine göre çeşitler, yıllar, lokasyonlar ve bazı interaksiyonlar önemli çıkmıştır. Verim ortalamasının 734,1 kg da⁻¹ olduğu çalışmada en yüksek çeltik verimini 863,2 kg da⁻¹ ile Kocamaninci çeşidi vermiştir. Verim bakımından yapılan stabilite analizine göre Gizlenci çeşidi göstermiş olduğu performansla ve 0,98 b değeri tüm çevrelere orta uyum ile tüm çevrelere iyi uyum arasında yer almıştır, Kocamaninci çeşidi ise göstermiş olduğu performansla ve 0,58 b değeri ile kötü çevre şartlarına orta uyum ile iyi uyuma yakın yer almıştır. Kırksız randımanı bakımından %64,7 ile Kocamaninci çeşidi öne çıkmıştır. Çalışmada stabilite parametreleri bakımından Gizlenci ve Osmançık çeltik çeşitleri daha stabil bulunurken, Kocamaninci çeşidi ise kötü çevre şartlarında göstermiş olduğu performans ile ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, verim, genotip x çevre interaksyonu.

Genotype x Environment Interactions and Stability Analysis of Some Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties Under Black Sea Conditions

ABSTRACT: The most appropriate method to reduce yield loss against changing environmental conditions in paddy production is to identify stable varieties. The aim of this study was to determine the performance of paddy varieties in different locations under Black Sea growth conditions and to determine the stability of some characters. The study was carried out in 2017, 2018 and 2019 in two different locations (Bafra and Gelemen) in 3 iterations with 6 types in the random block trial design. The research focused on grain yield and unbroken grain yield. According to the statistical analysis made in the study, varieties, years, locations and some interactions were important. The average yield was 734.1 kg da⁻¹, the highest paddy yield was given by the Kocamaninci variety with 863.2 kg da⁻¹. According to the stability analysis in terms of yield, the Concealer variety had between medium and good adaptation to all environments with its performance and 0.98 b value, while the Kocamaninci variety had good adaptation to bad environmental conditions with its performance and 0.58 b value. In terms of unbroken yield, the Kocamaninci variety came to the fore with 64.7%. In the study, Gizlenci and Osmançık rice varieties were found to be more stable in terms of stability parameters, while Kocamaninci variety came to the fore with its performance in bad environmental conditions.

Keywords: Rice, yield, genotype x environment interaction.

GİRİŞ

Artan dünya nüfusunun beslenmesinde önemli enerji kaynaklarından olan çeltik (*Oryza sativa* L.) sıcak iklim bitkisi olup buğday ve mısırdan sonra en fazla üretilen (514 milyon ton) ve tüketilen tahıldır (Anonim, 2023). Dünyada en fazla üretimi Çin, Hindistan ve Endonezya yaparken, 2023/2024 tarımsal üretim değerlerine göre Türkiye’de 112.000 ha alandan 900.000 ton çeltik üretimi (570.000 ton pirinç) ile kendi ihtiyacının % 75,1’ini karşılamaktadır. Üretimin % 65’i Marmara, % 27,2’si Karadeniz ve % 3,5’i İç Anadolu bölgesinde yapılmaktadır (Anonim, 2024 b).

Vejetasyonun büyük bir kısmını su içerisinde geçiren çeltik üretimini sınırlayan en büyük faktörler su kısıtlılığı ve sıcaklıktır. Yetersiz su miktarında verim ile birlikte kalitede düşmektedir (Taşlıgil ve Şahin, 2011). Bunun yanında çimlenme için yetersiz hava ve su sıcaklığı çimlenmeyi ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir (Beşer, 1997). Bu nedenle farklı çevre şartlarında su kısıtlılığı ile sıcaklık değişimlerinden en az düzeyde etkilenerek atlatan stabil çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Genotip x çevre interaksyonunu belirleme çalışmalarında Lin et al. (1986) her genotipin farklı çevrelerde gösterdiği verim değerlerinin varyansı (S^2) ve varyasyon katsayısı (% VK) bakımından çeşitler arasında farklılıklar gösterdiğini belirlemişlerdir. Buna göre verim durumları değerlendirildiğinde verimi genel ortalamanın üstünde ve düşük S^2 ve % VK değerlerine sahip olan genotiplerin ideal olduğunu ifade etmişlerdir.

Varyans analizi ile elde edilen genotip \times çevre interaksyonu genotiplerin farklı çevre şartlarındaki performansları hakkında yeterli bilgi vermemektedir. Bu yüzden genotiplerin farklı özellikleri bakımından farklı çevrelere karşı performanslarını ortaya koyacak stabilite parametreleri belirlenmiştir (Kılıç ve ark. 2003).

Farklı çevrelerde yetiştirilen genotiplerin adaptasyon ve stabilite özelliklerinin regresyon analizi ile tayin edilebileceği ilk kez Yates ve Cochran tarafından ileri sürülmüştür (Comstock ve Moll., 1963). Finlay ve Wilkinson (1963), her bir çevre ortalamasının genel

ortalamadan farkını çevre indeksi olarak ele almış ve çeşitlerin ortalama verimlerinin çevre indeksi üzerine doğrusal regresyonunu (b) adaptasyon ölçüsü olarak kullanmıştır. Regresyon modeli Eberhart ve Russell (1966) tarafından geliştirilerek, regresyondan sapma kareler ortalaması (Sd^2) çevreye uyum özelliğinin stabilitesini belirleyici ikinci parametre olarak önerilmiş ve bu model günümüzde ıslahçılar tarafından en fazla kullanılan metot olmuştur.

Eberhart ve Russell (1966)’a göre, her genotipin farklı çevrelerdeki fenotipik değerlerinin çevre indeksleri üzerine regresyonu (b) ve regresyondan sapma kareler ortalaması (Sd^2), genotiplerin farklı çevrelerdeki verim değerleri ile çevre indeksleri arasındaki determinasyon katsayısı (R^2) ile açıklanabilmektedir. Regresyon modelinde, ortalama verimi genel ortalamanın üzerinde olan, $b = 1$, $R^2 = 1$ ve $Sd^2 = 0$ değerleri taşıyan çeşit ya da hatlar ideal genotipler olarak kabul edilmekte ve b değerinin 1’den küçük veya büyük olmasına göre genotiplerin özel uyumları belirlenmektedir (Finlay ve Wilkinson 1963, Eberhart ve Russell 1966). Regresyon katsayısının 1’den büyük olması genotiplerin iyi çevre koşullarına, 1’den küçük olması ise kötü koşullara adapte olabileceğini ifade etmektedir. Genotiplerin çevre şartlarına uyumu ne ölçüde stabil olduğu Sd^2 ’nin sifıra ya da R^2 ’nin 1’e yakınlığına göre belirlenmektedir (Finlay ve Wilkinson 1963; Demir ve Tosun, 1991; Yıldırım ve ark., 1992; Özgen, 1994). Bununla birlikte bir genotipin pozitif regresyon sabitesine (a) sahip olması ve belirtme katsayısının 1’e yakın olması da istenen durumdur (Bibro ve Roy, 1976; Teich, 1983).

Bu çalışmada da belirlenen bu parametreler kullanılarak altı çeltik çeşidi ile iki farklı lokasyonda üç yıl süreyle performans değerleri incelenmiştir. Bu değerlendirmelere göre verim ve kırısız randıman bakımından en stabil çeşitler belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma 2017, 2018 ve 2019 yıllarında Samsun ilinde iki farklı lokasyonda Bafra ve Tekkeköy (Gelemen) lokasyonlarında yürütülmüştür. Denemelerde Edirne, Gizlenci, Halilbey, Kızıltan, Kocamaninci ve

Osmancık çeltik çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan Osmancık çeltik çeşidi 1997 yılında, Edirne ve Kızıltan çeltik çeşitleri ise 2004 yılında Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde geliştirilmiştir. Denemede kullanılan Kocamaninci ve Gizlenci çeltik

çeşitleri ise 2020 ve 2021 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü lokasyonlara ait iklim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Bafra ve Tekkeköy lokasyonlarına ait 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değerleri.
Table 1. Temperature and precipitation values for Bafra and Tekkeköy locations in 2017, 2018 and 2019.

İncelenen Parametreler Parameter Examined	Aylar Months	Uzun Yıllar Long Years	BAFRA			Uzun Yıllar Long Years	TEKKEKÖY		
			2017	2018	2019		2017	2018	2019
Yağış (mm) Precipitation	Mayıs May	46,3	41	15,3	23,6	49,0	108,33	48,5	85,2
	Haziran June	44,9	30	38,4	42,5	45,4	59,33	57,5	110,0
	Temmuz July	29,9	35	23,5	75,7	32,0	29,30	37,5	88,2
	Ağustos August	44,4	39	50,0	55,4	40,1	89,33	72,0	75,5
	Eylül September	58,5	32	81,6	40,9	51,7	75,50	85,5	103,2
	Ortalama Average	22,4	35,4	41,7	47,6	43,6	72,3	60,2	73,8
Sıcaklık °C Temperature °C	Toplam Total	112,0	177,0	208,8	238,1	218,2	361,7	301	369,2
	Mayıs May	15,9	16,9	17,4	19,4		16,9	17,0	16,4
	Haziran June	20,1	22,8	21,8	23,3	20,1	21,4	21,0	21,2
	Temmuz July	23,4	22,3	24,6	22,5	23,4	23,8	23,8	23,0
	Ağustos August	23,8	23,2	24,5	22,9	23,8	24,9	24,0	23,5
	Eylül September	20,0	20,4	20,9	20,1	20,0	21,0	20,5	20,5
Ortalama Average	24,4	21,1	21,8	21,6	20,6	25,7	21,2	20,9	
Toplam Total		103,20	105,60	109,20	108,20	103,20	107,10	106,30	104,60

Metot

Çalışmaların yürütüldüğü Bafra lokasyonunda ekimler 2017 yılında 5 Haziran, 2018 yılında 8 Mayıs ve 2019 yılında 29 Mayıs, Tekkeköy lokasyonunda ise 2017 yılında 11 Haziran, 2018 yılında 10 Mayıs ve 2019 yılında 31 Mayıs tarihlerinde yapılmıştır. Azotlu gübre uygulaması ekim öncesi, kardeşlenme başlangıcı ve sapa kalkma dönemi başlangıcında olmak üzere 3 seferde toplam 18 kg/da saf azot hesabıyla verilmiştir. Çeltiğin 3 - 4 yapraklı olduğu dönemde, Penoxulam etken maddeli herbisit 3g/da dozunda darıcan (*Echinochloa crus-galli*), benekli darıcan, çeltiksi darıcan, kındıra, kız otu (*Cyperus difformis*) ve kurbağa kaşığına (*Alisma plantago*) karşı kullanılmıştır. Aynı dönemde Propinate etken maddeli herbisit 20 gr/da dozunda darıcan, su ayrığı, baraj otuna karşı kullanılmıştır. Ekimler 20 m² büyüklüğündeki parsellere yapılmıştır. Hasat sonrası verim ve randıman değerleri Anonim 2001'e göre her parselden elde edilen tane mahsulü tartılarak tane verim değeri, % 14 neme göre hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen tane ve diğer agronomik verilere ait bulgular varyans analizi ve DUNCAN çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (Düzgüneş ve ark. 1987). Stabilite analizlerinin yapılabilmesi için varyans analizlerinde (genotip x çevre) interaksyonunun önemlilik durumuna göre Eberhart ve Russel (1966)' a göre stabilite analizi yapılmıştır. Bu stabilite analizi;

-Her genotipin değişik çevrelerde aldıkları genotip değerlerinin çevre ortalamaları üzerine regresyonu:

		\bar{X}	
$b_i > 1$ $x_i < \bar{x}$	$b_i > 1$ $x_i = \bar{x}$	$b_i > 1$ $x_i > \bar{x}$	
$b_i = 1$ $x_i < \bar{x}$	$b_i = 1$ $x_i = \bar{x}$	$b_i = 1$ $x_i > \bar{x}$	
$b_i < 1$ $x_i < \bar{x}$	$b_i < 1$ $x_i = \bar{x}$	$b_i < 1$ $x_i > \bar{x}$	

Şekil 1. Genotipik adaptasyonun sayısal anlatımı.
Figure 1. Numerical expression of genotypic adaptation.

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.})(\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})}{\sum_{j=1}^q (X_{.j} - \bar{X}_{..})^2}$$

i = genotipler. j = çevreler, \bar{X} = Örnek Ortalaması

-Her genotipin değişik çevrelerde aldıkları fenotip değerlerinin çevre ortalamaları üzerine regresyondan sapma kareler ortalaması kullanılarak bulunmuştur (Eberhart ve Russell,1966).

$$S^2 d = 1/q - 2 \left[\sum_{i=1}^q (X_{ii} - X_i)^2 - b_i^2 \sum_{i=1}^q (X_i - X_i)^2 \right]$$

Genotiplerin adaptasyonları denemenin genel ortalaması (\bar{X}) ve regresyon katsayısı (b=bi) ve bunun için belirlenmiş güven sınırları ($G.S = \bar{X} \pm t.S\bar{X}$) kullanılarak Şekil 1 ve 2' de gösterildiği gibi 9 gruba ayrılmıştır (Arshad,1990).

Çalışmada regresyon katsayısı (b) 1'e yakın olması genotiplerin çevreye tepkisini, regresyon sabitesinin (a) pozitif olması genotiplerin her çevre koşulunda da iyi performans gösterdiği, belirtme katsayısının (R²) çevre değişimlerini verime yansıtma oranını ifade ettiği ve regresyondan sapma (S²d) değerinin düşük olması genotipin kararlılığını gösterdiği anlaşılmaktadır (Anonim, 2004b).

		\bar{X}	
iyi çevrelere kötü uyum	i o	ç u	iyi çevrelere iyi uyum
tüm çevrelere kötü uyum	t o	ç u	tüm çevrelere iyi uyum
kötü çevrelere kötü uyum	k o	ç u	kötü çevrelere iyi uyum

b=1

Şekil 2. Genotipik adaptasyonun sözel anlatımı.
Figure 2. Verbal expression of genotypic adaptation.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans Analizi

Çizelge 2’de de görüldüğü gibi yapılan varyans analizine göre verim bakımından Yıl, Lokasyon, Çeşit, (Yıl x Lokasyon), (Çeşit x Lokasyon), (Çeşit x Yıl x Lokasyon) interaksyonları önemli çıkmıştır. Randıman bakımından ise yapılan değerlendirmeye göre Lokasyon, (Yıl x Lokasyon), Çeşit, (Çeşit x Yıl), (Çeşit x Lokasyon), (Çeşit x Yıl x Lokasyon) interaksyonları önemli çıkmıştır. Çalışmada verim üzerinde yılların etkisi Çizelge 1’de verildiği gibi

vejetasyon sırasında görülen toplam sıcaklık ve toplam yağışa göre değişkenlik gösterirken randıman bakımından yılların etkisinin istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 2).

Denemeye alınan çeşitlerin incelenen verim ve randıman özellikleri bakımından ortalama değerleri ve stabilite parametreleri Çizelge 3’te verilmiş olup, bu parametreler ile ilgili uyum (adaptasyon) durumları ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çizelge 2. Çeltik çeşitlerinde incelenen özelliklere ait çevreler üzerinden birleştirilmiş varyans analizi sonuçları.

Table 2. Combined variance analysis results over the environments of the traits examined in rice varieties.

Varyasyon Kaynakları Source of Variation	DF Adjusted Factor	Verim Yield	Kırksız Randıman Break-free efficiency
Yıl year	2	282681,9 **	25,3
Lokasyon Location	1	591156,9 **	157,2 **
Yıl x Lokasyon Year x Location	2	686447,5 **	214,8 **
Tekerrür[Yıl,lokasyon] Recidivism (Year x Location)	12	145786,7	60,1
Çeşit Variety	5	1332990,6 *	1412,9 **
Çeşit x Yıl Variety x Year	10	116899,9 **	328,9 **
Çeşit x Lokasyon Variety x Location	5	48727,8	143,4 **
Çeşit x Yıl x Lokasyon	10	437650,7**	136,4 **
% VK		11,70	3,53
% CV			

Çizelge 3. İncelenen özellikler bakımından yapılan stabilite analizinde ele alınan parametreler.

Table 3. Parameters considered in the stability analysis in terms of the examined features.

	Verim (kg da ⁻¹) Yield (-1 per kg)					Randıman (%) Efficiency (%)				
	Ort,	R ²	b	a	S ² d	Ort,	R ²	b	a	S ² d
Edirne	604,25	0,78	1,15	-241,79	0,27	52,65	0,79	2,24	-78,48	0,51
Gizlenci	853,43	0,64	0,98	134,15	0,33	60,16	0,16	0,41	36,17	0,43
Halilbey	774,15	0,79	1,49	-321,29	0,35	58,46	0,37	1,08	-4,91	0,63
Kızıltan	577,01	0,33	0,74	34,57	0,47	56,74	0,32	1,20	-13,37	0,79
Osmancık	732,88	0,74	1,05	-40,98	0,28	59,13	0,49	0,98	1,76	0,44
Kocamaninci	862,23	0,68	0,58	435,34	0,18	64,68	0,03	0,10	58,84	0,25

Tane Verimi

Tane verimi bakımından yapılan birleştirilmiş analiz sonucuna göre % VK değeri kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur. Ortalama verim 734,1 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiş olup; çeşitlerin ortalama verimleri arasındaki farklılıklar (p<0,001 düzeyinde) önemli bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonucuna göre çeşitlerden en yüksek verimi Kocamaninci çeşidi (863,2 kg da⁻¹) verirken, en düşük verimi Kızıltan çeşidi (577,0 kg da⁻¹) vermiştir.

Çizelge 2'den de anlaşıldığı gibi çeşit x yıl x lokasyon etkileşimleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (Lin ve ark.,1986). Çeşitlerden Gizlenci

ve Kocamaninci en yüksek verim değerlerini (853,4 ve 863,2 kg da⁻¹) vermiştir. Yıllar incelendiğinde 2017 ve 2019 senesinde birbirlerine yakın verim değerleri (788,5 ve 748,2 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Bafra lokasyonu ise aldığı değer (808,1 kg da⁻¹) ile öne çıkmıştır. Çeşit x yıl etkileşimini değerlendirildiğinde Kocamaninci çeşidi 2017 yılında 904,6 (kg da⁻¹) verim ile en yüksek verim değerini verirken, Çeşit×Yıl×Lokasyon etkileşimini bakımından yapılan değerlendirmeye göre Halilbey ve Gizlenci çeşitleri 2017 yılında Bafra lokasyonunda en yüksek verim değerlerini göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çeşitlerin birleştirilmiş analiz sonucuna göre verim sonuçları (kg da⁻¹).

Table 4. Yield results according to the combined analysis results of the varieties (kg da⁻¹).

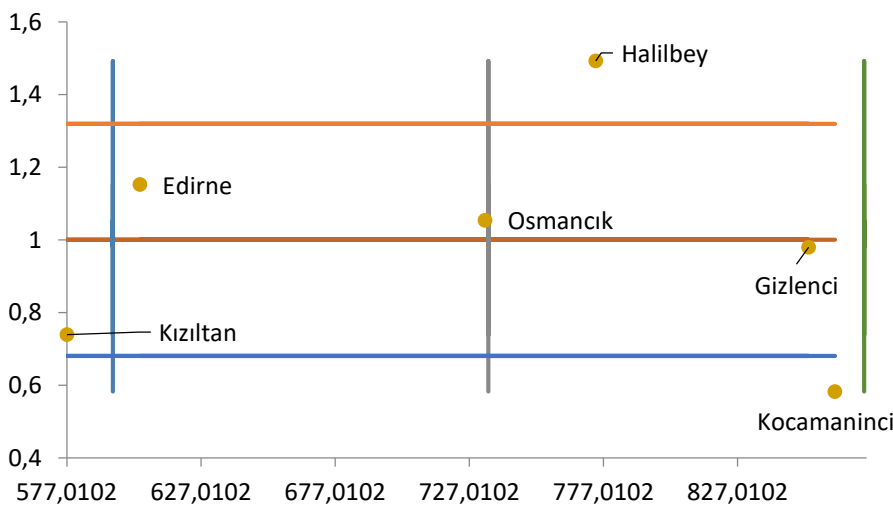
Çeşitler Varieties	Lokasyon Location	2017	2018	2019	Çeşitler Ort. Varieties Avg.
Edirne	Bafra	710,7 c-h	573,1 g-j	790,3 b-f	691,4
	Tekkeköy	590,4 f-i	415,2 ij	545,5 hij	517,0
Ortalama Average		650,6	494,1	667,9	604,2 C
Gizlenci	Bafra	1010,5 a	891,4 a-d	871,8 a-d	924,6
	Tekkeköy	731,6 c-h	713,7 c-h	901,2 a-d	782,2
Ortalama Average		871,1	802,6	886,5	853,4 A
Halilbey	Bafra	1012,8 a	693,7 d-h	903,5 a-d	870,0
	Tekkeköy	616,2 e-i	715,6 c-h	702,8 d-h	678,2
Ortalama Average		814,5	704,6	803,2	774,1 AB
Kızıltan	Bafra	574,9 g-j	556,4 g-j	760,3 b-g	630,5
	Tekkeköy	754,1 b-h	360,7 j	455,4 ij	523,4
Ortalama Average		664,5	458,6	607,9	577,0 C
Osmancık	Bafra	926,7 abc	815,5 a-e	744,1 b-h	828,8
	Tekkeköy	690,5 d-h	602,0 f-i	618,2 e-i	636,9
Ortalama Average		808,6	708,8	681,2	732,8 B
Kocamaninci	Bafra	939,6 ab	907,6 a-d	862,8 a-d	903,3
	Tekkeköy	904,6 a-d	742,6 b-h	822,0 a-e	823,1
Ortalama Average		922,1	825,1	842,4	863,2 A
	Bafra	948,6 A	633,5 D	842,20 B	808,1 A
	Tekkeköy	628,5 D	697,7 C	654,2 CD	660,1 B
Yıllar Ortalaması Average Of Yields		788,5 A	665,6 B	748,2 A	734,1
	% VK		11,70		
	% CV				

Çizelge 3 ve Şekil 3'te de görüldüğü gibi yapılan stabilite analizine göre b değeri 1'e yakın olan (adaptasyon kabiliyeti yüksek) Edirne, Gizlenci ve Osmancık-97 çeşitlerinden Gizlenci çeşidi en yüksek performansı gösterirken bu çeşidi Osmancık çeşidi izlemiştir. Ayrıca Halilbey çeşidinin iyi çevre şartlarında orta uyum, Kocamaninci çeşidi ise kötü çevre şartlarında yüksek performans gösterdiği anlaşılmaktadır. Arshad (1990)'da çalışmasında benzer durumu ifade etmiştir. Bunun yanında Kızıltan çeşidi sahip olduğu b değerine göre kötü çevrelerde kötü uyuma yakın performans gösterirken, diğer çeşitlere göre sahip olduğu en düşük R² değeriyle veriminin değişik çevre şartlarında çok değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Regresyon sapma kareler ortalaması (Sd²) değerinin (0,18) en küçük ve regresyon katsayısı sabitesi (a) değerinin (435,34) en yüksek olmasına rağmen Kocamaninci çeşidi determinasyon katsayısı (R²) değerinin (0,68) ve regresyon katsayısı (b) değerinin (0,58) düşük çıkması çevre şartlarında oluşan değişkenliklerden kaynaklanmaktadır (Çizelge 1). 2018 yılı ekimlerin 08–10 Mayıs'ta yapılması nedeniyle toprak ve sulama suyu sıcaklığının yeterli düzeye ulaşamaması genotiplerde verim düşüklüğüne neden olmuş olabilir.

