

ISSN 1300-0225
e-ISSN 2667-6087

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF
AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

34

SAYI
NUMBER

1

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 BÜYÜKKİLEÇİ 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 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 veya reklam 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 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, submission and advertisements 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 IZMIR, 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

1

2024

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
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 yer verilmektedir.

AIMS and SCOPE

ANADOLU, Journal of Aegean Agricultural Research Institute (AARI) publishes original scientific research articles 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 indekslendięi 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.

DERGİ 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 ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

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 BÜYÜKKİLEÇİ : 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	: AK-MAT Matbaacılık Yayıncılık Kırtasiye Malz. San. Tic. Ltd. Şti Barbaros Mah. Refik Tulga Cd. No: 13, Bornova – İzmir
Basım tarihi-Publication date	: 30.06.2024

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. Uygun AKSOY	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	uygun.aksoy@ege.edu.tr
Prof. Dr. Ahmet ALTINDIŞLI	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	ahmet.altindisli@ege.edu.tr
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. Dursun EŞİYOK	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	dursun.esiyok@ege.edu.tr
Prof. Dr. Hülya İLBİ	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	hulya.ilbi@ege.edu.tr
Prof. Dr. Adalet MISIRLI	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	adalet.misirli@ege.edu.tr
Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK	Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	m.ercan.ozzambak@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. Saadetin BALOĞLU	Çukurova Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana/TÜRKİYE	saba@cu.edu.tr
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. Semih ERKAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir /TÜRKİYE	semih.erkani@ege.edu.tr
Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN	Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl., Antalya/TÜRKİYE	hgocmen@akdeniz.edu.tr
Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	yusuf.karsavuran@ege.edu.tr
Prof. Dr. Hikmet SAYGILI	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir/TÜRKİYE	hikmet.saygili@gmail.com
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
Prof. Dr. Figen YILDIZ	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir /TÜRKİYE	figen.yildiz@ege.edu.tr
Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir /TÜRKİYE	ismail.paylan@ege.edu.tr

Biyoloji / Biology

Prof. Dr. Galip AKAYDIN	Hacettepe Ü. Eğitim Fak., Ankara/TÜRKİYE	agalip@hacettepe.edu.tr
Prof. Dr. Hayri DUMAN	Gazi Ü. Fen Fak. Biyoloji Böl., Ankara/TÜRKİYE	hduman@gazi.edu.tr
Prof. Dr. Zeki KAYA	Orta Doğu Teknik Ü. Biyolojik Bilimler Böl., Ankara/TÜRKİYE	kayaz@metu.edu.tr
Prof. Dr. Teoman KESERCİOĞLU	Dokuz Eylül Ü. Eğitim Fak. Biyoloji Böl., İzmir/TÜRKİYE	teoman.koglu@gmail.com
Prof. Dr. Nedret Şengonca TORT	Ege Ü. Fen Fak. Biyoloji Böl., İzmir/TÜRKİYE	nedret.sengonca@ege.edu.tr

Biyçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar / Biodiversity and Genetic Resources

Dr. Danny HUNTER	Bioversity International/ ITALY	d.hunter@cgiar.org
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. Sami DOĞANLAR	İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir/TÜRKİYE	samidoganlar@iyte.edu
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
Prof. Dr. M. Bahattin TANYOLAÇ	Ege Ü. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl., İzmir/TÜRKİYE	tanyolac@ege.edu.tr

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

Prof. Dr. Gülden OVA	Ege Ü. Mühendislik Fak. Gıda Müh. Böl., İzmir/TÜRKİYE	gulden.ova @ege.edu.tr
Prof. Dr. Şenay ŞİMŞEK	North Dakota State University (NDSU), Dept. of Plant Sciences ND, USA	senay.simsek@ndsu.edu

Peyzaj Mimarisi / Landscape Architecture

Prof. Dr. Ümit ERDEM	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	umut.erdem@ege.edu.tr
Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL	Akdeniz Ü. Mimarlık Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl., Antalya/TÜRKİYE	okaraguzel@akdeniz.edu.tr

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

Prof. Dr. Hakan ADANACIOĞLU	Ege U. 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. Erdem AYKAS	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Müh. Böl., İzmir/TÜRKİYE	erdem.aykas@ege.edu.tr
Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Müh. Böl., İzmir/TÜRKİYE	adnan.degirmencioglu@ege.edu.tr
Prof. Dr. Harun YALÇIN	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Müh. Böl., İzmir/TÜRKİYE	harun.yalcin@ege.edu.tr

Tarla Bitkileri / Field Crops

Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ	Uludağ Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Bursa/TÜRKİYE	esvet@uludag.edu.tr
Prof. Dr. Nazimi AÇIKGÖZ	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	nazimi.acikgoz@gmail.com
Prof. Dr. Halis ARIOĞLU	Çukurova Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Adana/TÜRKİYE	halis@cu.edu.tr
Prof. Dr. Neşet ARSLAN	Ankara Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara/TÜRKİYE	neset.arslan@agri.ankara.edu.tr
Prof. Dr. Hasan BAYDAR	Süleyman Demirel Ü. Tarla Bitkileri Böl., Isparta/TÜRKİYE	hasanbaydar@sdu.edu.tr
Prof. Dr. Emine BAYRAM	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	emine.bayram@ege.edu.tr
Prof. Dr. İlhan ÇAĞIRGAN	Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Antalya/TÜRKİYE	cagirgan@akdeniz.edu.tr
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. Esen ÇELEN	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	esen.celen@ege.edu.tr
Prof. Dr. Yavuz EMEKLİER	Ank. Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara/TÜRKİYE	emeklier@ankara.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. Rüştü HATİPOĞLU	Çukurova Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Adana/TÜRKİYE	rhatip@mail.cu.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. Özer KOLSARICI	Ankara Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara/TÜRKİYE	kolsaric@agri.ankara.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. Menşüre ÖZGÜVEN	Konya Gıda Tarım Ü. Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Böl., Konya/TÜRKİYE	mensure.ozguven@gidatarim.edu.tr
Prof. Dr. Muzaffer TOSUN	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	muzaffer.tosun@ege.edu.tr
Prof. Dr. Metin TUNA	Namık Kemal Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Tekirdağ/TÜRKİYE	mtuna@nku.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	ayunay@adu.edu.tr
Prof. Dr. Metin B. YILDIRIM	Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir/TÜRKİYE	metinbirkan.yildirim@ege.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

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN	Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl., Antalya/TÜRKİYE	mkaplan@akdeniz.edu.tr
Prof. Dr. Yusuf KURUCU	Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir/TÜRKİYE	yusuf.kurucu@ege.edu.tr
Prof. Dr. İhsan Bülent OKUR	Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir/TÜRKİYE	bulent.okur@ege.edu.tr
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. Ahmet ALÇİÇEK	Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir/TÜRKİYE	ahmet.alcicek@ege.edu.tr
Prof. Dr. Özge ALTAN	Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir/TÜRKİYE	ozge.altan@ege.edu.tr
Prof. Dr. Güldehen BİLGİN	Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir/TÜRKİYE	guldehen.bilgen@ege.edu.tr
Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT	Kırşehir Ahi Evran Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Kırşehir/TÜRKİYE	ufukkaradavut@ahievran.edu.tr
Prof. Dr. Türker ŞAVAŞ	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

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

Dr. Adem GÖKÇÖL	Ege Üniversitesi
Dr. Ahu ÇINAR	Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Aydın ÜNAY	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Ayşe KAHRAMAN	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Dr. Başak ÇİNKUL	İzmir Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Burçak İŞÇİ	Ege Üniversitesi
Dr. Ceren CER	İzmir Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü
Öğr. Gör. Dr. Duygu İNAN	Ege Üniversitesi
Dr. Dürdane MART	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Doç. Dr. Fatih DAĞLI	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Fatma Aykut TONK	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Funda KIDOĞLU	Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
Prof. Dr. İbrahim DEMİR	Ankara Üniversitesi
Dr. Lerzan ÖZTÜRK	Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü
Dr. Nur SİVRİ	İstanbul Zirai Karantina Müdürlüğü
Dr. Orçun ÇINAR	Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Osman EREKUL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özden SALMAN	Selçuk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özgür KAHRAMAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öznur ÇETİN	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü İzmir
Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ	Ege Üniversitesi
Dr. Seda ÜÇEŞ	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Sezer ŞAHİN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Dr. Ümran ŞENEL	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Doç. Dr. Ünal KARİK	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Dr. Yeşim EĞERCİ	İzmir Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Prof. Dr. Zeki KARA	Selçuk Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zemran MUSTAFA	Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

İÇİNDEKİLER CONTENTS

Sayfa
Page

Muş Ekolojik Koşullarında Bazı Tescilli Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Agronomik Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi <i>Evaluation of Some Registered Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties in Terms of Yield, Quality and Agronomic Characteristics in Muş Ecological Conditions</i> M. KARAMAN, İ. ERDEMCİ, S. KAYA	1
Salisilik Asit ve Bor Kombinasyonunun Çilek Yaprağı ve Meyvesinin Besin Elementleri Üzerindeki Etkisi <i>Effect of Salicylic Acid and Boron Combination on the Nutrient Elements of Strawberry Leaf and Fruit</i> E. TOSUN, M. TEPECİK	13
mRNA Transcription Analyses of ROS Genes of <i>In Vitro</i> Cultures of <i>Olea europaea</i> L. Treated with Different Boron Salts <i>Farklı bor tuzları ile muamele edilen Olea europaea L.'nin in vitro kültürlerinde ROS genlerinin mRNA transkripsiyon analizleri</i> O.ÇELİK, E. KAYA.....	24
Elma Bahçelerinde Elma İç kurdu ve Kırmızıörümceklere Karşı Kullanılan Bazı İnsektisit ve Akarisitlerin Akdeniz Meyve Sineği, <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera:Tephritidae) Üzerinde Etkileri <i>The Effects of Some Insecticides and Acaricides Used against Codling Moth and Spider Mites in Apple Orchards on Mediterranean Fruit Fly, Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae)</i> M. M. YEŞİLIRMAK, M. S. SEVİNÇ, B. YAMAN.....	33
Bazı Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Genotiplerinin <i>Alternaria</i> Yaprak Lekesi (<i>Alternaria carthami</i> Chowdhury) Hastalığına Karşı Dayanıklılık Düzeylerinin Doğal Koşullar Altında Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma <i>A Preliminary Study to Determine the Resistance Levels of Some Safflower (Carthamus tinctorius L.) Genotypes to Alternaria Leaf Spot (Alternaria carthami Chowdhury) under Natural Conditions</i> H. KOÇ, A. KILINÇ, B. ERCAN	38
Tüketicilerin Farklı Pazarlama Yaklaşımlarına Göre Satın Alma Davranışları: Zeytinyağı Örneği <i>Buying Behavior of Consumers According to Different Marketing Approaches: The Case of Olive Oil</i> M. TİRYAKİOĞLU LİGVANİ, M. M. ARTUKOĞLU	46
Effects of Salt Stress on Early Seedling Development and Germination in Some Root Vegetables <i>Tuz Stresinin Bazı Kök Sebze Türlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri</i> A. N. ŞAVKAN, A. ÇANDAR	60
Priming Effects on Germination Parameters of Vulnerable <i>Salvia aramiensis</i> Rech. f. Harvested from Different Locations <i>Farklı Lokasyonlardan Toplanan Salvia aramiensis Rech. f. Tohumları Üzerine Önışlem Uygulamalarının Etkisi</i> N. P. BAHADIRLI	70
Determination of <i>In Vitro</i> Allelopathic Effect of Field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i> L.) on Some Weeds and Test Plants <i>Tarla Sarmaşığı (Convolvulus arvensis L.)'nin Bazı Yabancı Otlar ve Test Bitkileri Üzerinde In Vitro Allelopatik Etkisinin Belirlenmesi</i> B. ŞİN, Ö.Ü. OKÇU	82

Comparative Biplot Analysis of Micropropagation of Viking Aronia Cultivar in Different Plant Tissue Culture Media

Viking Aronya eşidinin Farklı Bitki Doku Kùltürü Ortamlarında Mikrooğaltımının Karşılaştırmalı Biplot Analizi

. KAYA, T. SARIYER 90

Mikorizalar ve Bağcılıkta Kullanımı

Mycorrhizae and Their Use in Viticulture

İ. KORKUTAL, E. BAHAR..... 97

Muş Ekolojik Koşullarında Bazı Tescilli Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Agronomik Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi

Mehmet KARAMAN^{1*} 

İrfan ERDEMÇİ² 

Sedat KAYA³ 

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Muş/TÜRKİYE

²GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır/ TÜRKİYE

³Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Muş/ TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-6176-9580>

²<https://orcid.org/0000-0003-3066-410X>

³<https://orcid.org/0000-0002-0619-717X>

*Corresponding author(Sorumlu yazar): m.karaman@alparslan.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 20.02.2024 Accepted (Kabul tarihi): 28.03.2024

ÖZ: Nohut, ülkemizde ekiliş ve üretim bakımından yemeklik tane baklagiller içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Araştırmanın amacı, Muş ekolojisinde bazı nohut çeşitlerinin verim, kalite ve bazı agronomik özelliklerini belirlemektir. Çalışma, 2020 ve 2021 yıllarında Muş ilinin yazlık/geç ilkbahar yağışa dayalı koşullarında 16 çeşit ile tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre su alma ve şişme indeksi dışında incelenen tüm özelliklerde çeşitler arasında $p \leq 0,01$ seviyesinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Tane verimi 78,8-139,8 kg.da⁻¹, anadal sayısı 3,00-4,03 adet.bitki⁻¹, ilk bakla yüksekliği 16,6-21,3 cm, kuru hacim 22,0-33,4 ml, ıslak hacim 56,73-85,96 ml, su alma kapasitesi 0,293-0,460 g.tane⁻¹, şişme kapasitesi 0,345-0,526 ml.tane⁻¹ arasında farklılık göstermiştir. Tane veriminde Aslanbey nohut çeşidinin en ideal çeşit olduğu, Çağatay, Ubet ve Zuhal nohut çeşitlerinin takip eden çeşitler olduğu belirlenmiştir. Botan nohut çeşidi, en yüksek su alma kapasitesi değerine sahip olmakla birlikte incelenen diğer kalite parametrelerinde Botan, Çağatay, Ubet, Aslanbey ve Zuhal nohut çeşitlerinin öne çıkan çeşitler olduğu görülmüştür. Son olarak, çalışmada yer alan çeşitlerin ilk bakla yüksekliğinin 16,6-21,3 cm arasında değişkenlik göstermesi makine ile hasada uygun olduklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nohut, kalite, verim, agronomi.

Evaluation of Some Registered Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties in Terms of Yield, Quality and Agronomic Characteristics in Muş Ecological Conditions

ABSTRACT: Chickpea ranks first among edible legumes in terms of cultivation and production in our country. The aim of the research was to determine the yield, quality and some agronomic characteristics of some chickpea varieties in the Muş ecology. The study was conducted in four replications according to the randomized block experiment design with 16 chickpea varieties in the spring/late spring rainfall conditions of Muş province in 2020 and 2021. According to the analysis results, it was determined that there were significant differences at the $p \leq 0,01$ level among the varieties in all examined characteristics except water intake and swelling index. Traits varied as follows: grain yield 78.8-139.8 kg.da⁻¹, number of main branches 3.00-4.03 pcs.plant⁻¹, first pod height 16.6-21.3 cm, dry volume 22.0-33.4 ml, wet volume 56.73-85.96 ml, capacity of water intake 0.293-0.460 g.grain⁻¹, and swelling capacity 0.345-0.526 ml.grain⁻¹. It was determined that Aslanbey chickpea variety was the most ideal variety in grain yield, followed by Çağatay, Ubet and Zuhal chickpea varieties. Although Botan chickpea variety had the highest water intake capacity value, Botan, Çağatay, Ubet, Aslanbey and Zuhal chickpea varieties were found to be the prominent varieties in other quality parameters examined. Finally, the fact that the first pod height of the varieties included in the study varies between 16.6-21.3 cm showed that they are suitable for machine harvesting.

Keywords: Chickpea, quality, yield, agronomy.

GİRİŞ

Dünyada, kültürü yapılan nohut çeşitleri tane yapısı (şekli, büyüklüğü, rengi vs.) dikkate alınarak desi ve kabulü tip olmak üzere iki grupta kategorize edilmektedir. Kabulü tip nohutlar iri taneli, açık renkli ve pürüzsüz görünüm sergilerken, desi tiplerde küçük taneli yapı ve koyu renkler hakimdir (Purushothaman ve ark., 2014; Sönmez ve Kumlay, 2021). Nohut (*Cicer arietinum* L.), binlerce yıldan beri kültüre alınan yemeklik tane baklagil bitkisi olmakla birlikte Güneydoğu Anadolu Bölgesinin nohutun orijin merkezlerinden biri olması Ülkemizde nohut yetiştiriciliğinin önemini artırmıştır (Sönmez ve Kumlay, 2021).

Dünyada nohut ekim alanınının 14,6 milyon hektar, üretiminin ise 14,8 milyon ton olduğu bildirilirken, ülkemizde 514 bin hektar civarında ekiliş ve 630 bin ton üretim olduğu ve ülkemizde yemeklik tane baklagiller içerisinde gerek ekiliş gerekse üretim yönüyle ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir (FAO, 2019). Nohut yetiştiriciliğinde, soğuk iklim koşulları ve antraknoz hastalığı kışlık ekimi sınırlayan önemli faktörlerdir. Son yıllarda, soğuğa ve antraknoza tolerant olmakla birlikte verim kapasitesi yüksek ve aynı zamanda stabil çeşitlerin farklı ıslah yöntemleri ile geliştirilmesi sonrasında kışlık ekimlerden yüksek verimlerin alınması olağan hale gelmiştir (Avelar ve ark., 2018; Elis ve ark., 2020; Yücel, 2020; Sönmez ve Kumlay, 2021). Nohutta tane verimi; genetik, agronomik uygulamalar ve ekolojik faktörlerin etkisi altında şekillenmektedir. Yüksek verimi yakalayabilmek için bu faktörlerin optimum düzeyde olması elzemdir (Doğan ve ark., 2015; Yalçın ve ark., 2018).

Nohut bitkisinin iklim istekleri değerlendirildiğinde, tohumun çimlenmesinden bitkinin bakla tutmasına kadar geçen sürede; düşük sıcaklık, yüksek yağış ve oransal nem istediğinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda güzlük ekim tercih edilerek kış ve ilkbahar aylarında gerçekleşen yağıştan mutlak düzeyde faydalanılabileceği, ilaveten kışlık ekimde

bitkinin yazlık ekime göre vejetasyon süresi boyunca daha iyi bir su potansiyeline sahip olacağı ve düşük sıcaklıklara maruz kalacağı bildirilmiştir (Aydoğan ve ark., 2009; Biçer ve ark., 2017). Fakat, kış mevsiminin ve kar örtüsünün uzun sürdüğü Doğu Anadolu Bölgesi gibi alanlarda kar küfü ve uzun süre devam eden çok düşük sıcaklıklar kışlık ekimi sınırlandırmaktadır. Bu nedenle Doğu Anadolu Bölgesi ve benzer ekolojilerde nohut yetiştiriciliği için kışlık ekimden ziyade yazlık ekim tercih edilmektedir. Yazlık ekim antraknoz hastalığından kaçma açısından avantaj gibi görünse de toprak nemi düşük, yeterli vejetatif gelişme olmadan generatif döneme geçiş ve vejetasyon süresi kısa olduğundan dolayı tane veriminde önemli kayıplara yol açmaktadır (Açıkgöz, 1987).

Nohut çeşitleri arasında tanenin kimyasal kompozisyonu bakımından geniş varyasyon görülmekle beraber iklim, toprak yapısı, toprağın besin elementi içeriği, agronomik uygulamalar, canlı ve cansız stres faktörleri ile kalıtımın tanenin kimyasal bileşimi üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Adak, 2021; Erol ve ark., 2023). Nohutta teknolojik kalite özelliklerinden olan şişme kapasitesi, şişme indeksi, su alma kapasitesi, su alma indeksi, ıslak hacim ve yağ ağırlık parametrelerine ilişkin elde edilen değerlerin yüksek olması sanayici ve tüketici tarafından arzu edilmektedir (Gülümser ve ark., 2008; Erol ve ark., 2023).

Bu çalışmada amaç, Türkiye’de yoğun olarak ekimi yapılan bazı nohut çeşitlerinin Muş ilinde yazlık ekim koşullarında tane verimi, bazı agronomik ve kalite özelliklerini incelemenin yanı sıra adaptasyon kabiliyeti yüksek olan nohut çeşitlerini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, Muş Alparslan Üniversitesi kampüs yerleşkesi uygulama alanında 2020 ve 2021 yıllarında yazlık ekim koşullarında yürütülmüştür. Araştırma materyalini Türkiye’de tescilli 16 nohut çeşidi oluşturmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan nohut genotiplerine ait bilgiler.

Table 1. Informations related to chickpea genotypes used in the study.

S.N.	Çeşit Adı	İslahçı Kuruluş Adı
1	Botan	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
2	Akçin-91	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
3	Aksu	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
4	Azkan	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
5	Aslanbey	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
6	Arda	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
7	Çağatay	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
8	Diyar 95	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
9	Gökçe	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
10	Hasanbey	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
11	ILC-482	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
12	İnci	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
13	Seçkin	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
14	Uzunlu 99	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
15	Ubet	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
16	Zuhal	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

S.N.: Sıra numarası

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yağışa dayalı koşullarda, deneme parselleri; 4 sıra, sıra arası mesafe 30 cm, sıra üzeri mesafe 7 cm ve parsel uzunluğu 5 metre olacak şekilde her parsel 6 m²'ye kurulmuştur. Deneme parsellerinin ekimi 2020 yılında 19 Mayıs ve 2021 yılında ise 10 Mayıs tarihlerinde 48 adet tohum.m⁻² ekim normunda elle yapılmıştır. Çalışmada, ekimle beraber saf madde üzerinden 2,3 kg da⁻¹ azot (N) ve 6 kg da⁻¹ fosfor (P₂O₅) uygulanmıştır. Üst gübre uygulaması yapılmamıştır. 2021 sezonunda ekim sonrası dönemin kurak geçmesi ve yağışın çok düşük olması nedeniyle çıkışların homojen olması için ekimden yaklaşık 1 hafta sonra her parselde metrekareye 40 mm su gelecek şekilde yağmurlama sulama yöntemiyle sulama yapılmıştır.

Bitki boyunun yaklaşık 10 cm olduğu ve çiçeklenme öncesi dönemde olmak üzere 2 defa çapalama işlemi yapılarak yabancı otlar ile mekanik mücadele yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen her parselde, kenar tesiri olarak her parselin 1. ve 4. sırası ile parsel başından ve sonundan 0,5 m devre dışı bırakılmış, kalan 2,4 m² üzerinden verim, agronomik gözlemler ve hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat işlemi el ile harmanlama ise çalışmanın birinci yılında farklı çaptaki elekler yardımıyla 08-30 Ağustos 2020, ikinci yılında ise parsel biçerdöveri ile 10-17 Ağustos 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Deneme alanı topraklarının killi-tınlı, organik madde içeriğinin orta, hafif tuzlu ve az kireçli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Nohut deneme alanının toprak özellikleri.

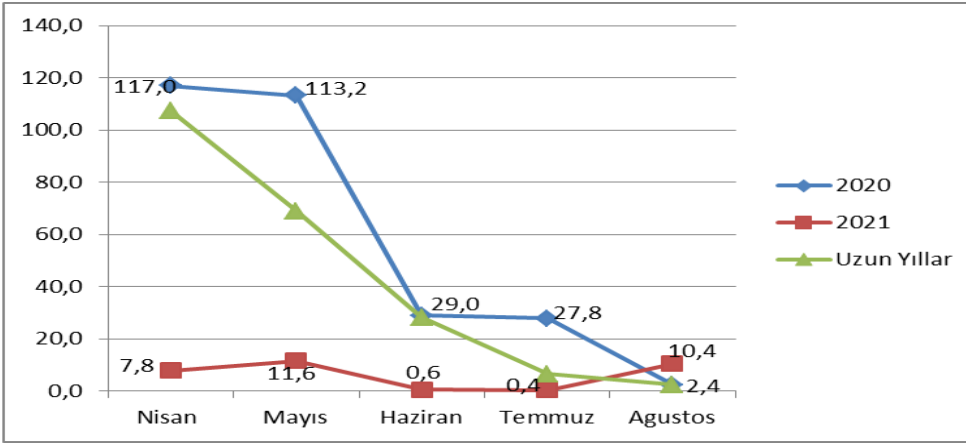
Table 2. Soil analysis results of chickpea experimental areas.

Yıllar	Bünye (%)	Elektriksel iletkenlik/Tuz (dS/m)	PH 'sç'	Kireç (CaCO ₃) (%)	Fosfor 'P ₂ O ₅ ' (kg/da)	Organik Madde (%)
2020	killi-tınlı	0,41	6,8	2,5	2,5	2,57
2021	killi-tınlı	0,45	7,2	2,8	2,0	2,21

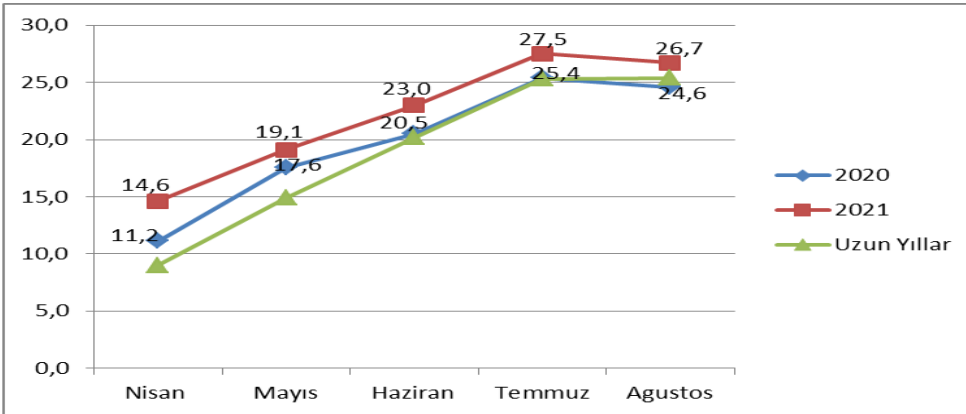
2020 yılı nohut yetiştirme sezonuna ilişkin iklim verileri incelendiğinde sezon içerisinde gerçekleşen toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından 75,8 mm daha fazla olduğu, özellikle Mayıs ve Temmuz aylarında meydana gelen yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından çok daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Mayıs ayındaki yüksek yağış, çıkışların homojen olmasına vesile olurken, Temmuz ayındaki yağışın tane dolum dönemine denk gelmesi nedeniyle tane verimine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Ortalama sıcaklık değerlerinin ise Ağustos ayı hariç sezona ilişkin tüm aylarda uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

2021 sezonu iklim verilerinde ise aylar bazında yağış miktarının Ağustos ayı hariç uzun yıllar ortalamasının

altında, sıcaklık değerlerinin ise genel olarak uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2). Çalışmanın her iki sezonunda da aylar bazında sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasının üzerinde olması vejetatif dönemden generatif döneme geçişin hızlı olmasına, tane dolum süresinin kısalmasına ve nitekim birim alan tane verimlerinin olumsuz etkilenmesine sebep olmuştur (Şekil 2). Sezonlar karşılaştırıldığında 2021 yılı yetiştirme sezonunun 2020 yılına göre kurak geçtiği söylenebilir. Fakat, birim alan tane verimlerinin benzer olduğu görülmüştür. Yetiştirme sezonlarında gerçekleşen toplam yağış miktarlarının önemli düzeyde farklı olmasına rağmen tane verimlerinin benzer olmasının 2021 sezonunda ekim sonrasında yapılan sulamadan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. Muş ilinin 2020 ve 2021 sezonu ile uzun yıllara ilişkin ortalama yağış değerleri (mm).
Figure 1. Mean rainfall values of Muş province for the 2020 and 2021 seasons and for long-term (mm).



Şekil 2. Muş ilinin 2020 ve 2021 sezonu ile uzun yıllara ilişkin ortalama sıcaklık değerleri (°C).
Figure 2. Mean temperature values of Muş province for the 2020 and 2021 seasons and for long-term (°C).

Araştırılan özelliklere ilişkin prosedürler

Araştırmada, verim öğeleri; kes verimi, birim alan tane verimi, bitkide ana dal sayısı ve ilk bakla yüksekliği (Akdağ ve Şehirali, 1994; Sepetoğlu, 1988), kalite özelliklerinden; yaş ağırlık, kuru ağırlık, kuru hacim, ıslak hacim, su alma kapasitesi, su alma indeksi, şişme kapasitesi ve şişme indeksi (Williams ve ark., 1986; Şehirali ve Atlı, 1993; Jood ve ark., 1998; Özaktan, 2021) özellikleri incelenmiştir. Kalite özelliklerinin analizi, maliyet ve iş gücü fazlalığı sebebiyle 2, diğer özellikler 4 tekerrür üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırılan özelliklere ilişkin verilerin istatistiki (ANOVA, korelasyon vs.) analizleri JMP 5.0.1 paket programıyla yapılmıştır. Gruplar arası farklılıkları ve önem düzeylerini ($p \leq 0,05$ veya $p \leq 0,01$) belirlemek için LSD testi dikkate alınmıştır (Gomez ve Gomez, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, birleşik analiz sonuçlarına göre su alma ve şişme indeksi dışında incelenen tüm özelliklerde çeşitler arasında $p \leq 0,01$ seviyesinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3, 4 ve 5). Ortalama kes verimi $152,8 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ olup, kes verimi $114,5-191,1 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ arasında değişmiştir. Aslanbey ($191,1 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) nohut çeşidinin kes veriminde ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir. Çağatay ($176,5 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$), Ubet ($171,5 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) ve Zuhul ($180,3 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) nohut çeşitleri aynı grupta yer alarak yüksek kes verimi değerleri ile dikkat çekmiştir (Çizelge 3). En düşük kes verimi değeri Uzunlu 99 ($114,5 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) çeşidinde belirlenmiştir. Bulgularımız, Ercan ve ark., (2019)'nın Kayseri koşullarında farklı ekim zamanları ile nohutta kes veriminin $270,0-347,5 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ arasında değiştiğini bildiren sonuçlarından düşük bulunmuştur. Çalışmamızda, verim düşüklüğünün yazlık ekimde vejetasyon döneminin kısa olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ortalama tane verimi $110,8 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ olup, çeşitlere ait tane verimi $78,8$ ile $139,8 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek tane verimi Aslanbey ($139,8 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) çeşidinde görülmüştür. Çağatay ($129,1 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$), Ubet ($124,4 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) ve Zuhul ($132,6 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$) nohut çeşitleri aynı istatistiki grupta yer almışlardır (Çizelge 3). En düşük tane verimi değeri Uzunlu 99 ($78,8 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$)

çeşidinde belirlenmiştir. Nohut yetiştiriciliğinde yüksek tane verimi temel hedeflerden biri olmakla beraber çeşide, ekolojik faktörlere ve agronomik uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Nitekim, farklı araştırmacılar tarafından farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda tane verimi ile ilgili olarak; Mart ve ark. (2005) $149,34-287,74 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$, Erdin ve Kulaz (2014) $97,7-153,9 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$, Topalak ve Ceylan (2015) $131,4-167,3 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$, Doğan ve ark. (2015) $108,9-142,0 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$, Biçer ve ark. (2017) $91,6-172,7 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ ve Yalçın ve ark. (2018) $116,4-211,6 \text{ kg} \cdot \text{da}^{-1}$ arasında farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Denemede ortalama ana dal sayısı $3,44 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$ olduğu, ana dal sayısının $3,00$ adet ile $4,03$ adet arasında değiştiği belirlenmiştir.

En yüksek ana dal sayısı Diyar 95 ($4,03 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$) çeşidinde olup, Akçin-91 ($3,85 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$), Azkan ($3,70 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$), Arda ($3,80 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$), Gökçe ($3,65 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$) ve ILC-482 ($3,60 \text{ adet} \cdot \text{bitki}^{-1}$) nohut çeşitleri ise aynı grupta yer alarak takip etmiştir (Çizelge 3). En düşük değer Zuhul ($3,00 \text{ adet}$) çeşidinde belirlenmiştir. Nohutta ana dal sayısının ekim zamanının etkisinde olduğu farklı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Çiftçi ve Türk, 1998; Üstün ve Gülümser, 2003; Yiğitoğlu ve Anlarsal, 2012; Ercan ve ark., 2019). Bulgularımız ana dal sayısının $2,92-3,95$ adet arasında değiştiğini bildiren Uzun ve ark., (2012)'nin bulgularına benzerdir.

İlk bakla yüksekliği ortalama $18,9 \text{ cm}$ olup $16,6 \text{ cm}$ ile $21,3 \text{ cm}$ arasında değişmiştir. Denemede, en yüksek ilk bakla yüksekliğinin aynı grupta yer alan Arda ($21,3 \text{ cm}$) ve Diyar 95 ($21,3 \text{ cm}$) çeşitlerine ait olduğu tespit edilmiştir. En düşük ilk bakla yüksekliği değeri ise ILC-482 ($16,6 \text{ cm}$) çeşidinde belirlenmiştir. İlk bakla yüksekliği nohut tarımında makine ile hasadın yapılabilmesi için önemli parametrelerden biridir (Mart ve ark., 2017). Daha düşük değerler bitkinin makine ile hasadını zorlaştırmaktadır. Ancak yazlık ekimde bitki boyunun kısa olduğu saptanmıştır. Bulgularımız, ilk bakla yüksekliğinin $12,16-30,27 \text{ cm}$ değiştiğini bildiren Ercan ve ark., (2019)'nin bulgularına yakındır.

Çizelge 3. Tane verimi ve agronomik özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.
Table 3. Average values and statistical groups related to grain yield and agronomic characteristics.

Çeşit	Kes verimi (kg.da ⁻¹)			Tane verimi (kg.da ⁻¹)			Anadal sayısı (adet birki ⁻¹)			İlk bakla yüksekliği (cm)						
	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama				
Botan	147,5	148,1	147,8	CDE	117,0	98,0	107,5	C-F	3,15	3,93	3,54	BCD	18,1	20,3	19,2	C-F
Akçın	134,7	159,4	147,1	CDE	104,6	109,9	107,3	C-F	3,05	4,65	3,85	AB	17,5	21,3	19,4	CDE
Aksu	145,6	180,0	162,8	BCD	112,6	123,6	118,1	B-E	2,65	3,45	3,05	EF	16,7	17,5	17,1	H
Azkan	121,1	165,6	143,3	DE	94,2	114,1	104,2	DEF	3,35	4,05	3,70	ABC	19,7	20,0	19,9	BCD
Aslanbey	180,3	201,9	191,1	A	137,7	141,9	139,8	A	2,85	3,75	3,30	C-F	16,9	18,1	17,5	GH
Arda	123,1	135,6	129,3	EF	95,6	91,9	93,7	FG	3,30	4,30	3,80	AB	21,2	21,4	21,3	A
Çağatay	169,7	183,3	176,5	AB	128,7	129,6	129,1	AB	2,85	3,50	3,18	DEF	16,3	18,1	17,2	H
Divar-95	144,7	138,9	141,8	DE	109,6	91,6	100,6	EF	3,95	4,10	4,03	A	20,6	22,1	21,3	A
Gökçe	138,3	160,4	149,4	CDE	106,7	108,7	107,7	C-F	3,45	3,85	3,65	ABC	18,1	20,8	19,5	BCD
Hasanbey	140,8	152,6	146,7	DE	108,9	103,9	106,4	C-F	3,05	3,80	3,43	B-F	16,9	18,1	17,5	GH
ILC-482	193,1	135,9	164,5	BCD	150,2	91,9	121,0	BCD	3,60	3,60	3,60	A-D	14,4	18,8	16,6	H
İnci	131,4	136,4	133,9	EF	101,9	92,4	97,1	FG	3,10	3,75	3,43	B-F	18,3	19,1	18,7	D-G
Seçkin	148,1	139,3	143,7	DE	113,1	95,8	104,4	DEF	3,00	3,88	3,44	B-E	20,2	20,4	20,3	ABC
Uzunlu 99	117,5	111,5	114,5	F	87,4	70,2	78,8	G	2,95	3,10	3,03	EF	19,7	21,9	20,8	AB
Übet	164,2	178,9	171,5	ABC	124,6	124,2	124,4	ABC	2,90	3,25	3,08	EF	16,9	19,0	18,0	E-H
Zuhâl	193,3	167,2	180,3	AB	149,7	115,6	132,6	AB	3,05	2,95	3,00	F	17,9	17,9	17,9	FGH
Mak. Değer :	193,3	201,9	191,1		150,2	70,2	139,8		3,95	4,65	4,03		21,2	22,1	21,3	
Min. Değer :	121,1	135,6	114,5		87,4	141,9	78,8		2,65	2,95	3,00		14,40	17,50	16,6	
Ortalama :	149,6	155,9	152,8		115,2	106,5	110,8		3,14	3,74	3,44		18,1	19,7	18,9	
LSD (0,05) :	35,82**	34,98**	24,69**		27,66**	25,48**	18,55**		0,61*	0,62**	0,43**		2,27**	1,75**	1,41**	
V.K.(%) :	16,81	15,75	16,27		16,86	16,81	16,85		13,71	11,53	12,53		8,83	6,25	7,55	

Kes verimi= kabuk+tane

Kuru hacim 22,00 ml ile 33,38 ml arasında değişmiş olup, deneme ortalamasının 29,56 ml olduğu görülmüştür. En yüksek kuru hacim değeri Aslanbey (33,38 ml) ve Ubet (33,25 ml) çeşitlerinde gözlenmiştir. Bu çeşitleri Botan (32,00 ml), Aksu (32,88 ml), Azkan (30,50 ml), Çağatay (31,88 ml) ve Zuhul (31,75 ml) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4). En düşük değer, ILC-482 (22,00 ml) çeşidinde belirlenmiştir. Nohutta kuru hacim ile ilgili olarak, Kaya ve ark. (2016) 27,33-49,66 ml, Erol ve ark. (2023) 31,33-42,00 ml arasında farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Kuru ağırlık değerlerinin 26,10 g ile 41,58 g arasında değiştiği ve deneme ortalamasının 35,53 g olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kuru ağırlık değeri Aslanbey (41,58 g) ve Çağatay (40,53 g) çeşitlerinde, en düşük değer ise ILC-482 (26,10 g) çeşidinde saptanmıştır. Mart ve ark. (2021) kuru ağırlık değerinin 41,58-55,06 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda, kuru ağırlık ile ilgili düşük değerlerin çeşit ve ekolojik faktörlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Islak hacim 56,73 ml ile 85,96 ml arasında değişmiş olup, deneme ortalamasının 74,37 ml olduğu saptanmıştır. En yüksek değerler Aslanbey (85,96 ml), Zuhul (84,28 ml) ve Çağatay (83,09 ml) çeşitlerinde görülmüştür. Bu çeşitleri; Botan (81,35 ml), Aksu (83,21 ml) ve Ubet (81,38 ml) nohut çeşitlerinin aynı grupta yer alarak takip ettiği saptanmıştır (Çizelge 4). En düşük değer ILC-482 (56,73 ml) nohut çeşidinde gözlenmiştir. Islak hacim ile ilgili yapılan çalışmalarda; Kaya ve ark. (2016) 55,33-109,33 ml, Erol ve ark. (2023) 78,67-99,33 ml olduğunu tespit etmişlerdir.

Yaş ağırlık 56,95 g ile 91,41 g arasında değişmiş, deneme ortalamasının 78,64 g olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yaş ağırlık değeri Aslanbey (91,41 g) çeşidinde olup, Botan (89,26 g) ve Çağatay (90,16 g) çeşitleri izlemiştir. En düşük değer ise ILC-482 (56,95 g) çeşidinde belirlenmiştir. Bulgularımız, yaş ağırlığın Mart ve ark. (2021) 79,30-109,73 g, Sarımurat ve ark. (2022) 67,10-84,76 g arasında değiştiğini bildiren bulgularına benzerdir.

Su alma kapasitesi 0,293 ile 0,460 g.tane⁻¹ arasında değişmiş, deneme ortalamasının 0,400 g.tane⁻¹ olduğu saptanmıştır. Botan (0,460 g.tane⁻¹), Aksu (0,448 g.tane⁻¹), Aslanbey (0,455 g.tane⁻¹), Çağatay (0,446 g.tane⁻¹), Ubet (0,433 g.tane⁻¹) ve Zuhul (0,446 g.tane⁻¹) çeşitleri en yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 5). En düşük değer ILC-482 (0,293 g.tane⁻¹) nohut çeşidinde belirlenmiştir. Su alma kapasitesini, Uzun ve ark. (2012) 0,470 ile 0,530 g.tane⁻¹, Biçer ve ark. (2017) 0,440 ile 0,520 g.tane⁻¹, Mart ve ark. (2021) 0,370-0,520 g.tane⁻¹, Sarımurat ve ark. (2022) ise 0,260-0,460 g.tane⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Su alma indeksi % 1,099 ile %1,180 arasında değişmiş, deneme ortalamasının %1,132 olduğu ve çeşitler arasındaki farklılıkların önemli olmadığı saptanmıştır (Çizelge 5). Su alma indeksine ilişkin yapılan çalışmalarda; Uzun ve ark. (2012) %1,008-1,112, Kaya ve ark. (2016) %0,700-3,460, Mart ve ark. (2021) 0,920-1,110, Sarımurat ve ark. (2022) %0,730-1,200, Erol ve ark. (2023) %1,050-1,350, Kulaz ve ark. (2023) %0,890-1,110 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Şişme kapasitesi 0,345 ml.tane⁻¹ ile 0,526 ml.tane⁻¹ arasında değişmiş, deneme ortalamasının 0,448 ml.tane⁻¹ olduğu belirlenmiştir. En yüksek şişme kapasitesi değeri Aslanbey (0,526 ml.tane⁻¹) çeşidinde olup, Zuhul (0,525 ml.tane⁻¹), Çağatay (0,512 ml.tane⁻¹), Aksu (0,503 ml.tane⁻¹), Botan (0,494 ml.tane⁻¹) ve Ubet (0,481 ml.tane⁻¹) nohut çeşitleri aynı grupta yer alarak takip etmiştir (Çizelge 5). En düşük şişme kapasitesi İnci (0,345 ml.tane⁻¹) nohut çeşidinde belirlenmiştir. Şişme kapasitesinin Kaya ve ark. (2016) 0,253-1,153 ml.tane⁻¹, Mart ve ark. (2021) 0,360-0,530 ml.tane⁻¹, Erol ve ark. (2023) 0,450-0,570 ml.tane⁻¹, Kulaz ve ark. (2023) 0,250-0,470 ml.tane⁻¹ arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Şişme indeksi açısından çeşitler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Deneme ortalaması %2,52 olup, Şişme indeksi değerleri %2,33 ile %2,66 arasında değişmiştir (Çizelge 5). Şişme indeksini Kaya ve ark. (2016) %1,85-3,63, Mart ve ark. (2021) %2,21-2,48, Erol ve ark. (2023) %2,22-2,55, Kulaz ve ark. (2023) %1,92-2,63 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. İncelenen kalite özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.
Table 4. Average values and statistical groups for the quality characteristics examined.

Çeşit	Kuru hacim (ml)			Kuru ağırlık (g)			Islak hacim (ml)			Yaş ağırlık (g)					
	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama			
Botan	30,0	34,0	32,00	38,1	41,9	39,98	BC	78,0	84,7	81,35	AB	87,2	91,4	89,26	AB
Akın	26,0	29,8	27,88	31,7	36,2	33,93	H	72,0	73,8	72,89	CD	71,4	80,2	75,76	GHI
Aksu	31,5	34,3	32,88	37,7	39,7	38,68	CDE	84,0	82,4	83,21	A	84,5	87,9	86,16	CD
Azkan	30,5	30,5	30,50	36,7	37,6	37,15	EF	74,5	75,7	75,08	BC	80,2	82,8	81,48	EF
Aslanbey	31,0	35,8	33,38	38,8	44,4	41,58	A	86,5	85,4	85,96	A	88,8	94,0	91,41	A
Arda	28,5	30,8	29,63	34,5	36,8	35,63	FG	76,0	73,1	74,55	CD	78,4	79,2	78,75	FG
Çağatay	32,0	31,8	31,88	39,2	41,9	40,53	AB	85,0	81,2	83,09	A	89,1	91,3	90,16	AB
Dıvar-95	27,0	27,5	27,25	32,5	30,4	31,40	I	66,5	60,7	63,58	EF	72,2	63,5	67,83	J
Gökçe	28,5	28,8	28,63	32,5	34,5	33,48	H	67,5	69,0	68,23	DE	72,0	74,7	73,33	I
Hasanbey	27,5	31,8	29,63	32,7	36,6	34,63	GH	74,5	75,7	75,11	BC	74,8	80,6	77,69	GH
ILC-482	21,0	23,0	22,00	26,1	26,1	26,10	J	60,5	53,0	56,73	G	57,9	56,1	56,95	K
İnci	24,0	27,3	25,63	28,3	32,3	30,28	I	56,5	63,8	60,16	FG	63,5	68,9	66,16	J
Seçkin	27,0	30,3	28,63	32,6	35,4	33,98	H	71,5	72,5	72,00	CD	73,1	77,7	75,35	HI
Uzunlu 99	26,5	29,5	28,00	33,0	35,7	34,35	GH	73,5	71,0	72,26	CD	74,3	77,2	75,76	GHI
Übet	33,0	33,5	33,25	36,2	39,5	37,83	DE	82,0	80,8	81,38	AB	81,5	86,8	84,10	DE
Zühral	32,0	31,5	31,75	37,6	40,4	39,00	BCD	87,5	81,1	84,28	A	86,2	90,0	88,08	BC
Mak. Değer	: 33,0	35,8	33,38	39,2	44,4	41,58		87,5	85,4	85,96		89,1	94,0	91,41	
Min. Değer	: 21,0	23,0	22,00	26,1	26,1	26,10		56,5	53,0	56,73		57,9	56,10	56,95	
Ortalama	: 28,5	30,6	29,56	34,2	36,8	35,53		74,8	74,0	74,37		77,2	80,1	78,64	
LSD (0,05)	: 5,95**	3,90**	3,40**	2,25**	2,30**	1,53**		11,78**	6,60**	6,47**		3,86**	5,00**	3,03**	
V.K.(%)	: 9,79	5,90	7,96	3,08	2,88	2,97		7,40	4,19	6,03		2,35	2,94	2,67	

Çizelge 5. İncelenen kalite özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.
Table 5. Average values and statistical groups for the quality characteristics examined.

Çeşit	Su alma kapasitesi (g tane ⁻¹)			Su alma indeksi (%)			Şişme kapasitesi (ml tane ⁻¹)			Şişme indeksi (%)				
	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama	2020	2021	Ortalama		
Botan	0,491	0,429	0,460	A	1,289	1,026	1,157	0,480	0,507	0,494	AB	2,60	2,49	2,55
Akçın	0,397	0,376	0,386	CD	1,252	1,041	1,146	0,460	0,440	0,450	BCD	2,77	2,48	2,62
Aksu	0,468	0,427	0,448	A	1,244	1,076	1,160	0,525	0,482	0,503	A	2,67	2,41	2,54
Azkan	0,435	0,381	0,408	BC	1,185	1,013	1,099	0,440	0,452	0,446	CD	2,44	2,48	2,46
Aslanbey	0,500	0,411	0,455	A	1,289	0,926	1,107	0,555	0,497	0,526	A	2,79	2,40	2,60
Arda	0,439	0,363	0,401	BCD	1,275	0,987	1,131	0,475	0,424	0,449	BCD	2,67	2,38	2,52
Çağatay	0,499	0,393	0,446	A	1,272	0,944	1,108	0,530	0,494	0,512	A	2,66	2,57	2,61
Diyar-95	0,397	0,303	0,350	EF	1,225	0,998	1,111	0,395	0,332	0,363	FG	2,46	2,21	2,33
Gökçe	0,395	0,345	0,370	DE	1,218	0,997	1,107	0,390	0,402	0,396	EF	2,40	2,40	2,40
Hasanbey	0,422	0,391	0,406	BC	1,291	1,069	1,180	0,470	0,440	0,455	BCD	2,71	2,39	2,55
ILC-482	0,318	0,269	0,293	G	1,217	1,030	1,123	0,395	0,300	0,347	G	2,90	2,31	2,60
İnci	0,352	0,315	0,334	F	1,249	0,975	1,112	0,325	0,366	0,345	G	2,37	2,35	2,36
Seçkin	0,405	0,371	0,388	CD	1,246	1,048	1,147	0,445	0,423	0,434	DE	2,65	2,40	2,52
Uzunlu 99	0,413	0,353	0,383	CDE	1,252	0,990	1,121	0,470	0,415	0,443	CDE	2,77	2,41	2,59
Ubet	0,453	0,413	0,433	AB	1,253	1,048	1,150	0,490	0,473	0,481	ABC	2,54	2,41	2,48
Zuhal	0,486	0,407	0,446	A	1,293	1,008	1,150	0,555	0,496	0,525	A	2,73	2,59	2,66
Mak. Değer :	0,500	0,429	0,460		1,293	1,076	1,180	0,555	0,507	0,526		2,90	2,59	2,66
Min. Değer :	0,318	0,269	0,293		1,119	0,93	1,099	0,325	0,300	0,345		2,37	2,21	2,33
Ortalama :	0,429	0,372	0,400		1,253	1,011	1,132	0,463	0,434	0,448		2,63	2,42	2,52
LSD (0,05) :	0,02**	0,07**	0,03**		ÖD.	ÖD.	ÖD.	0,09**	0,04**	0,05**		ÖD.	0,16*	ÖD.
V.K.(%) :	2,67	8,21	5,76		3,30	8,48	5,95	9,24	4,070	7,30		7,46	3,19	5,91

ÖD: Önemi değil

Çalışmada, tane verimi ile ıslak hacim ($r= 0,474^{**}$), yaş ağırlık ($r= 0,377^{*}$), su alma kapasitesi ($r= 0,440^{*}$), şişme kapasitesi ($r= 0,531^{**}$) ve şişme indeksi ($r= 0,473^{**}$) arasında pozitif ve önemli (*: %5, **%1) ilişki olduğu görülmüştür (Çizelge 6). İlaveten, tane verimi ile ilk bakla yüksekliği ($r= -0,688$) arasında olumsuz ve önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Su alma kapasitesi ile ana dal sayısı ($r= -0,557^{**}$) ve ilk

bakla yüksekliği ($r= -0,358^{*}$) arasında olumsuz ve önemli, kuru hacim ($r=0,585^{**}$) ve kuru ağırlık ($r= 0,615^{**}$) arasında (Erol ve ark., 2023) olumlu ve önemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Kalite özellikleri arasında çoğunlukla pozitif ve önemli ilişki olduğu gözlenirken su alma indeksi ile yaş ağırlık ($r= -0,113^{**}$) arasında olumsuz ve önemli ilişki olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 6. İncelenen özelliklere ilişkin korelasyon katsayısı ve önemlilik seviyesi ($p\leq 0,05$ * veya $p\leq 0,01$ **).
Table 6. Correlation coefficients and significance levels for the examined features ($p\leq 0,05$ * or $p\leq 0,01$ **).