Çeltikte kritik çimlenme sıcaklığı 12-15 °C olup, optimum çimlenme sıcaklığı 18–35 °C'dir. Tekkeköy şartlarında uzun yıllar ortalamasına göre Mayıs

aylarının ilk haftalarında sulama suyu sıcaklığı değeri aylık sıcaklık ortalamasının altında olmaktadır. Tüm lokasyonlarda yüksek verim veren Kocamaninci çeşidi Tekkeköy şartlarında R² değerine göre en az düzeyde etkilenecek yüksek verim vermiştir. (Finlay ve Wilkinson 1963, Eberhart ve Russell 1966, Demir ve Tosun, 1991; Yıldırım ve ark., 1992; Özgen 1994; Alay ve ark. 2017).

Çizelge 6'da görüldüğü gibi yapılan korelasyon analizine göre tane verimi Çiçeklenme gün sayısı (r=0,511**), Çeltikte 1000 tane ağırlığı (r=0,303**) ve yatma (r=0,246*) ile kuvvetli derecede olumlu, m²'de salkım sayısı (r=0,213*), tane dökme (r=0,229*), çeltikte tane boyu (r=0,524**), pirinçte tane boyu (r=0,383), pirinçte tane eni (r=0,432**) ve kırksız randıman (r=0,284**) ile kuvvetli derecede olumsuz ilişki saptanmıştır. Ayrıca yapılan faktör analizinde kareler ortalamasına en büyük katkıyı oransal olarak % 57,2 ile verim (ID = 14,91), % 26,8 ile çiçeklenme gün sayısı (ID = 6,99) ve % 15,97 ile olgunlaşma gün sayısı (ID = 4,16) sağlamıştır. Çalışmada verim ile çiçeklenme gün sayısı arasında oluşan pozitif ilişki çiçeklenme gün sayısını etkileyen yağmurlu geçen günlerden kaynaklanmaktadır. Daha serin koşullarda uzayan çiçeklenme periyodu verime olumlu etkide bulunduğu görülmektedir.



Şekil 3. Verim bakımından yapılan stabilite analiz grafiği.

Figure 3. Stability analysis chart in terms of efficiency.

Kırksız Randıman

Önemli bir kalite özelliği olan kırksız randıman bakımından yapılan birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşit, lokasyon, (çeşit×yıl), (çeşit×lokasyon) ve (çeşit×yıl×lokasyon) etkileri arasında önemli ($P < 0,01$ düzeyinde) farklılıklar görülmüştür (Çizelge 2). Çeşitlerden % 64,7 ile Kocamaninci çeşidi en yüksek, % 52,65 ile Edirne çeşidi en düşük kırksız randıman değerini verirken, lokasyonlardan Bafra lokasyonundan en yüksek (% 59,8) kırksız randıman değeri elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çeşit×yıl etkisi incelendiğinde Kocamaninci çeşidi 2018 yılında % 65,1 randıman ortalamasıyla en yüksek değeri vermiştir. Bu çeşit Bafra ve Tekkeköy lokasyonlarında % 64,8 ve % 64,6 randıman değerleriyle en yüksek randımana ulaşmıştır.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi yapılan varyans analizine göre kırksız randıman bakımından önemli bulunan Çeşit × yıl× lokasyon etkisi incelendiğinde Osmancık çeşidi göstermiş olduğu b değerine ($b=0,98$) göre en stabil çeşit olarak bulunmuştur. Kocamaninci çeşidi 2018 yılında Bafra lokasyonunda % 65,5 ile en yüksek değerleri göstermiş olup, çalışmada R^2 ve Sd^2 değerlerinin çok düşük olması ve a değerinin bu çeşit için en yüksek olması çevre şartlarından en düşük düzeyde etkilendiğini göstermektedir. Buna göre Kocamaninci çeşidi Çizelge 2’ye ve Becker (1981), Yılmaz ve Tugay (1999), Anonim (2004a)’e göre kötü çevrede iyi uyum gösterirken, Çizelge 5 ve Şekil 4’de de anlaşıldığı gibi Kızıltan, Halilibey ve Osmancık çeşitleri en uygun b değerleri ile tüm çevre şartlarında orta uyum, Edirne çeşidi ise iyi çevre şartlarında kötü uyum gösterdiği görülmüştür (Sürek ve ark, 2016 ve Arshad, 1990).

Çizelge 5. Çeşitlerin birleştirilmiş analiz sonucuna göre kırksız randıman sonuçları

Table 5. Breakage-free yield results according to the combined analysis results of the varieties

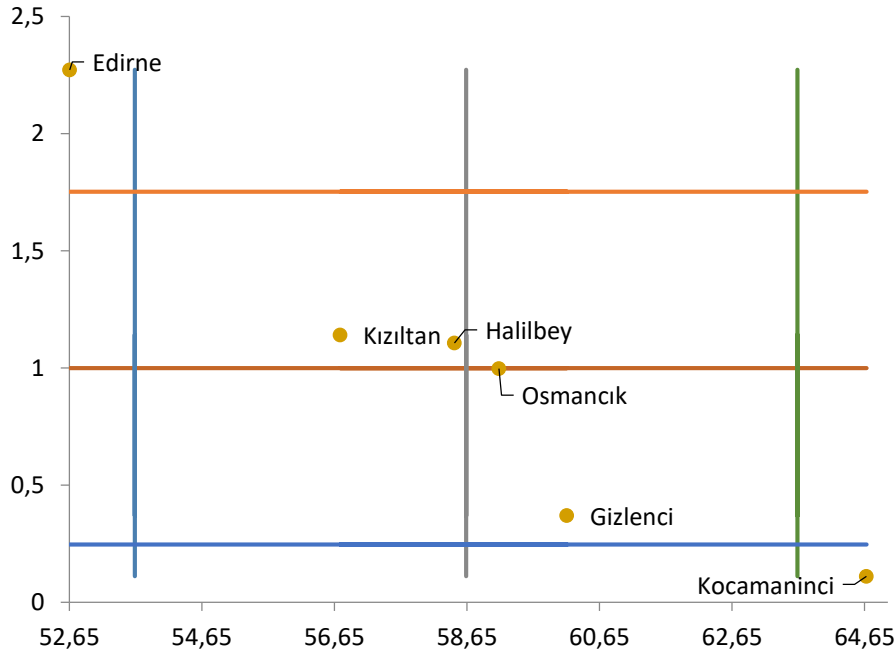
Çeşitler Varieties	Lokasyon Location	2017	2018	2019	Çeşitler Ort. Varieties
Edirne	Bafra	54,45 m-q	53,08 pqr	61,53 c-g	56,35 de
	Tekkeköy	50,91 rs	49,62 st	46,33 t	48,95 f
Ortalama Average		52,68 JK	51,35 K	53,93 IJ	52,65 E
Gizlenci	Bafra	60,00 e-j	61,60 b-f	61,67 b-f	61,09 b
	Tekkeköy	58,20 g-l	59,43 f-k	60,05 e-j	59,23 bc
Ortalama Average		59,10 D-G	60,52 C-F	60,86 CDE	60,16 B
Halilibey	Bafra	55,47 l-p	61,79 b-f	60,25 e-i	59,17 bc
	Tekkeköy	55,79 l-p	63,18 a-e	54,28 n-r	57,75 cde
Ortalama Average		55,63 HI	62,49 BC	57,27 GH	58,46 C
Kızıltan	Bafra	57,81 m-q	51,82 qrs	63,05 a-e	57,56 cde
	Tekkeköy	59,61 f-k	54,44 m-q	53,70 o-r	55,92 e
Ortalama Average		58,72 EFG	53,13 JK	58,38 FG	56,74 D
Osmancık	Bafra	57,39 i-n	61,01 d-h	61,92 b-f	60,11 cd
	Tekkeköy	56,77 j-o	61,34 d-g	56,33 k-p	58,16 cd
Ortalama Average		57,08 GH	61,18 CD	59,14 D-G	59,13 BC
Kocamaninci	Bafra	64,10 abc	65,47 a	64,76 abc	64,78 a
	Tekkeköy	64,93 ab	64,74 abc	64,07 a-d	64,58 a
Ortalama Average		64,51 AB	65,11 A	64,42 AB	64,78 A
Bafra		58,20 BC	59,13 B	62,20 A	59,84 A
Tekkeköy		57,70 C	58,79 BC	55,80 D	57,43 B
Yıllar Ortalaması Average Of Years		57,95	58,96	59,00	58,64
% VK			3,6		
% CV					

Çalışmada bulunan randıman değerlerinin (% 46,3–% 65,1) Sürek ve ark. (2016) belirttiği değerlerden (% 60,8–% 69,1) düşük olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin, 2017 yılında yoğun yağışlar nedeniyle her iki lokasyonda; Bafra ve Tekkeköy’de ekimlerin 5 ile 11 Haziran tarihleri arasında yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın tüm verileri kullanılarak yapılan korelasyon analizine göre kırksız randıman ile bitki boyu ($r = 0,371^{**}$), salkım uzunluğu ($r = 0,348^{**}$), Çeltikte 1000 tane ağırlığı ($r = 0,285^{**}$), çeltikte tane eni ($r = 0,333^{**}$), çeltikte tane boyu ($r = 0,385^{**}$), pirinçte 1000 tane ağırlığı ($r = 0,429^{**}$), pirinçte tane boyu ($r = 0,454^{**}$), pirinçte tane eni ($r = 0,286^{**}$),

salkımda çıkış durumu ($r = 0,338^{**}$), Salkım yanıklığı ($r = 0,444^{**}$), tane dökme ($r = 0,410^{**}$), yaprak yanıklığı ($r = 0,374^{**}$) ve yatma ($r = 0,274^{**}$) ile önemli derecede olumsuz, çiçeklenme gün sayısı ($r = 0,309^{**}$), kırıklı randıman ($r = 0,289^{**}$) ve olgunlaşma gün sayısı ($r = 0,292^{**}$) düzeyde olumlu ilişki içerisinde olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Korelasyon analizinde (Çizelge 6) kırksız randıman ile salkımda yanıklık arasında önemli düzeydeki ters ilişki lokasyon bölgelerinde gerçekleşen yoğun yağışlardan gerçekleşmiştir. Bu da farklı çevrelerde görülen yağışlardan dolayı kırksız randımanda olumsuz etkilenmelere neden olmuştur.



Şekil 4. Kırksız randıman bakımından yapılan stabilite analiz grafiği.
Figure 4. Stability analysis chart in terms of fracture-free efficiency.

Çizelge 6. Verim ve kırksız randımının incelenen diğer özellikler arasında tespit edilen korelasyon analiz sonuçları.
Table 6. Correlation analysis results determined between yield and fracture-free yield and other examined characteristics.

İncelenen Karakterler Characters Examined	Korelasyon Analizi Correlation Analysis		Faktör Analizi** Factor Analysis **	
	Verim (kg/da) Yield (kg/da)	Kırksız Randıman (%) Breakage-free Efficiency (%)	Özdeğer Eigenvalue	Yüzde Percent
Verim (kg/da) Yield (kg/da)	1	-0,284**	14,9128	57,195
Çiçeklenme Gün Sayısı (Gün) Number of Days to Flowering (Days)	0,511**	0,309**	6,9982	26,840
Olgunlaşma Gün Sayısı (Gün) Number of Days to Maturation (Days)	-0,058	0,292**	4,1626	15,965
Bitki Boyu (cm) Plant Height (cm)	-0,154	-0,371**	1,9297	7,401
Salkım Uzunluğu (cm) Plant Height (cm)	-0,081	-0,348**	0,9304	3,569
M ² de Salkım Sayısı (Adet) Number of Bunches per M ² (Piece)	-0,213*	-0,139	0,8733	3,349
Salkımda Tane Sayısı (Adet) Number of Grains in a Bunch (Piece)	0,126	0,122	0,3709	1,423
Yaprak Durumu (1-5) Leaf Status (1-5)	0,121	-0,145	0,2523	0,968
Salkım Çıkış Durumu (1-5) Salkım Exit Status (1-5)	-0,174	-0,338**	0,2018	0,774
Yatma (1-9) Lying down (1-9)	0,246*	-0,274**	0,1271	0,488
Sterilite (%) Sterility (%)	-0,169	-0,102	0,0435	0,167
TaneDökme (%) GrainBulk (%)	-0,229*	-0,410**	-0,0583	-0,224
Yaprak yanıklığı (1-9) Leaf blight (1-9)	-0,1	-0,374**	-0,1565	-0,600
Salkım yanıklığı Panicle blight (1-9)	-0,02	-0,444**	-0,2223	-0,853
Çeltik 1000 Tane Ağırlığı (g) Rice 1000 Grain Weight (g)	0,303**	-0,285**	-0,3445	-1,321
Pirinç 1000 Tane Ağırlığı (g) Milled Rice 1000 Grain Weight (g)	0,088	-0,429**	-0,4079	-1,565
Çeltik Tane boyu (mm) Paddy Grain Size (mm)	-0,524**	-0,385**	-0,4324	-1,658
Çeltik Tane Eni (mm) Rice Grain Width (mm)	-0,117	-0,333**	-0,4977	-1,909
Pirinç Tane Boyu (mm) Rice Grain Size (mm)	-0,383**	-0,454**	-0,5491	-2,106
Pirinç Tane Eni (mm) Rice Grain Width (mm)	-0,432**	-0,286**	-0,6079	-2,331
Kırıklı Randıman (%) Fractured Yield (%)	0,117	0,289**	-0,6997	-2,684
Kırksız Randıman (%) Breakage-free Efficiency (%)	-0,284**	1	-0,7529	-2,888

SONUÇ

Karadeniz bölgesi Türkiye çeltik üretimi açısından önemli bölgelerden birisidir. Bölgeyi temsil eden iki lokasyonda yapılan çalışmada genotip x çevre interaksyonu açısından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin stabilite kriterleri değerlendirildiğinde bazı çeşitler verim ve randıman açısından lokasyonlar arasında stabil özellik gösterirken, bazıları kötü çevre şartlarında daha iyi performans sergilemiştir.

Verim bakımından yapılan değerlendirmeye göre Bafra lokasyonunda Gizlenci ve Halilbey çeşitleri ön plana çıkarken, tüm çevreler dikkate alındığında Gizlenci

Osmancık çeşitleri göstermiş oldukları performanslar ile en stabil çeşitler olmuştur. Ancak çalışmada Çizelge 4 ile 5 ve Şekil 3 ile 4' de de görüldüğü gibi kötü çevre şartlarında bile yüksek performans gösteren Kocamaninci çeşidi de ön plana çıkmaktadır. Kırksız randıman bakımından yapılan değerlendirmede tüm lokasyonlarda Kocamaninci çeşidi en yüksek değeri (%64,68) ön plana çıkarken, değişen çevre şartlarında Halilbey ve Osmancık çeşitleri göstermiş oldukları b değerleri ve %58,46, %59,13 randıman değerleri ile en stabil çeşitler oldukları görülmüştür.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alay, F. Çankaya, N., İspirli, K. 2017. Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.) Hatlarının Tekkeköy Koşullarında Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg.. 20 (Özel Sayı): 33-37.
- Anonim. 2004a. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müd. Çeşit Tescil Raporları. Ankara
- Anonim. 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Pirinç Durum / Tahmin Sf: 1.
- Anonim. 2024b. Türkiye Tarım Ürünleri Piyasaları - Çeltik raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
- Arshad, Y. 1990. Genotiplerin Çevreye Uyum Yeteneklerini Belirlemede Kullanılan Bazı Stabilite Parametreleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Ens., İzmir.
- Becker, H.J. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica 30: 835-840.
- Beşer, N. 1997. Trakya Bölgesinde Değişik Ekim ve Sulama Yöntemlerinin Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Verim ve Verim Unsurları ile Kalite Karakterlerine Etkisi. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bibro, J. D., and L.L. Roy. 1976. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Sci. 16: 821-824.
- Comstock. R. E., R. H., Moll. 1963. Genotype-Environment Interactions. Statistical Genetics and Plant Breeding. National Academy of Sciences. Washington D. C. W. D. Hanson and H. F. Robinson. 164-196.
- Demir, İ., ve M. Tosun. 1991. Buğdayda Stabilite İstatistikleri ve Stabilite Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28 (1). 7-24.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu, F. Gürbüz. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara. 381s
- Eberhart, S.A. and Russell. W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
- Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.
- Kılıç, H., T. Yağbasanlar, ve Z. Türk. 2003. Makarnalık buğdayda bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksyonu, kalıtım derecesi tahminleri ile stabilite analizleri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 13-17 Ekim. Diyarbakır. No: 1:52-57
- Lin, C. S., M.R. Binns, L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand.. Crop Science 26: 894-900.
- Özgen, M. 1994. Orta Anadolu koşullarında kışlık arpanın verim ve verim öğelerinde adaptasyon ve stabilite analizi. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry 18 (2): 169-177.
- Süreç, H., T. Kahraman, R. Ünan. 2016. Çeltik (*Oryza sativa* L.) genotiplerinin Trakya koşullarının farklı lokasyonlarında adaptasyonu ve bazı karakterler yönünden stabilite analizleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25 (Özel sayı-1):123-128
- Taşlıgil, N. ve G. Şahin. 2011. Türkiye'de Çeltik (*Oryza sativa* L.) Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi ISSN: 1308-9196.
- Teich, A H. 1983. Genotype x environment interaction variances in yield of winter wheat. Cereal Research Communications 11: 15-20
- Yıldırım, M.B., C.F. Çalışkan, Y. Arshad. 1992. Farklı stabilite parametreleri kullanarak bazı patates genotiplerinin çevreye uyum yeteneklerinin belirlenmesi. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi 16: 621-629.
- Yılmaz, G. ve M.E. Tuğay. 1999. Patateste çeşit çevre etkileşimleri. I. stabilite parametreleri yönünden irdeleme. TÜBİTAK. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi 23: 97-105.

Soğuklatma, Yöney ve Gölgeleme Uygulamalarının Elek Altı Kardelen (*Galanthus elwesii* Hook. F.) Soğanlarının Büyütülmesindeki Etkileri

Emrah ZEYBEKOĞLU*

*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir/TÜRKİYE

* <https://orcid.org/0000-0001-9125-5049>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): zeybekoglu@gmail.com

Received (Geliş tarihi):13.11.2024 Accepted (Kabul tarihi): 21.12.2024

ÖZ: Türkiye diğer bitki gruplarında olduğu gibi doğal çiçek soğanlarında da önemli bir doğal zenginliğe sahiptir. Doğal çiçek soğanlarının bazı türleri, ihracat amaçlı olarak yaklaşık bir asır boyunca Anadolu'dan kontrolsüz olarak sökülüp, 1990'lı yıllardan itibaren doğadan toplanmaları kontrol altına alınmıştır. İhracat miktarı bakımından *Galanthus L.* cinsi önde gelmektedir. Günümüzde önemli sorunlardan birisi, doğadan gerçekleştirilen sökümde farklı sebepler ile büyük soğanlar ile birlikte her yıl farklı oranlarda sökülen pazarlanabilir boyutun altındaki küçük soğanların etkin bir geri kazanımının olmamasıdır. Bu çalışmanın amacı *Galanthus elwesii* Hook. F. türünün küçük soğanlarında (<4cm), gelişimin farklı uygulamalar ile teşvik edilmesidir. Araştırılan uygulamalardan birisi kardelenlerin doğal alanlarına benzer şekilde düşük sıcaklıklara maruz bırakılması olmuştur. Doğal alanlarında yamaçlardaki kardelen popülasyon dağılımlarının yoğunluğunu etkileyen faktörlerden birisi de yöneylerdir. Çalışmada araştırılan bir diğer faktör de yöney etkisi olmuştur. Kasalara dikilen küçük (3-4 cm çevre uzunluğundaki elek altı soğanlar) kardelen soğanlarında soğukta (5 °C'de) farklı sürelerde(0, 4 ve 8 hafta) depolamanın etkileri araştırılmıştır. Soğuklatılan kardelen kasaları %75 eğimle kuzeye ve doğuya doğru veya eğimsiz olarak gölgelik örtüsünün altına veya eğimsiz olarak gölgelik örtüsünün dışına yerleştirilerek yetiştiricilik yapılmıştır. Bu uygulamalarla küçük soğanların büyümesinde belirgin artışlar saptanmıştır. Bir gelişim sezonu sonunda hasat edilen soğan ağırlığı, ağırlık artış yüzdesi ve pazarlanabilir boyuta ulaşan soğan yüzdesi, belirgin olarak en yüksek değerlere (98,3 g; %117,3; %68,7), kuzey yöneyinde ulaşmış, en düşük değerler (82,3 g; %78,3; %54,0) ise kontrolden (eğimsiz ve gölgelemesiz) elde edilmiştir. Farklı sürelerde soğukta depolama ile soğanlarda ağırlık artış yüzdesi %103,8'e ve pazarlanabilir boyuta ulaşan soğan yüzdesi %67,3'e ulaşırken, bu parametreler soğuklatma uygulaması yapılmayan soğanlarda istatistiksel olarak en düşük değerlere(%86,9; %52) sahip olmuştur. Çalışma, soğanlarının büyümesini teşvik etmek için soğuklatma ve uygun yöney seçimi gibi faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, doğal bitki kaynaklarının korunması ve geri kazanımı açısından önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Geofit, soğan büyüme, soğukta depolama, yöney, gölge.

Effects of Cooling, Orientation and Shading on Enlargement of Under-Sized Snowdrop (*Galanthus elwesii* Hook. F) Bulbs

ABSTRACT: Türkiye has great natural resource of geophytes and other plant groups. Some species of geophytes have been harvested from nature in Anatolia in an uncontrolled manner for export for the last century. Since the 1990s, their collection has been brought under control. *Galanthus L.* genus is leading in exports. One of the important problems today is the lack of effective recycling of the small bulbs which are under the marketable sizes. These small bulbs develop with larger bulbs at different percentages every year for various reasons. The aim of this study was to promote the enlargement of these small bulbs (<4 cm) of *Galanthus elwesii* Hook. F. by different applications. One of the investigated applications was low temperature treatment, which snowdrops receive in their natural areas. Another factor investigated was plant orientation, which effects the density of wild snowdrop populations on slopes. The effects of different cooling (at 5 °C) durations (0, 4 and 8 weeks) of planted small (unmarketable, under-sized bulbs) snowdrop bulbs in containers were investigated. Different placement of these cooled snowdrop containers were made by locating the containers so they were oriented to the north and east with 75 % slope or located under shading cover without any slope or without shading and without any slope. With these applications, significant increases were obtained in the growth of small bulbs. At the end of one growing season, the total harvested bulb weight, the weight increase ratio of bulbs and the percentage of bulbs that reached marketable size obtained the highest values (98.3 g; 117.3%; 68.7%) in the northern direction, while the lowest values (82.3 g; 78.3%; 54.0%) were obtained from the control (without direction and shading). With different cold storage periods, the weight increase ratio of the bulbs reached to 103.8% and the percentage of bulbs that reached marketable size was 67.3%, while these parameters statistically had the lowest values (86.9%; 52%) in uncooled bulbs. The study revealed that factors such as cooling and appropriate direction selection were effective in promoting the growth of small bulbs. The obtained results provide an important roadmap for the protection and recovery of plant natural resources.

Keywords: Geophyte, bulb enlargement, cold storage, direction, shade.