Özellikler	KV	TV	ADS	İBY	KH	KA	IH	YA	SAK	SAİ	ŞK
TV	0,926**										
ADS	0,014	-0,211									
İBY	-0,524**	-0,688**	0,550**								
KH	0,410*	0,265	-0,013	0,022							
KA	0,449**	0,318	-0,045	-0,014	0,943**						
IH	0,482**	0,474**	-0,319	-0,246	0,859**	0,891**					
YA	0,452**	0,377*	-0,165	-0,102	0,917**	0,982**	0,943**				
SAK	0,263**	0,440*	-0,557**	-0,358*	0,585**	0,615**	0,841**	0,739**			
SAİ	-0,121	0,237	-0,638**	-0,448*	-0,274	-0,282	0,102	-0,113**	0,578**		
ŞK	0,467**	0,531**	-0,444*	-0,360*	0,688**	0,765**	0,963**	0,852**	0,882**	0,288	
Şİ	0,230	0,473**	-0,570**	-0,561**	-0,158	0,004	0,364	0,144	0,529**	0,670**	0,598**

KV: kes verimi, TV: tane verimi, ADS: ana dal sayısı, İBY: ilk bakla yüksekliği, KH: kuru hacim, KA: kuru ağırlık, IH: ıslak hacim, YA: yaş ağırlık, SAK: su alma kapasitesi, SAİ: su alma indeksi, ŞK: şişme kapasitesi, Şİ: şişme indeksi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma, Muş ilinin yağışa dayalı koşullarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, Aslanbey nohut çeşidinin Muş ili koşullarında en verimli çeşit olduğu belirlenmiş olmakla birlikte Çağatay, Ubet, ve Zuhul nohut çeşitleri de benzer tane verimi değerleriyle ön plana çıkmıştır. Kalite analizi sonuçları Botan, Aksu, Aslanbey, Çağatay, Ubet ve Zuhul nohut çeşitlerinin kayda değer kalitede olduğunu göstermektedir. Çalışmada yer alan çeşitlerden bazıları antraknoz hastalığına hassas veya orta hassas reaksiyona sahipken yazlık ekim koşullarında hiçbir çeşitte hastalık gözlenmemiştir. Nohut yetiştiriciliğinde önemli problemlerden biri olan makineli hasada uygunluk yönünden çeşitler değerlendirildiğinde ise ilk bakla yüksekliğinin 16,6-21,3 cm aralığında olması çalışmada kullanılan tüm çeşitlerin makineli hasada

uygun olduğunu göstermektedir. Muş ilinde kış mevsiminin çok sert hava koşullarına sahip olmasının yanı sıra kar örtüsünün 2-3 ay yerde kalması sebebiyle kar küfü problemi olağandır. Bu yüzden nohut yetiştiriciliğinde kışlık ekimden ziyade yazlık ekim yapmak doğru tercih olacaktır. Elde edilen tüm sonuçlar ışığında, Muş ili ve benzer ekolojilerde Aslanbey, Çağatay, Ubet, ve Zuhul nohut çeşitlerinin yüksek adaptasyon kabiliyetiyle üretici koşullarına uygun olabileceği, fakat daha fazla çalışmanın yapılmasının gerekli ve önemli bir ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. (Proje No: BAP-20-UBF-4901-05).

LİTERATÜR LİSTESİ

- Açıkgöz, N. 1987. Nohut Tarımı, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Ege Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 76:21.
- Adak, M. S. 2021. Yemeklik Baklagiller Ankara Üniversitesi Yayınları 699. Ders Kitabı: 53:102 s.
- Akdağ, C. ve S. Şehirli. 1994. Bakteri (*Rhizobium ciceri*) bulaştırma, azot dozları ve ekim sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.) 'un bazı bitkisel ve kalite özelliklerine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg. 11:87-100.
- Avelar, R. I. S., C. A da Costa, D. da SilvaBrandãoJúnior, H. A. Paraiso, W.M. Nascimento. 2018. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. Journal of Seed Sci. 40(2):146-155.
- Aydoğan, A., A. Gürbüz, V. Karagül, N. Aydın. 2009. Yüksek alanlarda kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirme imkanlarının araştırılması. Tarla Bit. Merk. Araş. Enst. Derg. 18(1-2):11-16.
- Biçer, B. T., Ö. Albayrak, C. Akıncı. 2017. Farklı ekim zamanlarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkisi. ADÜ Zir. Derg. 14(1):51-57.
- Çiftçi, V. ve Z. Türk. 1998. Güneydoğu Anadolu koşullarında ekim zamanlarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve verim öğelerine etkisi üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, 483-489, Erzurum.
- Doğan, Y., V. Çiftçi, B. Ekinci. 2015. Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. İğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg. 5(1):73-81.
- Elis, S., S. Ipekesen, F. Basdemir, M. Tunc, B. T. Bicer. 2020. Effect of different fertilizer forms on yield and yield components of chickpea varieties. International Journal of Agric. Env. Food Sci. 4 (2):209-215.
- Ercan, M. Y. İ., S. Uzun, ve H. Özaktan. 2019. Kayseri ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Avrupa Bil. ve Tek. Derg. (16):434-440.
- Erdin, F. ve H. Kulaz. 2014. Van-Gevaş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilmesi. Turkish J. of Agric. and Nat. Sci. 1:910-914.
- Erol, O., H. Özaktan, Z. Tosun. 2023. Kayseri ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı tescilli nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin teknolojik özelliklerinin çok değişkenli istatistiksel analizlerle belirlenmesi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Derg. 38(1):66-75.
- FAO. 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 12.05.2021.
- Gomez K. A and A. A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, p. 641.
- Gülümser, A., H. Bozoglu, E. Pekşen. 2008. Edible legumes (Application Book), 2nd edition, OMU Faculty of Agriculture, Samsun.
- Jood, S., S. Bishnoi, A. Sharma. 1998. Chemical analysis and physico-chemical properties of Chickpea and lentil cultivars. CCS Haryana Agricultural University, department of food and nutrition, Nahrung 42, S:71-74 India.
- Kaya, M., R. Karaman, M. Çapar. 2016. Göller Bölgesi illerinde yetiştirilen nohut genotiplerinin bazı kalite ve teknolojik özellikleri yönünden Değerlendirilmesi. Tarla Bit. Merk. Araş. Enst. Derg. 25(Özel sayı-1):184-190.
- Kulaz, H., R. Tunçtürk, E. Oral, M. Tunçtürk, İ. Baran. 2023. Farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde bazı teknolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst. Derg. 28(1):1-7.
- Mart, D., E. Cansaran, T. Karaköy. 2005. Çukurova koşullarında nohutta (*Cicer arietinum* L.) bazı özellikler yönünden genotip x çevre interaksiyonları ve uyum yeteneklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, 5-9 Eylül, Antalya. s. 1027-1032
- Mart, D., D. Yücel ve M. Türkeri. 2017. Çukurova Koşullarında Nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ve kalite değerleri. KSÜ Doğa Bil. Derg. 20 (Özel Sayı):371-374.
- Mart, D., M. Türkeri, R. Akın, E. Atmaca, D. Yücel, T. Karaköy, G. Öktem, S. E. Dumlu, N. Çankaya, S. Mart, ve C. Can. 2021. Doğu Akdeniz Bölgesinde ileri çıkmış nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarında kışlık ekimde verim ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Derg. 36(2):345-356.
- Özaktan, H. 2021. Technological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown under natural conditions. Turkish J. of Field Crops 26(2):235-243
- Purushothaman, R., H. D. Upadhyaya, P. M. Gaur, C. L. L. Gowda, L. Krishnamurthy. 2014. Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. Field Crops Res. 163: 24-31.
- Sarımurat, M. Ş., H. Kulaz, F. Erdin. 2022. Van ekolojik koşullarında yetiştirilebilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. MAS J. of Applied Sci. 7(1):128-138.
- Sepetoğlu, H. 1988. Nohutta çeşit ve bitki sıklığının büyüme ve verim üzerine etkisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg. 19(2):71-76.
- Sönmez, V. ve A. M. Kumlay. 2021. Adıyaman ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Avrupa Bil. ve Tek. Derg. (23):656-665.
- Şehirli, S. ve A. Atlı. 1993. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) de pişme özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No:161 Araştırmalar:59, s:7-9. Tekirdağ.
- Topalak, C. ve E. Ceyhan. 2015. Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. Selçuk Tarım Bil. Derg. 2(2):128-135.

- Uzun, A., H. Özçelik, S. Yılmaz. 2012. Seçilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. Akademik Zir. Derg. 1(1):29-36.
- Üstün, A., A. Gülümser. 2003. Orta Karadeniz Bölgesinde nohut için uygun ekim zamanının belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, 2:110-120, Diyarbakır.
- Williams, P. C., F. J. EL-Haramein, H. Nakkoul, S. Rihavi. 1986. Crop quality evaluation methods and guidelines. Icarda P:142. Alepro. Syria.
- Yalçın, F., Z. Mut, Ö. D. Erbaş Köse. 2018. Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg. 35(1):46-59.
- Yiğitoğlu, D. ve A. E. Anlarsal. 2012. Kahramanmaraş koşullarında farklı bitki sıklıklarının kışlık ve yazlık ekilen bazı nohut çeşitlerinde (*Cicer arietinum* L.) verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi. Çukurova Üniv. Fen ve Müh. Bil. Derg. 27(2):11-20.
- Yücel, D. 2020. Genotypic and phenotypic variability for yield and its components in normal and late sown chickpea (*Cicer arietinum* L.) Legume Res. 43:18-24

Salisilik Asit ve Bor Kombinasyonunun Çilek Yaprağı ve Meyvesinin Besin Elementleri Üzerindeki Etkisi[#]

Ece TOSUN¹

Mahmut TEPECİK^{2*}

^{1,2} **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir**

¹<https://orcid.org/0000-0002-4928-1013>

²<https://orcid.org/0000-0001-6609-4538>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): mahmut.tepecik@ege.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 13.03.2024 Accepted (Kabul tarihi): 31.05.2024

ÖZ: Çilek dünyada tüketimi en fazla olan meyvelerden birisi olup, Dünya çilek üretiminde Türkiye beşinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmada 2021-2022 yıllarında topraksız ortamda hindistan cevizi torfu (cocopeat) kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak farklı dozda 1-kontrol (SA0+B0), 2-SA1+B1, 3-SA2+B2 ve 4-SA3+B3 şeklinde salisilik asit+bor kombinasyonu uygulanarak çilek (*Fragaria x ananassa* cv. Albion) bitkisinin yaprak ve meyve bitki besin elementleri düzeyi, kalite parametreleri ile kullanılan ortamın tekrar kullanma düzeyini test etmek için yapılmıştır. Yaprakta makro elementler (%) 2,13-2,88 N, 0,29-0,61 P, 2,36-3,41 K, 0,92-1,44 Ca ve 0,40-0,58 Mg ve mikro elementler (mg/kg) 22,64-176,70 B, 215,54-236,79 Fe, 35,62-49,24 Zn, 122,89-146,80 Mn, 3,43-4,13 Cu ve 56,86-97,45 Cl aralığında belirlenmiştir. Meyve örneklerinde makro elementler (%) 1,23-1,77 N, 0,21-0,32 P, 2,14-2,88 K, 0,30-0,51 Ca, 0,16-0,23 Mg ve mikro elementler (mg/kg) 23,90-51,04 B, 79,22-90,73 Fe, 16,72-22,40 Zn, 38,74-49,83 Mn ve 1,39-1,49 Cu aralığında saptanmıştır. Yaprak örneklerinde membran geçirgenliği (MG) değeri en küçük değeri %15,54 ile SA3+B3 uygulamasında ve en yüksek değer ise %20,06 ile SA0+B0 uygulamasından aldığı izlenmektedir. Yaprığın SPAD değeri SA2+B2 uygulamasında 48,58 ile maksimum, SA0+B0 uygulamasında 42,83 ile minimum değeri almıştır. Yaprak örneklerinde ve meyve örneklerinde besin elementleri açısından SA2+B2 uygulaması ön plana çıktığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Bitki besin elementi, bor, çilek, *Fragaria x ananassa* cv. Albion, salisilik asit, SPAD değeri.

Effect of Salicylic Acid and Boron Combination on the Nutrient Elements of Strawberry Leaf and Fruit

ABSTRACT: Strawberry is one of the most consumed fruits in the world, and Turkey ranks fifth in world strawberry production. In the years 2021-2022, this experiment was carried out to test the leaf and fruit plant nutrient levels, quality parameters and reuse level of Strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. Albion) plants by applying salicylic acid+boron combination treatments. Coconut peat was used in a soilless environment and treatments were applied according to the randomized blocks experiment design, in the form of 1-control (SA0+B0), 2-SA1+B1, 3-SA2+B2 and 4-SA3+B3 in different doses of applications with three replications. Macro elements in the range of (%) 2,13-2,88 N, 0,29-0,61 P, 2,36-3,41 K, 0,92-1,44 Ca and 0,40-0,58 Mg and microelements ranging from (mg/kg) 22,64-176,70 B, 215,54-236,79 Fe, 35,62-49,24 Zn, 122,89-146,80 Mn, 3,43-4,13 Cu and 56,86-97,45 Cl were detected in leaf. Macro elements ranged from (%) 1,23-1,77 N, 0,21-0,32 P, 2,14-2,88 K, 0,30-0,51 Ca, 0,16-0,23 Mg and micro elements (mg/kg) ranging from 23,90-51,04 B, 79,22-90,73 Fe, 16,72-22,40 Zn, 38,74-49,83 Mn and 1,39-1,49 Cu were detected in fruit samples. It was observed that the membrane permeability (MG) value in leaf samples had the lowest value in the SA3+B3 application with 15.54% and the highest value in the SA0+B0 application with 20.06%. The SPAD value of the leaf reached its maximum value of 48.58 in the SA2+B2 application and its minimum value of 42.83 in the SA0+B0 application. It was observed that SA2+B2 application came to the fore in terms of nutritional elements in leaf samples and fruit samples.

Keywords: Plant nutrients, boron, strawberry, *Fragaria x ananassa* cv. Albion, salicylic acid, SPAD value.

[#] Bu çalışma Ece Tosun'un Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Çilek, Rosaceae familyasının *Fragaria* cinsinde yer almakta ve ticari olarak yetiştirilen çileklerin çoğu *Fragaria x ananassa* türüne aittir (Gerdakaneh ve ark., 2010). Çilek meyveleri, sulu dokuları, kırmızı renkleri, tatları ve iyi bir askorbik asit, mineraller ve antioksidan bileşiklerin kaynağı olmaları nedeniyle dünya çapında büyük bir beğeni elde etmiştir (Tulipani et al., 2008). Çilek üretimi 2021/2022 sezonunda 669 bin ton'dur. Dünya çilek üretiminde beşinci sırada yer alan Türkiye, ihracatta on ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023). Salisilik asit (SA), ismi ilk kez izole edilmiş olan söğüt (*Salix alba* L.) bitkisinden geldiği (Raskin, 1992a) ve, salisilik asidin birçok bitkide mevcut olduğu belirtilmiştir (Lynn ve Chang, 1990). Salisilik asit, bir hidroksil grubuna veya bunun fonksiyonel türevine sahip aromatik bir halkaya sahip, fenolik yapıda endojen bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Serbest durumda salisilik asit, 157-159°C erime noktasına ve 2,4 pH'a sahip kristal toz halinde bulunur (Raskin, 1992b). Salisilik asit (SA) veya orto-hidroksi benzoik asit (ortho-hydroxy benzoic acid) ve diğer salisilatların bitkilerin çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerini etkilediği ve büyümelerini ve üretkenliklerini düzenlemede ve çevresel streslere verilen tepkilerde önemli bir rol oynayabilirler (Hayat ve ark., 2010). Salisilik asit bitkilerin biyotik ve abiyotik gibi stres koşullarında hızlı bir şekilde üretildiği ve stres ortamlarında bir sinyal molekülü olarak bitkilerin savunma mekanizmalarında önemli görevler üstlenmektedir (Khan ve ark., 2015). Bor, çoğu bitkinin normal büyümesi için gerekli olan eser elementler olarak da adlandırılan sekiz temel mikro besinden biridir (Franksak ve ark., 2019). Doğada bor (B) borik asit H_3BO_3 , borat $[B(OH)_4^-]$ veya borosilikat minerali olarak bulunur (Archana ve Verma, 2017). Bitki kökleri bor elementini ağırlıklı olarak küçük yüksüz borik asit molekülleri ve ayrıca borat anyonları (BO_3^{3-}) şeklinde alır (Brdar-Jokanovic, 2020). Bor çok hassas bir elementtir ve bitkiler gereksinimleri açısından büyük farklılıklar gösterir. Eksiklik ve

toksosite düzeyi aralığı dardır ve optimum B uygulama oranları bir topraktan diğerine farklılık gösterebildiğinden bor yönetimi zordur (Gupta, 1993). Bor hücre duvarı sentezinde, şeker taşınmasında, hücre bölünmesinde, hücrenin farklılaşmasında, hücre membran işleyişinde, kök uzamasında, bitki hormon düzeylerinin düzenlenmesinde ve bitkilerin generatif büyümesinde önemli bir rol oynar (Marschner, 2012). Yapaktan bor gübrelenmesi, B noksanlığının üstesinden gelmenin ve meyve verimini ve kalitesini sağlamanın etkili bir yoludur (Shireen ve ark., 2018). Yoshinari ve Takano (2017) tarafından borun hücrelere taşınım mekanizmasında üç ana yol tanımlanmıştır, bunlar: (i) Fosfolipidlerin çift tabakası olarak lipit tabakası boyunca pasif, iki yönlü difüzyon biyolojik zarın temel yapısı, bora karşı yüksek bir geçirgenliğe sahiptir; (ii) Seçici veya seçici olmayan kanallar aracılığıyla iki yönlü pasif difüzyon. (iii) Birçok bitki ve farklı doku için çok sayıda B ekstrüzyon taşıyıcısının tanımlandığı borun aktif taşınması şeklinde özetlenmiştir.

Bu çalışma, farklı kombinasyonlarda yapaktan salisilik asit+bor uygulamasının çilek yaprak ve meyvedeki makro ve mikro besin elementi değişimini ile yaprağın membran geçirgenliği ve SPAD üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2021-2022 yıllarında Aydın ili Germencik ilçesinde yürütülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği 40 m, enlem derecesi 37°52'13'' kuzey, boylam derecesi ise 27°38'26'' doğudur. Serada topraksız ortamda hindistan cevizi torfu (cocopeat) kültürü çilek yetiştiriciliğinde, yapaktan farklı seviyelerde yapaktan uygulanan salisilik asit+bor uygulamalarının çilek bitkisinin beslenme düzeyine etkisi incelenmiştir. Deneme topraksız ortam olarak sera yüksekliği oluk altı 3 m orta mahya ile birlikte 5,25 m, tüneller 7 m ve 1300 m² alana sahip serada örtü materyali olarak ise polikarbon kullanılmıştır.

Sera Polietilen örtü ile kaplanmış ve kış mevsiminde ısıtma yapılmıştır. Denemede serada topraksız tarım çilek yetiştiriciliğinde ortam olarak 13 adet çilek için dikimi için 100x12x12 cm beyaz, 14 litre hacminde hindistan cevizi torfu kullanılmıştır. Hindistan cevizi torfu analiz sonuçları Çizelge 1’de sunulmuştur.

Topraksız yetiştiriciliğin yapıldığı uygulamada yüksekliği 75 cm olan tezgâhların üzerine 25 cm genişlikte ve 1 m uzunlukta cocopeat içeren yetiştirme torbaları yerleştirilmiştir. Hindistan cevizi torf bloğu kullanım öncesi su ile şişirilmiş, suyu emen bloklar yumuşamış ve kolayca parçalanmıştır. Blok üzerinde yuvarlak dikim delikleri üçgen dikim sistemi ile açılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre Albion çilek çeşidi 3 tekerrürlü kurularak ve her tekrarda hindistan cevizi torfu bloğu başına 13 adet tüplü fide dikimi yapılmıştır. Bor uygulamalarında Etidot-67 ticari isimli $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (%20,8 B) ve salisilik asit ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$) kullanılmıştır. Uygulama için B dozları %0,05 B (B1), %0,1B (B2) ve %0,2 B (B3) şeklinde, salisilik asit dozları ise 1 mM (SA1), 2 mM (SA2) ve 4 mM (SA3) şeklinde hazırlanmış ve

bunların kombinasyonları denemede şu şekilde 1-kontrol (SA0+B0), 2-SA1+B1, 3-SA2+B2 ve 4-SA3+B3 şeklinde salisilik asit+bor uygulamaları yapılmıştır. Birçok çalışmada, topraksız yetiştiriciliğinde için hazırlanan besin solüsyonu modifiye edilerek topraksız çilek yetiştiriciliği için uygulanmıştır (Paranjpe ve ark., 2003). Çilek yetiştiriciliğinde besin solüsyonu N (65 mg/kg; $\text{NO}_3\text{-N}$: 55, $\text{NH}_4\text{-N}$: 10 mg/kg), P (50 mg/kg), K (84 mg/kg), Ca (95-100 mg/kg), Mg (40 mg/kg), S (56 mg/kg), Fe (2,8 mg/kg), B (0), Mn (0,4 mg/kg), Cu (0,1 mg/kg), Zn (0,2 mg/kg), Mo (0,03 mg/kg) şeklinde hazırlanarak, sulama ve gübreleme, otomasyon (damla sulama) sistemi ile gerçekleştirilmiş olup, çalışmada bitkilerin su ve besin elementi düzeyleri Lieten (1997)’a göre yapılmış, Çilek fideleri sonbahar mevsiminde Ekim 2021 tarihinde yetiştirme ortamlarına dikilmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalarda %0,01 konsantrasyonunda yayıcı-yapıştırıcı kullanılmıştır. Her bir yetiştirme torbasına 13 adet fide bunması nedeniyle, yapılan uygulamalar 1,30 litre olarak uygulanmıştır. Sulama suyu özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Hindistan cevizi torfu analiz sonuçları.

Table 1. Coconut peat analysis results.

pH (1:10)	6,27	Toplam /Total Ca (%)	0,52
E.C (dS/m)	1,59	Toplam/Total Mg (%)	0,21
O.M (%)	56,04	Toplam/Total Na (mg/kg)	1186,3
C/N	30,96	Toplam /Total Fe (mg/kg)	12,56
C (%)	32,51	Toplam /Total Zn (mg/kg)	9,81
Toplam/Total N (%)	1,05	Toplam/Total Mn (mg/kg)	12,37
Toplam/ Total P (%)	0,43	Toplam/Total Cu (mg/kg)	2,16
Toplam/ Total K (%)	0,71	Toplam/Total B (mg/kg)	0,78

Çizelge 1. Sulama suyu analiz sonuçları.

Table 2. Irrigation water analysis results.

pH	6,61	Mg (me/L)	0,04
E.C (dS/m)	0,198	B (mg/kg)	0,10
HCO_3 (me/L)	0,40	SAR	7,19
Cl (me/L)	0,50	RSC	0,32
SO_4^{2-} (me/L)	1,08	Toplam sertlik (me/L)	0,63
Na (me/L)	1,80	Geçici sertlik (me/L)	2,00
K (me/L)	0,04	Sulama suyu sınıfı	C1S1
Ca (me/L)	0,09		

Uygulamalar çözeltiler halinde yapraktan uygulama yapılmış ve SA0+B0 uygulamasında saf su kullanılmıştır. Birinci uygulama çiçeklenme başlangıcında ve ikinci uygulama ise tam çiçeklenmeden 15 gün sonra yapraktan uygulama yapılmıştır (Aghaeifard ve ark., 2016).

Hasat döneminde bitkinin merkezindeki yapraklardan alınan örnekler laboratuvara buz çantası içerisinde getirilmiş, ön temizlik işlemleri yapıldıktan sonra çeşme ve saf suyunda yıkanmış ve etüvde 65-70 °C de 48 saat kurutulup, öğütüldükten sonra analizler için hazır duruma getirilmiştir. Meyve örnekleri, olgunlaşmış meyvelerden meyve hasadının en yoğun olduğu dönemde, hasat dönemi ortalarında, alınmıştır (Jones et al., 1991). Analizler için her bir yetiştirme torbasındaki bitkilerden 2 adet olmak üzere 26 adet meyve örneği alınmış ve buz çantası içerisinde laboratuvara getirilerek ön temizlik işlemleri yapılmıştır. Bitki besin elementi analizleri için örnekler, etüvde sabit ağırlığa gelene kadar 65-70 °C' de 48 saat kurutulmuş ve daha sonra meyve örnekleri öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir. Bitki besin elementi analizlerinde, yaprak ve meyve örneklerinde toplam azot Bremner (1965), tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Diğer besin elementleri örneklerde yaş yakma (HNO₃+HClO₄; 4:1) sonrası P, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Lott et al., 1956), K, Ca ve Na Alev Flame (alev) fotometre ile Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede ölçülmüştür. Kuru madde; bitki örneklerinin 105°C'de etüvde kurutulmasına dayalı gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak ve meyve örneklerinde B analizi kuru yakma sonrası Azomethin-H yöntemi ile spektrofotometrik olarak hesaplanmıştır (Wolf, 1971). Yaprak örneklerindeki klor (Cl)

elementi, Berger (2012) tarafından belirtilen yöntem ile potansiyel farkı titrasyon sonucuna göre saptanmıştır. Yaprak örneklerinden membran geçirgenliği=(EC1/EC2) x 100 (1) formülü ile Mobin ve Khan, (2007)'e göre gelişmesini tamamlamış yapraklardan belirlenmiştir. Klorofil miktarının belirlenmesinde yapraktaki klorofil miktarları uygulama gruplarındaki yaprak örneklerinde SPAD değeri SPAD-502 Plus (Konica Minolta Optics, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Aynı uygulama içerisinde yer alan 10 adet bitkiden olan her bitkiden trifoliat yaprağın ayasının orta kısmından iki ölçüm toplamda 20 ölçüm yapılmış, daha sonra elde edilen ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Khan ve ark., 2004).

İstatistiki analiz: Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Elde edilen verilerin analizleri SPSS istatisti programı (version 22.0) ile yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklar duncan testi (p<0,05) ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Salisilik (SA) ve bor (B) uygulamasının çilek yaprağının makro besin elementi konsantrasyonu üzerine etkileri uygulamalara göre farklılık (p<0,01) göstermiştir. Toplam azot % 2,13-2,88 aralığında saptanmış uygulamalar içerisinde en yüksek N değeri SA2+B2 uygulamasında ve en küçük değer ise SA0+B0 uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 3). Uygulamalara göre P % 0,29-0,61 arasında belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı (p<0,01) bulunmuş, % 0,61 ile en yüksek değer SA2+B2 uygulamasında ve minimum ise SA0+B0 kombinasyonunda belirlenmiştir. Potasyum açısından uygulamaların etkisi p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuş, % 2,36 ile SA0+B0 uygulamasında küçük değer buna karşın SA2+B2

uygulamasında % 3,41 ile maksimum değer olarak belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulamaların Ca üzerine etkisi istatistiki olarak $p<0,01$ önem düzeyin farklılık göstermiş ve % 0,92-1,44 aralığında saptanmıştır. Yapraktan yapılan uygulamaların Mg üzerine etkisi istatistiki olarak $p<0,01$ önem düzeyinde farklılık göstermiş ve % 0,40-0,58 aralığında saptanmıştır.

Çilek yaprağındaki mikro element içerikleri Çizelge 4'te sunulmuştur. Uygulamaların bor üzerine etkisi istatistiki olarak $p<0,01$ önem düzeyinde etkili olmuş ve uygulamalara göre $SA3+B3 > SA2+B2 > SA1+B1 > SA0+B0$ şeklinde bir sıralama izlemiştir. En küçük değer 22,64 mg/kg ile $SA0+B0$ ve en büyük değer ise 176,70 mg/kg ile $SA3+B3$ uygulamasında saptanmıştır. $SA3+B3$ uygulamasında bor fazlalığının yaprak üzerindeki etkisi görülmüştür.

Çizelge 3. Yapraktaki makro bitki besin elementleri konsantrasyonları.

Table 3. Concentrations of macro plant nutrients in leaves.

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Treatment					
$SA0+B0$	2,13±0,018c	0,29±0,008b	2,36±0,075c	0,92±0,032c	0,40±0,018c
$SA1+B1$	2,36±0,051b	0,36±0,008b	2,53±0,069bc	1,18±0,016b	0,49±0,014b
$SA2+B2$	2,88±0,034a	0,61±0,026a	3,41±0,034a	1,44±0,070a	0,58±0,041a
$SA3+B3$	2,47±0,063b	0,55±0,033a	2,60±0,025b	1,33±0,005a	0,49±0,011b
p değeri	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. Yapraktaki mikro bitki besin elementleri konsantrasyonları.

Table 4. Concentrations of micro plant nutrients in leaves.

Uygulamalar	B	Fe	Zn	Mn	Cu	Cl
Treatments	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
$SA0+B0$	22,64±1,038d	215,54±15,89	35,62±1,052c	122,89±2,076b	3,43±0,084b	56,86±4,064b
$SA1+B1$	40,25±2,100c	229,70±9,951	39,44±0,522bc	138,90±2,488a	3,86±0,099ab	67,48±1,453b
$SA2+B2$	57,54±2,175b	231,90±8,472	44,91±2,649ab	146,80±3,051a	4,13±0,355a	86,70±2,666a
$SA3+B3$	176,70±6,062a	236,79±3,986	49,24±1,719a	145,90±3,719a	4,04±0,085ab	97,45±4,514a
p değeri	<0,01	öd	<0,01	<0,01	0,127	<0,01

öd=önemli değil. /ns: not significant

Yaprak örneklerinde Fe değeri uygulamalara göre en küçük değer 215,54 mg/kg ile SA0+B0 ve en yüksek değeri SA3+B3 uygulamasında 236,79 mg/kg ile yer aldığı izlenmektedir. Yaprığın Zn değeri uygulamalara göre istatistiki olarak $p<0,01$ düzeyinde etkili olmuş SA3+B3 uygulamasında 49,24 mg/kg ile maksimum, SA0+B0 uygulamasında 35,62 mg/kg ile minimum değeri almıştır. Uygulamaların Mn üzerine etkisi dozlara göre önemli düzeyde farklılık $p<0,01$ göstermiş, Mn içeriği 122,89-146,80 mg/kg aralığında saptanmıştır. Uygulamaları genel sonucu olarak Mn içeriği SA0+B0 uygulamasında en küçük değer ve SA2+B2 uygulamasında ise en yüksek değeri aldığı izlenmektedir. Uygulamalara göre Cu değerleri dar bir aralıkta değişim göstermiş ve genel olarak 3,43-4,13 mg/kg aralığında saptanmış, Cu içeriği SA0+B0 uygulamasında en küçük değer ve SA2+B2 uygulamasında ise en yüksek değeri aldığı görülmüştür. Salisilik asit ve bor uygulama dozu artışıyla Cl konsantrasyonu lineer bir artış göstermiş ve uygulamalara göre istatistiki olarak $p<0,01$ farklılık göstermiş, SA0+B0 uygulamasında 56,86 mg/kg değeri ile en küçük ve 97,45 mg/kg ile en yüksek değeri SA3+B3 uygulamasında almıştır. Çilek yaprağındaki element sonuçları Jones ve ark. (1991) tarafından N %2,50-4,00, P % 0,20-0,24, K %1,00-1,29, Ca % 1,00-2,50, Mg %0.25-1.00, Fe 50-200 mg/kg, Zn 20-200 mg/kg, Mn 50-200 mg/kg ve Cu 6-50 mg/kg belirtilmiş olan değerlere göre değerlendirildiğinde; çilek yapraklarındaki mikro bitki besin elementi konsantrasyonları için belirtilen (Hancock, 2008; Lieten, 1997), Fe 60–250 mg/kg, Mn 50–200 mg/kg, Zn 20–50 mg/kg ve Cu 6–20 mg/kg değerlere göre yeterli seviyede olduğu görülmüştür. Jones ve ark. (1991) çilekte B için yeterlilik değerlerini 23-50 mg/kg olarak belirtilen değerlerden yüksek olarak saptanmıştır. Biyokimyasal süreçler için gerekli olan bitki dokularında klorürün minimum konsantrasyonu yaklaşık 100 mg/kg, bununla birlikte, Cl'un bitkilerdeki konsantrasyonu genelde %0,2-2,0 arasında değişim gösterdiği (Fixen, 1993) ve bu şekilde belirtilen değerlerden farklı bir seyir izlemiştir. Yaprak örneklerinde membran geçirgenliği

(MG) en küçük değeri %15,54 ile SA3+B3 uygulamasında ve en yüksek değer ise %20,06 ile SA0+B0 uygulamasından aldığı izlenmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Uygulamaların membran geçirgenliği ve SPAD üzerine etkisi.

Table 5. Effect of applications on membrane permeability and SPAD.

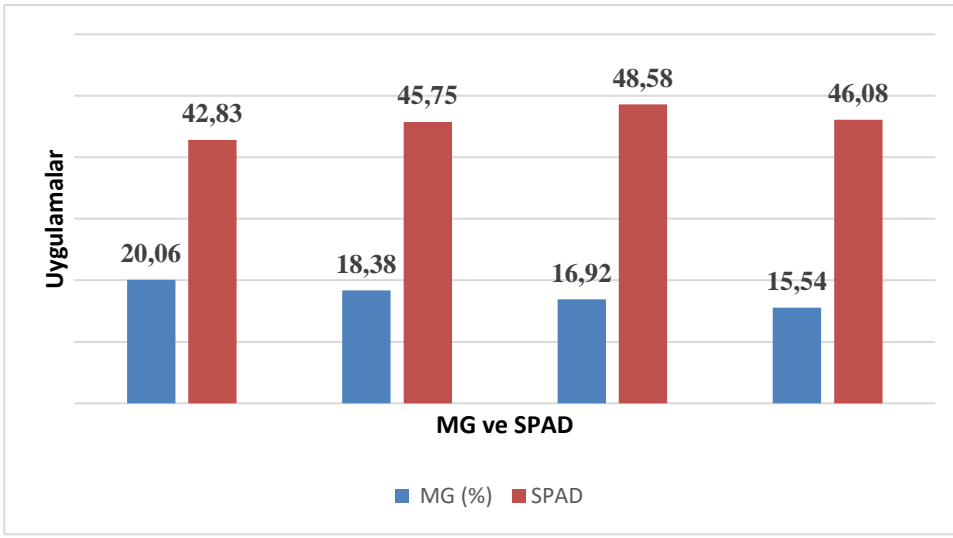
Uygulamalar Treatments	Membran Geçirgenliği (MG) Membrane Permeability (%)	SPAD
SA0+B0	20,06±0,866a	42,83±0,730c
SA1+B1	18,38±0,811ab	45,75±0,230b
SA2+B2	16,92±0,254bc	48,58±0,500a
SA3+B3	15,54±0,300c	46,08±0,506b
p değeri	<0,01	<0,01

Uygulama dozuna bağlı olarak membran geçirgenliğinde değişim meydana gelmiş, nitekim SA0+B0 uygulamasında %20,06 olan membran geçirgenliği SA3+B3 uygulamasında %15,54'e kadar azalma göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak SA1+B1, SA2+B2 ve SA3+B3 uygulamalarında ise membran geçirgenliği değerlerinde kontrole göre önemli düzeyde azalmalar meydana geldiği ölçülmüştür. Korkmaz (2018) yaptığı çalışmada membran geçirgenliğinin %11,17-14,04 arasında değişim gösterdiğini rapor etmektedir. Elde edilen sonuçlarımızın bu değerlerden yüksek olduğu söylenebilir. Salisilik asit+bor uygulamaları (SA+B) bitkilerin membran geçirgenliğini azaltarak, ortama iyon akışına engel olduğu söylenebilir. Bu konuda yapılan farklı uygulamaların hücre membran geçirgenliğini azaltıcı yönde etkili olduğunu gösteren mevcut çalışmalar yer almaktadır (Shen ve ark., 2010; Merwad ve ark., 2018). Salisilik asit uygulamasının membran geçirgenliği (MG) içeriğini önemli ölçüde azalttığı Kazemi ve ark. (2011) tarafından bildirilmiştir. Membran geçirgenliği, hücre zarı hasarının değerlendirilmesini sağlar ve ısı stresi yaralanmasını değerlendirmek için kullanılmaktadır (Heckman ve ark., 2002). Membran geçirgenliği ölçümlerine dayalı olarak bitkilerde hücre zarı stabilitesinin tahmini, hücre canlılığının tahmin edilmesi için yaygın olarak kabul edilen bir yöntem haline geldiği belirtilmiştir (Bajji ve ark., 2002).

Hücrelerden elektrolit sızıntısı, plazma zarına doğrudan ısı hasarının neden olduğu zar geçirgenliğindeki değişikliklerin bir sonucu olarak meydana gelebilir. Mevcut deney, 1 mM SA'lık bir yaprak spreyinin elektrolit sızıntısını azalttığını ve görünüşe göre bitkileri ısı stresine karşı koruduğu belirtilmiştir (Shi ve ark., 2006).

Uygulamalara göre SPAD değeri farklılık göstermiş 42,83-48,58 aralığında değişim göstermiştir (Şekil 1). Yaprığın SPAD değeri SA2+B2 uygulamasında

48,58 ile maksimum, SA0+B0 uygulamasında 42,83 ile minimum değeri almıştır. Elde edilen SPAD değerlerinin Keskin ve ark. (2017) tarafından belirtilmiş olan (41,5-51,5) ve Aras ve Eşitken, (2019) tarafından SPAD değerleri 38,40-45,46 ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Salisilik asit uygulamalarının stomalar üzerinde koruyucu etkisi birçok çalışmada rapor edilmiştir (Nazar ve ark., 2011). Çilek bitkilerine salisilik asit uygulamasının klorofil içeriğini, kontrole göre kıyasla %11 arttırdığını bildirmiştir (Jamali ve ark., 2011).



Şekil 1. Uygulamalara göre membran geçirgenliği ve SPAD değerleri değişimi.
Figure 1. Membrane permeability and SPAD values according to applications.

Uygulamaların çilek bitkisinin meyvede N içerikleri üzerine etkisi dozlar göre önemli düzeyde farklı ($p < 0,01$) olmuştur. Toplam N içeriği %1,23-1,77 aralığında saptanmıştır (Çizelge 6). Uygulamaların genel sonucu olarak toplam N içeriği SA0+B0 uygulamasında en küçük değer ve SA2+B2 uygulamasında ise en yüksek değeri aldığı izlenmektedir. Salisilik asit ve bor uygulamalarının meyvenin toplam P üzerine etkisi uygulamalara göre anlamlı bir fark ($p < 0,01$) göstermiş ve uygulama dozlarına göre artış göstermiştir. En düşük P içeriği %0,21 ile kontrol uygulamasında en yüksek P değeri ise %0,32 ile SA2+B2 uygulamasında saptanmıştır. Meyvede uygulamaların potasyum (K) miktarı üzerine önemli bir etkisi olmuş ($p < 0,01$) ve SA2+B2 uygulamasında en yüksek %2,88 ve SA0+B0

uygulamasında ise en küçük K konsantrasyonu %2,14 ile saptanmıştır. Salisilik asit+bor uygulamalarının çilek meyvesinde kalsiyum içeriği üzerine etkisi uygulama dozlarına göre farklılık ($p < 0,01$) göstermiş ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların kalsiyum içeriği %0,30-0,51 aralığında saptanmış olup SA0+B0 uygulamasında %0,30 ile en düşük değer, SA3+B3 uygulamasında ise %0,51 ile en yüksek değer elde edilmiştir. Uygulama dozlarının magnezyum içeriğine etkisi istatistiki olarak farklılık meydana gelmemiş ve aynı grup içerisinde yer almıştır. Salisilik asit+bor uygulamalarında magnezyum %0,16-0,23 aralığında saptanmış olup SA0+B0 uygulamasında %0,16 ile en düşük değer, SA3+B3 ve SA2+B2 uygulamasında ise %0,23 ile en yüksek değeri almıştır. Uygulamaların

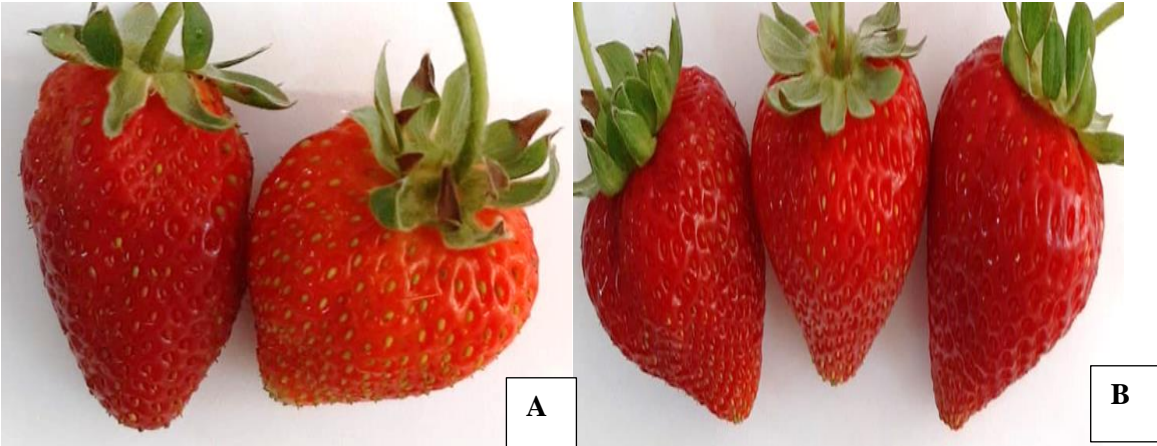
meyvede mikro besin elementlerinden B üzerine etkisi istatistiki olarak farklılık ($p < 0,01$) göstermiş, 23,90 mg/kg değeri ile SA0+B0 uygulamasında en küçük ve 51,04 mg/kg ile SA3+B3 uygulamasında en yüksek

değeri almıştır. Uygulama dozlarına göre çilek meyvesindeki görüntüler (Şekil 2A, 2B ve Şekil 3A, 3B) verilmiştir.

Çizelge 6. Meyvenin makro bitki besin elementleri konsantrasyonu.
Table 6. Concentration of macro plant nutrients in the fruit.

Uygulamalar Treatments	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
SA0+B0	1,23±0,026b	0,21±0,008c	2,14±0,040b	0,30±0,008b	0,16±0,005
SA1+B1	1,65±0,017a	0,26±0,008b	2,30±0,006a	0,36±0,008b	0,20±0,012
SA2+B2	1,77±0,070a	0,32±0,016a	2,88±0,153a	0,46±0,036a	0,23±0,030
SA3+B3	1,32±0,017b	0,23±0,014bc	2,76±0,100b	0,51±0,020a	0,23±0,028
p değeri	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	öd

öd: önemli değil. ns: not significant.



Şekil 2. Yapraktan SA0+B0 (A) ve SA1+B1 (B) uygulamasındaki meyve şekli.
Figure 2. Fruit shape in foliar application of SA0+B0 (A) and SA1+B1 (B).



Şekil 3. Yapraktan SA2+B2 (A) ve SA3+B3 (B) uygulamasındaki meyve şekli.
Figure 3. Fruit shape in foliar application of SA2+B2 (A) and SA3+B3 (B).

Demir konsantrasyonu üzerine dozlar önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklı olmuştur ve 79,22-90,73 mg/kg aralığında saptanmıştır (Çizelge 7). Uygulamaları genel sonucu olarak Fe içeriği SA0+B0 uygulamasında en küçük değer ve SA2+B2 uygulamasında ise en yüksek değeri aldığı izlenmektedir. Meyvede Zn miktarı üzerine uygulamaların önemli ($p < 0,01$) bir etkisi olmuş ve uygulamalara göre SA2+B2 uygulamasında en yüksek 22,44 mg/kg ve SA0+B0 uygulamasında ise en küçük Zn konsantrasyonu 16,72 mg/kg ile saptanmıştır. Salisilik asit (SA)+bor (B) uygulamalarının çilek meyvesinde Mn konsantrasyonu üzerine etkileri uygulamalara göre farklılık ($p < 0,01$) göstermiş, 38,74-49,82 mg/kg aralığında saptanmıştır.

Uygulamalar içerisinde en yüksek Mn değeri SA3+B3 uygulamasında ve en küçük değer ise SA0+B0 uygulamasında saptanmıştır. Uygulamaların bakır üzerine önemli bir etkisi olmamış ve aynı grup içerisinde yer almıştır. Bakır konsantrasyonu genel olarak dar bir aralıkta değişim göstermiş ve 1,39-1,49 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Meyvedeki element bileşimi Çeliktöpus ve Özekici, (2020) tarafından Fe (34,6–52,8 mg/kg), Zn (5,0-10,3 mg/kg), Mn (35,1–55,5 mg/kg), Cu (2,27–2,95 mg/kg) ve Bulduk ve Erdal (2012) tarafından Fe (46,0–15,0 mg/kg), Zn (9,0-25,0 mg/kg), Mn (11,9–71,1 mg/kg), Cu (5,0–9,0 mg/kg) belirtilmiş olan değerlere göre farklı bir seyir izlemiştir.

Çizelge 7. Meyvenin mikro bitki besin elementleri konsantrasyonu
Table 7. Concentration of micro plant nutrients in the fruit

Uygulamalar Treatment	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
SA0+B0	23,90±1,854c	79,22±1,577b	16,72±0,826c	38,74±1,063b	1,39±0,036
SA1+B1	33,73±1,043b	83,49±1,871b	19,36±0,482b	42,02±1,761b	1,45±0,003
SA2+B2	40,15±1,255b	90,73±0,323a	22,40±0,625a	47,06±1,045a	1,49±0,064
SA3+B3	51,04±3,119a	80,31±2,643b	20,25±0,601b	49,82±0,304a	1,49±0,040
p değeri	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	öd

öd: önemli değil/ ns: not significant.

SONUÇ

Salisilik ve bor kombinasyonu yaprakтан uygulanmasının genel olarak çilek meyvesinin vejetatif büyümesi, fotosentetik pigmentlerden yapraktaki göreceli klorofil miktarlarını ifade eden SPAD değerinde, membran geçirgenliği ve yaprak ve meyvedeki mineral besin elementleri üzerine olumlu yönde etkili olduğu görülmüştür.

LİTERATÜR LİSTESİ

Aghaeifard, F., M. Babalar., E. Fallahi., and A. Ahmadi. 2016. Influence of humic acid and salicylic acid on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*) cv Camarosa. *Journal of Plant Nutrition* 39(13): 1821-1829.

Bor çok hassas bir elementtir ve bitkiler gereksinimleri açısından büyük farklılıklar gösterir. B'un eksiklik ve toksisite düzey aralığı dardır ve optimum B uygulama oranları bir topraktan diğerine farklılık gösterebildiğinden B yönetiminde dikkatli olmayı gerektirmektedir. Bu çalışmada genel olarak yaprak ve meyvede besin elementleri açısından SA2+B2 uygulaması önerilebilir.

Aras, S., and S. Eşitken. 2019. Dry matter partitioning and salt tolerance via salicylic acid treatment in strawberry plant under salt stress. *K.S.U Journal of Agriculture and Nature*. 22 (Suppl 2): 337-341.

Archana, N.P., and P. Verma. 2017. Boron deficiency and toxicity and their tolerance in plants: a review. *Journal of Global Biosciences* 6(4): 4958–4965.

- Bajji, M., J.M. Kinet., and S. Lutts. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*). *Canadian Journal of Botany* 80(3): 297-304.
- Berger, M. 2012. Potentiometric determination of chloride in natural waters: an extended analysis. *Journal of Chemical Education* 89(6): 812-813.
- Brdar-Jokanovic, M. 2020. Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences* 21(4): 1424.
- Bremner, J.M. 1965. Nitrogen Total. In: Sparks, D.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 3*: pp. 1085-1122. Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Bulduk, E.U., ve İ. Erdal. 2012. Genotipsel farklılığın çileğin mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 29(1): 59-70.
- Çeliktopuz, E., ve B. Özekici. 2020. Çilek meyve ve yaprak mikro besin elementlerinin farklı sulama seviyeleri ile biyoaktivatör uygulamasına tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 30(1): 18-29.
- Fixen, P.E. 1993. Crop responses to chloride. *Advances in Agronomy* 50:107-150.
- Franksak, J., R. Rosa., A. Zaniewicz-Bajkowska., and D. Slonecka. 2019. Effects of boron application and treatment with effective microorganisms on the growth, yield and some quality attributes of broccoli. *Journal of Elementology* 24(4): 1335-1348.
- Gerdakaneh, M., A. Mozafari., A. Khalighi., and A.S. Mardah. 2010. The effects of exogenous proline and osmotic stress on morpho-biochemical parameters of strawberry callus. *African Journal of Biotechnology* 9(25): 3775-3779.
- Gupta, U.C. 1993. Factors Affecting Boron Uptake By Plants. In *Boron and its Role in Crop Production* pp. 87-104. Ed. U.C. Gupta. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Hancock, J.F. 2008. *Fragaria x ananasa* strawberry pp. 651-660. In: Janick, J., Paull, R.E. (Eds.), *The Encyclopedia of Fruits and Nuts*. CAB International, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hayat, Q., S. Hayat., M. Irfan., and A. Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany* 68(1): 14-25.
- Heckman, N.L., G.L. Horst., R.E. Gaussoin., and B.T. Tavener. 2002. Trinexapac-ethyl influence on cell membrane thermostability of kentucky bluegrass leaf tissue. *Scientia Horticulturae* 92(2): 183-186.
- Jamali, B., S. Eshghi., and E. Tafazoli. 2011. Vegetative and reproductive growth of strawberry plants, cv. Pajaro affected by salicylic acid and nickel. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13(6):895-904.
- Jones, J.R., J.B. Wolf., and H.A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*, pp. 213.
- Kacar, B., ve A. İnal. 2008. *Bitki Analizleri* s. 892. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kazemi, M., S. Zamani., and M. Aran. 2011. Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. *American Journal of Plant Physiology*. 6(2): 113-119.
- Keskin, M., A. Arslan., ve Bal. 2017. Çilek bitkisi yaprak su içeriğinin renk ölçer ve klorofilmetre ile incelenmesi. *International Advanced Researches & Engineering Congress*. 16-18 November 2017, Osmaniye, Türkiye s. 2360-2368.
- Khan, A.N., R.H. Qureshi., and N. Ahmad. 2004. Salt tolerance of cotton cultivars in relation to relative growth rate in saline environments. *International Journal of Agriculture & Biology* 6(5): 786-787.
- Khan, M.I.R., M. Fatma., T.S. Per., N.A. Anjum., and N.A. Khan. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science* 6:462.
- Korkmaz, K.. 2018. Çilekte su stresi altındaki bitkiler üzerine hümik asit ve silikonun etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Şanlıurfa*.
- Lieten, F. 1997. Zinc nutrition of strawberries grown on rockwool (Refereed). *Acta Horticulturae* 450: 215-220.
- Lott, W.L., J.P. Nery., J.R. Gall., and J.C. Medcoff. 1956. Leaf analysis techniques in coffee research. *IBEC Res. Inst. Pub.* 9: 21-24.
- Lynn, D.G., and M. Chang. 1990. Phenolic signals in cohabitation: implications for plant development. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 41:497-526.
- Marschner, H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition*, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Merwad, M.A. Abdel-Rahman., M. Desokyb, El-Sayed., and M.M. Rady. 2018. Response of water deficit-stressed *vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. *Scientia Horticulturae*. 228(3): 132-144.