GİRİŞ

Kardelenler (*Galanthus spp.*), *Monocotyledonae* alt sınıfının *Amaryllidaceae* familyasına ait, çok yıllık soğanlı bitkilerdir. *Galanthus* L. cinsi 20 türe sahiptir (Zubov ve Davis, 2012) ve doğal yayılış alanları Kırım, Kafkaslar, Anadolu, İran, Lübnan, Ege Adaları ve Balkanlardır (Özhatay ve ark., 2005a; Smith, 2008; Kikodze, 2008). Cinsin 7'si endemik olmak üzere Türkiye'de 13 tür ve 16 taksonu bulunmaktadır (Davis, 2000; Özhatay ve ark., 2005b; Yüzbaşıoğlu, 2010). Türkiye yaklaşık 700 kadar doğal çiçek soğanı türü (Koyuncu, 2007) ile diğer bitki grupları gibi geofitler açısından da büyük bir doğal zenginliğe sahiptir. *Cyclamen ssp.*, *Eranthis ssp.*, *Scilla ssp.*, *Galanthus ssp.*, *Urginea ssp.* gibi üretimin yetersiz olduğu cinslerde, gereksinim bu bitkilerin anavatanı olan ülkelerden doğadan toplanarak karşılanmaktadır. Bu durum, başta Türkiye'nin de dahil olduğu bazı ülkeleri çiçek soğanları konusunda ön plana çıkarmaktadır. Türkiye doğal çiçek soğanı ihracatında en büyük paya, *Galanthus* L. cinsi ve bu cins içinde de *Galanthus elwesii* Hook. F. türü sahiptir. Türkiye'de ilk *G. elwesii* ihracatı 1885 yılında İzmir'de başlamış, sonrasında özellikle Toros dağları olmak üzere farklı bölgelere yayılmıştır (Ekim ve ark., 2000; Zencirkıran, 2002). Doğal çiçek soğanlarının ihracat için toplanması yaklaşık bir asır boyunca neredeyse tamamen kontrolsüz bir şekilde sürmüştür. Uzun yıllar boyunca gerçekleştirilen yoğun toplama ve doğal kaynakların tehlikeye girmesi, duyarlılığı arttırmış (Oldfield, 1989; Davis, 1999; Demir, 2010; Kamenetsky ve Okubo, 2012) ve Türkiye'de doğadan toplanan çiçek soğanları için bir kota sistemi oluşturulmuştur. Soğanlar, CITES sözleşmesi de dikkate alınarak belirlenen sınırlar dahilinde yasal ticaret amaçlarıyla toplanmaktadır (Alp, 2006). Böylelikle 1980'li yıllarda yıllık 40 milyon adete ulaşan kardelen soğan ihracat miktarı, 1996 yılından itibaren 8 milyon sınırlarına inmiştir (Demir, 2010). Bu miktar azalmaya devam etmektedir. Tarım bakanlığı tarafından 2024 yılında doğadan sökülerek ihraç edilen *G. elwesii* için belirlenen miktar 2 milyon adet olmuştur (Anonim, 2023).

Kardelen türleri kış aylarında dış mekanda kullanım için uygun bitkilerdir (Tanrıverdi, 2019). Avrupa ve diğer birçok ülkede beğenilen ve tercih edilen bir süs bitkisidir. Botanik bahçelerinde, açık yeşil alanlarda ve özel bahçelerde yoğun olarak kullanılmaktadır (Demir,

2010). Süs bitkileri olarak kullanımı yanında kardelen türleri başta galantamin olmak üzere tıbbi amaçlarla kullanılan pek çok bileşen içermektedir (Kocoglu ve ark., 2018; Öztaş ve Öztaş, 2023). Kardelen dünyada en fazla ticareti yapılan doğa kaynaklı soğanlı bitkidir (Ronsted ve ark., 2013). En büyük ithalatı Hollanda ve ithalatının da büyük bir kısmını Türkiye ve Gürcistan'dan gerçekleştirmektedir (Davis, 1999; Benschop ve ark., 2010; Ronsted ve ark., 2013). Dünya çapında kardelen soğanına olan talebe karşılık, doğadan gerçekleştirilen toplama kotalarının düşmesi üretimin önemini ortaya koymaktadır. Üretimin yaygınlaşması aynı zamanda doğa üzerindeki yükün azalmasına da katkı sağlayacaktır. Kardelenlerin üretim ve yetiştirilmesinde, hızlı ve kontrollü tekniklerin geliştirilmesine ve yetiştiriciliği konusunda daha geniş bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır (Le Nard ve Hertogh, 1993; Tıprıdamaz ve ark., 1999; Özhatay, 2013).

İhracat sürecinde pazarlanabilir boyutun altında olan ve elek altı olarak nitelendirilen soğanlar (< 4 cm çevre uzunluğu) her yıl farklı nedenlerle farklı yüzdelerde doğadan sökülen diğer büyük soğanlarla birlikte karışık olarak gelmektedir. Doğal çiçek soğanları yönetmeliğinde büyütme terimi yalnız elek altı soğanların büyütülmesi, iyileştirilmesi işlemi olarak tanımlansa da, kültüre alma çalışmalarında çoğaltmanın devamında da bir büyütme işlemine gereksinim olduğu açıktır.

Kardelenler doğada tohumla ve yavru soğanlar ile çoğalmaktadır. Geofitlerde tohumla çoğaltım genellikle uzun bir süre gerektirmektedir. Tohum ekiminden çiçeklenebilecek boyutta soğan üretimine kadar geçen süre kardelenlerde 3-5 seneyi bulmaktadır (Zencirkıran, 2002; Kahraman ve Özzambak, 2015; Yüzbaşıoğlu ve Dalyan, 2017). Kardelende soğan yetiştiriciliği ile ilgili doğal ortamlarında ve tarla koşullarında farklı çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir. Wallis *Galanthus nivalis* L. türü ile yürüttüğü bir çalışmada %18'lik bir soğan ağırlık artış yüzdesi elde etmiştir (Selby ve ark., 2005). Arslan ve ark., (1997) benzer bir sonucu %18,5 ağırlık artışla *G. elwesii* türünün elek altı soğanlarından elde etmiştir. Arslan ve ark. (2002) yine bu türde 3 yıllık yetiştiricilik sonrasında %124'lük bir ağırlık artışı elde etmişlerdir. Farklı çalışmalarda elek altı soğanlarda bir yıllık yetiştiricilik sonunda pazarlanabilir boyuta ulaşan

soğan oranları %12,5-42,7, %6-31, %73-75 (Arslan ve Sarihan, 1998; Zencirkıran, 1998; Gökçeoğlu ve Sukatar, 1986) üç yıllık yetiştiricilik sonunda % 7,5 - % 32,6 (Arslan ve ark., 1998) olmuştur. Büyük soğan dikilerek yapılan çalışmalarda üç yıllık yetiştiricilik sonrası elde edilen büyük soğan oranları *G. elwesii*'de %6,5-64, *G. nivalis*'te %17,3-% 46,7 (Arslan ve ark., 1998; Selby ve ark., 2005) arasında değişmiştir. Başka bir çalışmada, yüksek miktarda soğan kaybının olduğu tarla koşullarında iki yıllık yetiştirme sonunda küçük soğanların %51,7'si pazarlanabilir boyuta ulaşmıştır (Baktır, 1996). Ertan ve ark., (1995) farklı boyutlardaki (2-3 ve 3-4 cm) elek altı *G. elwesii* soğanlarında, dikim öncesi 17 °C'de depolamanın etkilerini, içerisinde doğal yayılış bölgeleri de olan farklı ekolojilerde gerçekleştirdikleri 1, 2 ve 3 yıllık yetiştiricilikte incelemişlerdir. Çalışmada, tüm uygulamaların sonucunda, dikilen soğan sayısına göre sökülün soğan sayısında önemli düşüşler (% 26,0-96,2) saptanmış, dikim öncesi 17 °C'de depolamanın, sundurma altında depolamaya göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Çalışmada ilk yıl çevre uzunluğu 4 cm üzeri soğan elde edilememiştir.

Soğan büyütmeyle dayalı olarak yürütülen çalışmalarda, küçük ve narin soğanlara sahip olan kardelenlerde, tarla koşullarında zayıf bir gelişim gerçekleştiği, ağırlık ve boyut artışlarının özellikle de kültürü yapılan diğer soğanlı bitkilere göre genellikle sınırlı kaldığı görülmektedir (Selby ve ark. 2005). Aynı zamanda doğal çiçek soğanı ihracatı yapan firmaların, arazi koşullarında büyütme amacı ile diktikleri küçük kardelen soğanlarında önemli kayıplar olduğu belirtilmektedir (Yas Co Gıda ve Tarım Ürünleri Ltd., 2023, sözlü görüşme).

G. elwesii Toros dağlarında çoğunlukla 800-1000 m ile 1600 m arasındaki dağlarda, subalpin meralarda bulunur. Bu yerler kışın karla kaplıdır ve yazın serin kalır. Kuzeybatı ve batı popülasyonları ise geniş yapraklı, iğne yapraklı ormanlık alanlar ve çalılıklar arasında yayılış göstermektedir (Yüzbaşıoğlu, 2012). Doğal yayılış alanlarında genellikle kuzeye bakan yamaçları tercih etmektedir (Baktır, 1996). Kardelende yaprakların güneş yanıklığına karşı hassas olduğu ve yetiştiriciliğin bazen ağaç altında veya ilkbahar döneminde bazı önlemler alınarak yapılması gerektiği önerilmektedir (Le Nard ve Hertogh, 1993).

G. elwesii'nin doğal ortamında, gelişiminin önemli bir kısmını düşük sıcaklıkların görüldüğü koşullarda gerçekleştirdiği bilinmektedir. Bunun yanında kardelen soğan yetiştiriciliğinde, soğanlarda soğuklatma ve yöney etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada, dikim sonrası gerçekleştirilen farklı sürelerde düşük sıcaklık uygulamalarının ve sonrasında da farklı yöney ve gölgeleme uygulamalarının, *G. elwesii*'de küçük soğan büyümesini teşvik etme potansiyellerinin araştırılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu çalışma ile gelecekte yürütülebilecek tohum veya farklı vejetatif üretim tekniklerinde, üretim materyallerinin hızlı gelişmesine katkı sağlayacak sonuçların elde edilmesi de hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme bahçesinde yürütülmüştür. Çalışmada doğal çiçek soğanı ihracatçısı bir firmadan (Yas Co Gıda ve Tarım Ürünleri Ltd.) sağlanan, elek altı olarak nitelendirilen kardelen (*Galanthus elwesii* Hook F.) soğanları kullanılmıştır. Elek altı soğanlardan, soğan çevre uzunluğu 3-4 cm ve ağırlığı yaklaşık 1 g civarında olan soğanlar seçilerek denemede kullanılmıştır. Yetiştirme kabı olarak 30x40x16 cm boyutundaki plastik kasalar kullanılmıştır. Yetiştirme ortamının dökülmemesi için kasaların içine polietilen örtü serilmiş ve drenaj delikleri açılmıştır. Düşük maliyete sahip bir organik materyal kaynağı olan atık mantar kompostunun yetiştiricilik harcına ilavesinin, farklı ürün gruplarında olumlu etkileri değişik çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Çelikel ve Çağlar, 1997; Polat ve ark., 2004; Polat ve ark., 2009; Marques ve ark., 2014). Çalışmada kasalara yetiştirme ortamı olarak 1:1:1 (hacim) oranında, kullanılmış mantar kompostu, perlit ve toprak karışımı doldurulmuştur. Yetiştirme ortamı hazırlığında kullanılan ortamların bitki besin elementi içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her bir kasada 15 litre yetiştirme ortamı kullanılmış ve her kasaya 2-3 cm derinlikte 50'şer adet kardelen soğanı dikilmiştir. Sulama başlangıçta elle yağmurlama şeklinde daha sonra her bir kasaya 4 damlatıcı spagetti damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Çizelge 1. Yetiştirme ortamı karışımında kullanılan ortamların bitki besin elementi içerikleri.
Table 1. Nutrient content of media used in the growing media mixture.

Mineral	Kullanılmış Mantar Kompostu Used Mushroom Compost	Perlit Perlite	Toprak Soil
Toplam N(%)	0,08	0,02	0,13
Alınabilir P (ppm)	1,96	0,11	3,96
Alınabilir K (ppm)	205,6	10,7	608,2
Alınabilir Ca (ppm)	710,2	120,3	6534,0
Alınabilir Mg (ppm)	61,5	40,8	314,4
Alınabilir Na (ppm)	220,1	72,3	174,8
Alınabilir Fe (ppm)	0,23	0,05	8,83
Alınabilir Zn (ppm)	0,47	0,18	4,40
Alınabilir Mn (ppm)	0,28	0,15	1,22
Alınabilir Cu (ppm)	0,11	0,06	4,26

Deneme soğukta farklı depolama süreleri ve yöney-gölgeleme uygulamaları ile iki faktörlü olarak hazırlanmıştır.

Farklı sürelerde soğukta depolama (SD): *G. elwesii*'nin doğal yayılış gösterdiği bölgelerde, toprak yüzeyinin karla kaplı olduğu ve bitkinin düşük sıcaklıklara maruz kaldığı bir kış dönemi görülmektedir (Yüzbaşıoğlu, 2012). Yetiştiriciliğin bir döneminde yapay olarak soğuk koşulların oluşturulmasının etkisini belirlemek üzere, çalışmada kasalara dikilmiş soğanlar 5°C sıcaklıktaki soğuk hava deposunda 0 hafta (Kontrol), 4 hafta (SD1) ve 8 hafta (SD2) süresince depolanmış (Şekil 2), sonrasında açık alandaki ilgili yöney-gölgeleme parsellerine yerleştirilmiştir.

Farklı yöney-gölgeleme uygulamaları (YG): Kardelen soğanlarının dikildiği kasalar yetiştirme alanında düz (yere paralel) (YG1), %75 eğimli doğu yöneyine sahip platformlar üzerine (YG2), %75 eğimli kuzey yöneyine sahip platformlar üzerine (YG3) ve %50 gölgeleme örtüsü ile kaplı 1 m yüksekliğindeki tünellerde yere paralel olarak (YG4) yerleştirilmişlerdir (Şekil 3). Soğanların dikimi tüm kasalara kasım ayının ikinci

haftasında gerçekleştirilmiştir. Dikim sonrası kontrol uygulamasına (0 hafta depolama) ait kasalar soğuk hava deposuna alınmadan, doğrudan açık alanda yer alan yöney-gölgeleme uygulamasının ilgili parsellerine (YG1, YG2, YG3, YG4) yerleştirilmiş ve sulanmalarına başlanmıştır. Dört (SD1) ve sekiz (SD2) hafta süre ile soğukta depolanacak olan, dikimi yapılmış kasalar ise dikim sonrası depoya alınıp sulanmalarına başlanmıştır. SD1'e ait kasalar 4 hafta, SD2'ye ait kasalar 8 hafta sonra 5°C sıcaklıktaki depodan çıkarılıp, yöney-gölgeleme uygulamasının ilgili parsellerine (YG1, YG2, YG3, YG4) yerleştirilmiştir.

Kasalara dikilmiş halde depolanan soğanlar, depolama süresince sulanarak yetiştirme ortamlarının nemli kalması sağlanmıştır. Sonrasında açıktaki yetiştirme yerlerine aktarıldıklarında da vejetasyon sonuna kadar sulanmışlardır. Mayısın ikinci haftasında soğanlar buldukları kasalardan sökülüp 10 gün süre ile gölgede fazla nemlerini kaybetmeleri sağlandıktan sonra ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan damla sulama sistemi.
Figure 1. Drip irrigation system used in the study.



Şekil 2. Dikim sonrası soğuk hava deposunda farklı sürelerde depolanan soğanlar.
Figure 2. Bulbs stored in cold storage for different durations after planting.



Şekil 3. Yöney-gölgeleme uygulamaları.
Figure 3. Orientation and shade applications.



Şekil 4. Çalışmada hasat sonrası ölçüm işlemleri gerçekleştirilen soğanlar.
Figure 4. Bulbs that were measured after harvest in the study.

Çalışmada ele alınan ölçütler;

Hasat edilen toplam soğan ağırlığı (g): Her kasadaki (parseldeki) sökümü yapılan tüm soğanların gölgede fazla nemlerini kaybettikten sonra hassas terazide tartılması sonucu elde edilen ölçümdür.

Hasat edilen soğanlarda ağırlık artış yüzdesi (HSAY) (%):

$$HSAY = \frac{100 \times (\text{hasat edilen toplam soğan ağırlığı} - \text{dikilen toplam soğan ağırlığı})}{\text{dikilen toplam soğan ağırlığı}}$$

Hasat edilen soğanlarda ihracat boyutuna ulaşan soğan yüzdesi (İHUSY) (%):

$$İHUSY = \frac{100 \times (\text{çevre uzunluğu 4 cm üzeri olan soğan sayısı})}{\text{dikilen soğan sayısı}}$$

Hasat edilen soğanlarda farklı çevre uzunluğu sınıflarında yer alan soğan yüzdeleri (ÇUZY) (%):

$$ÇUZY = \frac{100 \times (\text{hasat edilen soğanlarda ilgili çevre uzunluğu sınıflarında yer alan soğan sayısı})}{\text{dikilen soğan sayısı}}$$

Yavru soğan oluşum yüzdesi (YSOY) (%):

$$YSOY = \frac{100 \times (\text{oluşan yavru soğan sayısı})}{\text{dikilen soğan sayısı}}$$

Çalışma iki faktörlü ve üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Her bir kasa bir tekerrürü oluşturmuştur. Denemden elde edilen verilerin varyans analizleri (ANOVA) için SPSS (Version 12.00; SPSS, Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, ortalamaların karşılaştırılması LSD testi ile $P \leq 0.05$ önem seviyesinde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Her iki faktörün (Soğukta depolama süreleri ile yöney-gölgeleme) de hasat edilen toplam soğan ağırlığında belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yöney-gölgeleme uygulamalarına bakıldığında en yüksek söküm ağırlığı kuzey yöneyinden elde edilirken (98,3 g), bu yöneyi sırası ile doğu yöneyi ve gölge uygulaması takip etmiştir. En düşük değer (82,3 g) ise YG1 uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı sürelerde soğukta depolama uygulaması incelendiğinde ise en düşük değer kontrol (0 hafta) grubundan elde edildiği, kendi aralarında bir istatistiksel fark görülmeyen 4 hafta ve 8 hafta soğukta depolama uygulamalarının kontrol grubundan daha yüksek değere sahip oldukları belirlenmiştir. *G. elwesii*'nin doğal yayılış gösterdiği yüksek rakımlı alanlarda, başlangıçta toprak üstü aksamdan ziyade kök gelişiminin olduğu kış döneminde, toprak yüzeyinin karla kaplı olması ve bitkinin düşük sıcaklıklara maruz kalması (Yüzbaşıoğlu, 2012) durumuna benzer şekilde bir koşulun oluşturulmaya çalışıldığı çalışmada, dikim sonrası gerçekleştirilen soğuklatma uygulamaları ile soğan veriminin arttığı görülmüştür. Kardelenin doğal yayılış alanlarında kuzeye bakan yamaçları tercih ettiği (Baktır, 1996; Yücel, 1998), yetiştiriciliğinde de gölgelemenin önerilebileceği (Le Nard ve Hertogh, 1993; Selby ve ark, 2005) bildirilmektedir. Bu bildiriler ile uyumlu olarak çalışmada denenen yöney-gölgeleme uygulamalarından en iyi soğan veriminin kuzey yöneyinden alındığı, gölgeleme uygulaması ve doğu yöneyinin de yöney ve gölgeleme uygulanmayan YG1'den yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında interaksiyonun da önemli olduğu görülmüştür. Farklı sürelerde soğukta depolamanın kuzey yöneyi ve gölge uygulamasında bir etkisi olmazken, YG1 ve doğu yöneyinde soğukta depolamanın hasat edilen soğan ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir.

Uygulamalara göre soğan yüzde ağırlık artışları Çizelge 3'te görülmektedir. Her iki faktörün (Soğukta depolama süreleri ile yöney-gölgeleme) de ağırlık artış yüzdesinde belirgin bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki interaksiyonun da istatistiksel önemde olduğu tespit edilmiştir. Soğukta depolama süresi uygulamalarının ikisinin de kontrole göre ağırlık artış oranını arttırdığı ve depolama süresi uzadıkça bu oran sayısal olarak artış gösterse de iki faktörün de kendi içerisinde aynı istatistiksel grup içerisinde kaldığı belirlenmiştir. Yöney-gölgeleme uygulamalarında ise en düşük sonuç düze dikimin gerçekleştirildiği kontrol grubundan (YG1), en iyi sonuç %117,3'lük artış ile kuzey yöneyinden elde edilmiştir. YG1'e göre yüksek değerlere sahip olduğu belirlenen doğu yöneyi ve gölgeleme uygulamalarının aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmüştür. İki uygulama arasındaki

interaksiyonun istatistiksel öneme sahip olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde, YG1 ve YG1'e göre daha yüksek değerlere sahip olan doğu yöneyi uygulamasında, soğukta depolama süresi uzadıkça yüzde ağırlık artışlarının arttığı, ancak yine kontrole göre yüksek değerlere sahip olan kuzey yöneyi ve gölgeleme gruplarında soğukta depolama süresinin etkili olmadığı belirlenmiştir. Aynı istatistiksel grupta yer alan dört sonuç belirlenmiştir. Bunlar; 0, 4 ve 8 hafta soğukta depolama uygulanan ve kuzey yöneye sahip parseller ve 8 hafta soğukta depolama uygulanan ve doğu yöneye sahip parsel olarak belirlenmiştir. Elde edilen soğan ağırlık artış oranlarının (%65,8-120,5), bir gelişim sezonu sonunda Wallis'in *G. nivalis*'de %18'lik (Selby ve ark., 2005) ve Arslan ve ark.'ın (1997) *G. elwesii*'de %18,5'lik olarak belirlediği ağırlık artış oranlarının üzerinde olduğu, bunun yanında Zeybekoğlu (2024)'nin farklı yetiştiricilik ortamlarını denelediği çalışmasında elde ettiği %53 ile %160 arasında değişen değerlerin üst sınırının altında kaldığı görülmüştür.

Uygulamaların toplam soğan ağırlığı ve ağırlık artış yüzdesi üzerindeki etkilerin pazarlanabilir soğan oranına da yansıdığı görülmüştür. Her faktörün de

pazarlanabilir boyuta (4 cm<) ulaşan soğan boyutunda etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Yöney-gölgeleme uygulamasına bakıldığında en yüksek oranın kuzey yöneyinden elde edildiği ve bu uygulamayı sırası ile doğu, gölge ve en düşük değer ile kontrolün (YG1) takip ettiği belirlenmiştir. Soğukta depolama süresi uygulamasında ise uygulamaların kontrole (0 hafta depolama) göre belirgin şekilde yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kontrol+YG1 (%40,7) dışında tüm uygulamalardan elde edilen pazarlanabilir boyuta ulaşan soğan oranlarının (46,7-72,0), Arslan ve Sarıhan (1998) ile Zencirkıran (1998)'nin elde ettiği değerlerin (%12,5-42,7) üzerinde olduğu, Gökçeoğlu ve Sukatar (1986) ile Zeybekoğlu (2024)'nin (%73-75, % 39,2-77,9) elde ettiği en yüksek değer (%77,9)de gerisinde kaldığı görülmüştür. Uygulamalar arasında interaksiyonun da önemli olduğu görülmüştür. Kuzey yöneyi ve gölge uygulamalarından elde edilen pazarlanabilir soğan oranlarının, soğukta depolama süresi arttıkça sayısal olarak artmakla birlikte istatistiksel bir artış göstermediği, bunun yanında düz ve doğu yöneyi uygulamalarında soğukta depolama sonucu belirgin bir artış gerçekleştiği saptanmıştır.

Çizelge 2. Hasat edilen toplam soğan ağırlığı (g).

Table 2. Total harvested bulb weight (g).

Yöney- Gölgeleme (A)	Soğukta Depolama Süreleri(B)			Ortalama
	Kontrol (0 hafta)	4 hafta	8 hafta	
YG1	76,3	85,5	85,2	82,3 c
YG2	74,0	93,8	100,0	89,3 b
YG3	101,2	96,6	97,0	98,3 a
YG4	85,5	87,0	86,1	86,2 bc
Ortalama	84,2 b	90,7 a	92,1 a	
Lsd (A) 0,05: 5,19 Lsd (B) 0,05: 4,26 Lsd (AxB)0,05: 8,52				

Çizelge 3. Soğanlarda ağırlık artış yüzdesi (%).

Table 3. Weight increase ratio of bulbs (%).

Yöney- Gölgeleme (A)	Soğukta Depolama Süreleri(B)			Ortalama
	Kontrol (0 hafta)	4 hafta	8 hafta	
YG1	65,8	80,5	88,6	78,3 c
YG2	67,6	103,2	120,5	97,1 b
YG3	119,9	119,6	112,6	117,3 a
YG4	94,2	93,7	93,6	93,8 b
Ortalama	86,9 b	99,3 a	103,8 a	
Lsd (A) 0,05: 8,52 Lsd (B) 0,05: 6,30 Lsd (AxB)0,05: 12,68				

Çizelge 5'te hasat edilen soğanlarda uygulamalara göre farklı çevre uzunluğu sınıflarında yer alan soğan oranları (%) görülmektedir. En yüksek ihracat boyutuna (4 < cm) ulaşan soğan oranına sahip kuzey yöneyinin 4 cm çevre uzunluğu boyutuna ulaşmanın yanında üst sınıflardan 5-6 cm çevre uzunluğu sınıfında

da en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı sürelerde soğukta depolama uygulamasında ise SD1 ve SD2'nin kontrole (soğukta depolama uygulanmayan) göre 4 cm sınırını geçme oranı yanında üst soğan sınıf boyutlarında da (5-6 cm) iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 4. İhracat boyutuna ulaşan soğan yüzdesi (%).
Table 4. Percentage of bulbs that have reached export size (%).

Yöney-Gölgeleme (A)	Soğukta Depolama Süreleri(B)			Ortalama (A)
	Kontrol (0 hafta)	4 hafta	8 hafta	
YG1	40,7	56,7	64,7	54,0 c
YG2	46,7	64,7	72,0	61,1 b
YG3	68,0	66,7	71,3	68,7 a
YG4	52,7	56,0	61,3	56,7 bc
Ortalama (B)	52,0 c	61,0 b	67,3 a	
Lsd (A) 0,05: 5,06		Lsd (B) 0,05: 4,38	Lsd (AxB)0,05: 11,326	

Çizelge 5 Hasat edilen soğanlarda uygulamalara göre farklı çevre uzunluğu sınıflarında yer alan soğan yüzdeleri (%).
Table 5. Percentage of bulbs in different circumference classes according to applications (%).

Yöney-Gölgeleme (A)		Soğan Çevre Uzunluk Sınıfları (cm)				
		2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
YG1		5,1 b	33,1 a	45,0	10,0 b	0,4
YG2		9,2 a	26,7 b	49,7	13,3 b	0,2
YG3		3,2 b	25,1 b	46,3	19,1 a	0,4
YG4		8,0 a	32,9 a	47,0	10,9 b	0,7
Soğukta Depolama Süreleri(B)						
	Kontrol (0 hafta)	8,6 a	34,3 a	42,0 b	9,7 b	0,3
	4 hafta	6,3 a	29,5 b	44,8 b	15,7 a	0,5
	8 hafta	3,6 b	24,5 c	52,2 a	14,7 a	0,5
Soğukta Depolama Süreleri		Yöney-Gölgeleme				
	YG1	6,7	44,0	33,3	7,3	0,0
	YG2	13,3	28,7	38,7	8,0	0,0
	YG3	4,0	28,0	52,0	15,3	0,7
	YG4	8,7	36,7	44,0	8,0	0,7
	YG1	4,7	32,0	46,7	9,3	0,7
	YG2	0,0	26,0	44,0	20,7	0,0
	YG3	0,0	27,3	44,7	22,0	0,0
	YG4	8,0	32,7	44,0	10,7	1,3
	YG1	4,0	23,3	50,7	13,3	0,7
	YG2	2,0	25,3	60,0	11,3	0,7
	YG3	2,7	20,0	50,7	20,0	0,7
	YG4	2,0	29,3	47,3	14,0	0,0
	S. Depolama Süreleri	2,31	4,59	3,83	3,73	öd
	Yöney-Gölgeleme	2,24	5,75	öd	5,46	öd
	S. D. Süreleri x Yön.-Gölgeleme	4,431	9,19	6,77	7,46	öd

Kardelende yavru soğan ile çoğaltımın yavaş bir işlem olduğu ve uygulanacaksa iri soğanların tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Le Nard ve Hertogh, 1993). Çalışmada dikilen küçük soğanların (elek altı soğanların) irileşmesinin yanında uygulamaların çoğalma üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Çizelge 6'da yavru soğan oluşum oranları görülmektedir.

Dikilen soğan başına elde edilen yavru soğan adedinin 1'in altında kaldığı ortalama oranların %12,0-36,3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yöney-gölgeleme uygulamalarının yavru soğan oluşum oranı üzerinde istatistiksel önemde bir etkiye sahip olduğu, en yüksek yavru soğan oluşum değerinin doğu ve kuzey yöneylerinden (YG2 ve YG3) elde edildiği, bu

uygulamaların gerisinde kalan YG1 ve YG4 uygulamalarının ise aynı değere sahip olduğu görülmüştür. Soğukta farklı sürelerde depolamanın ise yavru soğan oluşum oranı üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen yavru soğan oluşum oranlarının (% 12,0-36,3) Korkut (1986)'un Karagöl ve Bornova koşullarında 3-4 cm çevre uzunluğundaki *G. elwesii* soğanlardan elde ettiği yavru soğan oluşum oranının (%44,9) altında kaldığı görülmüştür. Oluşan yavru soğan sayısında dikilen soğan boyutu da önem taşımaktadır (Zencirkıran, 1998). Pala (2006) 4-6 çevre uzunluğuna sahip *G. elwesii* soğanlarından bir sezon sonunda bir soğandan ortalama 2,4 yavru soğan elde etmiştir.

Çizelge 6. Yavru soğan oluşum oranları (%).
Table 6. Daughter bulb formation rates (%).

Yöney- Gölgeleme (A)	Soğukta Depolama Süreleri(B)			Ortalama (A)
	Kontrol (0 hafta)	4 hafta	8 hafta	
YG1	20,7	27,3	19,3	22,4 b
YG2	24,7	32,0	33,3	30,0 a
YG3	28,7	26,0	36,3	30,3 a
YG4	32,7	22,7	12,0	22,4 b
Ortalama (B)	26,7	27,0	25,2	
	Lsd (A) 0,05: 6,66	Lsd (B) 0,05: öd.	Lsd (AxB)0,05: 10,10	

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada uygulamaların ağırlık artışı ve pazarlanabilir boyuta ulaşan soğan oranı üzerinde etkili olduğu (%41-72) ve farklı bazı çalışmalarda elde edilmiş değerlerin üzerine ulaşıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada denenen uygulamaların, doğadan gelen elek altı kardelen soğanlarının geriye kazanımında ve büyüme potansiyellerinin arttırmada etkili olduğu saptanmıştır. Bu uygulamaların, aynı zamanda kültür koşullarında farklı çoğaltım teknikleri ile elde edilecek küçük üretim materyallerinin büyütülmesinde ve sürdürülebilir bir yetiştiricilikte de kullanım potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Farklı uygulamalar ile pazarlanabilir soğan oranının ileride %100'e yakın değerlere ulaşabilmesi, kültürü yapılan

nergis, lale ve benzeri diğer soğanlı süs bitkileri gibi yüksek verim değerlerinin elde edilebilmesi, kardelen yetiştiriciliğinin başarısı açısından önem taşımaktadır. Çalışmada dikim ve soğuk depoya alma kasım ayında gerçekleştirilmiştir. İleride daha erken dikim, soğukta depolama ve daha erken depodan çıkarma tarihleri ile vejetasyon süresinin uzatılmasına yönelik uygulamalar da denenebilir. Üretimin sürdürülebilirliğinin mümkün olması doğal popülasyonların korunmasını ve doğadan kota dışı kaçak sökümleri engelleme amacı ile üretime dayalı ihracata koyulan limitlerin de kalkmasını sağlayacaktır. Bu hedeflere ulaşmada, gelecek çalışmalarda denenecek farklı yetiştirme tekniklerinin yanında, soğan verimi ve çiçek özellikleri bakımından iyi performansla sahip genotiplerin seleksiyonu da önem taşıyacaktır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alp, Ş. 2006. Doğal çiçek soğanları ve ters lale koruma önlemleri ve yetiştiriciliği. Doğal Çiçek Soğanlıları Derneği. Yayın no: 2. Altınova /Yalova.
- Anonim. 2023. Doğal çiçek soğanlarının 2024 yılı ihracat listesi hakkında tebliğ (Tarım ve Orman Bakanlığı Tebliğ No: 2023/59)4. Ek1 (2024 yılı doğal çiçek soğanlarının ihracat listesi tablosu)(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/12/20231226-12.htm>)
- Arslan, N. ve E.O. Sarıhan. 1998. Farklı hasat ve dikim zamanlarının kardelenin (*Galantus elwesii* Hook.) bazı özelliklerine etkisi. I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi. s 227–233. 6–9 Ekim.Yalova.
- Arslan, N., E. O. Sarıhan. ve A. Gümüşçü. 2002. Farklı yörelerden toplanan kardelenlerin (*Galantus elwesii* Hook.) kültüre elverişlilikleri üzerine araştırmalar. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi. s 70–77. 22–24 Ekim. Antalya.
- Arslan, N., M. Koyuncu ve T. Ekim. 1997. Commercial propagation of snowdrops (*Galanthus elwesii* Hook. f.) in different environments. Acta Horticulture 430: 743- 746. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.430.118
- Baktır, İ. 1996. Kardelenin (*Galanthus elwesii*) doğal yetiştirme ortamında soğandan çoğaltılması üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9: 342-346
- Benschop, M., R. Kamenetsky, M. Le Nard, H. Okubo. and A. De Hertogh. 2010. The global flower bulb industry: Production, utilization. Horticultural Reviews 36(1): 1-115. DOI: 10.1002/9780470527238.ch1
- Çelikel, G. and G. Çağlar. 1997. The effects of re-using different substrates on the yield and earliness of cucumber on autumn growing period. I. International Symposium on Cucurbits. 20-23 May. Acta Horticult. p. 492
- Davis, A. P. 1999. The Genus Galanthus, Timber Press, Portland, OR, USA.
- Davis, P. A. 2000. A Botanical Magazine Monograph; The Genus Galanthus. Edits. Mathew, B.The Royal Botanic Gardens Kew –Timber Press. p.54-69. Oregon.
- Demir, A. 2010. Türkiye’de kardelen ticareti ve politik yaklaşımlar. Biological Diversity and Conservation 3(3): 1-10.
- Ekim, T., M. Koyuncu, M. Vural, H. Duman, Z. Aytaç. ve N. Adıgüzel. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler). Türkiye Tabiatı Koruma Derneği Yayınları (TTKD). Ankara.
- Ertan, N., G. Görür, E. Aksu, S. Kostak, A. Özçelik. ve F. G. Çelikel.1995. Doğal Bitki Örtüsünde Mevcut Soğanlı, Rizomlu, Yumrulu (Geofit) Süs Bitkilerinde Çoğaltma Ve Kültüre Alma Yöntemleri İle Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. I. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. Yayın no:64. Yalova.
- Gökçeoğlu, M. ve A. Sukatar. 1986. *Galanthus elwesii* Hooker (Kardelen) in ihracat artışı küçük boy soğanların büyüülmesi üzerine araştırmalar. Doğa Tu Bio. D.S: 350-353.
- Kahraman, Ö. ve M. E. Özzambak.2015. Farklı yetiştirme ortamlarının Toros kardeleni (*Galanthus elwesii* Hook.)’nin soğan performansı üzerine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 3(1):109-114.
- Kamenetsky, R. and H. Okubo. 2012. Ornamental geophytes: from basic science to sustainable production, CRC press, Boca Raton, FL, USA. DOI: 10.1201/b12881
- Kikodze, D. 2008. Assessing harvest levels for *Galanthus woronowii* Losins K. In Georgia and the challenge of producing a non-determent finding. NDF Workshop Case Studies WG 4-Geophytes and Epiphytes Case Study 2, Mexico.
- Kocoglu, S. T., F. Ozen, M. Karakus, S. K. Berk. ve T. Bak. 2018. Benefits for human health of geophytes having economic importance in Turkey. International Journal of Scientific and Technological Research 4(10): 376-383.
- Korkut, A. 1986. *Galanthus elwesii* Hook.var. *elwesii*’nin ekolojik isteklerinin saptanması, kültüre alınması ve *Galanthus ikariae* subsp. *latifolius* Stern’ünü Karagöl lokasyonuna adaptasyonu üzerine araştırmalar, Doktora Tezi. EÜ Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir.
- Koyuncu, M. 2007. Türkiye geofitleri. doğal süs bitkilerin kültüre alınması ve herbaryum teknikleri. Kurs notları Yalova.
- Le Nard, M. and A. De Hertog. 1993. Bulb growth and development and flowering. pp. 29-4. In: De Hertogh, A., and Lee Nard, M. (Eds.). The Physiology of Flower Bulbs, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Marques, E. L. S., E. T. Martos, R. J. Souza, R. Silva, D. C. Zied. and E. S. Dias. 2014. Spent mushroom compost as a substrate for the production of lettuce seedlings. Journal of Agricultural Science 6(7): 138-143.
- Oldfield, S. 1989. Bulb propagation and trade study Phase II. In: Wildlife Trade Monitoring Unit, World Conservation Monitoring Centre, WWF, Cambridge, MA, USA. Available at: <http://www.archive.org/details/bulbpropagationt89oldf> Accessed 01 Feb 2024.
- Özhatay, N. 2013. Türkiye’nin süs bitkileri potansiyeli: doğal monokotil geofitler. V. Süs Bitkileri Kongresi. Cilt:1. 06-09 Mayıs. Yalova. s1-12
- Özhatay, N., A. Byfield ve S. Atay. 2005a. Türkiye’nin 122 önemli bitki alanı. WWF- Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı)Yayınları. s. 23, 18, 13, 408. İstanbul.
- Özhatay, N., T. Ekim, R. Öztürk, S. Yüzbaşıoğlu ve İ. Genç. 2005b. CITES Listesinde bulunan bazı Türkiye geofitlerinin koruma statüleri ve sürekli kullanım olanaklarının incelenmesi. TÜBİTAK, Proje No: TBAGÇ.SEK/21 (102T107) İstanbul.

- Öztaş, H. ve F. Öztaş. 2023. Kardelenler, İrisler, Orkideler Tıbbi ve Biyolojik Özellikleri. (1. Baskı). NEÜ Yayınları. Konya
- Pala, F. 2006. Ekonomik öneme sahip bazı soğanlı bitkilerin diyarbakır ekolojik koşullarında kültür olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Polat E, A. N. Onus. and H. Demir. 2004. The effects of spent mushroom compost on yield and quality in lettuce growing. J. Fac. Agric. Akdeniz Univ. 17(2): 149-154
- Polat, E., H. I. Uzun, B. Topçuoğlu, K. Önal, A. N. Onus. and M. Karaca. 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. African Journal of Biotechnology 8(2).
- Ronsted, N., D. Zubov, S. Bruun-Lund. and A. P. Davis. 2013. Snowdrops falling slowly into place: An improved phylogeny for *Galanthus* (Amaryllidaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution 69(1): 205-217. DOI: 10.1016/j.ympev.2013.05.019
- Selby, C., I. Staikidou, G. R. Hanks. and P. Hughes. 2005. Snowdrops: developing cost-effective production methods through studies of micropropagation, agronomy and bulb storage. Report no: BOF 48, Horticultural Development Council, Coventry, UK.
- Smith, J. M. 2008. The application of population modelling techniques to the development of non-deteriment findings for *Galanthus elwesii* in Turkey. NDF Workshop Case Studies WG 4 - Geophytes and Epiphytes Case Study 6, Meksika.
- Tanrıverdi O, D. 2019. Yalova ili geofitleri ve peyzajda kullanım olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tıprıdamaz, R., Ş. Ellialtıoğlu. and H. Çakırlar. 1999. The micropropagation of snowdrop (*Galanthus ikariae* Baker.): Effects of different explant types, carbohydrate sources and doses and pH changes in the medium on the bulblet formation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry: 23(10). Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol23/iss10/7>
- Yücel, E. 1998. *Galanthus gracilis* Celark'in yeni bir yayılış alanı ve ekolojik özellikleri. Çevre Koruma ve Araştırma Vakfı. 8(29). 3-5.
- Yüzbaşıoğlu, E. ve E. Dalyan. 2017. Büyüme hormonları ve aktif kömürün in vitro koşullarda kardelen (*Galanthus woronowii* Losinsk.) soğancık oluşumuna etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences 30(3): 239-243.
- Yüzbaşıoğlu, İ. S. 2010. Türkiyedeki kardelen (*Galanthus* L.) taksonlarının revizyonu. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Yüzbaşıoğlu, S. 2012. Morphological variations of *Galanthus elwesii* in Turkey and difficulties on identification. Bocconea. 24: 335-339.
- Zencirkıran, M. 1998. Türkiye florasında bulunan bazı önemli soğanlı süs bitkilerinde çoğaltım yöntemleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Zencirkıran, M., 2002. Geofitler. Uludağ Rotary Derneği Yayınları, Bursa.
- Zeybekoğlu, E. 2024. Bulb growth parameters of wild geophyte, giant snowdrop (*Galanthus elwesii* Hook. f.) in different media and nutrient solution recipes. BioResources 19(3): 5158.
- Zubov, D. A. and A. P. Davis. 2012. *Galanthus panjutinii* sp. nov.: a new name for an invalidly published species of *Galanthus* (Amaryllidaceae) from the Northern Colchis area of Western Transcaucasia. Phytotaxa 50(1): 55-63. DOI: 10.11646/phytotaxa.50.1.5

Ankara-Gölbasi Ekolojik Koşullarında Yazlık Olarak Ekilen Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Yanıklık Hastalığı (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) Yönünden Performansları

Ersin KAVLAK^{1,*} 

Abdulkadir AYDOĞAN² 

Elif ATASAYAR³ 

H.Vildan KILINÇ⁴ 

Selin GÜNDÜZ⁵ 

^{1,2,3,4,5}Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Baklagil Islah Birimi, Ankara/TÜRKİYE

¹<http://orcid.org/0009-0005-1108-1146>

²<http://orcid.org/0000-0002-9747-4004>

³<http://orcid.org/0000-0001-8155-5152>

⁴<http://orcid.org/0000-0002-7812-4041>

⁵<http://orcid.org/0000-0003-4762-4876>

*Corresponding author(Sorumlu yazar): ersin.kavлак@tarimorman.gov.tr

ÖZ: Bu çalışma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çifliğı deneme alanında, 2021 ve 2022 yıllarında yazlık olarak kuru koşullarda yürütülmüştür. Denemede bölge adaptasyonu yüksek nohut çeşitlerini belirlemek amaçlanmış ve materyal olarak Azkan, Çakır, Akça, Göktürk, Hasanbey, Taek-Sağel, Arda ve Aksu olmak üzere yaygın olarak yetiştirilen 8 farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre ekimden itibaren %50 çiçeklenme gün sayısı, ilk bakla yüksekliği, yüz tane ağırlığı ve yanıklık hastalığı bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bitki boyu ve tane verimi bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Ekimden itibaren %50 çiçeklenme gün sayısı en geç 75 gün ile Göktürk, en erken 68 gün ile Akça çeşidinde; İlk bakla yüksekliği bakımından en yüksek değer 32,62 cm ile Azkan çeşidinden elde edilirken, en düşük değer 25,62 ile Çakır çeşidinde; yüz tane ağırlığı bakımından 41,1 g ile en yüksek değere Akça ve Çakır çeşitleri sahip olurken, en düşük değer 36,35 g ile Arda çeşidinde; yanıklık hastalığı bakımından en düşük değer 2 ile Göktürk çeşidinde, en yüksek değer ise Akça ve Taek-Sağel çeşitlerinde belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçları doğrultusunda Göktürk, Azkan ve Arda çeşitlerinin yanıklığa dayanıklılık bakımından bölge için daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Adaptasyon, Ankara, nohut, *Cicer arietinum*, verim, verim öğeleri, yanıklık.

Yield, Yield Components and Performance of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Planted as Summer Crops in Ankara-Gölbasi Ecological Conditions Against Blight Disease (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.)

ABSTRACT: This study was carried out in dry conditions during the spring growing season between 2021-2022 in the İkizce Research and Application Farm of Field Crops Central Research Institute. It was aimed to identify chickpea varieties with high regional adaptation. Thus, eight different chickpea varieties (*Cicer arietinum* L.) that are commonly grown, namely Azkan, Çakır, Akça, Göktürk, Hasanbey, Taek-Sağel, Arda and Aksu, were evaluated as the experimental material. The material was grown in a randomised experimental design with four replications. The research findings indicated that there was a statistically significant difference between the varieties with respect to days to 50% flowering, first pod height, hundred grain weight, and anthracnose disease. In contrast, there was no statistically significant variation in plant height or grain yield between the varieties. Göktürk recorded the latest 50% flowering at 75 days, while Akça varieties showed the earliest flowering at 68 days. Regarding the height of the first pod, the Azkan variety recorded the highest value at 32.62 cm, whereas the Çakır variety had the lowest value at 25.62 cm. In terms of hundred seed weight Akça and Çakır varieties had the highest value with 41.1 g, while the lowest Arda had 36.35g. The lowest value in terms of anthracnose disease was for Göktürk variety with 2, and the highest value was determined in Akça and Taek-Sagel varieties. As a result of this study, Göktürk, Azkan, and Arda varieties were found to be suitable for cultivation in the region in terms of their anthracnose disease resistance.

Keywords: Adaptation, Ankara, chickpea, *Cicer arietinum*, yield, yield components, blight disease.

GİRİŞ

Nohut (*Cicer arietinum* L.), kendine döllen, $2n=16$ kromozom sayılı, Fabaceae familyasına ait tek yıllık besinsel ve tarımsal açıdan değerli bir baklagil bitkisidir (Özaktan ve ark., 2023). Günümüzde tarımı yapılan nohudun (*Cicer arietinum* L.) gen merkezi olarak Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı Verimli Hilal bölgesi olduğu bilinmektedir (Zohary ve Hopf, 2000). Tıpkı diğer baklagillerde olduğu gibi nohut; yüksek besinsel içeriği (% 16,4–31,12 protein, aminoasit, demir, çinko ve selenyum gibi çeşitli mineraller) nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Gaur ve ark., 2016).

Dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen nohut bitkisi köklerindeki nodozite oluşturan Rhizobium bakterileri sayesinde havanın serbest azotunu bağlayarak toprak özelliklerini iyileştirmesi yönüyle sürdürülebilir tarım için büyük önem arz etmektedir (Millán ve ark., 2015). Ülkemizin iklim ve toprak koşulları, nohut yetiştiriciliği için önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ülkemiz kuru tarım alanlarında nadasın daraltılması için ekim nöbeti içerisinde yemeklik tane baklagiller arasında kuraklığa en dayanıklı bitki olan nohuda daha fazla yer verilmesi gerekmektedir (Ton ve ark., 2014).

2021 yılı FAO verilerine göre Dünya genelinde 50'den fazla ülkede, 15.004.885 ha üretim alanında, 15.871.845 ton nohut üretiminin yapıldığı ve ortalama veriminin 105.78 kg/da olduğu rapor edilmiştir. En yüksek verime sahip ülkeler sırasıyla Çin (5.431 kg/ha), Ürdün (4.957 kg/ha) ve Sudan (4.320 kg/ha) olurken, Türkiye 986 kg/ha ile dünyada 34. sırada yer almıştır (FAO, 2021). Bu üretim alanı içerisinde 10,9 milyon ha ile Hindistan ilk sırada olup toplam nohut ekim alanının yaklaşık % 69.75'ini oluşturmuştur. Türkiye'de ağırlıklı olarak Orta Anadolu bölgesi (Ankara, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale ve Konya) yoğunlukta olarak 492 bin ha alan ile dördüncü sırada olup toplam nohut ekim alanının yaklaşık % 4.42'sini oluşturmuştur (Bayar ve ark., 2023). Spesifik olarak çalışmanın yürütüldüğü Ankara ilinde ise 2020 yılı verilerine göre 716.987 da alanda 93.476 ton nohut üretimi yapılmıştır (TUİK, 2022).