- Mobin, M., and N.A. Khan. 2007. Photosynthetic activity, pigment composition and antioxidative response of two mustard (*Brassica juncea*) cultivars differing in photosynthetic capacity subjected to cadmium stress. *Journal of Plant Physiology* 164(5): 601-610.
- Nazar, R., N. Iqbal., S. Syeed., and N.A. Khan. 2011. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *Journal of Plant Physiology* 168(8): 807-815.
- Paranjpe, A.V., D.J. Cantliffe., E.M. Lamb., P.J. Stroppella., and C. Powell. 2003. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 116: 98-105.
- Raskin, I. 1992a, Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43(1): 439-463.
- Raskin, I. 1992b. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology*. 99 (3): 799-803.
- Shen, X., L., Zhou, Z.Y. Duan., A. Li., E. Eneji., and J. Li. 2010. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. *Journal of Plant Physiology* 167(15): 1248-1252.
- Shi, Q., Z. Bao., Z. Zhu., Q. Ying., and Q. Qian. 2006. Effect of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. *Plant Growth Regulation* 48:127-135.
- Shireen, F., M. Nawaz., C. Chen., Q. Zhang., Z. Zheng., H. Sohail., J. Sun., H. Cao., Y. Huang., and Z. Bie. 2018. Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. *International Journal of Molecular Sciences* 19:1856.
- Tulipani, S., B. Mezzetti., F. Capocasa., S. Bompadre., J. Beekwilder., C.H.R. De Vos., E. Capanoglu., A. Bovy., and M. Battino. 2008. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 696-704.
- TÜİK. 2023. Bitkisel üretim istatistikleri. Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis* 2: 363-374.
- Yoshinari, A. and J. Takano. 2017. Insights into the mechanisms underlying boron homeostasis in plants. *Frontiers in Plant Science* 8: 1951.

mRNA Transcription Analyses of ROS Genes of *Olea europaea* L. In Vitro Cultures Treated with Different Boron Salts

Onur ÇELİK¹

Ergun KAYA^{2*}

^{1,2} *Mugla Sıtkı Kocman University, Faculty of Science, Molecular Biology and Genetic Department, 48000, Mugla/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-1040-9833>

²<https://orcid.org/0000-0003-4255-3802>

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

Received (Geliş tarihi): 22.03.2024 Accepted (Kabul tarihi): 24.05.2024

ABSTRACT: Various factors such as biotic and abiotic stresses have effects on plant metabolism, development, and growth. Plants have many complex and extraordinary strategies to adapt, defend, avoid and tolerate all these stress conditions. In this study, the relative mRNA levels of antioxidant enzymes of olive, which is very difficult to reproduce under *in vitro* conditions, were assessed under oxidative stress conditions, after treatment with boron compounds. In this context, three different compounds of the element boron, which are known to affect the ascorbate-glutathione pathway, were added separately at two different concentrations to the nutrient medium of olive under *in vitro* conditions. As a result of the study, it was observed that the relative mRNA expression levels of antioxidant enzymes such as catalase, ascorbate peroxidase, and superoxide dismutase decreased only in the H_3BO_3 group among the experimental groups. An increase in the relative mRNA expression levels of antioxidant enzymes was observed in the $NaBO_2$ and $ZnBO_3$ groups compared to the control group. This situation was interpreted as due to an increase in salinity stress which thereby increased the oxidative stress of the applied $NaBO_2$ and $ZnBO_3$ groups. However, in the H_3BO_3 group, although the concentration was increased twofold, a decrease was observed in the relative mRNA expression levels of the antioxidant enzymes examined. This reveals that application concentration, as well as the compound used, is extremely important.

Keywords: Ascorbate peroxidase, boric acid, catalase, sodium metaborate, superoxide dismutase.

Farklı Bor Tuzları ile Muamele Edilen *Olea europaea* L.'nin In Vitro Kültürlerinde ROS Genlerinin mRNA Transkripsiyon Analizleri

ÖZ: Biyotik ve abiyotik stresler gibi çeşitli faktörler bitki metabolizması, gelişimi ve büyümesi üzerinde etkilidir. Bitkiler tüm bu stres koşullarına uyum sağlamak, savunmak, kaçınmak ve tolere etmek için birçok karmaşık ve olağanüstü stratejiye sahiptir. Bu çalışmada, *in vitro* koşullarda çoğaltılması oldukça zor olan zeytinin antioksidan enzimlerinin oksidatif stres koşullarında, bor bileşikleri sonrası göreceli mRNA seviyeleri incelenmiştir. Bu kapsamda, askorbat-glutatyon yolağını etkilediği bilinen bor elementinin üç farklı bileşiği, *in vitro* koşullarda zeytinin besin ortamına iki farklı konsantrasyonda ayrı ayrı ilave edildi. Çalışma sonucunda katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimlerin rölatif mRNA ekspresyon seviyelerinin deney grupları arasında sadece H_3BO_3 grubunda azaldığı gözlemlendi. Kontrol grubuna kıyasla $NaBO_2$ ve $ZnBO_3$ gruplarında antioksidan enzimlerin rölatif mRNA ekspresyon seviyelerinde artış gözlemlenmiştir. Bu durum, uygulanan $NaBO_2$ ve $ZnBO_3$ gruplarında tuzluluk stresinin ve dolayısıyla oksidatif stresin arttığı şeklinde yorumlanmıştır. Ancak H_3BO_3 grubunda konsantrasyon iki kat artmasına rağmen antioksidan enzimlerin göreceli mRNA ifade seviyelerinde düşüş gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Askorbat peroksidaz, borik asit, katalaz, sodyum metaborat, süperoksit dismutaz.

INTRODUCTION

Olea europaea L. subsp. *europaea* var. *sylvestris* Brot., known as wild olive, belongs to the Oleaceae family, which includes plants with high economic and cultural values such as ash (*Fraxinus* spp.), lilac (*Syringa* spp.), and jasmine (*Jasminum* spp.) (Akhtar *et al.*, 1994; Besnard *et al.*, 2001; Belaj *et al.*, 2002). Although wild olive is native to temperate Asian regions, it was also taken to the Americas and Australia continents with the discovery of new regions in the world, and today it spreads naturally in these regions (Baldoni *et al.*, 2006; Kaya and Yılmaz-Gokdogan, 2016; Besnard *et al.*, 2018).

Micropropagation can be defined as producing new plants with the same or very similar genetic characteristics from a plant produced *in vitro* by using organs and structures such as shoots, roots, and stems, from which the plant can form new micro-shoots (Ozudogru *et al.*, 2011; Contento *et al.*, 2002; Espinosa-Leal *et al.*, 2018). Micropropagation techniques are applied to many plant species and used in important commercial sectors such as secondary metabolite production, agriculture and forestry, and especially in scientific studies (Ozden-Ciftci *et al.*, 2010; Guerriero *et al.*, 2018; Kaya *et al.*, 2018; Mehub *et al.*, 2022).

Micropropagation in olives, on the other hand, has not yet taken the place of traditional production techniques (such as cutting, grafting) due to high costs. In addition to the low shoot proliferation rate in the micro-propagated olive plant, root formation is very difficult. Moreover, losses after *in vitro* transfer are extremely high. Despite all these difficulties, olive micropropagation can be preferred as an alternative production model for commercial and conservation purposes (Rugini, 1984; Lambardi *et al.*, 2012; Galatali *et al.*, 2021).

Artificial nutrient media are used for growing plants *in vitro* (Rugini, 1984), and contain all the macroelements and microelements that a plant may need, as well as a carbon source, plant growth regulators and some chemical compounds that affect plant growth (Souza *et al.*, 2017; Kıvrak-Kıran *et al.*, 2021). In this study,

different compounds of the element boron, which is thought to be effective on membrane proteins and cell wall strength, were used. Boron is known to have a role in wall membrane stabilization by acting on metal chelates in the cell wall and cell membrane (Murashige and Skoog, 1962; Clarkson and Hanson, 1980; Galatali *et al.*, 2021b). At the same time, boron is required for phenolic substance production, lignin synthesis, meristematic development and RNA synthesis (Tanada, 1978). Apart from its several other roles, boron plays an effective role in the gravity response and in the regulation of phenolase enzyme activity by phytochromes (Nable *et al.*, 1997).

Oxidative stress emerges as a side effect of many biotic and/or abiotic stresses in plants as well as in all living things, by increasing reactive oxygen species (ROS) such as OH[•], O₂^{•-}, R-OO[•], H₂O₂ and affecting cell function (Gill and Tuteja, 2010; Krumova and Cosa, 2016; Agar *et al.*, 2022). The amount of ROS accumulated by oxidative stress in plants can be reduced with non-enzymatic antioxidant substances such as ascorbic acid, α-tocopherol, β-carotene, and antioxidant enzyme systems such as catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), and superoxide dismutase (SOD) (Shigeoka *et al.*, 1980; Diaz-Vivancos *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2019).

Higher plants, red algae, and protists all contain the enzyme APX, which functions in many cell compartments (Takeda *et al.*, 1998; Takeda *et al.*, 2000). APX plays an important role in the control of ROS levels (Caverzan *et al.*, 2012) by acting on the ascorbate-glutathione cycle as an electron donor. APX is extremely effective in catalyzing the conversion of H₂O₂ to O₂, and H₂O, and this is highly effective in the cell's tolerance to oxidative stress (Sharma and Dubey, 2007). CAT is also effective in scavenging H₂O₂ like APX, but is released from the peroxisome in the cell (Shi *et al.*, 2012). The increase in H₂O₂ in the cell can empty the ascorbate stores. This triggers CAT activity (Nordgren and Fransen, 2014). Electron flow between glutathione and ascorbate can be accomplished both chemically and by dehydroascorbate reductase (DHAR). In the absence of CAT in the cell, the increase in APX and DHAR occurs both at the protein and

transcriptional levels, confirming the effect of CAT on the ascorbate-glutathione cycle (Willekens *et al.*, 1997; Foyer and Mullineaux, 1998). Another antioxidant enzyme that is effective in oxidative stress tolerance is SOD. By participating in certain cell compartments like the chloroplast, mitochondria, and peroxisome, it catalyzes the formation of H₂O₂ from ROS, which are more hazardous than H₂O₂ (Vanderauwera *et al.*, 2005; Corpas *et al.*, 2008).

The main purpose of this study was to increase the success of *in vitro* production by increasing the oxidative stress tolerance of the olive plant, which is very difficult to grow under *in vitro* conditions because it is under oxidative stress. In this context, it was aimed to examine the antioxidant enzymes APX, CAT and SOD, which are considered as markers of oxidative stress, at the mRNA level after boron application by using compounds of the element boron, which are effective on plant growth and ascorbate glutathione pathway.

MATERIALS AND METHODS

Plant samples and *in vitro* culture establishment

The seeds of *O. europaea* were obtained from the seed collection of the wild-type olive population (Muğla Metropolitan Municipality Local Seed Center). The wild-type olive seeds were decontaminated via modifying the surface sterilization methods developed by Kaya *et al.* (2020) (70% ethanol for 10 minutes, 10% hydrogen peroxide for 10 minutes, 20% commercial bleach for 20 minutes and sterile distilled water for rinsing). After the hard testa of the sterilized wild-type olive seeds were partially or completely broken using sterile pliers, they were transferred to semi-solid Rugini Olive Medium (OM) (Rugini, 1984) enriched with 1 mg l⁻¹ benzyl adenine (BA).

Boron salt treatments

The explants (derived from *in vitro*-germinated wild-type olive seeds after four-week incubation) cut from *O. europaea* were transferred to Magenta™ tissue culture vessels contained two different concentrations (25 or 50 mg l⁻¹) of three different boron compounds (boric acid, sodium metaborate, or zinc borate, and Table 1. Primers used in the current work.

each medium combination was enriched with 1 mg l⁻¹ BA and 25 mg l⁻¹ Fe-EDHHA. Three explants were used for each treatment and each parameter was repeated at least three times. The olive micro-shoots were incubated for seventy-two hours under standard culture conditions (16/8-hour photoperiod, 25±2°C, 50µmol⁻¹m-2s⁻¹ white cold fluorescent lighting).

Each boron compound treatment was evaluated separately. After the isolation of total RNA (Thermo Fisher Scientific #K801) of the explants incubated for seventy-two hours (in order to allow the cut shoots to repair themselves during this period and to ensure the necessary adaptation to the ambient conditions) in nutrient medium containing three different boron compounds at two different concentrations, cDNA synthesis (Thermo Fisher Scientific #K1622) was performed from each isolate separately.

qPCR analyses

Boron compound treatment (25 and 50 mg l⁻¹ of boric acid, sodium metaborate, or zinc borate) samples and ascorbate peroxidase (APX) in the control group, transcriptional levels of catalase (CAT), Mn-superoxide dismutase (Mn-SOD), Cu/Zn-superoxide dismutase (Cu/Zn-SOD), and Fe-superoxide dismutase (Fe-SOD) gene expression were analyzed using qPCR. For internal control group, β-actin (ACT) was used. The original sample not subjected to any boron compound treatment was the reference, and the samples subjected to the boron compounds treatment were the target samples (Çiçek *et al.*, 2023). Information about the primers used in the current work are given in Table 1.

RT-qPCR experiments were performed using Roche Light Cycler-96. All amplifications were achieved using Ampliqon RealQ Plus 2 × Master Mix Green without ROX™ (#A323402). Thermal cycling conditions include one cycle for 15 min (900 s) at 95°C (pre-denaturation), 40 cycles for 30 s at 95°C (denaturation), 40 cycles of 30 s bonding to the primer at appropriate temperature, 30 s extension at 72°C and 40 cycles of elongation at 37°C. This was followed by indefinite cooling at 4°C.

Gene		Sequence	Reference	Size
<i>Cu/Zn-SOD</i>	Forward	5'-GGCTGTATGTCAACTGGACCTCATTTC A-3'	(Mercan <i>et al.</i> , 2022)	140 bp
	Reverse	5'-TGTCACAATGTTGATAGCAGCGGTG-3'		
<i>Fe-SOD</i>	Forward	5'-AACAAGCAAATAGCCGGAACAGAACTAAC-3'	(Mercan <i>et al.</i> , 2022)	128 bp
	Reverse	5'-AGAAATCGTGATTCCAGACCTGAGCAG-3'		
<i>Mn-SOD</i>	Forward	5'-AGTCAAGTTGCAGAGTGCAATCAAGTTC-3'	(Mercan <i>et al.</i> , 2022)	144 bp
	Reverse	5'-CAAAGTGATTGTCAATAGCCCAACCTAAAG-3'		
<i>APX</i>	Forward	5'-ATGTCCTGAAGAGGGGAGGC-3'	(Mercan <i>et al.</i> , 2022)	157 bp
	Reverse	5'- GCTCCAGGTCCTTCTTTTCGTAT-3'		
<i>CAT</i>	Forward	5'- ATATCTCATCTTACCTGCGCTG -3'	(Corpas <i>et al.</i> , 2006)	164 bp
	Reverse	5'- AGATCAAAGTTTCCCTCTCTGG-3'		
<i>ACT</i>	Forward	5'-GGACCTGTATGCCAACACTG-3'	(Corpas <i>et al.</i> , 2006)	172 bp
	Reverse	5'-TGATCTCCTTCTGCATCCTG-3'		

Statistical analyses

In this study, we used the $\Delta\Delta Ct$ (Livak Method) (SWU, 2022) method, which is the most preferred technique for qPCR data analysis. Within the scope of the method, the relative difference between the genes of interest and the housekeeping gene was calculated according to Equation 1.

$$\Delta Ct = Ct (\text{gene of interest}) - Ct (\text{housekeeping gene}) \quad (1)$$

$\Delta\Delta Ct$ values were calculated by subtracting the mean ΔCt of the control group from the ΔCt values of the experimental groups (Equation 2).

$$\Delta\Delta Ct = \Delta Ct (\text{experimental group}) - \Delta Ct (\text{control group mean}) \quad (2)$$

The experimental group/control ratio was calculated by averaging the $2^{-(\Delta\Delta Ct)}$ values. It is recommended to convert this ratio to a logarithm value (such as \log_{10}) of the final gene expression to perform parametric statistical tests with the t-test. However, in our study, we multiplied the obtained ratio by one hundred to see the percentage changes in the data. For the t-test, the product of $2^{-(\Delta\Delta Ct)}$ values by one hundred, the two tail test and assuming unequal variance were chosen. If the resulting p values were less than 0.05, we were able to accurately establish the statistical significance of the differences between means of the data regarding the two sample means (Livak and Schmittgen, 2001).

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of concentration of boron compounds on changes in relative mRNA expression levels of antioxidant enzymes

When the explants incubated for seventy hours in a medium containing three different boron compounds at different concentrations were compared with the control group, a very high increase in the relative transcription levels of the *APX* gene was observed in all experimental groups. In contrast, only a small increase of 39% was observed compared to the other groups for the 50 mg l⁻¹ H₃BO₃ treatment (Figure 1).

After the boron compound treatment, a very high increase was monitored in the relative transcription levels of the catalase gene in all groups compared to the control group, while a 36% decrease was observed only in the 50 mg l⁻¹ H₃BO₃ group (Figure 2).

When the relative transcription levels of Mn-SOD, and Cu/Zn-SOD were investigated (Figure 3 and Figure 4), a profile similar to the *CAT* enzyme was observed. A decrease of 32% was monitored in the 50 mg l⁻¹ H₃BO₃ group of the Mn-SOD gene, and an increase of 33% in the 50 mg l⁻¹ H₃BO₃ group of the *Fe-SOD* gene (Figure 5).

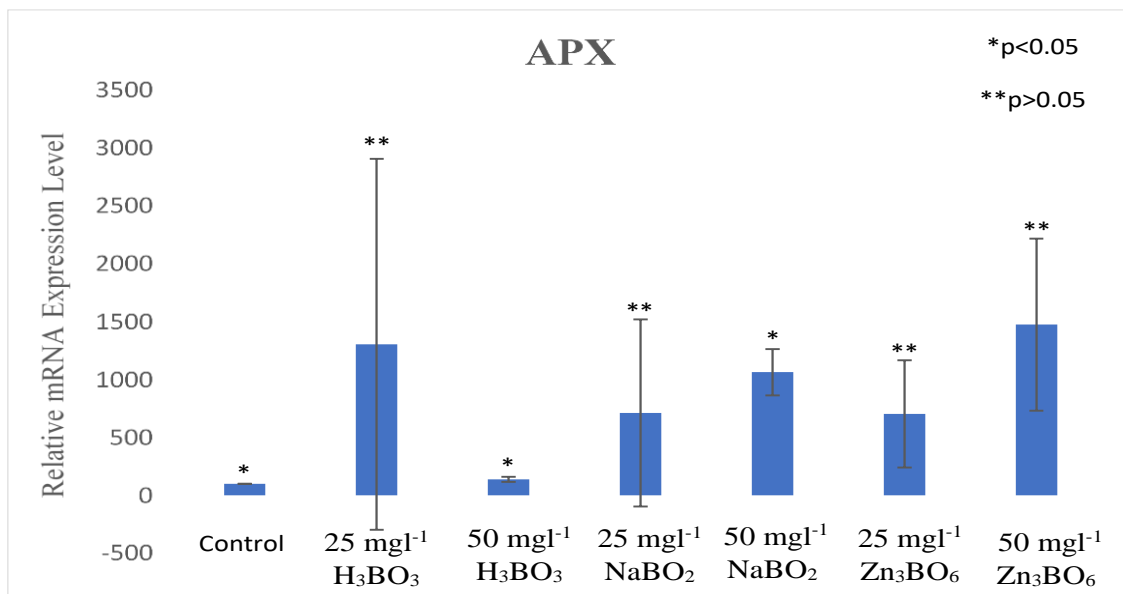


Figure 1. Relative transcription levels of the *APX* gene after boron compounds treatment.

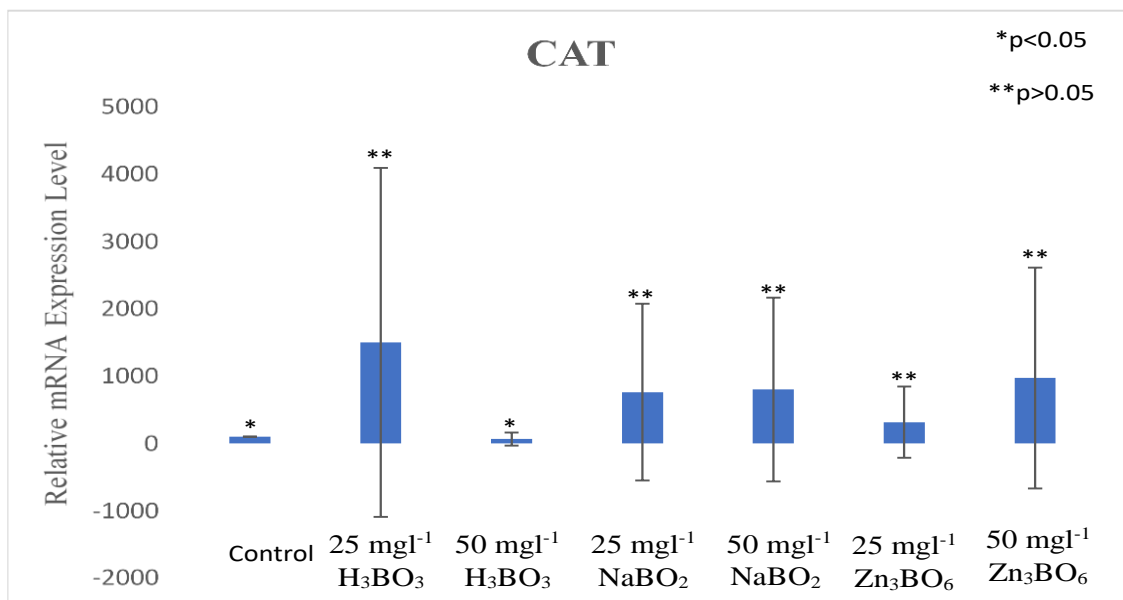


Figure 2. Relative transcription levels of the *CAT* gene after boron compounds treatment.

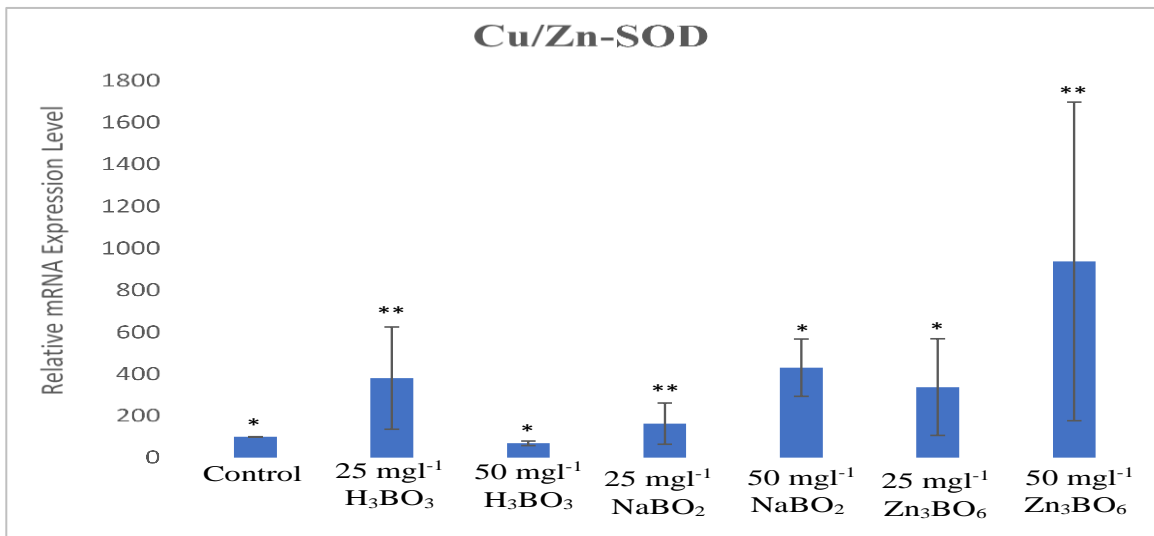


Figure 3. Relative transcription levels of *Cu/Zn-SOD* gene after treatment of boron compounds (*p<0.05; ** p>0.05).