Dünya genelinde nohut bitkisinin ortalama verimine bakıldığında bu değer teorik potansiyelinin oldukça altında kalmaktadır. Bu düşük verimlilik, genetik çeşitliliğin yetersizliği ve geçmişte yaşanan evrimsel Çizelge 1. Araştırma yerine ilişkin iklim verileri.

süreçlerdeki selektif darboğazlardan kaynaklanmaktadır (Abbo ve ark., 2003, 2014). Nohudun yetersiz genetik çeşitliliği biyotik (hastalık ve zararlılar) ve abiyotik (soğuk, kuraklık vd.) stress faktörlerine karşı duyarlılığını artırmakta, bu da genel verimliliği etkilemektedir (Yıldırım ve ark., 2022).

Nohut bitkisinin yoğun olarak üretiminin yapıldığı Orta Anadolu bölgesi için en yaygın görülen biyotik stress faktörü yanıklık (*Ascochyta rabiei* (Pass.)) hastalığıdır (Akan ve ark., 2006). Hastalığın gelişmesi için en ideal sıcaklık aralığı 20-25 °C arasında olup, patojenin sporları 8-10 °C'den daha düşük ve 32-35 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda çimlenme yeteneğini kaybetmektedir. Ekim sonrası düşen yağış ve nem miktarı hastalık oluşumunda önemli bir role sahiptir (Küsmenoğlu, 1990). 15 °C üzerindeki sıcaklık değerleri, % 60 üzerinde nisbi nem ve yaz aylarında 350-400 mm'ye ulaşan toplam yağış miktarının hastalığın gelişimini önemli derecede artırdığı rapor edilmiştir (Açıkgöz, 1994).

Daha verimli, kaliteli ve hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve bu çeşitlerin üreticiler tarafından yaygın kullanımı ile birim alandan alınan ürün miktarında bugünkünden çok daha fazla artış sağlanacaktır. Bu araştırma Türkiye'nin ikinci sırada en önemli üretim alanını kapsayan baklagillerinden olan nohut bitkisinin tescilli 8 çeşidi kullanılarak verim ve verim öğeleri bakımından Ankara ekolojik koşullarında tavsiye edilebilir çeşitlerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, 2021 ve 2022 yıllarında yazlık olarak kuru koşullarda Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme tarlalarında yürütülmüştür.

Araştırma yeri ve özellikleri

İkizce, Ankara ilinin Gölbaşı ilçesine bağlı bir mahalledir. Denizden yüksekliği 1124 metredir. Denemenin kurulduğu bölge 39.592030 enlem ve 32.660271 boylamda yer almaktadır (Harita Map, 2024). Çalışmanın yürütüldüğü Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme tarlalarına ilişkin uzun yıllar ortalamaları ile 2021 ve 2022 yıllarına ait sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma yerine ilişkin iklim verileri.
Table 1. Climate data of the research site.

Aylar Month	Ortalama Sıcaklık/ Average Temperature (°C)			Toplam Yağış/ Total Rainfall (mm)			Ortalama Nisbi Nem/ Average Relative Humidity (%)		
	2021	2022	2006-2020	2021	2022	2006-2020	2021	2022	2006-2020
Mart/March	3,2	0,4	5,1	40,2	32,4	40,3	75,8	78,0	71,2
Nisan/April	10,4	12,0	9,6	20	21,4	24,5	68,6	56,8	63,6
Mayıs/May	16,7	14,6	14,3	15,8	27,2	47,5	52,7	63,5	62,6
Haziran/June	17,1	19,0	18,5	29,8	2,8	38,1	69,9	70,4	58,9
Temmuz/July	23,2	20,2	22,2	0	14,4	9,5	45,4	46,2	46,1
Toplam/Total				105,8	98,2	159,9			
Ortalama/Mean	14,12	13,24	13,94				62,48	62,98	60,48

Kaynak: Değerler, Ankara Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır (Anonim, 2006-2022).
Source: Values from Ankara Regional Meteorological Directorate (Anon, 2006-2022).

Denemenin yürütüldüğü 2021 ve 2022 yılları Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarına ait iklim verileri değerlendirildiğinde uzun yıllara ait ortalama sıcaklık ile deneme yıllarına ait ortalama sıcaklıklar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Uzun yıllara ait ortalama sıcaklık, en düşük 5,1 °C ile Mart ayında görülürken, en yüksek 22,2 °C ile Temmuz ayında gerçekleştiği görülmüştür. Denemelerin süresince bu değerler sırasıyla 0,4 °C ile Mart 2022 ve 23,2 °C ile Temmuz 2021 aylarında görülmüştür.

Bununla birlikte 2021 ve 2022 yıllarında aylık toplam yağış değerlerinde Mart, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında ve 2021 yılı Temmuz ayında toplam yağış miktarlarının uzun yıllar ortalamasının altında olduğu, 2022 Temmuz ayında ise uzun yıllar ortalamasına ait toplam yağış miktarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Uzun yıllara ait ortalama nisbi nem değerleri ile 2021 ve 2022 yılları ortalama nisbi nem değerlerinin ise birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü toprak, 60-90 cm derinliğinde olup, %0,005-%0,001 arasında değişen eğime sahip kahverengi toprak sınıfında yer almaktadır. Toprağın tekstürü killi-tınlı özellik göstermektedir. Toprak pH değeri 7,8 olup, hafif alkali bir karaktere sahiptir. %33,3 CaCO₃ içeriği ile orta derecede kireçli topraklar sınıfında değerlendirilmektedir. Organik madde oranı %2,0 düzeyindedir ve bu nedenle toprak, organik madde içeriği düşük sınıfa girmektedir. Toprakta tuzluluk sorunu bulunmamakta olup, suda çözünebilir tuz miktarı 0,089'dur. Fosfor ve potasyum içerikleri sırasıyla 8,2 kg/da ve 173,4 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 2; Karakurt, 2012).

Çizelge 2. Araştırma yerine ilişkin toprak analiz sonuçları (Karakurt, 2012).
Table 2. Soil analysis results related to the research site (Karakurt, 2012).

Toprak Derinliği/ Soil Depth (cm)	Toplam Tuz/total Salt (%)	Organik Madde/Organic Content (%)	Kireç/Lime (%)	pH	Fosfor/Phosphorus P2O5 kg/da	Potasyum/Potassium K2O kg/da	Bünye/Structure
60-90	0,089	2	33,3	7,8	8,2	173,4	Killi Tınlı

Araştırma materyali

Bu çalışmada tescilli 8 (Akça, Aksu, Arda, Azkan, Çakır, Göktürk, Hasanbey, Taek- Sağel) nohut çeşitleri verim, verim öğeleri ve yanıklık hastalığı açısından değerlendirilmiştir. Çeşitlere ait özellikler aşağıda verilmiştir (Anonim, 2024).

Akça: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen dikine büyüyen, bitki boyu 29-43 cm ve ilk bakla yüksekliği 16-29 cm olan bir çeşittir. Yanıklığa karşı orta toleranslı olup, 96-105

gün arasında ortalama hasat olgunluğuna ulaşır. Taneleri koçbaşı tipinde olup su alma kapasitesi 0.539-0.540 gr, şişme kapasitesi ise 0.373-0.723 ml ve pişme durumu iyi olarak bildirilmiştir. 100 tane ağırlığı 49.1-52.5 gr ve verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 111-177.1 kg/da arasında değişmektedir.

Aksu: Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Bitki gelişme şekli yarı diktir. Yanıklığa karşı toleranslı bir çeşittir.

Koçbaşı tipinde olan tanelerin su alma indeksi (%) 0.79, şişme indeksi (%) 2.05 ve pişme süresi 69 dk olarak bildirilmiştir. 100 tane ağırlığı 43-46 gr ve verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 230-300 kg/da arasında değişmektedir.

Arda: GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Dikine büyüyen çeşidin bitki boyu 64-85 cm ve ilk bakla yüksekliği 33-37 cm'dir. Yanıklığa karşı toleranslı olup 163-182 günde hasat olumuna ulaşan bir çeşittir. Koçbaşı tipinde olan tanelerin su alma kapasitesi 0.36-0.38 gr, şişme kapasitesi 0.32-0.33 ml ve pişme süresi 40-52 dk olarak bildirilmiştir. 100 tane ağırlığı 34.1-40.7 gr ve kışlık ekimde ortalama verim düzeyi iklim ve toprak yapısına göre değişmekle birlikte 250-350 kg/da arasında değişmektedir.

Azkan: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen bir çeşittir. Bitki boyu 41-46.3 cm ve ilk bakla yüksekliği 25-35 cm olan çeşit dikine büyümektedir. Yanıklığa karşı toleranslı olup 100-105 gün arasında hasat olumuna gelir. Taneleri koçbaşı tipinde olup su alma kapasitesi 0.36-0.45 gr, şişme kapasitesi 0.48 ml ve pişme durumu iyidir. 100 tane ağırlığı 42.5-49,9 gr ve verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 131-210 kg/da arasında değişmektedir.

Çakır: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Bitki gelişme şekli dik olan çeşidin bitki boyu 33-35 cm ve ilk bakla yüksekliği 17-22 cm'dir. Yanıklığa karşı orta toleranslı olup 95-100 günde hasat olumuna ulaşan erkenci bir çeşittir. Koçbaşı tipinde olan tanelerin su alma kapasitesi 0.450-0.488 gr, şişme kapasitesi 0.415-0.441 ml ve pişme durumu ise çok iyidir. 100 tane ağırlığı 45-49 gr ve ortalama verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 150-180 kg/da arasındadır.

Göktürk: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Bitki boyu 40-63 cm ve ilk bakla yüksekliği 18-36 cm olan çeşit dikine büyümektedir. Yanıklığa karşı toleranslı olup 150-155 günde hasat olumuna ulaşır. Makinalı hasada uygun olup kuraklığa karşı toleranslıdır. Verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 110-190 kg/da arasında değişmektedir.

Hasanbey: Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Yarı dik büyüyen çeşidin bitki boyu 32-86 cm ve ilk bakla yüksekliği 15-27 cm'dir. Yanıklığa karşı orta toleranslı olup 80-146 günde hasat olumuna ulaşır. Tanelerin su alma kapasitesi 0.41-0.50 gr, şişme kapasitesi 0.37-0.51 ml olarak bildirilmiştir. 100 tane ağırlığı 43.7-46.5 gr ve verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 199.6-469.1 kg/da arasında değişmektedir.

Taek-Sağel: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından geliştirilmiştir. Dik büyüyen çeşidin bitki boyu 40-45 cm ve ilk bakla yüksekliği 20-25 cm'dir. Yanıklığa karşı toleranslı olup 95-100 günde hasat olumuna ulaşan orta erkenci bir çeşittir. Koçbaşı tipinde olan tanelerin pişme süresi ıslatıldıktan sonra 20-25 dk olarak bildirilmiştir. 100 tane ağırlığı 42-48 gr ve verim miktarı iklim ve toprak durumuna göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 180-220 kg/da arasında değişmektedir.

Metot

Deneme, tesadüf blokları, deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler erken ilkbaharda 8 Mart 2021 ve 1 Nisan 2022 tarihlerinde yapılmıştır. Çeşitler m²'de 45 tohum olacak şekilde 5.5 m boyunda 4 sıradan oluşan parsellere 30 cm sıra arası, 5 cm sıra üzeri ve 5 cm ekim derinliğinde ekilmiştir. Ortalama parsel büyüklüğü 6,6 m² (5,5 m x 1,2m) 'dir. Ekimler öncesinde tüm parsellere 15 kg/da 18-46 DAP (Diamonyum Fosfat) hesabıyla toprağa gübre verilmiş ve gereken bakım işlemleri düzenli bir şekilde yapılmıştır.

Hasat 28 Temmuz 2021 ve 12 Ağustos 2022 tarihlerinden itibaren, çeşitler hasat olgunluğuna geldikçe makine ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ekimden itibaren %50 çiçeklenme süresi, tane verimi, yüz tane ağırlığı ve yanıklığa ilişkin veriler belirlenmiştir. Özelliklere ilişkin gözlem verileri tüm parseller üzerinde, sıraların baş ve sonlarından 0,5 m ve kenarlarından birer sıra kenar tesiri olacak şekilde bırakıldıktan sonra kalan sıralar üzerinden değerlendirilmiştir. Ölçümler ise her parselden tesadüfi olarak seçilen ve işaretlenen 10 bitki üzerinden yapılmıştır (Tosun ve Eser, 1975; Aydın , 1988).

Çeşitlerin hastalık gözlemleri, bitkilerin yanıklığa yakalanma durumlarını 1-9 skalasına göre; 1-Çok

Yüksek Dayanıklı, 2-Yüksek Dayanıklı, 3-Dayanıklı, 4-Orta Derecede Dayanıklı, 5-Toleranslı, 6-Orta Derece Duyarlı, 7- 8-Yüksek Duyarlı, 9-Çok Yüksek Duyarlı olmak suretiyle değerlendirilmiştir. Hastalık gözlemleri, çiçeklenme sonu ve bakla bağlama dönemi sonunda olmak üzere iki defa alınmıştır (Singh ve Reddy, 1993).

Denemelerden elde edilen veriler iki yılın ortalaması alınarak deneme desenine uygun olarak “JMP 5.0” (Copyright © 1989 - 2019 SAS Inc., Cary, NC.) istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arası farklılıklar LSD ' ye göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ekimden itibaren % 50 çiçeklenme gün sayısı (gün)

Çiçeklenme dönemi öncesi veya sonrası gözlemlenen sıcaklıkların, yetiştirilen nohut çeşitlerinin tane verimini önemli ölçüde etkilediği bildirilmektedir (Sepetoğlu, 1994). Çiçeklenme fizyolojisine yönelik başka bir çalışmada, artan sıcaklıkların çiçeklenme süresini kısalttığı tespit edilmiştir (Wallace ve ark.,

1991). Bu bağlamda, yürütülen çalışmada nohut çeşitlerinin ekimden itibaren %50 çiçeklenme gün sayısına ilişkin bulgular, her iki yılın ortalamalarını içerecek şekilde Çizelge 3'te verilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, çeşitler arasındaki farkın istatistiksel açıdan %1 anlamlılık düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmada değerlendirilen nohut çeşitlerinin ortalama %50 çiçeklenme gün sayıları 66,62 ile 73,25 gün arasında değişim göstermiştir. En uzun %50 çiçeklenme süresi 73,25 gün ile Göktürk çeşidinde kaydedilirken, en kısa süre 66,62 gün ile Akça çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerin genel ortalaması ise 69,54 gün olarak hesaplanmıştır.

Erzurum ekolojik koşullarında verim ve verim bileşenlerinin değerlendirilmesine yönelik bir çalışmada, 15 tescilli nohut çeşidinin %50 çiçeklenme gün sayılarının 68 ile 74,5 gün arasında değiştiği bildirilmiştir (Patan, 2014). Benzer şekilde, Aydoğan (2012) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada %50 çiçeklenme gün sayısının 59,0 ile 67,3 gün arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Nohut çeşitlerinde saptanan ekimden itibaren %50 çiçeklenme gün sayısı değerlerine ilişkin yıllar ortalaması (gün) ve oluşan istatistik gruplar.

Table 3. Average for 50% flowering days (days) since planting values determined in chickpea varieties and the statistical groups formed.
Ekimden itibaren % 50 çiçeklenme gün sayısı/Days to 50% flowering (gün)

Çeşitler /Cultivar	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	Yıllar Ortalaması/Average over Years (2021-2022)
Azkan	79,00 a	65,25 ab	72,12 ab
Çakır	72,00 c	62,75 b-d	67,37 cd
Akça	72,75 c	60,50 d	66,62 d
Göktürk	78,50 a	68,00 a	73,25 a
Hasanbey	75,50 b	61,50 cd	68,50 c
Taek-Sağel	74,75 b	62,50 b-d	68,62 c
Arda	77,75 a	64,75 a-c	71,25 b
Aksu	74,25 b	63,00 b-d	68,62 c
Ortalama/Mean	75,56	63,53	69,54
CV (%)			2,62
LSD			2,44
F Çeşit/F Cultivar			3,46 **

P<0,01 seviyesinde önemlidir/ Significance at P<0.01

Bitki Boyu

Çizelge 4'te, nohut çeşitlerinin bitki boyu bakımından her iki yılın ortalamalarına ait veriler sunulmaktadır. Bitki boyu, verim üzerinde doğrudan etkili önemli bir morfolojik özelliktir. Çalışma sonuçlarına göre, en yüksek bitki boyu değeri 54,50 cm ile Azkan çeşidinden elde edilmiş, bunu 50,00 cm ile Göktürk çeşidi takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise 45,12 cm ile TAEK-Sağel çeşidinde kaydedilmiştir. Ancak, çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Tüm çeşitler dikkate alındığında, ortalama bitki boyu 48,29 cm olarak hesaplanmıştır.

Bitki boyu ile ilgili daha önceki çalışmalara bakıldığında, Ağsakallı ve Olgun (1999) Erzurum ekolojik koşullarında 16 nohut hat ve çeşidinde yaptıkları araştırmada bitki boyunun 27,5-49,6 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ceyhan ve ark. (2007) ise Konya koşullarında nohut çeşitlerinin bitki

boylarının 33,1 ile 44,1 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yine Ceyhan ve ark. (2013) tarafından aynı bölgedeki başka bir çalışmada, bitki boylarının 39,0 ile 60,2 cm arasında değiştiği rapor edilmiştir. Daha eski bir çalışma olan Gençkan (1958) ise Türkiye'deki nohut çeşitlerinin bitki boylarının genel olarak 18-35 cm arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu çalışma, bitki boyu bakımından elde edilen değerlerin literatürdeki verilerden genel olarak daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, çalışmada kullanılan nohut çeşitlerinin ıslah kriterleri doğrultusunda seçilmiş olmasıyla açıklanabilir. Özellikle makineli hasada uygunluk, yüksek verim potansiyeli ve hastalıklara dayanıklılık gibi kriterler, daha uzun bitki boyuna sahip çeşitlerin tercih edilmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, çalışmada değerlendirilen nohut çeşitlerinin modern tarım uygulamalarına uygun özellikler taşıdığı ve verimlilik açısından avantaj sağladığı söylenebilir.

Çizelge 4. Nohut çeşitlerinde saptanan bitki boyu değerlerine ilişkin yıllar ortalaması (cm) ve oluşan istatistik gruplar.

Table 4. Average plant height (cm) values determined in chickpea varieties and the statistical groups formed.

Çeşitler/Cultivar	Bitki Boyu/Plant Height (cm)		
	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	Yıllar Ortalaması/Mean for Years (2021-2022)
Azkan	55,50	53,50	54,50
Çakır	48,75	45,00	46,87
Akça	47,75	44,50	46,12
Göktürk	48,75	51,25	50,00
Hasanbey	50,00	43,75	46,87
Taek-Sağel	50,25	40,00	45,12
Arda	51,25	46,25	48,75
Aksu	48,75	47,50	48,12
Ortalama/Mean	50,12	46,46	48,29
CV (%)			12,39
LSD			6,00
F Çeşit/F Cultivar			1,92 ö.d

ö.d: istatistiksel olarak önemli değildir/not statistically significant.

İlk Bakla Yüksekliği

Makineli hasat uygulamaları için, ilk bakla yüksekliği önemli bir kriter olup, daha yüksek bakla bağlama özelliklerine sahip çeşitler tercih edilmektedir. Bu çalışmada, nohut çeşitlerinin ilk bakla yüksekliği değerlerinin 25,62 cm ile 32,62 cm arasında değiştiği ve ortalama olarak 28,71 cm olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). İlk bakla yüksekliği bakımından en yüksek değer, 32,62 cm ile Azkan çeşidinden elde edilmiş, bunu 30 cm ile Arda ve Göktürk çeşitleri takip etmiştir. En düşük ilk bakla yüksekliği ise 25,62 cm ile Çakır çeşidinde kaydedilmiştir. Çeşitler arasındaki fark,

istatistiksel olarak %5 anlamlılık seviyesinde önemli bulunmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen ilk bakla yüksekliği değerlerinin, literatürde bildirilen birçok çalışmaya göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin, Vural ve Karasu (2007) tarafından Isparta ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada ilk bakla yüksekliği 16,70 cm olarak belirlenirken, Bakoğlu ve Ayçiçek (2005) Bingöl çevre koşullarında 17,8 cm, Biçer ve Anlarsal (2005) ise Diyarbakır koşullarında 16,63 cm olarak rapor etmiştir. Yalçın (2017) tarafından

Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yürütülen bir çalışmada, nohut çeşitlerinin ilk bakla yüksekliği Afyonkarahisar'da 16,5-25,5 cm, Yozgat'ta ise 20,8-27,0 cm arasında değişim göstermiştir. Ayrıca, Zeren ve ark. (1991), makineli hasat için uygun ilk bakla yüksekliği değerinin nohutta 26-30 cm arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Azkan (32,62 cm), Arda (30 cm) ve Göktürk (30 cm) çeşitlerinin, yüksek ilk bakla yüksekliği sayesinde makineli hasat için daha uygun olduğunu göstermektedir. İlk bakla yüksekliğinin genetik yapı, çevresel koşullar ve yetiştirme tekniklerinden

etkilendiği düşünüldüğünde, bu çeşitlerin modern tarım uygulamalarında avantaj sağlayabileceği söylenebilir. Özellikle makineli hasat yapılacak alanlarda, bu tür çeşitlerin kullanımının, hem verimliliği artırabileceği hem de iş gücü maliyetlerini azaltabileceği değerlendirilmektedir. Çalışmada kullanılan çeşitlerin ıslah sürecinde makineli hasat gibi modern tarım gereksinimlerine uygun olarak seçilmiş olması, elde edilen sonuçların literatürdeki birçok çalışmaya kıyasla daha yüksek değerler sunmasını açıklamaktadır.

Çizelge 5. Nohut çeşitlerinde saptanan ilk bakla yükseklik değerlerine ilişkin yıllar ortalaması (cm) ve oluşan istatistik gruplar.
Table 5. Averages for first pod height (cm) values determined in chickpea varieties and the statistical groups formed.

Çeşitler/Cultivars	İlk Bakla Yüksekliği/First Pod Height (cm)		
	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	Yıllar Ortalaması/Mean for Years (2021-2022)
Azkan	34,00	31,25	32,62 a
Çakır	28,75	22,50	25,62 c
Akça	30,00	23,75	26,87 bc
Göktürk	32,50	27,50	30,00 ab
Hasanbey	34,25	22,50	28,37 abc
Taek-Sağel	31,25	22,50	26,87 bc
Arda	33,75	26,25	30,00 ab
Aksu	31,25	27,50	29,37 abc
Ortalama/Mean	31,96	25,46	28,71
CV (%)			14,87
LSD			4,28
F Çeşit/F Cultivar			2,22*

*P<0,05 seviyesinde önemlidir/ Significant at P<0.05.