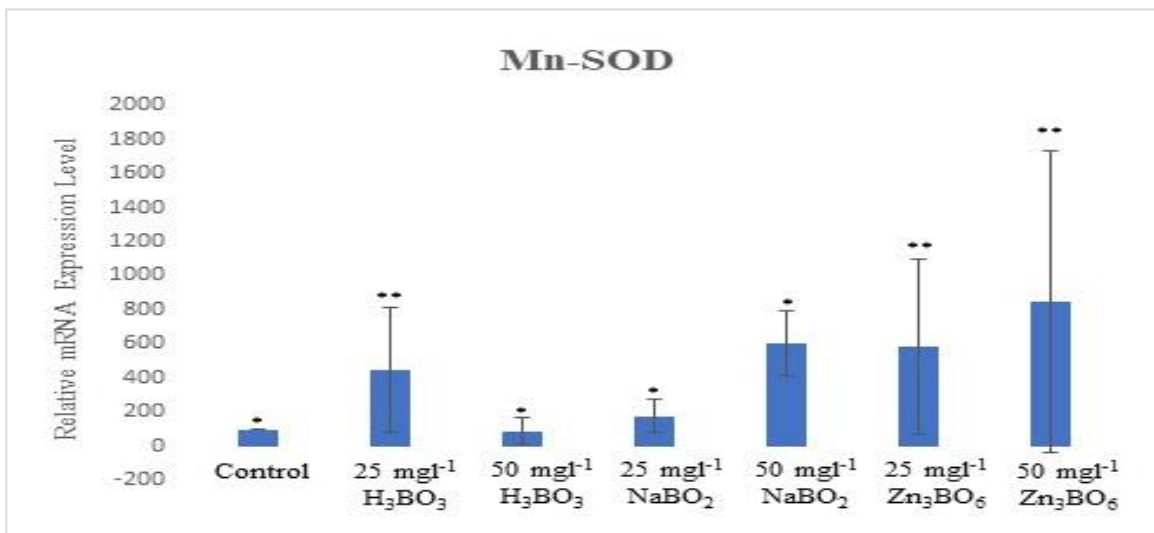


Figure 4. Relative mRNA expression levels of *Mn-SOD* gene after treatment of boron compounds (*p<0.05; ** p>0.05).

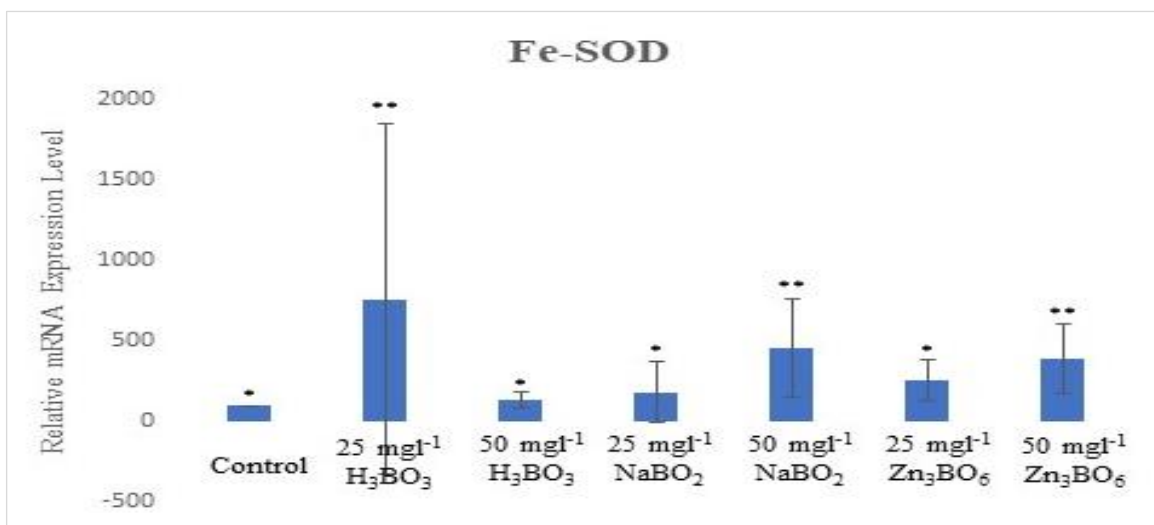


Figure 5. Relative transcription levels of *Fe-SOD* gene after treatment of boron compounds (*p<0.05; ** p>0.05).

Our current study findings are similar to the applications of boron and other salt compounds used previously. Mercan *et al.* (2022) obtained the best regeneration for *Liquidamber orientalis* from nutrient medium supplemented with 1 mg l⁻¹ disodium octaborate, and in the genetic analysis studies, all of the micro-shoots obtained were genetically stable. At the same time, the highest shoot forming capacity was obtained from the nutrient medium supplemented with 5 mg l⁻¹ sodium perborate. In addition, boron and boron salts gave effective results in protection against pathogens in plants. For example, it has been reported that boric acid and borax applications used in a study using different salts and fungicides against different fungi causing fruit rot in tomatoes significantly reduced the disease severity in tomatoes compared to the pathogen and inoculated control (Akhtar *et al.*, 1994). Shi *et al.* (2012) reported that potassium tetraborate against anthracnose disease in mango fruits decreased by 47% compared to untreated control fruits.

CONCLUSIONS

Since plants are living creatures that cannot move actively, they are affected by environmental stressors throughout their life cycle. Plants have developed physiological, morphological, biochemical and molecular defense systems to protect themselves from such stresses. It is imperative to possess adequate understanding of these systems in order to maintain plant life under dynamic climatic conditions, as well as to mitigate the effects of rising global population and hunger.

In this study, various treatments were carried out to reduce oxidative stress, which occurs as a side effect of all stress conditions. It was aimed to increase the development of the olive plant, in *in vitro* conditions which is difficult. In this context, boron, which is known to affect the ascorbate-glutathione pathway and required for plant growth, was examined for its effects on oxidative stress and relative mRNA expression via antioxidant enzymes. As a result of the data obtained, promising decreases were observed in the relative

mRNA expression levels of all genes examined after 50 mg l⁻¹ H₃BO₃ treatment of the olive plant exposed to oxidative stress *in vitro*. However, in NaBO₂ and Zn₃O₆ treatments, oxidative stress was expected to decrease or remain constant, but an increase was observed. This shows that oxidative stress in the plant increases. It can be deduced that the increase in oxidative stress increases the salinity stress due to the fact that some of the compounds used are salts, and accordingly, it resulted in an increase in oxidative stress. However, the fact that there was an increase in 25 mg l⁻¹ H₃BO₃ administration compared to the control suggests that the applied dose may also be effective. As a result, the effects of oxidative stress in olive plants grown *in vitro*, depending on the selected compounds and the applied doses, were shown at the relative mRNA expression level. Although there are statistically insignificant data in this study, it is meaningful and promising for the H₃BO₃ application of the study and will guide studies to be done in the future. More boron compounds and studies that will be carried out by varying the dosage frequencies will provide more information about the effects of the element boron on the elimination of oxidative stress.

ACKNOWLEDGMENT

This study is derived from Onur CELIK's master's thesis. This study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye 2210-C Domestic Priority Areas Graduate Scholarship Program, and the authors would like to thank the institution. In addition, authors would like to thank Muğla Metropolitan Municipality Agricultural Services Department for supports.

REFERENCES

- Agar, H., S. Galatali, D.E. Ozkaya, and E. Kaya. 2022. A Primary Study: Investigation of the *in vitro* salt stress effects on development in *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal. Glob. J. Bot. Sci. 10: 23-27.
- Akhtar, K.P., M. Martin, J.H. Mirza, A.S. Shakir, and M. Rafique. 1994. Some studies on post-harvest diseases of tomato fruits and their chemical control. Pak. J. Phytopathol. 6(2): 125-129.

- Baldoni, L., N. Tosti, C. Ricciolini, A. Belaj, S. Arcioni, G. Pannelli, M.A. Germana, M. Mulas, and A. Porceddu. 2006. Genetic structure of wild and cultivated olives in the central Mediterranean basin. *Ann Bot.* 98(5): 935-42. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl178>.
- Belaj, A., Z. Satovic, L. Rallo, and I. Trujillo. 2002. Genetic diversity and relationships in olive (*Olea europaea* L.) germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA. *Theor. Appl. Genet.* 105: 638–644. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0981-6>.
- Besnard, G., C. Breton, P. Baradat, B. Khadari, and A. Bervillé. 2001. Cultivar identification in olive based on RAPD markers. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 126: 668–675. <https://doi.org/10.21273/JASHS.126.6.668>.
- Besnard, G., J.F. Terral, and A. Cornille. 2018. On the origins and domestication of the olive: a review and perspectives. *Ann. Bot.* 121(3): 385-403. <https://doi.org/10.1093/aob/mcx145>.
- Bresciani, G., I.B.M. da Cruz, and J. González-Gallego. 2015. Manganese superoxide dismutase and oxidative stress modulation. *Adv. Clin. Chem.* 68: 87-130. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2014.11.001>.
- Caverzan, A., G. Passaia, S.B. Rosa, C.W. Ribeiro, F. Lazzarotto, and M. Margis-Pinheiro. 2012. Plant responses to stresses: role of ascorbate peroxidase in the antioxidant protection. *Stat. Appl. Genet. Mol. Biol.* 35: 1011-1019. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572012000600016>.
- Clarkson, D.T., and J.B. Hanson. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31(1): 239-298.
- Contento, A., M. Ceccarelli, M.T. Gelati, F. Maggini, L. Baldoni, and P.G. Cionini. 2002. Diversity of *Olea* genotypes and the commorigin of cultivated olives. *Theor. Appl. Genet.* 104: 1209–1216. <https://doi.org/10.1007/s00122-001-0799-7>.
- Corpas, F.J., A. Fernandez-Ocana, A. Carreras, R. Valderrama, F. Luque, F.J. Esteban, M. Rodríguez-Serrano, M. Chaki, J.R. Pedrajas, L.M. Sandalio, L.A. del Río, and J.B. Barroso. 2006. The expression of different superoxide dismutase forms is cell-type dependent in olive (*Olea europaea* L.) leaves. *Plant Cell Physiol.* 47(7): 984-994. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcj071>.
- Corpas, F.J., J.M. Palma, L.M. Sandalio, R. Valderrama, J.B. Barroso, and A. Luis. 2008. Peroxisomal xanthine oxidoreductase: characterization of the enzyme from pea (*Pisum sativum* L.) leaves. *J. Plant Physiol.* 165(13): 1319-1330. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.04.004>.
- Çiçek, S., H. Açar, S. Galatalı, and E. Kaya. 2023. Transcriptomic Analysis of AREB1 and AREB2 genes playing important roles in drought stress tolerance in tomato under in vitro drought stress. *Environ. Anal. & Ecol. Stud.* 10(5):1203-1209. <https://doi.org/10.31031/EAES.2023.10.000750>.
- Diaz-Vivancos, P., A. de Simone, G. Kiddle, and C.H. Foyer. 2015. Glutathione-linking cell proliferation to oxidative stress. *Free Radical Biol. Med.* 89: 1154-1164. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.09.023>.
- Espinosa-Leal, C.A., C.A. Puente-Garza, and S. García-Lara. 2018. *In vitro* plant tissue culture: means for production of biological active compounds. *Planta* 248(1): 1-18. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2910-1>.
- Foyer, C.H., and P.M. Mullineaux. 1998. The presence of dehydroascorbate and dehydroascorbate reductase in plant tissues. *FEBS Lett.* 425(3): 528-529.
- Galatalı, S., M.A. Balci, O. Akgüller, and E. Kaya. 2021. Production of disease-free olive seedlings with artificial intelligence and biotechnological methods. *Eur J Biol Biotechnol* 2(3): 79-84. <https://doi.org/10.24018/ejbio.2021.2.3.172>.
- Galatalı, S., N. Abdul Ghafoor, and E. Kaya. 2021. Characterization of olive (*Olea europaea* L.) genetic resources via pcr-based molecular marker systems. *Eur J Biol Biotechnol* 2(1): 26-33. <https://doi.org/10.24018/ejbio.2021.2.1.146>.
- Gill, S.S., and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol. Biochem.* 48(12): 909-930. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>.
- Guerriero, G., R. Berni, J.A. Muñoz-Sanchez, F. Apone, E.M. Abdel-Salam, A.A. Qahtan, A.A. Alatar, C. Cantini, G. Cai, J.F. Hausman, K.S. Siddiqui, S.M.T. Hernández-Sotomayor, and M. Faisal. 2018. Production of plant secondary metabolites: examples, tips and suggestions for biotechnologists. *Genes (Basel)* 9(6): 309. <https://doi.org/10.3390/genes9060309>.
- Kaya, E., and E. Yılmaz-Gokdogan. 2016. Using two retrotransposon based marker systems IRAP and REMAP for molecular characterization of Olive *Olea europaea* L. cultivars. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 44(1): 167-174.
- Kaya, E., F.V.D. Souza, J.A. dos Santos-Serejo, and S. Galatalı. 2020. Influence of dehydration on cryopreservation of *Musa* spp. germplasm. *Acta Botan. Croat.* 79(2): 99-104. <https://doi.org/10.37427/botcro-2020-024>.
- Kaya, E., R. Vatanserver, and E. Filiz. 2018. Assessment of the genetic relationship of Turkish olives (*Olea europaea* subsp. *europaea*) cultivars based on cpDNA trnL-F regions. *Acta Botan. Croat.* 77(1): 88-92. <https://doi.org/10.1515/botcro-2017-0019>.
- Kıvrak-Kıran, S., S. Galatalı, S. Yeniocak, D.E. Ozkaya, T. Mercan, S. Guldag, O. Celik, N. Abdul Ghafoor, and E. Kaya. 2021. Investigation of modified WPM medium for the best meristem proliferation of *Corylus avellana* L. *Adv. Hortic. Sci.* 35(3): 285-292. <https://doi.org/10.36253/ahsc-10536>.
- Kim, T.K. 2015. T test as a parametric statistic. *Korean J Anesthesiol* 68(6): 540-546. <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540>.
- Krumova, K., and G. Cosa. 2016. In singlet oxygen: applications in biosciences and nanosciences. pp. 1-21. In: S. Nonell., C. Flors., S. Nonell., and C. Flors (Eds.). *The Royal Society of Chemistry. United Kingdom.*
- Lambardi, M., E.A. Ozudogru, and R. Roncasaglia. 2013. *In vitro* propagation of olive (*Olea europaea* L.) by nodal segmentation of elongated shoots. *Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants* 33-44.
- Livak, K.J., and T.D. Schmittgen. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method. *Methods* 25(4): 402-408.

- Mehbub, H., A. Akter, M.A. Akter, M.S.H. Mandal, M.A. Hoque, M. Tuleja, and H. Mehraj. 2022. Tissue Culture in Ornamentals: cultivation factors, propagation techniques, and Its application. *Plants (Basel)*. 11(23): 3208. <https://doi.org/10.3390/plants11233208>.
- Mercan, T., S. Galatalı, D.E. Özkaya, O. Celik, and E. Kaya. 2022. Effects of different boron salt treatments on micropropagation and genetic stability in *in vitro* cultures of *Liquidambar orientalis* Miller. *Journal of Boron* 7(4): 521-527. <https://doi.org/10.30728/boron.1140926>.
- Murashige, T., and F.A. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*. 15: 473-497.
- Nable, R.O., G.S. Banuelos., and J.G. Paull. 1997. Boron toxicity. *Plant Soil*. 193: 181-198. <https://doi.org/10.1023/A:1004272227886>.
- Nordgren, M., and M. Fransen. 2014. Peroxisomal metabolism and oxidative stress. *Biochimie* 98: 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2013.07.026>.
- Ozden-Ciftci, Y., E.A. Ozudogru, E. Kaya ve H. Akdemir. 2010. Zeytin (*Olea europaea*) bitkisinin geçici daldırma biyoreaktör sistemleri (TIS) ile *in vitro* sürgün çoğaltımının iyileştirilmesi. *Zeytin Bilimi* 1(1): 1-6.
- Ozudogru, E.A., E. Kaya, E. Kirdok, and S. Issever-Ozturk. 2011. *In vitro* propagation from young and mature explants of thyme (*Thymus vulgaris* and *T. longicaulis*) resulting in genetically stable shoots. *In vitro Cell Dev Biol Plant* 47: 309–320. <https://doi.org/10.1007/s11627-011-9347-6>.
- Rugini, E. (1984). *In vitro* propagation of some olive (*Olea europaea sativa* L.) cultivars with different root-ability, and medium development using analytical data from developing shoots and embryos. *Sci. Hortic*. 24: 123-134 [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90143-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90143-2).
- Sharma, P., A.B. Jha, and R.S. Dubey. 2019. Oxidative stress and antioxidative defense system in plants growing under abiotic stresses. pp. 93-136. In: M. Pessarakli (Ed.). *Handbook of Plant and Crop Stress*. CRC press. 4th Edition. <https://doi.org/10.1201/9781351104609>.
- Sharma, P., R.S. Dubey. 2007. Involvement of oxidative stress and role of antioxidative defense system in growing rice seedlings exposed to toxic concentrations of aluminum. *Plant Cell Rep*. 26: 2027-2038. <https://doi.org/10.1007/s00299-007-0416-6>.
- Shi, X., B. Li, G. Qin, and S. Tian. 2012. Mechanism of antifungal action of borate against *Colletotrichum gloeosporioides* related to mitochondrial degradation in spores. *Postharvest Biol. Technol.* 67: 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.01.003>.
- Shigeoka, S., Y. Nakano, and S. Kitaoka. 1980. Metabolism of hydrogen peroxide in *Euglena gracilis* Z by L-ascorbic acid peroxidase. *Biochem. J.* 186(1): 377. Doi: 10.1042/bj1860377.
- Souza, F.V.D., E. Kaya, L. de Jesus Vieira, A. da Silva Souza, M. de Jesus da Silva Carvalho, E.B. Santos, A.A.C. Alves, and D. Ellis, 2017. Cryopreservation of Hamilin sweet orange [(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)] embryogenic calli using a modified aluminum cryo-plate technique. *Sci. Hortic*. 224: 302–305.
- SWU. 2022. qPCR primer database. Available at <https://biodb.swu.edu.cn/qprimerdb/>. Southern Wesleyan University, USA.
- Takeda, T., K. Yoshimura, M. Yoshii, H. Kanahoshi, H. Miyasaka, and S. Shigeoka. 2000. Molecular characterization and physiological role of ascorbate peroxidase from halotolerant *Chlamydomonas* sp. W80 strain. *Arch. Biochem. Biophys.* 376(1): 82-90. <https://doi.org/10.1006/abbi.1999.1564>.
- Takeda, T., K. Yoshimura, T. Ishikawa, and S. Shigeoka. 1998. Purification and characterization of ascorbate peroxidase in *Chlorella vulgaris*. *Biochimie* 80(4): 295-301. [https://doi.org/10.1016/S0300-9084\(98\)80070-9](https://doi.org/10.1016/S0300-9084(98)80070-9).
- Tanada, T. 1978. Boron—key element in the actions of phytochrome and gravity? *Planta* 143: 109-111. <https://doi.org/10.1007/BF00389059>.
- Vanderauwera, S., P. Zimmermann, S. Rombauts, S. Vandenameele, C. Langebartels, W. Gruissem, D. Inzé, and F. Van Breusegem. 2005. Genome-wide analysis of hydrogen peroxide-regulated gene expression in *Arabidopsis* reveals a high light-induced transcriptional cluster involved in anthocyanin biosynthesis. *Plant Physiol.* 139(2): 806-821. <https://doi.org/10.1104/pp.105.065896>.
- Willekens, H., S. Chamnongpol, M. Davey, M. Schraudner, C. Langebartels, M. Van Montagu, D. Inzé, and W. Van Camp. 1997. Catalase is a sink for H₂O₂ and is indispensable for stress defence in C3 plants. *The EMBO Journal* 16(16): 4806-4816. <https://doi.org/10.1093/emboj/16.16.4806>.

Elma Bahçelerinde Elma İçkurdu ve Kırmızı örümceklere Karşı Kullanılan Bazı İnsektisit ve Akarisitlerin Akdeniz Meyve Sineği, Ceratitis capitata (Diptera:Tephritidae) Üzerinde Etkileri

Mustafa Murat YEŞİLIRMAK^{1*} **Mehmet Sedat SEVİNÇ²** **Burcu YAMAN³**

^{1,2,3}*Bitki Koruma, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0001-5118-9921> ²<https://orcid.org/0000-0001-9517-7631>

³<https://orcid.org/0000-0002-7649-5260>

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

Received (Geliş tarihi): 21.03.2024 Accepted (Kabul tarihi): 24.04.2024

ÖZ: Akdeniz meyve sineği ihracatta toleransı bulunmayan ekonomik açıdan önemli bir zararlı türdür. Geniş konukçu dağılımına sahip Akdeniz meyve sineğinin bölgemizde de sıklıkla elma üretiminde ekonomik zarara neden olduğu görülmektedir. Ülkemizde elmada *Ceratitis capitata (Diptera:Tephritidae)*'ya karşı ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmayıp geçici tavsiyelerle mücadelesi yapılmaktadır. Bu sebeple çalışmada Elma içkurdu ve Avrupa kırmızı örümceğine karşı yoğun olarak uygulanan bazı insektisit ve akarisitlerin *C. capitata*'ya karşı öldürücü etkisinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır. Isparta ili Sav kasabesindeki şeftali bahçelerinden toplanıp 26°C, %60 nem koşullarındaki iklim odalarında üretimi yapılan *C. capitata* erginlerine deltamethrin, methoxyfenozide + spinetoram, indoxacarb, emamectin benzoate, tau-fluvalinate, acetamiprid + novaluron ve spiromesifen + abamectin aktif maddeleri diğer bazı zararlılar için önerilen etiket dozlarında, 5 tekrürlü, her tekrürde 30 ergin olacak şekilde daldırma yöntemi ile 2022 yılında laboratuvar testleri düzenlenmiştir. Testlerin 3. günü sonunda erginlerin ölü canlı sayımları yapılmıştır ve insektisitlerin yukardaki sırasına göre popülasyonda meydana getirdiği ölüm oranları %40, %100, %40, %56, %80, %20 ve %12 olarak belirlenmiştir. Bulgulara göre methoxyfenozide + spinetoram'ın laboratuvar koşullarında *C. capitata* erginleri üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu aktif maddelerin tarla koşullarında yapılacak denemelerle etkinliklerinin ortaya çıkarılması gereklidir.

Anahtar kelimeler: *Cydia pomonella*, elma içkurdu, *Ceratitis capitata*, akarisit, insektisit.

The Effects of Some Insecticides and Acaricides Used against Codling Moth and Spider Mites in Apple Orchards on Mediterranean Fruit Fly, Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae)

ABSTRACT: Mediterranean fruit fly is an economically important pest species that has no tolerance for export. It is observed that Mediterranean fruit fly, which has a wide host distribution, frequently causes economic damage in apple production in our region. In our country, there is no licensed plant protection product against *Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae)* in apples and it is controlled with temporary recommendations. Therefore, in this study, it was aimed to determine the lethal effect of some insecticides and acaricides applied intensively against codling moth and European spider mite against *C. capitata* under laboratory conditions. *C. capitata* adults, collected from peach orchards in Sav town of Isparta province and produced in climate chambers at 26°C, 60% humidity conditions, were applied with the active ingredients deltamethrin, methoxyfenozide + spinetoram, indoxacarb, emamectin benzoate, tau-fluvalinate, acetamiprid + novaluron and spiromesifen + abamectin, which are recommended for some other pests. Laboratory tests were carried out in 2022 with the immersion method, at label doses, in 5 repetitions, with 30 adults in each repetition. At the end of the 3rd day of the tests, dead adults were counted and the mortality rates caused by insecticides in the population were determined as 40%, 100%, 40%, 56%, 80%, 20% and 12%, according to the above order. According to the findings, it was determined that methoxyfenozide + spinetoram had the highest effect on *C. capitata* adults under laboratory conditions. However, it is necessary to reveal the effectiveness of these active substances through experiments under field conditions.

Keywords: *Cydia pomonella*, codling moth, *Ceratitis capitata*, acaricide, insecticide.

GİRİŞ

Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), geniş bir konukçu yelpazesine sahip olup, dünyada subtropikal ve ılıman iklim bölgelerinde hem üretim hem de ihracatta önemli ekonomik kayıplara neden olan multivoltine ve polifag bir zararlı türdür (Juan-Blasco ve ark., 2013). Kırsal böcek salımı, entomopatojen uygulaması vb. birçok biyoteknik ve biyolojik mücadelesi olmasına rağmen genellikle kimyasal mücadelesinde insektisitler ile ya tam kaplama ya da cezbedici insektisit karışımı ile zehirli yem kısmi dal yöntemleri kullanılmaktadır (Baronio ve ark., 2019). İnsektisitlerin yoğun olarak kullanılması seleksiyon baskısı ile *C. capitata*'nın kimyasallara direnç geliştirmesine neden olabilmektedir. *C. capitata* için Arthropod pestisit direnç veri tabanına göre günümüze kadar deltamethrin, lambda cyhalothrin ve malathion'a karşı 12 direnç vakası belirlenmiştir (Anonim, 2024). Türkiye'de turuncgiller, nar ve şeftalide piretroid, organofosfat, diamid, benzoylurea ve spinosin insektisit sınıflarından bazı aktif maddeler ruhsatlı olmasına rağmen elmada bu zararlı tür için ruhsatlı bitki koruma ürünü (BKÜ) bulunmamaktadır (BKÜ, 2024). Geniş konukçu dağılımına sahip *C. capitata*'nın ülkemizde sıklıkla elma üretiminde ekonomik zarara neden olduğu bilinmektedir. Çanakkale'de yapılan çalışmada, yaz aylarında mandalina, şeftali, kayısı ve erikte yüksek popülasyon oluşturan *C. capitata*'nın, sonbaharda nektarin, elma, ayva ve armut bahçelerine zarar yaptığı bildirilmiştir (Tiftikci, 2017). Türkiye'de elma üreticileri elma içkurdu ve diğer zararlılara karşı yoğun insektisit kullanmaktadır. Ancak elma zararlılarına ruhsatlı insektisitlerin *C. capitata*'ya karşı etkisi bilinmemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada Elma içkurdu ve Avrupa kırmızı örümceğine karşı yoğun olarak kullanılan deltamethrin, methoxyfenozide + spinetoram, indoxacarb, emamectin benzoate, tau-fluvalinate, acetamiprid + novaluron ve spiromesifen + abamectin insektisit/akarisitlerinin *C. capitata* erginlerine karşı toksisitesinin kuru rezidü test metodu ile laboratuvar koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmanın materyalini *C. capitata* bireyleri ve Golden delicious meyveleri, 6 çeşit insektisit, 1 çeşit akarisit, 5 L hacminde plastik küvetler, organze kumaş tül, 2000 ve 500 cc. hacminde sızdırmaz kaplar, 9 cm çapında petri kapları, kurutma kağıdı, pamuk, ince samur fırça ve 1 L beher oluşturmaktadır.

Ceratitis capitata üretimi

C. capitata larvaları 20 Temmuz 2022 tarihinde Isparta ili Sav kasabesindeki şeftali bahçesinden toplanarak Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ndeki iklim odalarında kültüre alınmıştır. *C. capitata*'nın biyolojik kriterlere dayalı teşhisinde Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO) teşhis protokolü referans alınmıştır (EPPO, 2011). *C. capitata* kitle üretimi 25±1 °C sıcaklık, % 60-65 orantılı nem ve 16:8 aydınlık: karanlık koşullara sahip iklim odalarında kapağı kesilerek tül ile kapatılmış şeffaf plastik kutular kullanılarak yapılmıştır. Ergin döneme geçen bireyler emgi tüpü yardımıyla toplanarak plastik kafeslere 50'şer adet aktarılmış ve beslenebilmeleri için %10 şeker, %5 maya ve %85 su karışımı kafeslere koyulmuştur. Bireylerin yumurta bırakması ve üretimin devamlılığını sağlamak için Golden Delicious çeşit elmalar meyveleri her gün yenileri ile değiştirilmiştir. Ergin döneme gelen bireyler daldırma testi denemelerinde kullanılmıştır.

Ceratitis capitata erginlerinde daldırma testleri

Toksosite testlerinde Baronio ve ark., (2019) tarafından tarif edilen daldırma metodu kullanılmıştır. Elma içkurdu ve Avrupa kırmızı örümceğine ruhsatlı farklı etki mekanizmasına sahip bazı tekli ve iki aktif maddeli insektisit/akarisit formülasyonları ve ruhsat dozları Çizelge 1'de gösterilmiştir. İlaçlar, içerisinde steril su bulunan 1 L'lik beherlerde önerilen etiket dozunda hazırlandıktan sonra 9 cm'lik petriyelerin alt ve üst kapağı 10 saniye boyunca karışıma daldırılmıştır. 1 saat kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra erginler +4 °C'de derin dondurucuda 5 dk boyunca bekletilip hareketsiz kalması sağlanmıştır. Her petriye 30'ar adet *C. capitata* ergini aktarılmıştır. Petriyelerin üst kapağına

3 cm hava deliği açılmıştır. Parafilmle petrilerin çevresi kapatılmıştır. Kontrolde, sadece steril su kullanılmıştır. Her petriye erginlerin beslenmesi için küp şeker ve pamuğa emdirilmiş steril su koyulmuştur. Denemeler 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 30 *C. capitata* ergini olacak şekilde toplamda 150 ergin olarak kurulmuştur. Deneme kurulduktan 72 saat sonra ölü-canlı sayımları yapıp Abbott formülüne göre yüzde ölüm değerleri belirlenmiştir (Abbott, 1925).

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan ilaçların aktif madde ve ticari formülasyon isimleri ve dozları.

No.	Active Ingredient	Aktif Madde g/L
1	Deltamethrin	0,38 g
2	Methoxyfenozide + Spinetoram	7,5+1,5 g
3	Indoxacarb	5,25 g
4	Emamectin benzoate	2 g
5	Tau-fluvalinate	7,2 g
6	Acetamiprid + Novaluron	4+5 g
7	Spiromesifen + Abamectin	8+0,4 g

Verilerin analizi

Çalışmada test edilen aktif maddelerle *C. capitata* için elde edilen yüzde ölüm ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla önce Shapiro-Wilk normallik testi uygulandıktan sonra tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Daha sonra ortalamalar arasındaki farkı belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ($P<0.05$). İstatiksel analizler SPSS version 23.0 paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir (IBM Corp., 2010).

BULGULAR VE TARTIŞMA

C. capitata erginleri daldırma testleri ile ilaçların kuru kalıntılarına maruz bırakılmıştır. Deneme sonucu yüzde ölüm değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. Çalışma kapsamında test edilen aktif maddeler arasında, methoxyfenozide + spinetoram %100 ölüme yol açarak en etkilisi bulunmuştur. Bunu tau-fluvalinate %80 ölüm oranı ile izlemiştir. İstatistik analizi sonuçlarına göre bu iki aktif madde aynı grupta yer almış ve diğer aktif maddelerden istatistiki olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P<0,05$). Emamectin benzoate, indoxacarb, deltamethrin,

acetamiprid + novaluron ve spiromesifen + abamectin insektisitleri sırasıyla %56, %40, %40, %20 ve %12 ölüm oranları belirlenmiştir. Emamectin benzoate, indoxacarb ve deltamethrin insektisitlerinin yüzde ölüm değerleri kontrol ile kıyaslandığı zaman istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Sadece acetamiprid + novaluron ve spiromesifen + abamectin insektisitleri kontrol ile kıyaslandığında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Aynı tür üzerinde Baronio ve ark., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada *C. capitata* erginlerine topikal aplikasyon metodu ile acetamiprid, abamectin, deltamethrin ve spinetoram aktif maddeleri için elde edilen ölüm değerleri sırasıyla %24, %69, %70 ve %100 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde methoxyfenozide + spinetoram aktif maddesi %100 ölüm oranına neden olmuştur. Spinetoram ile methoxyfenozide karışımının yalnız spinetoram’ın *C. capitata*’ya uygulanması ile kıyaslandığında ise etkisini değiştirmedığı sonucuna ulaşabiliriz. Fakat zararlı türün mevcut çalışmada kalıntı testine maruz bırakıldığı, Baronio ve ark., (2019)’un çalışmasında ise topikal uygulamaya maruz bırakıldığı ve kullanılan böcek popülasyonlarının duyarlılık bakımından farklı olabileceği unutulmamalıdır. Çalışmamızda deltamethrin testinde elde edilen etki (%40) Baronio ve ark. (2019)’nın aynı aktifle elde ettiği etki (%70)’den daha düşük bulunmuştur. Literatürde Tephritidae familyasındaki farklı türlerde birçok toksisite çalışması bulunmaktadır. Margaritopoulos ve ark. (2008) tarafından Yunanistan’da yapılan bir çalışmada çeşitli dozlarda alpha-cypermethrin’in topikal uygulamasının Zeytin sineği, *Bactrocera oleae* (Rossi)’nin yirmi popülasyonu arasında etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Morelli ve ark., (2012) tarafından mango bahçelerinde zararlı *C. capitata* erginlerinde 6 g /100 L acetamiprid aktif maddesinin %93 ölüme neden olduğunu belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise acetamiprid + novaluron karışımı %20 ölüm oranı ile etkisiz bulunmuştur. Farklı bir türde yapılan bir diğer çalışmada ise *Bactrocera dorsalis* (Hendel), acetamiprid uygulamasından 24-72 saat sonra sadece %60-80 oranında ölüme neden olmuştur (Chuang ve

Hou, 2008). Bizim çalışmamızda ise *C. capitata*'da ölüm oranının düşük çıkmasının acetamiprid'e direnç geliştirmiş olmasından kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Reynold ve ark., (2017) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise bizim sonuçlara benzer şekilde acetamiprid insektisitinin şeftali bahçelerinden toplanan *Bactrocera tryoni* popülasyonunda %43,3 ölüm oranı ile düşük etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Emamectin benzoate'nin ise %88,3 ölüm belirlenirken bizim çalışmamızda %56 ölüm oranı belirlenmiştir.

Baronio ve ark., (2019) tarafından abamectin *C. capitata*'da %69 ölüm oranı ile bizim çalışmamızdan daha yüksek çıkmasının nedeni spiromesifen aktifinin daha çok akarlar üzerinde etkili olup abamectin'in etkisini azaltmış olabileceği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda söz konusu araştırmacının abamectin'i laboratuvarda üretilen hassas popülasyonda denemiş olması bizim ise denemede kullandığımız popülasyon yoğun insektisit uygulanan bahçelerden toplanmıştır. Bu yüzden Isparta'dan toplanan popülasyonun abamectin'e direnç geliştirmiş olma ihtimali yüksektir.

Çizelge 2. Laboratuvar testlerinde *Ceratitıs capitata*'nın yüzde ölüm değerleri

Table 2. Percent mortality of *Ceratitıs capitata* in laboratory tests

No.	Aktif Madde Active Ingredient	Pestisit Sınıfı Pesticide Class	Güven Aralığı (%95) Confidence Interval (%95)	Yüzde Ölüm±SH Percent Death±SE
1	Kontrol	Steril su	0-0	0,00 ± 0,00 a
2	Spiromesifen + Abamectin	Akarisit	5-18,9	12,00 ± 2,5 a
3	Acetamiprid + Novaluron	İnsektisit	14,13-25,83	20,00 ± 2,1 ab
4	Deltamethrin	İnsektisit	32,23-47,73	40,00 ± 2,7 bc
5	Indoxacarb	İnsektisit	26,9-53,07	40,00 ± 4,7 bc
6	Emamectin benzoate	İnsektisit	14,77-97,2	56,00 ± 4,83 cd
7	Tau-fluvalinate	İnsektisit	74,13-85,83	80,00 ± 2,1 de
8	Methoxyfenozide + Spinetoram	İnsektisit	100 – 100	100,00 ± 0,00 e

*Tukey çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütun altındaki farklı harfler istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

*According to the Tukey multiple comparison test, different letters under the same column are statistically significant ($P<0.05$).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde elmada *C. capitata* için ruhsatlı aktif maddeler bulunmadığı için, bu çalışma ile ortaya çıkan bulgular gerekli görüldüğü durumda ileride yapılacak olan ruhsata esas denemeler için hangi aktif maddelerin ne düzeyde etki potansiyeline sahip olduğu konusunda bir basamak oluşturması bakımından önem arz etmektedir. Bulgulara göre methoxyfenozide + spinetoram ve tau-fluvalinate aktif maddeli ilaçların laboratuvar koşullarında *C. capitata* erginleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, bu aktif maddelerin bahçe koşullarında yapılacak

denemelerde de etkinliklerinin belirlenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Ayrıca spiromesifen + abamectin, acetamiprid + novaluron, deltamethrin, indoxacarb ve emamectin benzoate aktif maddelerinin etkilerinin düşük çıkması, *C. capitata*'nın bu ilaçlara karşı direnç geliştirmiş olabileceği şüphesini uyandırmıştır. Bu yüzden gelecekte direnç çalışmaları yapılması önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmaya altyapı ve materyal desteği sağlayan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265–267.
- Anonim. 2024. Arthropod Pestisit Veri Tabanı. Available at <https://pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=90>
- BKÜ. 2024. Bitki Koruma Ürünü Veri Tabanı. Available at: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/1059>
- Baronio, C. A., D. Bernardi, I. X. Schutze, M. M. Baldin, R. Machota, F. R. M. Garcia, and M. Botton. 2019. Toxicities of insecticidal toxic baits to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): implications for field management. *J. Econ. Entomol.* 112 (6): 2782-2789.
- Chuang, Y.Y., and R. F. Hou. 2008. Effectiveness of attract-and-kill systems using methyl eugenol incorporated with neonicotinoid insecticides against the Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 101:352–359
- EPPO. 2011. Diagnostics: *Ceratitis capitata*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 41(3):340-346.
- IBM Corp. 2010. SPSS Statistics for Windows. IBM Corp, Armonk, NY.
- Juan–Blasco, M., B. Sabater–Muñoz, R. Argilés, J. A. Jacas, F. Ortego, and A. Urbaneja. 2013. Effects of pesticides used on citrus grown in Spain on the mortality of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) Vienna-8 strain sterile males. *J. Econ. Entomol.* 106 (3): 1226-1233.
- Margaritopoulos, J. T., G. Skavdis, N. Kalogiannis, D. Nikou, E. Morou, P. J. Skouras, J. A. Tsitsipis, and J. Vontas. 2008. Efficacy of the pyrethroid alpha-cypermethrin against *Bactrocera oleae* populations from Greece, and improved diagnostic for an iache mutation. *Pest Manag. Sci.* 64: 900–908.
- Morelli, R., B. A. J. Paranhos, and M. L. Z. Costa. 2012. Eficiência de Etofemproxie Acetamiprido no controle de mosca-do-Mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de manga. *Bioassay.* 7: 1–4.
- Reynolds, O. L., T. J. Osborne, and I. Barchia. 2017. Efficacy of chemicals for the potential management of the Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). *Insects.* 8: 1–17.
- Tiftikçi P. 2017. Çanakkale’de Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)’nın genel durumunun değerlendirilmesi. II. Çanakkale Tarımı Sempozyumu Bildirileri, 14-15 Aralık 2017. Çanakkale, s. 108.

Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Genotiplerinin *Alternaria* Yaprak Lekesi (*Alternaria carthami* Chowdhury) Hastalığına Karşı Dayanıklılık Düzeylerinin Doğal Koşullar Altında Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma

Hasan KOÇ^{1*}  **Atalay KILINÇ²**  **Birol ERCAN³** 

^{1,2,3}**Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya/ TÜRKİYE**

¹<https://orcid.org/0000-0003-1728-070X>

²<https://orcid.org/0000-0001-5729-2903>

³<https://orcid.org/0000-0003-2203-5389>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): koc175@hotmail.com

Received (Geliş tarihi): 30.01.2024 Accepted (Kabul tarihi): 23.05.2024

ÖZ: Bu çalışmada, aspir ıslah çalışmaları kapsamında, melezleme ile geliştirilen 14 genotip ve 5 tescilli çeşidin (Koç42, Dinçer, Balcı, Linas, Göktürk) 2022 ve 2023 yıllarında doğal tarla şartları altında *Alternaria* yaprak lekesi hastalığına karşı dayanıklılık bakımından durumları incelenmiştir. Denemeler, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Hastalık gözlemleri çiçeklenme sonrası yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, doğal koşullarda gerçekleşen *Alternaria* yaprak lekesi hastalığına karşı Koç42, Linas, Dinçer, Göktürk tescilli aspir çeşitleri birinci yıl orta hassas tepki gösterirken, ikinci yıl hassas olarak reaksiyon vermişlerdir. İleri kademe hatlar birinci yıl 4 adedi, ikinci yıl ise 10 adedi hassas olarak değerlendirilmiştir. Yaprak lekesine dayanıklılık durumunu gözlemlendiği hastalık şiddeti değerleri, varyans analiz sonuçlarına göre yıllar arasında önemli farklılık göstermiştir. Yıllar arasındaki bu farklılıkların iklim değerlerindeki farklılıklardan, özellikle nispi nem ve yağıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, yağış ve nispi nemnin arttığı ikinci yıl hastalık şiddeti de artmıştır. Özellikle dört genotip (BD17, BD10, BD21, BD23) her iki yılda da orta hassas olarak değerlendirilerek yaprak lekesi hastalığına dayanıklılık bakımından ümitvar bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Alternaria*, aspir, dayanıklılık, ıslah.

A Preliminary Study to Determine the Resistance Levels of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Genotypes to *Alternaria* Leaf Spot (*Alternaria carthami* Chowdhury) under Natural Conditions

ABSTRACT: In this study, 14 genotypes and 5 registered varieties (Koç42, Dinçer, Balcı, Linas, Göktürk) developed by crosses in safflower breeding studies were tested for resistance to *Alternaria* leaf spot disease under natural field conditions in 2022 and 2023. The experiments were conducted in the experimental field of Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute according to the randomized blocks design with four replications. Disease observations were made after flowering. According to the results of the research, Koç42, Linas, Dinçer, Göktürk safflower cultivars showed medium sensitive reaction against *Alternaria* leaf spot disease in the first year and sensitive reaction in the second year. In the first year 4 of the advanced lines and in the second year 10 of them were scored as susceptible. According to the results of the variance analyses, the disease severity scores in which leaf spot resistance was observed showed significant differences between years. It is suggested that these differences between years are due to differences in climatic values, particularly relative humidity and rainfall. In fact, disease severity increased in the second year as rainfall and relative humidity increased. In particular, four genotypes (BD17, BD10, BD21, BD23) were rated as moderately susceptible in both years and were considered promising for resistance to leaf spot.

Keywords: *Alternaria*, safflower, resistance, breeding.

GİRİŞ

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) en önemli bitkisel yağ ve biyoenerji kaynaklarından biridir. Kuraklık ve tuzluluğa karşı yüksek toleransı nedeniyle aspir, umut verici bir alternatif ürün olma özelliğini korumaktadır (Erbaş ve ark.,2016). Aspir tarımının en önemli sorunları düşük verim ve düşük yağ içeriğidir. Bu nedenle, bitki ıslahı çalışmalarında çoğunlukla yetiştiricilerin ve endüstrinin taleplerini karşılamak için yüksek tohum verimi ve daha fazla yağ içeriğine sahip yeni aspir çeşitlerinin geliştirilmesine odaklanılmıştır (Koç, 2021).

Aspir ıslahının amacı yüksek tohum verimi ve yağ içeriğine sahip, abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklı genotipler elde etmektir. Aspir tarımında *Alternaria* yaprak lekesi hastalığı (*A.carthami* Chowdhury) yoğun olarak görülmektedir ve aspirin en şiddetli ve yaygın hastalığıdır. Bu hastalıkta aspir bitkisinin çiçeklenme öncesi dönemde yaprak ve çiçek braktelerinde yuvarlak kahverengi lekeler meydana getirir. Hastalığın, aspir tohumunun kalitesini düşürdüğü ve % 50'ye varan verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (İndi ve ark.,1988; Herdrich, 2001).

Alternaria aspirde tohum kaynaklı bir patojendir. Hastalığın ortaya çıkmasında tohum kaynağının, sıcaklığın ve toprak neminin önemli etkisi vardır (Mundel ve ark.,1997).

Hastalığın tipik belirtileri; yapraklarda ve gövdede düzensiz nekrotik lezyonlar şeklinde görülür. Meydana gelen koyu nekrotik lezyonlar ilk olarak hipokotillerde ve kotiledonlarda görülmeye başlar ve 2-5 mm çapında olur. Olgun bitkide ise, yapraklar üzerinde 1-2 mm'lik koyu kahverengi konsantrik lekeler görülür ve bunlar sonra büyük lezyonlara dönüşür (Mortensen, 1983).

Yağışın yoğun ve nemin yüksek olduğu yıllarda, hastalık yapraklarda, çiçek braktelerinde, kapitula ve tohumlarda ciddi zararlara neden olabilmektedir. Tohumların bu patojen ile enfekte olduğu zamanlarda çimlenme ve fide canlılığında azalma görülür (Mortensen ve ark., 1983).

Yağış, sıcaklık ve bağıl nemin ile hastalık gelişimi arasında pozitif bir korelasyon olduğu, %80'in üzerindeki yüksek nemin ve 21°C ila 32°C aralığındaki sıcaklığın enfeksiyonu arttırdığı bilinmektedir (Gud ve ark., 2008).

Aspirde *Alternaria* yaprak lekesi hastalığının kimyasal mücadelesi büyük ölçüde hexaconazole, mancozeb gibi fungusitlerin entegrasyonu ile gerçekleştirilmektedir (Kumar ve ark., 2009; Mohmmad ve ark., 2016). Murumkar ve ark., (2008) yılında yaptıkları çalışmada aspirde *Alternaria* yaprak lekesinin etkili ilaçlı mücadele için, carbendazim etken maddeli ilaçların da etkili olduğunu, hastalık görüldüğünde ilk ilaçlamadan 15 gün sonra ve çiçeklenme/tohumlama aşamasında, özellikle uygun iklim koşullarında (yağmurlar alındıysa / nem oranı %80'in üzerindeyse) ihtiyaca göre ilaçlamaların yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada; aspir genotiplerinde *Alternaria* yaprak lekesi hastalığının çiçeklenmeden 7 gün önce başladığı tespit edilmiştir. Bu hastalığa karşı fungusit uygulamasının çiçeklenme öncesinden başlayıp, 14 gün arayla uygulanması gerektiği ve hastalığın tohum veriminde yaklaşık %30 verim düşüşüne sebep olduğu bildirilmiştir (Bergman ve ark., 2005). Dünya'da *Alternaria* yaprak lekesi hastalığının kimyasal mücadelesinine yönelik çalışmalar sürdürülürken, Türkiye'de halihazırda aspirde *alternaria* yaprak lekesi hastalığına karşı kimyasal mücadele için ruhsatlandırılmış bir ilaç bulunmamaktadır.

Alternaria yanıklık hastalığına karşı aspir dayanıklılık ıslah çalışmalarında ise şimdiye kadar istenen seviyeye ulaşmamıştır (Vijaya Kumar ve ark., 2008).

Görünüşte sağlıklı aspir tohumlarının %84'ünün çeşitli yoğunluklarda *A.carthami* C. ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Hastalıktan ari tohum elde etmek için temiz ve kuvvetli tohum kaynaklarının kullanılması önem arz etmekte ve bunu sağlamak için tohumların düşük nemli ortamlarda üretilmesi gerekmektedir (Borkar ve Shinde,1989).

Türkiye koşullarında yaprak lekesi hastalığı, yağışlı, sıcaklık ve yüksek nispi nem ilişkilerine bağlı olarak

görülebilmektedir. Toplam yağış miktarı hastalığın bulunma oranını ve şiddetini önemli ölçüde etkilemektedir (Bayar ve ark., 2022). Hastalığın kontrolünde kabul edilebilir düzeyde dayanıklı çeşitlerin kullanımı öncelikle tercih edilmelidir. Prasad ve Anjani (2005) tarafından Hindistan'da aspir yaprak leke hastalığı (*A. carthami*)'na dayanıklı kültür aspir (*C. tinctorius* L.) çeşidi geliştirmek için bir çalışma yürütülmüştür. Yapılan çalışmada bu hastalığa dayanıklı yabani türlerden *C. palaestinus*, *C. lanatus*, *C. Creticus* ve *C. turkestanicus* türleriyle *C. tinctorius* kültür türünü melezlenmiş ve aspir yaprak leke hastalığına dayanıklı hatlar elde edilmiştir.

Kimyasal ilaçların ekonomik maliyeti, çevre ve insan sağlığına verdiği zararlar dikkate alındığında hastalığa dayanıklı çeşit ve hatların geliştirilmesi önem arz etmektedir. Melezleme ıslahında dayanıklı çeşit geliştirebilmek için öncelikle dayanıklı ebeveynler geliştirilerek bunların ıslah programında kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, verim denemesi kademesine gelmiş ileri kademe aspir hatlarının ve standart olarak kullanılan 5 çeşidin (Göktürk, Koç42, Balcı, Linas,

Dinçer) doğal epidemi koşullarında *Alternaria* (yaprak lekesi) hastalığına karşı dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde aspir ıslah çalışmaları kapsamında, melezleme ile geliştirilen 14 genotip (Çizelge 1) ve 5 tescilli çeşit (Koç42, Dinçer, Balcı, Linas, Göktürk) ile 2022 ve 2023 yıllarında yürütülmüştür. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 1,2 m x 5 m boyutunda ve parsel alanı 6,0 m² olacak şekilde deneme mibzeri ile ekim yapılmıştır. Ekim, her iki yılda da Nisan ayının ilk haftasında yapılmıştır. Ekimde sıra arası 20 cm olarak ayarlanmıştır. Hasat, Ağustos ayının son haftasında parsel alanının tamamında (6,0 m²) parsel biçerdöveriyle yapılmıştır.

Enstitü deneme arazisinde yer alan meteoroloji istasyonundan elde edilmiş, bu üretim dönemine ait bazı iklimsel veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge1. Araştırmada kullanılan genotiplerin pedigrileri ve bazı özellikleri.
Table1. Pedigrees and some characteristics of the genotypes used in the study.