100 Tane Ağırlığı

Yüz tane ağırlığı, nohutta önemli bir kalite ve verim parametresi olup, büyük ölçüde genetik faktörlerden etkilenmektedir. Bununla birlikte, sıcaklık, yağış ve nem gibi ekolojik faktörlerin de yüz tane ağırlığı üzerinde anlamlı değişikliklere yol açtığı bilinmektedir. Çalışmanın sonuçları Çizelge 6'da sunulmuş olup, incelenen nohut çeşitlerinin yüz tane ağırlıkları her iki yılın ortalaması bazında değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre, çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuş ve yüz tane ağırlığı değerlerinin 36,35 g ile 41,10 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek yüz tane ağırlığı, 41,10 g ile Çakır çeşidinde gözlemlenmiş, bunu sırasıyla Göktürk (40,12 g), Akça (41,07 g) ve Azkan (39,96 g) çeşitleri takip etmiştir. En düşük yüz tane ağırlığı değeri ise 36,35 g ile Arda çeşidinde belirlenmiştir. Tüm çeşitler dikkate alındığında, yüz tane ağırlığının ortalama 38,86 g olduğu hesaplanmıştır. Bu çalışmanın bulguları, daha

önceki literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir uyum sergilemektedir. Örneğin, Bakoğlu (2005) tarafından Fırat Üniversitesi araştırma çiftliğinde Elazığ ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, nohutta yüz tane ağırlığı ortalama 38,58 g olarak rapor edilmiştir. Bıçaksız (2010), Eskişehir koşullarında yaptığı bir çalışmada, yüz tane ağırlığını 40,40 g ile 44,03 g arasında bulmuştur. Ayrıca, Yalçın ve ark. (2018) tarafından Afyonkarahisar ve Yozgat ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, yüz tane ağırlığı Afyonkarahisar'da 39,7-45,1 g ve Yozgat'ta 37,6-44,6 g arasında değişmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin, genotip ile çevre etkileşimi sonucunda ortaya çıktığı ve kullanılan çeşitlerin genetik potansiyellerine ek olarak deneme koşullarının da yüz tane ağırlığını etkilediği söylenebilir. Özellikle yüksek yüz tane ağırlığına sahip olan Çakır, Göktürk ve Akça gibi çeşitlerin, hem kalite hem de verim açısından avantaj sağladığı değerlendirilmektedir. Bunun

yanında, düşük yüz tane ağırlığına sahip Arda çeşidinin, belirli çevresel koşullar veya farklı tarım uygulamaları altında iyileştirilmesi gerektiği ifade edilebilir. Literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu çalışmada kullanılan nohut çeşitlerinin yüz tane ağırlığı değerlerinin, özellikle

modern tarım ve ıslah yöntemleri ile elde edilen genotiplerde daha yüksek olması dikkat çekicidir. Bu durum, tarımsal uygulamalar ve çevre koşullarının optimizasyonunun, genetik potansiyelin tam anlamıyla ifade edilmesine olan katkısını bir kez daha vurgulamaktadır.

Çizelge 6. Nohut çeşitlerinde saptanan 100 tane ağırlığı değerlerine ilişkin yıllar ortalaması (g) ve oluşan istatistik gruplar.
Table 6. Averages for 100 grain weight (g) values determined in chickpea varieties and statistical groups formed.

Çeşitler /Cultivar	100 Tane Ağırlığı/100 Seed Weight (g)		Yıllar Ortalaması Mean of Years (2021-2022)
	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	
Azkan	37,05	42,87	39,96 ab
Çakır	37,20	45,00	41,10 a
Akça	36,10	46,05	41,07 a
Göktürk	36,50	43,75	40,12 ab
Hasanbey	34,35	38,85	36,60 c
Taek-Sağel	34,30	40,05	37,17 c
Arda	33,00	39,70	36,35 c
Aksu	34,32	42,45	38,38 bc
Ortalama/Mean	35,35	42,34	38,84
CV (%)			6,03
LSD			2,35
F Çeşit/F cultivar			5,65 **

**P<0,01 seviyesinde önemlidir/ Significance at P<0.01

Tane Verimi

Tane verimi, bitki ıslahında en önemli agronomik parametrelerden biri olup, yeni çeşitlerin geliştirilmesinde bir üst jenerasyona geçişte temel değerlendirme kriterlerinden biri olarak dikkate alınmaktadır. Tane verimi, bitkide bakla sayısı ve tane ağırlığı ile doğrudan olumlu ve anlamlı bir ilişki göstermektedir (Sözen ve ark., 2021). Çalışma kapsamında, nohut çeşitlerine ait tane verimi değerleri iki yıllık ortalama olarak Çizelge 7’de sunulmuş ve bu değerlerin 178,62-226,12 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm çeşitler dikkate alındığında, ortalama tane verimi 209,98 kg/da olarak hesaplanmıştır. Çeşitlere göre yapılan değerlendirmede, tane verimi açısından en yüksek değerin dekara 226,12 kg ile Taek-Sağel çeşidinde olduğu görülmüş, bunu 223,12 kg/da ile Aksu ve 217,25 kg/da ile Göktürk çeşitleri takip etmiştir. Öte yandan, tane verimi bakımından en düşük değer, dekara 178,62 kg ile Akça çeşidinde tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda, çeşitler arasındaki farkın önemli bulunmadığı saptanmıştır. Bu çalışma bulguları, farklı ekolojik bölgelerde yapılan önceki araştırmalarla karşılaştırıldığında anlamlı bir bağlam sunmaktadır. Sözen ve ark. (2021), Eskişehir ekolojik

şartlarında nohut çeşitlerinde tane veriminin 77,0-201,0 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Erden ve ark. (2021) tarafından Siirt koşullarında yürütülen bir çalışmada, tane verimi ortalamalarının 85,7-200,5 kg/da arasında değiştiği rapor edilmiştir. Diğer çalışmalarda Babagil (2010) tane verimini 94,9-132,8 kg/da, Ceyhan ve ark. (2012) 120,42-196,01 kg/da, Topalak ve Ceyhan (2015) 131,40-169,30 kg/da ve Yalçın ve ark. (2018) 116,4-211,6 kg/da arasında rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, nohut çeşitlerinin tane verimi, farklı ekolojik koşullara uyum ve çeşitlerin genetik potansiyelleri dikkate alındığında literatürde bildirilen değerlerin üzerinde veya bu değerlerle uyumlu olarak ortaya çıkmıştır. Tane verimi açısından öne çıkan Taek-Sağel, Aksu ve Göktürk çeşitleri, özellikle yüksek verim potansiyeline sahip çeşitler olarak öne çıkarken, Akça çeşidinin düşük tane verimi, çevresel faktörlere daha duyarlı bir genetik yapıya işaret edebilir. Genel olarak, bu çalışmanın bulguları, genetik yapı ile çevresel faktörlerin tane verimi üzerindeki etkileşimini vurgulamakta ve nohutta verim artırmaya yönelik ıslah programlarının hem genetik çeşitlilik hem de ekolojik uyum stratejileriyle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 7. Nohut çeşitlerinde saptanan tane verimi değerlerine ilişkin yıllar ortalaması (kg/da) ve oluşan istatistik gruplar.
Table 7. Averages for grain yield (kg/da) values determined in chickpea varieties and statistical groups.

Çeşitler/Cultivar	Tane Verimi/Seed Yield (kg/da)		Yıllar Ortalaması/ Mean of Years (2021-2022)
	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	
Azkan	135,00	276,25	205,62
Çakır	166,75	257,25	212,00
Akça	147,50	209,75	178,62
Göktürk	122,75	311,75	217,25
Hasanbey	148,50	279,25	213,87
Taek-Sağel	170,75	281,50	226,12
Arda	116,00	290,50	203,25
Aksu	133,25	313,00	223,12
Ortalama/Mean	142,56	277,40	209,98
CV (%)			24,63
LSD			51,91
F Çeşit/F cultivar			0,66 ö.d

Öd: istatistiksel olarak önemli değildir./ not statistically significant.

Yanıklık hastalığı

Yanıklık hastalığı, nohut bitkisinde önemli bir zararlıdır ve bu hastalık, çeşitli ekolojik faktörlere bağlı olarak şiddetini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Özellikle sıcaklık, nem ve yağış miktarı gibi çevresel faktörler, hastalığın yayılma ve etki düzeyini etkileyen başlıca unsurlar arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalar, nohut çeşitlerinin bu hastalığa karşı duyarlılıklarının farklılık gösterdiğini ve bunun da ekolojik koşullara bağlı olarak değişebileceğini ortaya koymaktadır. Çeşitler arasındaki yanıklık hastalığına karşı duyarlılık farkları, istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Araştırmaya dahil edilen nohut çeşitlerinin hastalık şiddeti, 1-9 arasında değişen bir skala ile değerlendirilmiş ve sonuçlar, çeşitler arasında önemli bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, Akça ve Taek-Sağel çeşitleri, en yüksek hastalık skala değeri olan 5 puanla en duyarlı çeşitler olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, Çakır, Aksu ve Hasanbey çeşitleri ise 4 puanla daha az duyarlı ancak yine de hastalıktan etkilenen çeşitler arasında yer almaktadır. En düşük hastalık skala değeri (2) ile Göktürk çeşidi, yanıklık hastalığına karşı daha dayanıklı olarak belirlenmiştir. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde 2014-2015 yıllarında gerçekleştirilen bir çalışmada, kışlık nohut genotiplerinin soğuk ve yanıklık hastalığına dayanıklılığı incelenmiştir. Bu çalışmada, Arda ve Azkan çeşitleri en düşük skala değeri olan 1 ile dayanıklı çeşitler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Çağatay, Gökçe ve Diyar 95 çeşitleri ise

tolerans gösteren çeşitler olarak değerlendirilmiştir (Biçer ve ark., 2017). Bu bulgular, genetik çeşitliliğin ve çevresel koşulların hastalığa karşı duyarlılığı belirlemedeki önemli rolünü vurgulamaktadır. Sayılğan ve Kocatürk (2019), Antalya ekolojik koşullarında yapılan bir başka çalışmada, 18 tescilli ve 3 yerel nohut genotipinin adaptasyon kabiliyeti ve hastalık direncini değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, 2017 yılında hastalık skala değerleri 3 ile 5 arasında değişirken, 2018 yılında bu değerlerin 5 ile 7 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yıllar arasındaki ekolojik farklılıkların, hastalığın şiddetini nasıl etkileyebileceğine dair önemli bir gösterge sunmaktadır. Benzer şekilde, Aydoğan ve ark. (2009) gerçekleştirdiği bir başka çalışmada, hastalık gözlem değerlerinin 2 ile 5 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu çeşitliliğin, nohut bitkisinin yanıklığa karşı gösterdiği farklı duyarlılık seviyelerini ve bitkisel özelliklerin hastalığa karşı olan dirençlerini anlamak için önemli bir veri sağladığı söylenebilir. Sonuç olarak, nohut çeşitlerinin yanıklık hastalığına karşı duyarlılığı, genetik faktörlerin yanı sıra çevresel koşullar tarafından da şekillendirilmektedir. Çeşitler arasındaki hastalık skala değerlerindeki farklılıklar, özellikle hastalık yönetimi ve dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Bu bulgular, gelecekteki ıslah programlarının, hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Çizelge 8. Nohut çeşitlerinde saptanan Yanıklık hastalığı (1-9) değerlerine ilişkin yıllar ortalaması ve oluşan istatistiki gruplar.
Table 8. Average s for Blight disease (1-9) values detected in chickpea varieties and statistical groups.

Çeşitler/Cultivar	Yanıklık Hastalığı/Blight Disease (1-9)		
	Deneme Yılı/Year (2021)	Deneme Yılı/Year (2022)	Yıllar Ortalaması/Mean of Years (2021-2022)
Azkan	3,00	3,00	3,00 ab
Çakır	4,00	4,00	4,00 bc
Akça	4,00	5,00	5,00 c
Göktürk	2,00	2,00	2,00 a
Hasanbey	3,00	4,00	4,00 bc
Taek-Sağel	5,00	5,00	5,00 c
Arda	3,00	2,00	3,00 ab
Aksu	3,00	4,00	4,00 bc
Ortalama/Mean	3,00	4,00	4,00
CV (%)			26,95
LSD			1,27
F Çeşit/F Cultivar			6,25 **

**P<0.01 seviyesinde önemlidir/not statistically significant) 1- Dayanıklı/Rersistant, 9-Hassas/Susceptible.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara ekolojik koşullarında gerçekleştirilen bir çalışmada, 8 farklı nohut çeşidinin (Azkan, Çakır, Akça, Göktürk, Hasanbey, Taek-Sağel, Arda ve Aksu) Gölbaşı bölgesinde verim ve verim öğeleri bakımından performansları değerlendirilmiştir. Çalışma, iki yıl süresince yapılmış olup, elde edilen sonuçlar çeşitler arasındaki verim farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, ancak bazı çeşitlerin yanıklık hastalığına karşı gösterdiği direnç açısından bölgeye daha uygun oldukları tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, Göktürk, Azkan ve Arda çeşitlerinin yanıklık hastalığına karşı daha dayanıklı oldukları ve bu nedenle bölge için daha uygun genotipler olduğu belirlenmiştir. Özellikle Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak tavsiye edilen Göktürk çeşidi, yanıklık hastalığına karşı dayanıklılığı ile dikkat çekmiştir. Bu çeşidin hastalık şiddetini değerlendiren 1-9 arası skala üzerinde 2 puanla, diğer çeşitlere kıyasla üstünlük gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Göktürk çeşidinin, yanıklık hastalığına karşı yüksek derecede dirençli bir genotip olarak Orta Anadolu Bölgesi'ndeki nohut yetiştiriciliği için uygun bir seçenek sunduğunu göstermektedir. Çalışmanın diğer önemli bulgusu, çeşitler arasında tane verimi açısından istatistiksel bir farkın bulunmamasıdır. Bu durum, bölgeye uygun nohut


çeşitlerinin verim açısından benzer performanslar sergileyebileceğini, ancak hastalık direnci gibi diğer fenotipik özelliklerin bu çeşitlerin seçimi konusunda belirleyici faktörler olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, verim performansı tek başına yeterli bir kriter olmayıp, hastalık direnci ve adaptasyon gibi özellikler de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu araştırmanın, Türkiye'de nohut yetiştiriciliği için önemli katkılar sağladığı söylenebilir. Özellikle mevcut çeşitlerin değerlendirilmesi, yerel koşullara daha uygun çeşitlerin belirlenmesi ve hastalık yönetimi açısından elde edilen bulgular, sektördeki verimliliği artırmaya yönelik önemli adımlar atılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, bölgesel adaptasyonun önemini vurgulayan bu çalışma, ekolojik farklılıkların göz önünde bulundurulması nohut çeşitlerinin seçiminde daha bilinçli kararlar alınmasına yardımcı olabilir. Sonuç olarak, bu tür çalışmalar, nohut ıslah programlarının yönlendirilmesi ve yerel üreticilerin ihtiyaçlarına yönelik çeşit önerilerinin sunulması açısından büyük önem taşımaktadır. Ekolojik faktörlerin çeşit seçimindeki rolü ve hastalık direncinin önemi, bu çalışmanın bulguları ile daha iyi anlaşılmaktadır ve Türkiye'deki nohut yetiştiriciliği potansiyelini artırmaya yönelik önemli bir temel oluşturmaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abbo, S., J. Berger., and N.C. Turner. 2003. Evolution of cultivated chickpea: Four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology* 30: 1081–1087.
- Abbo, S., R.P. van Oss., A. Gopher., Y. Saranga., I. Ofner., and Z. Peleg. 2014. Plant domestication versus crop evolution: A conceptual framework for cereals and grain legumes. *Trends in Plant Science* 19: 351–360.
- Açıkgöz, N. 1994. Evaluation of chickpea lines for resistance to *Ascochyta* blight. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. pp: 261-264. 18-24/09/1994 Kusadasi Turkey
- Ağsakallı, A., ve M. Olgun. 1999. Erzurum şartlarında nohut ıslahı için seleksiyon kriterlerinin tespiti. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Çayır-Mer'a Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller. III: 324-329. Adana.
- Akan, K., L. Çetin., S. Albostan., F. Düşünceli., ve Z. Mert. 2006. İç Anadolu'da görülen önemli tahıl ve nohut hastalıkları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 15(1-2): 29-48.
- Anonim. 2006-2022. Haymana Tarım/17733 Nolu İstasyonun 2006-2022 Yılı İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Anonim.2024.<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/28/Nohut>;https://arastirma.tarimorman.gov.tr/dagtem/Belgeler/CesitLifletleri/Nohut_Liflet.pdf;<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gaputaem/Belgeler/%C3%A7e%C5%9Fit%20belgeleri/t%C3%BCrk%C3%A7e/nohut/arda%20tr.pdf>;<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/%C3%87es%CC%A7it%20Katalog%CC%86u.pdf>;<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/IceRikResimleri/Nohut%20%C3%A7e%C5%9Fitleri%20Yeni/G%C3%B6kt%C3%BCrk.jpg>;<https://ankomer.com/Sayfa.aspx?pid=126&cid=0&Lang=TR> (Erişim 05.04.2024)
- Aydın, N. 1988. Ankara koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta ekim zamanı ve bitki sıklığının verim, verim komponentleri ve antraknoza olan etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Aydoğan, A. 2012. Geniş ve dar yapraklı Kabulü tip nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara. 131.
- Aydoğan, A., A. Gürbüz., V. Karagül., ve N. Aydın. 2009. Yüksek alanlarda kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirme imkanlarının araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 18 (1-2): 11-16.
- Babağil, G.E. 2010. Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3): 181-186.
- Bakoğlu, A. 2005. Elazığ şartlarında nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta tohum verimi ve tarımsal özellikler, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları. 178-181.
- Bakoğlu, A., ve M. Ayçiçek. 2005. Bingöl ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim ögeleri üzerine bir araştırma. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17(1): 107-113.
- Bayar, Y., M. Yılar., ve K. Akan. 2023. Kırşehir ili nohut üretim alanlarında antraknoz (*Ascochyta rabiei* (Pass) Labr.) hastalığının yaygınlık ve bulunma oranlarının belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 13(2): 405-413.
- Bıçaksız, Y. 2010. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Orta Anadolu Koşullarına Adaptasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Eskişehir. 32.
- Biçer, B.T., C. Akıncı., ve S. Eker. 2017. Kışlık nohut genotiplerinin soğuk ve antraknoza dayanıklılığı ile tohum pışme özelliklerinin saptanması. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*. 4 (3): 355-364.
- Biçer, B.T., ve A.E. Anlısal. 2005. Diyarbakır yöresi nohut (*Cicer arietinum* L.) köy populasyonlarının tarımsal, morfolojik ve fenolojik özellikler için değerlendirilmesi. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*. 9 (3): 1 – 8.
- Ceyhan, E., A. Kahraman., M.K. Ateş., R. Topak., D. Şimşek., M.A. Avcı., M. Önder., ve H. Dalgıç. 2013. Konya koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin tane verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi*. 1: 789-796.
- Ceyhan, E., M. Önder., A. Kahraman., R. Topak., M.K. Ateş., S. Karadas., and M.M. Avcı. 2012. Effects of drought on yield and some yield components of chickpea. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 66: 378-382.
- Ceyhan, E., M. Önder., M. Harmankaya., M. Hamurcu., and S. Gezgin. 2007. Response of chickpea cultivars to application of boron in boron-deficient calcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 38: 2381-2399.
- Erden, Z., M. Erman., M. Ölmez., ve E. Çöçen. 2021. Bazı nohut çeşitlerinin Siirt ili ekolojik koşullarındaki adaptasyonunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 10(1): 65-72.
- FAO. 2021. Nohut üretim istatistikleri <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim tarihi: 10.02.2024).
- Gaur, P.M., M.K. Singh., S. Samineni., S.B. Sajja., A.K. Jukanti., S. Kamatam., and R.K. Varshney. 2016. Inheritance of protein content and its relationships with seed size, grain yield and other traits in chickpea. *Euphytica* 209: 253-260. DOI 10.1007/s10681-016-1678-2
- Gençkan, S. 1958. Türkiye' nin önemli nohut çeşitlerinin başlıca vasıfları üzerinde araştırmalar. *Ege Üniv. Matbaası*. İzmir.
- HaritaMap. 2024. İkizce Haritası. <https://www.haritamap.com/yer/ikizce-golbasi> (Erişim tarihi: 26.01.2024)
- JMP® Pro. 2019. Version 15.0.0. SAS Institute Inc., Cary. NC. 1989-2019.

- Karakurt, E. 2012. Kayseri Yoncası (*Medicago sativa* L. var. Kayseri)'nin bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 21(2):65-69.
- Küsmenoğlu, İ. 1990. Ascochyta blight of chickpea: inheritance and relationship to seed size, morphological traits and isozyme variation. [Degree of Master of Science in Agronomy Washington State University Department of Agronomy and Soils. 81p., U.S.A.]
- Millán, T., E. Madrid., J.I. Cubero., M. Amri., P. Castro., and J. Rubio. 2015. Chickpea. *Grain legumes* pp.85-109.
- Özaktan, H., ve E. Oğuz. 2023. Kayseri ekolojik koşullarında yetiştirilen nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin bazı fiziksel özelliklerin belirlenmesi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 6(1): 67-72.
- Patan, F. 2014. Tescilli bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Erzurum. S. 59.
- Sayılğan, Ç., ve M. Kocatürk. 2019. Sahil ve geçit kuşağına uygun tescilli ve yerel nohut çeşitlerinin Batı Akdeniz Bölgesi'nde yazlık ekim verim performanslarının değerlendirilmesi. Derim 36(2): 207-216.
- Sepetoğlu, H. 1994. Yemelik tane baklagiller. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:24. İzmir.
- Singh, K.B., and M.V. Reddy. 1993. Resistance to six races of Ascochyta rabiei in the world germplasm collection of chickpea. *Crop Science* 33: 186-189.
- Sözen, Ö., M. Yağmur., ve Y. Aydoğan. 2021. Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tarımsal özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences* 11(1): 35-47.
- Ton, A., A.E. Anlarsal., ve T.İ. Karaköy. 2014. Türkiye'de yemelik tane baklagiller üretiminin sorunları ve çözüm önerileri. *Türk Tarım –Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2(4):175-180.
- Topalak, C., ve E. Ceyhan. 2015. Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 2 (2): 130-139.
- Tosun, O., ve D. Eser. 1975. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta ekim sıklığı araştırmaları, I.Ekim sıklığının verim üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Yıllığı* 25(1): 171-180.
- TUİK. 2022. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi; 20.02.2024)
- Vural, H., and A. Karasu. 2007. Agronomical characteristics of several chickpea ecotypes (*Cicer arietinum* L.) grown in Turkey. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 35(2).
- Wallace, D.H., P.A. Gniffke., P.N. Masaya., and R. Zobel. 1991. Photoperiod, Temperature and Genotype Interaction Effects on Days and Notes Required for Flowering of Bean. *Journal of American Soc. for Hort. Sci.* 116 (3): 534-543.
- Yalçın, F. 2017. Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verimce bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yozgat. S.74.
- Yalçın, F., Z. Mut., Ö. Doğanay., ve E. Köse. 2018. Afyonkarahisar ve Yozgat Koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Ziraat Fakültesi Dergisi* 35 (1): 46-59.
- Yıldırım, Ü. A., ve E. Güldür. 2022. Nohutta fusarium solgunluğu hastalığı. s. 41. *In: A.A. Altun (Ed.) Tarımda Yeni Gelişmeler.* Ankara, Turkey.
- Zeren, Y., T. Özcan., ve A. Işık. 1991. Nohut hasat ve harman mekanizasyonu üzerine bir araştırma. *Doğa –Tr. J. Of Agriculture and Forestry.* 15:215-238.
- Zohary, D., and M. Hopf. 2000. Domestication of plants in the old world, 3rd ed. New York: Oxford University Press.

Doğamızda Yok Olan Bir Türün Yeniden Türkiye'ye Kazandırılması: Çelebi Lalesi (Tulipa clusiana DC.) Örneği

Erdinç OĞUR* 

***Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE**

***<https://orcid.org/0000-0002-4496-2995>**

***Corresponding author (Sorumlu yazar): erdincogur@gmail.com**

Received (Geliş tarihi): 07.10.2024

Accepted (Kabul tarihi): 31.12.2024

ÖZ: *Tulipa clusiana DC.* (Çelebi Lalesi, Bornova Lalesi) bitkisinin ülkemizde doğal ortamdaki yayılış alanının tek kaydı Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası adlı eserin 8. cildinde (1984), İzmir- Bornova (Kurutepe) olarak verilmiştir. Sonraki yıllarda Kurutepe olarak bilinen bölge her ne kadar Lâletepe adını almış olsa da bölgede yapılan kapsamlı arama-tarama faaliyetlerinde bitkinin hiçbir izine ulaşılamamıştır. Bitkinin ülkemiz doğasında tükenmiş (EW) olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bitkinin yaşam alanının tekrar oluşturulması, geliştirilmesi, korunması ve sürekliliğinin sağlanmasına yönelik araştırmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışma, *Tulipa clusiana*'nın toplanması, çoğaltılması, doğal yaşam ortamının yeniden oluşturulması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla 2021-2023 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. *Tulipa clusiana*'nın Türkiye'de henüz doğal bir yayılış alanına rastlanmamasına rağmen, İzmir ve Aydın illerinde doğal habitat ve kültür alanlarında düzenlenen survey ve toplama programlarında kültür ortamlarında ve kişisel hobi bahçelerinde bitkinin soğan ve tohumlarına ulaşılmıştır. Dikilen 50 büyük boy soğandan toplamda 77 yavru soğan elde edilmiştir. Çiçek açan her bir büyük soğandan en az 1, en fazla 3 yavru soğan üretilmiştir. Nemli kum ve kurutma kâğıdı arasında 4 hafta süre ile 4°C'de bekletilen 100 adet tohumda % 100 çimlenme gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, *Tulipa clusiana*'nın sürdürülebilirliğine ve gelecek nesillere aktarılmasına katkı oluşturmuştur.

Anahtar kelimeler: *Tulipa clusiana*, Çelebi Lalesi, EW, çoğaltma, doğaya yeniden kazandırma.

Reintroducing an Extinct Species to Türkiye: A Case Study of Çelebi Lalesi (Tulipa clusiana DC.)

ABSTRACT: The only record of the natural distribution area of the plant *Tulipa clusiana DC.* (Çelebi Tulip, Bornova Tulip) in our country is found in the 8th volume of the work titled "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (1984), listed as İzmir-Bornova (Kurutepe). In subsequent years, although the region known as Kurutepe has been renamed Lâletepe, extensive search and survey activities in the area have not revealed any traces of the plant. The plant is believed to have become extinct in our country's wild (EW). Therefore, research is needed to recreate, develop, conserve, and ensure the sustainability of the plant's habitat. This study was conducted between 2021 and 2023 to collect, propagate, and recreate the natural habitat, and transfer *Tulipa clusiana* to future generations. Although *Tulipa clusiana* has not yet been observed within its natural distribution range in Türkiye, its bulbs and seeds have been identified in cultivated environments during survey and collection programs conducted in natural habitats and cultural areas in the provinces of İzmir and Aydın. These findings were primarily associated with personal hobby gardens. A total of 77 offsets (daughter bulbs) were obtained from 50 large bulbs that were planted. Each blooming large bulb produced between one and three offsets. Additionally, 100% germination was observed in 100 seeds stratified for 4 weeks at 4°C between moist sand and blotting paper. The results obtained contribute significantly to the sustainability of *Tulipa clusiana* and its preservation for future generations.

Keywords: *Tulipa clusiana*, Çelebi tulip, EW, propagation, reintroduction to nature.

GİRİŞ

İnsanoğlu, varoluşunun ilk günlerinden itibaren doğadan yararlanmayı sürdürmüştür. Hayatın devamı için kaynakların kullanımı kaçınılmazdır; ancak bu tek taraflı ilişki, günümüzde aşırı nüfus artışı, kaynak israfı ve iklim değişikliği gibi faktörler nedeniyle genetik kaynakların hızla azalmasına yol açmakta ve birçok bitki türünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bitki genetik kaynaklarının belirlenmesi, toplanması ve korunması,

gıda güvenliği ve biyoçeşitlilik açısından son derece önemlidir. Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar hala yetersizdir. Endemik, nadir ve tehdit altındaki türlerin in-situ (yerinde) ve ex-situ (gurbette) korunması, gen bankalarının öncelikli görevleri arasındadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir yönetimi, dünya gündeminde giderek daha fazla öncelik kazanan bir konudur. Genetik çeşitliliğin korunması, gelecek nesiller için hayati bir öneme sahiptir (Oğur, 2021).

Son yıllarda, dar yayılışa sahip endemik bitkilerin korunması amacıyla ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN, 2013) gibi kuruluşlar, tehdit altında olan türleri saptayarak koruma önlemleri almayı amaçlamaktadır. Ülkemizde de bu doğrultuda Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı hazırlanmış ve tehdit altındaki bitki türlerinin listesi oluşturulmuştur. Türkiye’de şu an 2221 tür tehdit altındadır ve 10 bitki türü doğadan yok olmuştur (Anonim, 2018).

İngiltere'deki Kew Garden ve İsveç'teki Stockholm Üniversitesi'nin araştırmaları, doğada tükenen bitki türleri sayısının, nesli tükenen kuşlar ve memelilerin toplamından iki kat fazla olduğunu göstermiştir. Bitkilerin tükenme hızı, beklenenden 500 kat daha fazladır. 250 yıl içinde yaklaşık olarak 600 bitki türü yok olmuştur; ancak araştırmacıların yaptığı çalışmalarda bu sayının belirtilenden çok daha yüksek olduğu görülmektedir (Briggs, 2019).

İzmir’de yetişen endemik ve nadir bitkiler, çeşitli baskılar altında kalmakta ve nesillerini sürdürebilmekte zorluk yaşamaktadır. Özellikle kontrolsüz nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşmenin olumsuz etkileri, dar yayılışlı bitkileri tehdit etmektedir. Endemik bitkiler, bir ülkenin biyolojik zenginliğinin önemli bir parçasıdır; bu nedenle, bu bitkilerin korunması ve bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Lale (Tulipa), zambakgiller (Liliaceae) familyasından, farklı renklerde çiçekleri olan soğanlı bir bitkidir. Türkiye’de 18 tür ve 20 takson ile temsil edilmektedir (Eker, 2014a, Eker, 2014b). Lalenin doğal yayılış merkezi Orta Asya’dır; ancak Anadolu, bu bitkinin mikro gen merkezi olarak da kabul edilmektedir. Anadolu’da lale, Selçuklular döneminde tanınmaya başlamış ve Kanuni Sultan Süleyman döneminde Avrupa’ya yayılmıştır.

Lale, Türk kültüründe önemli bir yer tutar ve mitolojik hikâyeleriyle de zengin bir geçmişe sahiptir. Yunan mitolojisinde Adonis’in kanıyla yeşerirken, lale Anadolu’da bir aşk hikâyesinde hayat bulur ve Ferhat’ın toprağa damlayan kanından yeşerir. Anadolu’da lale şiirlere de konu olmuş ve ilk kez Mevlana Celaleddin-i Rumi’nin eserlerinde yer bulmuştur. Ayrıca, Osmanlı döneminde özellikle mimari, sanat ve edebiyat alanlarında büyük bir öneme sahip olmuştur (Eker, 2014a). Selçuklular tarafından Anadolu’ya getirilen lale, Osmanlı İmparatorluğu

döneminde en parlak devrini yaşamıştır. Osmanlılar, laleye özel bir önem atfetmiş ve bu bitki, saraylar ve bahçeler için bir süs unsuru haline gelmiştir. Şeyhülislam Ebu Suud Efendi sarayda lale yetiştirip ıslah etmiştir. Lale motiflerinin en dikkat çekici örneklerinden biri, Mimar Sinan tarafından Rüstem Paşa Camii’nde kullanılan ve Osmanlı çini sanatının en iyi örneklerinden sayılan 36 farklı lale motifidir. Bu motiflerden birinin *Tulipa clusiana* DC. olduğu düşünülmektedir. Osmanlı İmparatorluğu’nda lale sevgisi, 18. yüzyılda III. Ahmed döneminde doruk noktasına ulaşmış ve bu dönem "Lale Devri" olarak adlandırılmıştır. Sonuç olarak, Anadolu’daki lale, sadece bir bitki değil, aynı zamanda mitolojiden tarihe, kültürden sanata yayılan çok boyutlu bir anlam taşımaktadır (Eker, 2014a).

Bu makalede, doğadan yok olduğu düşünülen bu değerli bitkinin yaşam alanlarının yeniden oluşturulması, korunması ve sürdürülebilirliğine yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel materyal olarak, Türkiye’de Bornova Lalesi veya Çelebi Lalesi olarak tanınan “Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası” adlı eserin 8. Cildine göre tek kaydı İzmir- Bornova (Kurutepe) olduğu belirtilen *Tulipa clusiana* kullanılmıştır. Bitki 30-50 cm uzunluğunda ve bariz sitolonludur. Gövde tüysüz, 2-3 mm çapında; toprakaltı gövde uzunluğu 6-15(-19) cm, topraküstü gövde uzunluğu 18-30 cm. Soğan küremsi-yumurtamsı, 1,7-2,5 × 1,5-2 cm; soğan boğazı 0,3-0,9 cm. Tunikler derimsi, koyu kahverengi, en içteki tunikler tabanda halka şeklinde kısa, yumuşak ve kırışık tüylü ve boğazda sert, daha uzun ve soğan boğazından taşan tüylü, orta kısımda tüysüz ya da hafifçe cılız tüylü. Yapraklar 3-5, almalı, buğulu, düz, uzamış ve daralmış, şeritsi, oluklu, dik veya dik-yayık, az çok sipsivri, kenarlarda tüysüz ve zarsı; en alt yaprak 20-28 × 0,7-1,3 cm; ikincil alt yaprak 17,5-26 × 0,5-0,8 cm. Çiçek tek, çansız, tepaller iç yüzeyde parlak beyaz ve mor taban-lekeli, dış yüzeyde soluk beyaz ve tabandan uca doğru kırmızımsı-pembe bantlı; dış tepaller eliptik, sivri uçlu, 32-52 × 9-15 mm, tüysüz, yalnızca uçta kısa havlı; iç tepaller tersyumurtamsı, küt uçlu, tüysüz ve yalnızca uçta kısa havlı, 27-42 × 9-12 mm; dış taban-lekesi 7-12 mm, iç taban-lekesi 7-11 mm ve segmentlerin 1/5-1/3’ü uzunluğunda. Filamentler 6-9 mm, tüysüz, şeritsi-mızraksı, mor; anterler 6-9 × 1,5-2 mm, dar dikdörtgensel, canlı örnekte

koyu mor, mukronat; çiçek tozu taze materyallerde mor iken, kuruyunca sarıya döner. Yumurtalık 7-10 × 2-3,5 mm, dikdörtgensel ya da az çok mekiksiz, tüysüz, canlı örnekte yeşil ya da sarımsı-yeşil; sitilus çok kısa ya da

belirgin değil, 0,5-1 × 1-2,5 mm; sitigma canlı örnekte pembemsi-beyaz ya da pembemsi-sarı, havlı, 1-1,5 × 1,5-3 mm. Kromozom sayısı $2n=5x=60$ (Eker, 2018).



Şekil 1. *Tulipa clusiana*'nın beyaz – kırmızı çiçekleri.
Figure 1. White-red flowers of *Tulipa clusiana*.

Hedef türün yayılış gösterdiği alanlar ve optimum gelişim dönemleri floraya göre belirlenerek bir toplama takvimi oluşturulmuştur. 2021-2022 yılları arasında arazi çalışmaları periyodik şekilde düzenlenmiştir. Bu çalışmalar, ilkbahar aylarında özellikle çiçeklenme ve tohum oluşumunun yoğun olduğu dönemde gerçekleştirilmiştir; ayrıca soğan temini amacıyla yaz aylarında da arazi çalışmalarına devam edilmiştir.

Çoğaltma çalışmalarında survey ve toplama programları sonucunda İzmir İli Bornova ve Menemen ilçeleri ile Aydın İlinin Efeler ilçesi ve Sultanhisar ilçesinin kültürel ortamlarında toplanan soğan ve tohum materyalleri kullanılmıştır. Bitkilerin çoğaltılması soğandan (vejetatif) ve tohumla (genaratif) yapılmıştır.

Soğandan (vejetatif) çoğaltma: Arazi çalışmaları sonucunda Haziran ayında toplanan soğanlar boyutlarına göre sınıflandırılmış ve soğanlar dikim işlemleri yapılana kadar (Haziran-Ekim ayları arası) oda sıcaklığında (24 °C) muhafaza edilmiştir (Yenikalaycı, 2023a). Tüm soğan çelikleri sterilizasyonda % 90'lık etil alkol içine daldırılmış ve ardından kurutulmuştur (Uluğ, 1997). Fungal hastalıkları önlemek üzere sistemik etkiye sahip bir fungusit hazırlanmış ve soğanlar bu fungusit çözelti içinde 5 dakika bekletildikten sonra dikilmiştir (Altan, 1989; Arslan ve ark., 2008). Kontrol grubunda ise soğanlar hiçbir uygulama yapılmadan dikilmiştir

(Haspolat ve Özzambak, 2018). Daha sonra bu soğanlar 1 Kasım tarihinde bahçe toprağı (kumlu-tın) + torf + perlit karışımı üretim yastıklarına dikilmiştir.

Tohumla (genaratif) çoğaltma: Tohumla çoğaltmada iki farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde; tohumlar doğrudan toprak+torf+perlit (1:1:1) karışımı olan viyollere ekilmiş ve oda sıcaklığında yeterli nemi muhafaza edilerek bekletilmiştir (Haspolat ve ark., 2013). İkinci yöntemde ise; tohumlar, nemli kum ve kağıt havlu arasında 4 hafta süre ile 4 °C'de tutulmuş ve ardından içinde toprak+torf+perlit (1:1:1) karışımı bulunan viyollere tohum ekimi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Arazi çalışmaları, bitkilerin mevsimsel gelişimine paralel olarak, literatür taramasından belirlenen türün zengin olduğu alanlarda İzmir, Aydın ve Denizli illerinde daha sık gerçekleştirilmiştir. Türkiye Florası kayıtlarına göre yapılan arazi ve survey çalışmaları sonucunda *Tulipa clusiana*'nın Türkiye'de doğal bir yayılış alanı tespit edilmemiştir. Ancak, İzmir İli Bornova ve Menemen ilçeleri ile Aydın İlinin Efeler ilçesi (Balıkköy, Gözpinar) ve Sultanhisar ilçesinin (Salavatlı, Eskişehir) kültürel ortamlarında ve kişisel hobi bahçelerinde süs bitkisi olarak bulunmuştur (Şekil 2). Survey ve toplama programları ile bitkinin soğanları ve tohumları toplanmıştır (Şekil 3). Başta türün yayılış gösterdiği bölgelerde olmak üzere yerel halkla görüşmeler yapılmış ve bitki ile ilgili tüm bilgiler

detaylı olarak kaydedilmiştir (Şekil 4). Soğan ve tohum toplama sırasında bitkinin yerel adı, bitkinin ne kadar zamandır kendilerinde olduğu, nasıl temin ettikleri, toplandığı yöre (il, ilçe, köy), bitkiye ait önemli özellikler, önemli yetiştirme teknikleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılık bilgileri gibi, bitkinin durumunu en iyi tanımlayacak öz bilgilerin alınmasına dikkat edilmiştir. Evlerinin bahçelerinde süs bitkisi

olarak yetiştiren yerel halkın yakın zamanda doğada bu türe rastlamadığı, çok eskiden beri atalarından devraldıkları ve ürettikleri soğanları birbirlerine dağıttıkları saptanmıştır. Bitki yöre halkı tarafından Şekercik lalesi olarak bilinmektedir. Aydın'ın Balıkköy ve Gözınar Mahallesi sakinleri *Tulipa clusiana* bireylerinin albenili ve gösterişli çiçeklerini keserek pazarda satmaktadır.



Şekil 2. *Tulipa clusiana*'nın arazi fotoğrafları.
Figure 2. Field photographs of *Tulipa clusiana*.



Şekil 3. *Tulipa clusiana*'nın soğanları ve tohumları.
Figure 3. Bulbs and seeds of *Tulipa clusiana*.

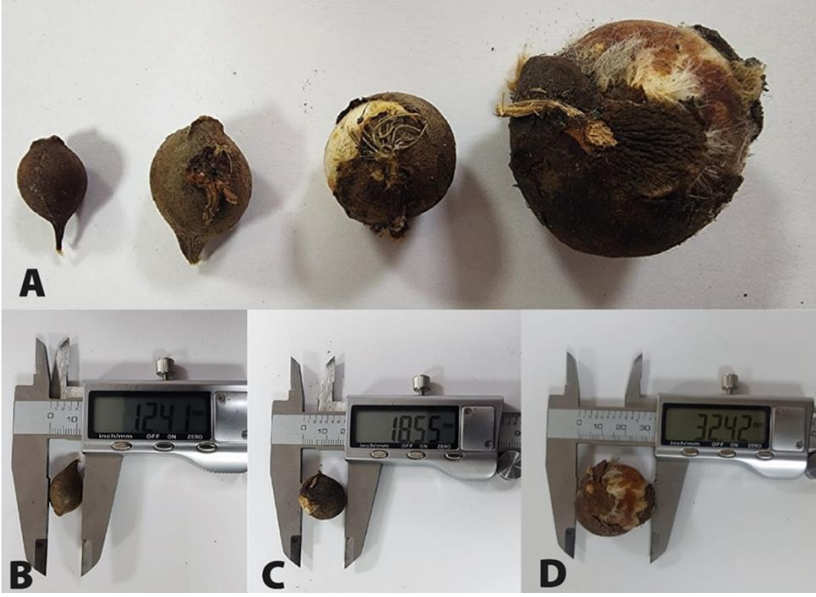


Şekil 4. *Tulipa clusiana*'nın survey-toplama yapılan alanları.
Figure 4. Survey-collection areas of *Tulipa clusiana*.

Bitkinin çoğaltım çalışmaları

Vejetatif çoğaltma: Yaz mevsimi boyunca 24 °C’de muhafaza edilen *Tulipa clusiana* soğanları çaplarına göre üç gruba ayrılmıştır: küçük (1-13 mm), orta (13,1-20 mm) ve büyük (20 mm ve üstü) şeklinde

belirlenmiştir (Şekil 5). Bu soğan gruplarının her birinden 50 adet soğan seçilerek Ekim ayında mantari hastalıklara karşı fungusit (fludioksanil+metalaxy etken maddeli) uygulaması yapılmış ve soğanlar daha sonra kumlu-tın+torf+perlit karışımla doldurulmuş üretim yastıklarına dikilmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. A- *Tulipa clusiana* soğan boyutları B- Küçük boy C- Orta boy D- Büyük boy.
Figure 5. A- *Tulipa clusiana* bulb sizes B- Small size C- Medium size D- Large size.



Şekil 6. *Tulipa clusiana* soğanlarına fungusit muamelesi ve üretim yastıklarına dikilmesi.
Figure 6. Fungicide treatment of *Tulipa clusiana* bulbs and planting in production beds.

Tulipa clusiana'nın vejetatif gelişimi soğanların boyutlarına göre değişiklik göstermiştir. Küçük ve orta boydaki soğanlar çiçeklenme dönemine giremezken büyük boydaki soğanlar 1 Nisan itibariyle çiçeklenmeye başlamıştır (Şekil 7). Küçük ve orta boy soğanlar hiç yavru soğan oluşturmamıştır. Elli adet dikilen büyük boy soğanlardan % 154 artışla, toplam 77 yavru soğan elde edilmiştir. Her bir çiçek oluşturan büyük soğandan en az 1 en çok 3 yavru soğan elde edilmiştir (Şekil 8). Çoğaltma çalışmalarında farklı lokasyonlardan toplanan tüm *Tulipa clusiana* soğanları aynı sonucu vermiştir.

Rees (1992), çiçek soğanları ve yumruları üzerine yaptığı bir çalışmada kardeş soğan oluşumunun ve bitki boyu gibi özelliklerin ana soğan gelişiminden etkilendiğini bildirmiştir.

Yenikalaycı ve ark. (2023a)'nın, Muş Lalesi'nin soğan gelişimleri ve bazı bitkisel özelliklerini inceledikleri

çalışmada soğanların yaz döneminde oda sıcaklığında (yaklaşık 25 °C'de) bekletildiğinde en iyi sonuçların elde edildiğini bildirmişlerdir. Vejetatif çoğaltım çalışmaları kapsamında toplanan ve oda sıcaklığında depolanan soğanlar, üretim yastıklarına dikilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Yenikalaycı ve ark. (2023b), Muş Lalesi'nde farklı yetiştirme ortamlarının soğan gelişimi üzerine etkileri adlı çalışmalarında, belirli oranlarda hazırlanan harç toprağı yetiştirme ortamının, lale soğan gelişimlerini olumlu olarak etkilediğini belirtmişlerdir. Bahçe toprağı (kumlu-tın) + torf + perlit karışımından hazırlanan yetiştirme ortamına *Tulipa clusiana* soğanları dikilmiştir. Elde edilen sonuçlardan hafif bünyeli harç toprağından elde edilecek yetiştirme ortamlarında soğan büyüklüğünün ve kardeşlenme sayısının olumlu etkileneceği düşünülmektedir.



Şekil 7. *Tulipa clusiana* soğanlarının gelişim aşamaları.
Figure 7. Growing stages of *Tulipa clusiana* bulbs.



Şekil 8. Üretim yastıklarından elde edilen ana ve yavru soğanlar.
Figure 8. Mother and daughter bulbs obtained from growing beds.

Generatif Çoğaltma: *Tulipa clusiana*'nın çiçeklenen bireylerinde tam olarak olgunlaşan erkek organlarından alınan polenlerle (Stamen) tam olarak gelişen dişi organı (Ginekeum) elle tozlanmış (Şekil 9) ve böylelikle tohum oluşumu sağlanmıştır (Şekil 10).

Elde edilen tohumların çoğaltımında iki farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde tohumlar, doğrudan toprak+torf+perlit (1:1:1) karışımı olan viyollere ekilmiştir. İkinci yöntemde *Tulipa clusiana* tohumları, nemli kum ve kurutma kâğıdı arasında 100 adet tohum 4 hafta süre ile 4°C'de tutulmuştur. Süre sonunda

tohumların tamamında (% 100) çimlenme gözlemlenmiştir (Şekil 11). 4 hafta süre ile 4°C'de bekletildikten sonra şişen ve çimlenen tohumlar toprak+torf+perlit (1:1:1) karışımı içeren viyollere ekilmiştir (Şekil 12). Doğrudan toprağa ekilen 100 adet olgun tohumdan herhangi bir çıkış gözlenmemiştir. Katlama uygulaması yapılan olgun tohumların tamamında (% 100) çimlenme gözlemlenmiştir. Çimlenen tohumlar viyollere ekilmiş ve bitkicik ve soğan oluşturma oranı %80 olmuştur (Şekil 13-14). Bu durum, *Tulipa clusiana* tohumlarının çimlenmesinin ve bitkicik oluşturmalarının soğuklama gereksinimlerinin karşılanmasına bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 9. *Tulipa clusiana*'nın olgun erkek ve dişi organı ile dişiçik tepesinin polenle döllenişi.
Figure 9. Pollen fertilization of mature male and female organs and pistil stigma of *Tulipa clusiana*.



Şekil 10. Döllenen *Tulipa clusiana* bireylerinde tohum oluşumu.
Figure 10. Seed formation in fertilized *Tulipa clusiana* individuals.



Şekil 11. 4 hafta 4 °C'de bekletilen tohumlar.
Figure 11. Seeds kept at 4 °C for 4 weeks.



Şekil 12. Tohumların viyollere aktarılması.
Figure 12. Transferring seeds to vials.



Şekil 13. Tohumdan bitkicik oluşması.
Figure 13. Formation of plantlets from seeds.



Şekil 14. Tohumdan soğan oluşumu.
Figure 14. Bulb formation from seed.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Lalenin makro gen merkezi Orta Asya olarak kabul edilmekle birlikte, Anadolu'nun lalenin mikro gen merkezi olduğu ve burada yayılış gösterdiği yönünde yaygın bir görüş bulunmaktadır. *Tulipa clusiana*, Türkiye Florası'nda kaydedilen ve çeşitli nedenlerle doğada yok olmuş bir türdür. Bu çalışma ile yok olduğu düşünülen bu bitkinin yaşam alanının yeniden oluşturulması, geliştirilmesi ve korunması amaçlanmıştır. Böylece, *Tulipa clusiana*'nın doğal yaşam alanlarında popülasyon oluşturulması ve neslinin sürekliliğinin sağlanması hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, biyoçeşitliliğimizin ve genetik kaynaklarımızın geleceğe taşınmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Nesli tükenen bitkilerin doğaya yeniden kazandırılması Türkiye'de bir ilk olarak, *Tulipa* cinsinin revizyonu sırasında *Tulipa sprengeri* ile başlamıştır (Eker, 2010). Gerçekleştirilen bu çalışma, Türkiye'de nesli tükenen bitkilerin doğaya kazandırılması yönünde atılan ikinci adımı temsil etmektedir.

Bu çalışma ayrıca, Çelebi Lalesinin doğal yaşam ortamının yeniden oluşturulmasının yanı sıra, nesli tehdit altında bulunan endemik ve nadir bitkiler için koruma çalışmalarına da zemin hazırlamayı amaçlamaktadır. Hedeflere ulaşabilmek için, ulusal ve bölgesel alanda gerçekleştirilen tüm bilimsel çalışmalar gözden geçirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda, türün doğal yayılış gösterebileceği önemli alanlar belirlenmiş ve detaylı bir arazi planı oluşturulmuştur.

Çalışma sonucunda, İzmir, Aydın ve Denizli illerinde doğal habitat ve kültürel alanlardan survey ve toplama

programları düzenlenmiştir. *Tulipa clusiana*'nın Türkiye'de doğal bir yayılış alanı henüz tespit edilmemiştir. Ancak, İzmir'in Bornova ve Menemen ilçesi ile Aydın'ın Efeler (Balıkköy, Gözpınar) ve Sultanhisar (Salavatlı, Eskihisar) ilçelerinde kültürel ortamlarda ve kişisel hobi bahçelerinde süs bitkisi olarak bulunmuştur. Bitkinin soğanları ve tohumları toplanmış; herbaryum örnekleri "İZ" herbaryumunda, tohum materyali ise ETAE Ulusal Gen Bankası'nda *ex-situ* koruma altına alınmıştır.

Vejetatif çoğaltım çalışmaları kapsamında toplanan soğanlar, üretim yastıklarına dikilerek yeniden üretimleri sağlanmıştır. Tohumla çoğaltım çalışmaları da uygulanarak çimlenen tohumlar viyollere ekilmiştir. Ellişer adet dikilen küçük ve orta boy soğanlar hiç yavru soğan oluşturmamıştır. Elli adet dikilen büyük boy soğanlardan, % 154 artış elde edilmiş olup, toplam 77 yavru soğan elde edilmiştir. Olgun tohumların tamamında (% 100) çimlenme gözlemlenmişken çimlenen tohumların bitkicik oluşturma ve soğan oluşturması oranı %80 olmuştur.

Survey ve toplama çalışmaları sırasında "Şekercik lalesi" olarak bilinen bitkinin yöre halkı tarafından ev bahçelerinde peyzaj ve süs bitkisi olarak yetiştirildiği ancak doğada bu türe rastlanmadığı bilgisine ulaşılmıştır. Özellikle beyaz çiçekleri ve taç yapraklarının dış kısmındaki kırmızı bantlar, bu bitkiyi peyzaj ve süs bitkisi olarak cazip kılmaktadır. Aydın'ın Balıkköy ve Gözpınar mahalleri sakinleri *Tulipa clusiana*'nın gösterişli çiçeklerini keserek pazarda satmaktadır. Bu durum ise bitkinin tohumla üremesine ve dolayısıyla çevreye yayımına bir engel teşkil etmektedir.

Belirli bir miktarda çoğaltılan (soğan ve tohum) türün, adaptasyon sağladığı en yakın doğal yaşam alanına aktararak doğaya yeniden kazandırılması planlanmaktadır. Ülkemizde süs bitkisi olarak kullanılabilecek endemik, nadir ve nesli tehdit altındaki türlerin kültüre alma ve soğanların çoğaltılması atılacak ilk adımdır. *Tulipa clusiana* gibi peyzaj ve süs bitkisi olarak kullanım potansiyeli yüksek tür ve çeşitlerin geliştirilmesi ülkemizin süs bitkileri tedarikinde dışa bağımlılığını azaltacaktır. Botanik uzmanları, ziraat mühendisi ve orman mühendislerinin

birlikte yürüteceği ortak çalışmalar türün sürdürülebilirliğine olumlu katkılar sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiş ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde yürütülmüştür. Katkılarından dolayı Prof. Dr. Hasan YILDIRIM, Prof. Dr. İsmail EKER, Tefik TAYLAN, Lerzan AYKAS ve Dr. Selay DOĞAN'a teşekkür ederim.

LİTERATÜR LİSTESİ

Altan, S. 1989. Süs bitkileri üretim tekniği. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 104. Adana.

Anonim, 2018. tehditaltındabitkiler.org.tr

Arslan, N., Sarıhan, E.O., İpek, A. 2008. Farklı soğan kesme yöntemlerinin *Fritillaria persica* L.'nin bazı özellikleri üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 14(3):246-250. DOI: 10.1501/Tarimbil_0000001037

Briggs, H. 2019. Dünyada son 250 yılda '600'e yakın bitki türünün nesli tükendi. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-48590250>

Eker, İ. 2010. Revision of the Genus *Tulipa* L. (Liliaceae) in Turkey. Doktora Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Bolu.

Eker, İ. 2014a. Anadolu'da lale kültürü. Bağ Bahçe Dergisi 54:24-27.

Eker, İ. 2014b. Türkiye'nin laleleri. Bağ Bahçe Dergisi 53:28-32.

Eker, İ. 2018. Resimli Türkiye Florası Cilt:2 syf. 926.

Haspolat, G., Özzambak, M. E. 2018. Vegetative Propagation Methods of Some *Crocus* Species Spreading at Western Anatolia, Propagation of Ornamental Plants, XXX. International Horticultural Congress ISHS, Istanbul, Turkey.

Haspolat, G., Özzambak, M.E. 2014. Studies on Cultivation Methods of Some *Crocus* L. Species Spreading at Western Anatolia. International Journal of Innovations in Bio-Sciences. 6 (2). ISSN 2277-2367

Haspolat, G., Özzambak, M.E., Şık, L. 2013. Seed Germination of Some *Crocus* Species in Western Anatolia. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Anadolu Dergisi 23(2):21-26.

IUCN/SSC, 2013. Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, viiii + 57 pp.

Oğur, E. 2021. İzmir ilinde bulunan nadir, endemik ve tehdit altındaki bitki türlerinin toplanması ve ex situ muhafazası, Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 31(2):226-244. <https://doi.org/10.18615/anadolu.1033609>

Rees, A.R. 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers.C.A.B. International. Wallingford, U.K.

Uluğ, B.V. 1997. Adıyaman lalesi (*Fritillaria persica* Linn.) Soğanlarının değişik vegetatif yöntemlerle üretilmeleri ve etkileri üzerine araştırmalar. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Yayın No: 104, Yalova.

Yenikalaycı, A., Aybar Yalınkılıç, N., Bayram, A. 2023b. Muş Lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker)'nde farklı yetiştirme ortamlarının soğan gelişimi üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi 12 (1):15-20.

Yenikalaycı, A., Bayram, A., Aybar Yalınkılıç, N. 2023a. Muş Lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker) soğanlarında hasat sonrası soğukta bekletme sürelerinin bitki ve soğan gelişimi üzerine etkileri. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 33(2):203-208. <https://doi.org/10.18615/anadolu.1338811>

ANADOLU (ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087) DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

1. ANADOLU, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) dergisinde, tarım bilimleri alanında hazırlanan orijinal araştırma makaleleri ve güncel derlemeler yayımlanır.
2. ANADOLU, uluslararası, açık erişimli, iki taraflı kör hakem uygulamalıdır ve yılda 2 sayı olarak yayımlanır.
3. Makale Türkçe veya İngilizce dilinde, 20 sayfayı geçmeyecek şekilde, çift aralıklı olarak yazılmalı, başlangıç sayfası dahil tüm sayfalar numaralandırılmalıdır.
4. MS Word programıyla ANADOLU yazım kurallarına göre hazırlanan makalenin başvurusu, başvuru dilekçesi ile birlikte DergiPark (<https://dergipark.org.tr/tr/journal/110/submission/step/manuscript/new>) üzerinden yapılmalıdır.
5. Yazarlar, makalesinin orijinal olduğunu, daha önce başka bir yerde yayımlanmadığını veya yayın aşamasında olmadığını ve sorumlu yazar ve yazarların iletişim bilgilerini (adres, telefon, e-posta ve ORCID) tam ve eksiksiz belirtmelidirler.
6. **Makalenin ana bölümleri aşağıdaki sıraya uygun olmalıdır**

Makale; Başlık, Öz, Anahtar Kelimeler, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç ve Öneriler (isteğe bağlı), Teşekkür (isteğe bağlı) ve Literatür Listesi ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Tüm başlıklar büyük harflerle koyu punto olmalıdır.

BAŞLIK: Metne uygun, kısa ve açık olmalı; yazar ad (adlarını) ve adresini kapsamalıdır.

ÖZ (ABSTRACT): 200 kelimeyi geçmemeli, literatür bildirişi ve şekil içermemeli, Türkçe ve İngilizce olarak yazılmalı, makalenin içeriğini yansıtan anahtar kelimeleri kapsamalıdır. İngilizce Abstract'ın başına, eserin İngilizce başlığı yazılmalıdır. Özet ve abstract'tan sonra 3-10 anahtar kelime ve keywords yer almalıdır.

GİRİŞ

MATERYAL VE METOT

BULGULAR VE TARTIŞMA

SONUÇ VE ÖNERİLER (isteğe bağlı)

TEŞEKKÜR (isteğe bağlı)

LİTERATÜR LİSTESİ

7. Makalenin yazı tipi Times New Roman olmalıdır. Öz, Abstract başlığı 1,25 cm içten, metin içindeki diğer başlıklar ise girinti verilmenden yazılmalıdır. Makale başlığı koyu, 14 punto, bölüm başlıkları koyu, 11 punto olmalıdır. Giriş, materyal ve metot, araştırma bulguları, tartışma ve sonuç bölümleri 11; özet, anahtar kelimeler, abstract, keywords, çizelgeler, grafikler, resimler ile bunların başlıkları, şekiller ve alt yazıları, dipnot ile literatür listesi 9 punto yazılmalıdır.

8. Yazar isimleri, makale başlığının altında bir satır boşluktan sonra unvan belirtilmeden, koyu ve 11 punto ile verilmelidir. Yazarın ön ismi açık olarak ve küçük harfle, soyadı ise büyük harfle yazılmalıdır. Birden fazla yazar varsa onlar da aynı şekilde araya virgül vb. işaret konulmadan verilmelidir.
9. Yazar isimlerinin altına adres bilgileri, ORC-ID'leri ve sorumlu yazarın e-posta adresi verilmelidir.
10. Makale A4 kağıdına yazılmalı, marjın olarak; üst: 4,0 cm, alt: 3,35 cm, sağ: 2,25 cm, sol: 2,25 cm, üst bilgi: 2,55 cm, alt bilgi: 2,35 cm boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar girinti verilmenden satır başından başlamalı ve her iki yana dayalı olmalıdır.
11. Makalede yer alan cins ve türlerin bilimsel isimleri ile Latince kelimeler italik olmalıdır.
12. Literatür listesi makalenin en sonunda yer alır. Listedeki literatürler alfabetik sırada "yazar-tarih" sistemine göre verilmelidir. Numaralama kullanılmamalıdır. Aynı yazarla başlayan tek yazarlı makale çok yazarlı makaleden önce yer almalıdır. Aynı yazarların yer aldığı makaleler metinde ve literatür listesinde tarih sırasına göre, aynı yazarların aynı yılda yaptığı birden fazla makale için ise yılın yanına "a", "b" gibi harf konur. Makale metninde ikiden fazla yazarlı literatürlerde sadece ilk yazar ismi belirtilir ve bunu "ve ark." ile "tarihi" takip etmelidir. Bilimsel kitap adının tüm kelimelerinin baş harfleri, kitap bölümünün adı veya literatür bir makaleden alıntı ise; sadece ilk kelimesi büyük harf olmalıdır. Bir kuruluşun yayını, yayın numarasıyla yazılmalı, diğer kitaplar için basıldığı matbaa adı ve şehri belirtilmelidir. Literatür listesinde her literatürün ilk satırını izleyen satırlar 1 cm içeri çekilmelidir. Makale içindeki atıflarda da "yazar-tarih" sistemi kullanılmalıdır. Birden çok kaynağa aynı anda atıf yapılacaksa yayımlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Dergi adları ve kısaltmalar Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>)'a göre yapılmalıdır. Yazarlar referansların ya da literatürlerin doğruluğundan sorumludur.

Makalede yer alan literatür bildirişleri aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Kongre, sempozyum veya seminer

- Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. pp. 250-255. *In: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.*
- Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Kitap

- Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, İzmir.
- Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Iowa State Univ. Press Ames. IA, USA.

Kitaptan bir bölüm

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.). Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s.10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki Islahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Enst. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Bilimsel dergiden makale

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıtıkı, A., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde yayılış gösteren bazı *Origanum L.* türlerinde biyosistematik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Doktora ve yüksek lisans tezi

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus L.*) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare L.*). Ph.D. thesis. North Dakota State University. Fargo ND, USA.

İnternet sitesinden alıntı

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. The Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonim yayın

Resmi yayınlara ve yazarı olmayan kaynaklara "Anonim" veya "Anonymous" olarak atıfta bulunulmalıdır.

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

13. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak isimlendirilmelidir.

14. Çizelge ve grafikler MS Word ve MS Excel ile yapılmalıdır. Çizelge ve grafik rengi siyah-beyaz ve çizgi kalınlığı ¼ pt olmalıdır. Çizelgelerde her rakam veya öge ayrı bir hücrede yer almalıdır. Kısaltmalar başlıkta veya dipnotta açıklanmalıdır.

15. Çizelgeler, grafikler ve bunların başlıkları metinden ayrı sayfalarda, ayrıca grafikler elektronik ortamda "MS Excel" formunda teslim edilmelidir. Eğer gerekliyse, makalede yer alması planlanan resimler yüksek çözünürlükte, JPEG, GIF veya TIFF dosyası olarak teslim edilmelidir.

16. Çizelge ve grafiklerin Türkçe isimlerinin altına İngilizceleri ve ayrıca çizelgelerde tanımlayıcı nitelikteki ilk satır ve ilk sütundaki ifadeler ile grafiklerin apsisi (x) ve ordinat (y) eksenindeki ifadelerin yanına veya altına İngilizceleri de yazılmalıdır.

17. Ondalık sayılar virgül ile ayrılmalıdır. İstatistik önemlilik; 0,05, 0,01 ve 0,001 olasılık düzeyinde sırasıyla tek, iki ve üç yıldız ile (*, ** ve ***) gösterilmelidir. Bu nedenle de bu simgeler dipnotlar için kullanılamaz. Eğer farklı seviyede bir önemlilik derecesi mevcutsa bu da ilave bir açıklama ile bildirilebilir. Önemlilik olmaması durumu ÖD (NS) ile belirtilmelidir. Tablo dipnotları için ise ‡, §, #, ¥, ¶ vb. semboller kullanılır.

18. Metin içinde yer alan kısaltmalar ilk yazıldığında tam açılımının yanında parantez içinde gösterilmelidir. DNA vb. standart kısaltmalar için böyle bir tanımlamaya gerek yoktur. Kısaltmalar için Türk Dil Kurumu (TDK) yazım kuralları dikkate alınmalıdır.

19. Yayının benimsenen bilimsel standartlara uymadığı veya anlaşılması zor ve gereksiz tekrarlamalarla dolu olduğu durumlarda, Anadolu Yayın Kurulu, yayımlanmak üzere sunulan makale üzerinde değişiklik yapma hakkına sahiptir. Büyük ölçüde düzenlenme gerektiren yazılar düzeltme ve yeniden yazım için yazarına geri gönderilir. Bu gibi makalelerin, düzeltilerek en geç 3 hafta içinde Anadolu Yayın Kurulu'na tekrar gönderilmesi gerekir.

20. Dergiye gönderilen yazıların Anadolu'da yayımlanıp, yayımlanamayacağı dört ay içerisinde yazara bildirilir.

21. Bir makalenin Anadolu'da yer alması, içeriğinin benimsendiği anlamını taşımaz ve bu konuda dergiye herhangi bir sorumluluk yüklemes. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.

22. Yazarlara telif hakkı olarak herhangi bir maddi ödeme yapılmaz. Makale yazarına bir adet ayrı basım elektronik ortamda gönderilir. Basılı dergi ücrete tabidir.

23. Anadolu yazım kurallarına ve makale örneğine <https://dergipark.org.tr/tr/pub/anadolu/page/15386> web sitesinden ulaşılabilir.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF MANUSCRIPTS FOR ANADOLU (ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087)

1. ANADOLU, Journal of Aegean Agricultural Research Institute (AARI) is publishing original research articles and current reviews in the fields of agricultural science.
2. ANADOLU, Journal of AARI is an international, double-blind peer reviewed, open-access journal, publishes twice a year.
3. Manuscripts should not exceed 20 pages, must be typed double-spaced, all pages numbered starting from the title page and written in Turkish or English.
4. The application of the manuscript prepared by Anadolu writing rules must be made via following link: <https://dergipark.org.tr/tr/journal/110/submission/step/manuscript/new> through DergiPark.
5. Authors should declare that the manuscript is original research and no similar paper has been published or submitted for publication elsewhere. The cover letter should provide complete contact information (full address, telephone numbers, e-mail address and ORCID) of corresponding and co-authors.
6. **Manuscripts should be arranged as follows**

The manuscript should consist of the parts of Title, Abstract, Keywords, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusion (if necessary), Acknowledgement (if necessary) and References. All these headings should be written as bold capital letters.

TITLE: Should be clear, concise but informative containing key words that reflect all important aspects of the article. The title should be followed by the author (s) name (s), and address (es).

ABSTRACT: Should be complete in itself and informative without reference to text or figures, including keywords, and not exceeding 200 words. Following the abstract, about 3 to 10 keywords should be listed.

INTRODUCTION

MATERIALS AND METHODS

RESULTS AND DISCUSSION

CONCLUSIONS (If necessary)

ACKNOWLEDGEMENT (If necessary)

REFERENCES
7. The manuscript should be written in Times New Roman font. All headings should be written without indentation except heading of abstract that should be written with 1.25 cm indent. Size of headings and their styles should be written as follows: Title of manuscript should be bold and 14 size; Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusion (if necessary), Acknowledgement (if necessary) and their headings 11 size; Abstract, Keywords, Tables, Graphics, Figures, Legends, Footnotes, and References 9 size.
8. The title page should include the authors' full names. Following the title and one space line, authors' names should be written with 11 sizes and bold. First name of the authors are written miniscule and the last name capital letters.
9. Present addresses, ORC-ID of authors' and e-mail of corresponding author should be written under author names.
10. The page size and margins of manuscript are as follows: A4; top: 4.0 cm, bottom: 3.35 cm, right: 2.25 cm, left: 2.25 cm, header: 2.55 cm, footer: 2.35 cm. Each paragraph should start without indentation, and be aligned to both side.
11. Species, genus, and Latin names should be written in italic.
12. References should be arranged alphabetically at the end of the paper. The author-year notation system is required; do not use numbered notation. All single-author entries precede multiple-author entries for the same first author. Use chronological order only within entries with identical authorship (alphabetizing by title for same-author, same-year entries). Add a lowercase letter a, b, c, etc. to the year to identify same-year entries for text citation. Do this also for any multiple-author entries. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by "et al" and "year". In the References each book should be listed by their publisher name, publication number (if available). All words of the book title and only the first word of the book parts and manuscript title should start with a capital letter. Each reference should be written with 1 cm indent except for the first line. Journal names are abbreviated according to Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>). Authors are fully responsible for the accuracy of the references. The author-year notation system is also required in the manuscript. More than one citation are placed chronologically in order and separated by semicolon ";;".

Reference examples

Paper from a Symposium, Conference or Seminar:

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. pp. 250-255. *In: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.*

Arslandođlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim Şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Book

Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, Izmir.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.

Part of the book

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.) Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s. 10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki İslahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Ens. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Paper from a scientific journal

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıtıkı, A. ., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgeleri'nde yayılış gösteren bazı *Origanum* L. türlerinde biyosistematik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Ph.D or Master thesis

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. thesis. North Dakota State University. Fargo ND, USA.

Reference from internet site

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. The Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonymous

Official and collective documents without an author should be cited as "Anonymous" and "Anonim"

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plan diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

13. The graphics, pictures, maps etc. are named as "Figure" and the numerical values are presented as "Table".
14. Tables and graphs should be created by using MS Word and MS Excel, respectively. In tables, each item should be placed into a separate cell. Tables and graphs color must be black and white, and thickness of the borders should be ¼ pt. Abbreviations or symbols must be explained either in the title or as footnote.
15. Tables and graphics and their legends should be submitted in separate pages. The graphics are prepared by using MS Excel and submitted as electronic forms as well. Pictures (if necessary) should be submitted GIF, TIFF or JPEG files in high resolution.
16. In the tables, graphics and figures; the legends, first column and line of the tables and abscissa (x) and ordinate (y) of the graphics should be written in English as well and placed under the legends, headings of the column and line of the tables and x and y coordinate of the graphics written in Turkish.
17. Numbers written in decimal notation separated with comma “,”. In order to show statistical significance at the 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, the *, **, and *** are always used in this order, respectively, and these cannot be used for other footnotes. Significance at other level is designated by a supplemental note. Lack of significance is usually indicated by NS. For table footnotes, use the following symbols: ‡, §, #, ¥, ¶ etc.
18. Abbreviations should be spelled out and introduced in parentheses when used at first time in the text. Standard abbreviations (such as DNA, etc.) need not be defined. Abbreviations should be written according to Turkish Language Association (<http://www.tdk.gov.tr>).
19. The Editorial Board reserves to make alterations in manuscripts submitted for publications. Such alterations will be made if manuscripts do not conform to accepted scientific standards or if they contain matters which in the opinion of the Editorial Board are unnecessarily verbose or repetitive. Where papers need extensive alteration, they will be returned to the senior author for checking, corrections and re-typing. Such papers must be returned to the Editorial Board within three weeks.
20. The corresponding author will be informed whether the manuscripts accepted or rejected within four months.
21. The publication of a paper in the Journal does not imply responsibility for, or agreement with, any statements or views expressed therein. All scientific responsibility pertain to the authors of the manuscript
22. No financial grant for copyright is payable to the contributor. One electronic reprint of an article will be sent to the senior author. Hard copies of an issue of ANADOLU may be obtained on payment.
23. ANADOLU writing rules and a manuscript template can be accessed from the following link: <https://dergipark.org.tr/en/pub/anadolu/page/15386>