Genotip Genotype	Pedigri Pedigree	Özellik Feature	Çiçek rengi Flower Colour	Dikenlilik Spikiness
G1 (BD10)	PI 560172/PI 525458	Yüksek Yağ Oranı (%38,6)	Sarı	Dikenli
G2 (BD11)	Göktürk/PI 306686	Yüksek Yağ Oranı (%38,1)	Kırmızı	Dikenli
G3 (BD12)	PI 560172/PI 537606	Yüksek Yağ Oranı (%37,7)	Sarı	Dikenli
G4 (BD13)	PI 537606/Linas	Yüksek Yağ Oranı (%37,6)	Kırmızı	Dikenli
G5 (BD14)	PI 537665/Dinçer	Yüksek Yağ Oranı (%37,6)	Kırmızı	Az Dikenli
G6 (BD15)	PI 537607/Göktürk	Yüksek Yağ Oranı (%37,9)	Sarı	Dikenli
G7 (BD16)	PI 560172/PI 537703	Yüksek Yağ Oranı (%38,6)	Sarı	Dikenli
G8 (BD17)	PI 537110/PI 544018	Yüksek Yağ Oranı (%38,6)	Sarı	Az Dikenli
G9 (BD18)	PI 306686/PI537665	Yüksek Yağ Oranı (%38,9)	Sarı	Dikenli
G10 (BD19)	PI 401584/PI 537110	Yüksek Yağ Oranı (%38,7)	Sarı	Dikenli
G11 (BD20)	PI 401589/PI 537110	Yüksek Yağ Oranı (%39,6)	Sarı	Dikenli
G12 (BD21)	PI 401589/PI 537607	Yüksek Yağ Oranı (%39,2)	Sarı	Az Dikenli
G13 (BD23)	PI 451952/ PI 537598	Yüksek Yağ Oranı(%37,6)	Sarı	Dikenli
G14 (BD24)	PI 537702/Dinçer	Yüksek Yağ Oranı((%38,0)	Kırmızı	Dikenli

Çizelge2. 2022-2023 Yılı aspir vejetasyon devresine ait iklim verileri.#

Table 2. 2022-2023 Climate data for safflower growing season.#

Yıllar/Years	Sıcaklık (°C) Temperature			Yağış (mm) Precipitation			Nispi Nem (%) Humidity			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023		
Aylar/Months	Mak. Max	Min. Min.	Ort. Mean	Mak. Max	Min. Min.	Ort. Mean	Toplam Total	Toplam Total	Ort. Mean	Ort. Mean
Nisan	30,2	-6,5	11,8	24,7	-2,8	7,4	7,4	25,2	41,0	63,0
Mayıs	33,4	1,8	17,6	28,3	-0,9	14,7	23,4	52,2	56,0	66,0
Haziran	33,3	9,6	21,4	33,1	8,9	19,4	28,4	85,0	52,0	65,0
Temmuz	35,7	10,3	23,0	38,9	10,5	24,3	1,6	4,0	39,0	34,0
Ağustos	36,4	6,3	21,3	41,4	10,4	26,4	5,6	0	40,0	31,0

#Meteorolojik Veriler enstitü arazisinde bulunan meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

#The meteorological data have been taken from the meteorological station located on the land of the Institute.

Baytekin ve Babaoğlu (2021), hastalık okumalarının çiçeklenme sonrası ve tohum bağlama evresinde yapılmasının uygun olduğunu belirtmiştir. Çalışmada da hastalık gözlemleri bir defa çiçeklenme sonrası, her parselden 5 bitkiden olacak şekilde yapılmıştır.

Hastalık okumaları 1-5 hastalık değerlendirme skalasına göre (Baytekin ve Babaoğlu, 2021) yapılmıştır (Çizelge3).

Çizelge3. Aspirde alternaria yaprak lekesi hastalığı skalası.

Table3. Alternaria leaf spot disease scale in safflower.

1 -Dayanıklı	Yaprakta %0 leke
2-Orta Dayanıklı	Yaprağın % 1-10'u leke
3-Orta Hassas	Yaprağın % 11 – 20'si leke
4 -Hassas	Yaprağın % 21 – 50'si leke
5 –Yüksek Hassas	Yaprağın % 50'den fazlası

Gözlem sonucu elde edilen etki değerlerine Townsend-Heuberger formülü uygulanarak % hastalık şiddetleri elde edilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943; Baytekin ve Babaoğlu, 2021).

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\sum [(n \cdot v) / N \cdot Z]}{100}$$

n: Her bir sınıftaki Etki değerinde bitki sayısı

v: Her bir sınıf karşılığı Etki değeri

N: Gözlenen toplam yaprak sayısı *Z*: En büyük Etki değeri

Çiçeklenme devresinde yaprak lekesine hassas aspir bitkisinin görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir.

Elde edilen verilerin varyans analizi JMP Pro13 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile analiz edilmiştir.



Şekil 1. Aspirde çiçeklenme devresinde Alternaria yaprak lekesi hastalığı görünümü.

Figure 1. Appearance of Alternaria leaf spot on safflower at flowering stage.

BULGULAR VE TARTIŞMA

2022-2023 yılları birleştirilmiş varyans analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre enfeksiyon şiddeti bakımından yıllar arasındaki fark % 1 önem seviyesinde, hatlar ve hat x yıl interaksiyonu % 5 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. 2022-2023 yılları enfeksiyon şiddeti değerlerinin yılların birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.

Table 4. Combined variance analysis results of infection severity values of 2022-2023.

Varyasyon Kaynağı Source of Variation	SD		Pr>F
	Degrees of Freedom	KO Mean Square	
Genel (Total)	151	100,3	
Yıllar (Years) Tekrarlar (Replication)	1	3223,6	<0001**
Hatlar (Genotypes) Hat X Yıl (GenotypesxYear)	3	34,4	0,5062
Hata (Error)	18	76,1	0,0442*
	18	86,5	0,0174*
	111	44,0	

**P<0,01:Önemli (%1), *P<0,05: Önemli(%5) SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler ortalaması

**P<0.01: Significant (1%), *P<0.05: Significant (5%)

Genotiplerin ve standart çeşitlerin 2022 ve 2023 yıllarına ait yaprak lekesi hastalık şiddeti, enfeksiyon katsayısı, hastalık reaksiyonu durumları Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre 2022 yılında 19 genotipten sadece 4 genotip hassas olarak değerlendirilirken, 2023 yılında standart çeşitlerde dahil olmak üzere toplam 15 genotip hassas olarak tespit edilmiştir. Her iki yılda da 4 adet genotip (BD17, BD10, BD21, BD23) orta hassas olarak gözlemlenmiştir. Standart çeşitler ise birinci yıl (2022) orta hassas olarak değerlendirilirken, ikinci yıl (2023) hassas olarak değerlendirilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4) de yıllar arasında önemli farklılık tespit edilmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılıklar iklim değerlerindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Nitekim, iklim değerleri incelendiğinde sapa kalkma ve çiçeklenme başlangıcı olan Mayıs ve Haziran ayı sıcaklıkları 2022 yılında maksimum 33,4 ve 33,3 °C olurken 2023 yılında 28,3 ve 33,1 °C olmuştur (Çizelge2). Her iki yıl sıcaklıkları da, Gud ve ark. (2008) tarafından bildirilen hastalığın optimum oluşma sıcaklığı olan 21-32 °C ye yakın değerlerdir. Her iki yılda da sıcaklıkların yakın değerlerde olmasına rağmen, 2023 yılında daha fazla (15 genotip) genotipin hassas sınıfta değerlendirilmesinin en önemli nedeni yağış ve nispi nemdir. 2022 yılında Mayıs ayında toplam yağış 23,4 mm, Haziran ayında ise 28,4 mm olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılında ise mayıs ayında toplam yağış 52,2 mm, haziran ayında 85 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge2).

Nispi nem değerleri ise 2022 yılı Mayıs ve Haziran ayında ortalama olarak sırasıyla % 56 ve %52 olarak tespit edilirken,2023 yılında bu değerler %66 ve %65 olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılında yağış ve nispi nemin daha yüksek olması genotiplerin hastalığa dayanıklılık yönünden daha iyi değerlendirilmesine imkân sağlamıştır. Bunun yanında her iki yılda da sıra arası mesafesinin dar tutulması nedeniyle parsellerde gölgeleme sonucu, havalanmanın az olması ve nemli ortam oluşması hastalık oluşumuna sebep olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlar, Mortensen ve ark. (1983) ve Gud ve ark. (2008)'in uygun sıcaklıkla birlikte yüksek nispi nemin hastalığı teşvik ettiği yönündeki tespitleriyle uyumludur.

Çizelge 5. Çeşit ve genotiplerin hastalık durumları.
Table 5. Disease status of genotypes.

Sıra No Sequence Number	Genotip Genotype	Hastalık Şiddeti(%) Disease Severity(%)		Enfeksiyon Katsayısı.* (1-5) Infection Coefficient.* (1-5)		Hastalık Reaksiyonu Disease Reaction	
		2022	2023	2022	2023	2022	2023
1	BD13	27,5 ^a	32,5 ^{abc}	3	4	Hassas (S)	Hassas (S)
2	BD16	25,0 ^{ab}	30,0 ^{bcd}	3	3	Hassas (S)	Hassas (S)
3	BD18	25,0 ^{ab}	30,0 ^{bcd}	3	3	Hassas (S)	Hassas (S)
4	BD12	22,5 ^{abc}	25,0 ^{cde}	3	3	Hassas (S)	Hassas (S)
5	BD17	17,5 ^{abc}	20,0 ^e	3	2	Orta Hassas (MS)	Orta Hassas (MS)
6	BD14	20,0 ^{abc}	27,5 ^{b-e}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
7	BD15	20,0 ^{abc}	27,5 ^{b-e}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
8	BD19	20,0 ^{abc}	32,5 ^{abc}	2	4	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
9	BD20	20,0 ^{abc}	26,2 ^{b-e}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
10	Göktürk	20,0 ^{abc}	25,0 ^{cde}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
11	BD24	18,7 ^{abc}	32,5 ^{abc}	2	4	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
12	Linas	17,5 ^{bc}	32,5 ^{abc}	2	4	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
13	BD11	17,5 ^{bc}	23,7 ^{cde}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
14	Dinçer	17,5 ^{bc}	35,0 ^{ab}	2	4	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
15	Koç42	17,5 ^{bc}	25,0 ^{cde}	2	3	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
16	BD10	16,2 ^{bc}	17,5 ^e	2	2	Orta Hassas (MS)	Orta Hassas (MS)
17	BD21	15,0 ^c	15,0 ^e	2	2	Orta Hassas (MS)	Orta Hassas (MS)
18	BD23	15,0 ^c	17,5 ^e	2	2	Orta Hassas (MS)	Orta Hassas (MS)
19	Balcı	13,7 ^c	35,0 ^{ab}	2	4	Orta Hassas (MS)	Hassas (S)
	LSD	9	10				
	CV %	30	25				

Özellikle dört genotipin (BD17, BD10, BD21, BD23) her iki yılda da orta hassas olarak değerlendirilmiş ve yaprak lekesine dayanıklılık açısından diğer genotiplerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, doğal koşullarda gerçekleşen Alternaria (yaprak lekesi) hastalığına karşı Koç42, Linas, Dinçer tescilli aspir çeşitlerinin mevcut hastalık popülasyonuna karşı hassas tepki gösterdiği tespit edilmiştir. İleri kademe hatlardan 15 hat hassas ve geri kalan 4 hat orta hassas olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Baytekin ve Babaoğlu (2021) 39 aspir genotipinde, Pawar ve ark. (2017), 16 aspir genotipinde tarla koşullarında yaptıkları çalışmada

yaprak lekesi hastalığına karşı hiçbir hattın dayanıklı olmadığını belirlemişler; hatların tepkilerinin orta dayanıklı ile hassas arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu araştırma da hatlardan hiçbir yaprak lekesi hastalığı yönünden dayanıklı ve orta dayanıklı sınıfa girememiştir. Çalışmaların doğal tarla koşullarında yapılması sebebiyle araştırma yerlerinin değişik çevre faktörlerine sahip olması ve farklı genotiplerin kullanılması hastalık etmeninin ortaya çıkmasında farklılıklar ortaya koymuştur. Sonuçlar Vijaya Kumar ve ark.(2008) tarafından bildirilen Dünya’da asperde yaprak lekesi hastalığına karşı dayanıklı genotip bulunmadığı tespitiyle uyumludur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile yürütülmekte olan ıslah çalışmaları kapsamında elde edilen yağ oranı, yağ verimi ve tohum verimi açısından seleksiyona tabi tutulan ve verim denemesi aşamasına gelmiş hatların yaprak lekesi hastalığına dayanıklılık durumları belirlenmiştir. Tarlada, doğal koşullarda yapılan hastalık gözlemlerinden aspir genotiplerinin önemli bir kısmının yaprak lekesi hastalığına tepki açısından hassas düzeyde olmasına rağmen, genotipler arasında önemli varyasyon olduğu ve 4 genotipin orta hassas olduğu tespit edilmiştir. Uygun sıcaklıkta hastalığın ortaya çıkma şiddetinde yağış ve nispi nemin önemli olduğu belirlenmiştir. Yağış ve nispi nem artışıyla birlikte hastalık şiddeti de genel olarak artmıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Bayar, Y., M. Yılar, K. Akan. 2022. Kırşehir ili şeker pancarı üretim alanlarında cercospora yaprak lekesi (*Cercospora beticola*) hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığının ile şiddetinin belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 11(2): 137-144.
- Baytekin, Ö., M. Babaoğlu. 2021. Tarla koşullarında yetiştirilen oleik tip Aspir genotiplerinin *Alternaria* yaprak lekesi hastalığına karşı dayanıklılıklarının belirlenmesi. Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature 1(1):1-9.
- Bergman, J. W. and B. J. Jacobsen. 2005. Control of *Alternaria* blight (*Alternaria carthami* Choud.) of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in the United States Northern Great Plains region. pp. 3-221. In Proceedings of the VIth International Safflower Conference, İstanbul-Turkey, 6-10 June, 2005. Safflower: a unique crop for oil spices and health consequently, a better life for you.
- Borkar, S.G. and R. Shinde. 1989. Detection of externally seed-borne *Alternaria carthami* on safflower seeds. Agric. Sci. Digest Karnal 9(3): 120-122.
- Erbaş S., M.Tonguç, A. Şanlı A. 2016. Variations in the agronomic and quality characteristics of domestic and foreign safflower (*C. tinctorius* L.) genotypes. Turkish Journal of Field Crops 21: 110-119. <https://doi.org/10.17557/tjfc.56268>
- Bununla birlikte bu çalışmada kullanılan hatların ve tescilli aspir çeşitlerinin *Alternaria* (yaprak lekesi) hastalığına karşı hangi dayanıklılık genlerini içerdiğine yönelik olarak moleküler düzeyde, daha ileri çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir. Islah materyalinin dayanıklılık durumlarının belirlenmesi ve orta dayanıklı hatların melezleme çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılması aspir ıslah çalışmalarına önemli katkı sağlayacaktır. Aspirde ekim alanındaki dalgalanmalar sebebiyle hastalık çalışmaları sınırlıdır. Bu araştırma benzer ve ileri çalışmalara zemin hazırlayacaktır. Islah materyalinin dayanıklılık durumlarının belirlenmesi ve diğer hatlara göre dayanıklılık açısından daha üstün hatların melezleme çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılması aspir ıslah çalışmalarına önemli katkı sağlayacaktır.
- Gud, M. A., D. R. Murumkar, S. K. Shinde and J. R. Kadam. 2008. Correlation of weather parameters with development of leaf spot of safflower caused by *Alternaria carthami*. pp. 978. In *Safflower: Unexploited potential and world adaptability*. Proceedings of 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, New South Wales, Australia.
- Herdrich, N. 2001. Safflower Production Tips: Washington State University Cooperative Extension. Available at: https://content.libraries.wsu.edu/index.php/utills/getfile/col/lection/cahnrsarch/id/471/filename/8818182432004_eb1890.pdf
- Indi, D.V., G.M. Lukade, P.S. Patil and D.A. Shambharkar. 1988. Estimation of yield losses due to *Alternaria* leaf spot in safflower (*Alternaria carthami* Chowdhury) under dry land conditions. Pesticides 22(1): 41-43.
- Koç H. 2021. Selection criteria for yield in safflower (*Charthamus tinctorius* L.) genotypes under rainfed conditions. *Grasas y Aceites*, 72 (3): e421. <https://doi.org/10.3989/gya.0449201> Available from: <https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1893>
- Kumar, A. M., S. Sundaresha and R. Sreevathsa. 2009. Resistance to *Alternaria* leaf spot disease in transgenic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) harboring a rice chitinase gene. *Transgenic Plant J.* 3: 113-118.
- Mohmmad, Y., G. D. Mate, S. R. Patil and S. P. Milmile. 2016. Effect of different fungicides on *alternaria* leaf blight and yield of safflower. *Journal of Soils and Crops* 26(2): 213-215.

- Mortensen, K. 1983. Cultural variation of *Alternaria carthami* isolates and their virulence on safflower. Pl. Dis. 67 (11): 1191-1194.
- Mortensen, K., J.W. Bergman, E.E. Burns.1983. Importance of *Alternaria carthami* and *A. alternaria* in causing leaf spot diseases in safflower. Plant Disease 67: 1187–1190.
- Mundel, H. H., H. C. Huang, G. C Kozub and C. R. G. Daniels. 1997. Effect of soil moisture, soil temperature and seed-borne *Alternaria carthami*, on emergence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Botanical Bulletin of Academia Sinica 38: 257-262.
- Murumkar, D. R., D. V. Indi., M. A., Gud, and Shinde, S. K. 2008. Field evaluation of some newer fungicides against leaf spot of safflower caused by *Alternaria carthami*. pp. 23-27. In Proc. of 7th International Safflower Conference, Wagga Wagga, Australia.
- Pawar, S. V., S. B. Ghuge,V. Gholve and D. S. Sutar. 2017. Screening of safflower germplasm/advanced material/parental lines against major disease *Alternaria* leaf spot. Agriculture Update, 12(TECHSEAR-5): 1208-1212..
- Prasad R.D. and K. Anjani. 2005. Sources of resistance to *Alternaria* leaf spot among *Carthamus* wild species. 7th International Safflower Conference. Australia.
- Townsend G. K. and J. W. Heuberger. 1943. Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments. Plant Disease Report 27:340-343.
- Vijaya Kumar, J., B. D. Ranjitha Kumari, G. Sujatha, and E. Castano. 2008. Production of plants resistant to *Alternaria carthami* via organogenesis and somatic embryogenesis of safflower cv. NARI-6 treated with fungal culture filtrates. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 93: 85-96.

Tüketicilerin Farklı Pazarlama Yaklaşımlarına Göre Satın Alma Davranışları: Zeytinyağı Örneği[#]

Münevver TİRYAKİOĞLU LİGVANİ^{1*} **M. Metin ARTUKOĞLU²**

^{1,2}**Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir/TÜRKİYE**

¹<https://orcid.org/0000-0002-2207-0638>

²<https://orcid.org/0000-0003-4800-5209>

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

Received (Geliş tarihi): 07.05.2024 Accepted (Kabul tarihi): 05.06.2024

ÖZ: Tüketicilerin zeytinyağı tüketimine ilişkin eğilimleri ve farklı pazarlama yaklaşımlarına karşı davranışlarını analiz etmeyi amaçlayan araştırmada, 300 tüketici ile görüşülerek, elde edilen veriler Likert ölçeği ve lojistik regresyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüketicilerin dolaylı pazarlamaya göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etmesinde etkili olan kriterler incelendiğinde, cinsiyet, medeni hal, yaş, tüketicinin özel sektörde çalışması, gelir düzeyi, eğitim düzeyi, marketten alışveriş, butik üreticiden alışveriş ve teneke ambalaj değişkeni anlamlı saptanmıştır. Tüketicilerin bulunduğu bölgelerde dikkate alınarak farklı pazarlama yaklaşımlarının tüketicilerin zeytinyağı tüketimini artırma konusunda etkili olabileceği görülmektedir. Özellikle zeytinyağı tanıtım faaliyetlerine önem verilmesi, farklı tüketici özelliklerini dikkate alan pazarlama anlayışının burada en öncelikli konuyu oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, pazarlama, zeytinyağı pazarlaması, Lojistik regresyon analizi.

Buying Behavior of Consumers According to Different Marketing Approaches: The Case of Olive Oil

ABSTRACT: In this study, which aimed to analyze consumer trends in olive oil consumption and their behavior towards different marketing approaches, 300 consumers were interviewed, and the data obtained were evaluated using a Likert scale and logistic regression analysis. When the criteria that were effective in consumers' preference for direct marketing channels over indirect marketing were examined, gender, marital status, age, consumer employment in the private sector, income level, education level, shopping from the market, shopping from boutique producers, and tin packaging variables were found to be significant. Different marketing approaches, considering the regions in which consumers are located, may be effective in increasing consumers' olive oil consumption. Giving particular importance to olive oil promotional activities and a marketing approach that considers different consumer characteristics constitute the top priorities.

Keywords: Olive oil, marketing, olive oil marketing, Logistic regression analysis.

GİRİŞ

Son dönemde Akdeniz tarzı beslenmenin popüler olmasının da etkisi ile zeytinyağının mutfaklarda kullanımı daha da artmıştır. Bu durum normal beslenme düzeni ve alışkanlığı içinde zeytinyağı olmayan birçok tüketicinin de zeytinyağı tüketmeye başlamasına neden olmuş, zeytinyağının diğer yağlar arasındaki pazar payını arttırmıştır. Zeytinyağı, sağlık

ve beslenme konusundaki farkındalık arttıkça, tüketicilerin tercih ettiği bir ürün haline gelmiştir. Zeytinyağı tüketimi ve dünya genelinde artış göstermiştir. Zeytinyağının sağlık yararları ve diyetle ilişkisi, tüketicilerin sağlıklı ve doğal besinlere olan talebini artırmıştır. Zeytinyağı, dünya genelinde mutfaklarda ve gastronomi dünyasında lezzetli bir alternatif olarak tercih edilmiştir. Sağlıklı yaşam

[#]Bu çalışma Münevver TİRYAKİOĞLU LİGVANİ'nin doktora tez çalışmasının bir bölümüdür.

trendleri ve Akdeniz diyetinin popülerleşmesi, zeytinyağı tüketiminin artmasına katkı sağlamaktadır.

Zeytinyağı dünya genelinde büyük bir ekonomik değere sahip olan sağlıklı ve çok yönlü bir bitkisel yağdır. Zeytinyağı üretimi ve ihracatı, üretici ülkeler için ekonomik büyümeye ve kırsal kalkınmaya önemli katkılar sağlamakta olup bu verilerin değerlendirilmesi ve analizi, zeytinyağı endüstrisinin küresel ölçekteki etkisini anlamak ve pazarlama stratejileri üzerine çalışmak için önem arz etmektedir. Sağlık ve beslenme trendinin zeytinyağı talebini arttırması, pazarlama stratejilerinde sağlık vurgusuna yönelik çalışmaların önemini arttırmaktadır. Zeytinyağı sektörü, kalite standartlarına uyum, markalaşma, pazarlama ve sürdürülebilirlik çabalarına odaklanarak gelecekte de büyümeye ve gelişmeye devam edeceği tahmin edilmektedir. Uluslararası pazarlarda rekabet gücünü arttırmak için, üretici ülkeler kalite standartlarına uymaya ve sürdürülebilirlik çabalarına önem vermeye başladıkları ifade edilmiştir. Zeytinyağı pazarlamasında marka ve ambalajlama önemli bir rol oynamaktadır. Kaliteli zeytinyağı üreticileri, tüketicilerin güvenini kazanmak için kaliteli ürünleri ve tanınmış markaları tercih etmektedirler. Zeytinyağında etkili pazarlama stratejileri geliştirmek için tüketicinin konuya bakışının detaylı olarak incelenmesi oldukça önemlidir.

Literatür incelendiğinde zeytinyağı pazarlamasına ilişkin birçok çalışmada farklı ülkeler ve bölgeler için zeytinyağı pazarlamasını etkileyen unsurlar ve tüketicilerin yaklaşımları test edilmiştir (Tunalıoğlu, 2010; Mtimet ve ark., 2013; Adanacioğlu, 2017; Trenci ve Emeksiz, 2020; Gontijo ve ark., 2020; Han, 2020; Panagiotou ve Stavrakoudis, 2023). Bu çalışma, Türkiye'nin zeytin üretim ve tüketimin yoğun olduğu bir ili ile zeytin üretimin olmadığı, tüketici kitlesinin az olduğu bir ilindeki tüketiciler üzerinde ve farklı pazarlama yaklaşımları bazında konunun değerlendirilmesi yönü ile diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Çalışmanın ana amacı; tüketicilerin zeytinyağı tüketimine ilişkin eğilimleri ve farklı pazarlama yaklaşımlarına karşı davranışlarını analiz ederek, zeytinyağı satan işletmelerin pazarlama etkinliğini arttırmak için pazarlama stratejilerine yönelik bazı önerilerin getirilmesidir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmanın ana verilerini tüketici anketleri oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil verileri olan makro veriler için farklı ulusal ve uluslararası kuruluşların web sitelerinden ve konuyla ilgili yazılmış akademik makale ve tezlerden de yararlanılmıştır.

Yöntem

Verilerin toplanmasında izlenen yöntem

Tüketici anketleri için İzmir ve Ankara illeri seçilmiştir. Bu iki ilin seçilmesinin ana nedeni, her ikisinin de büyük şehir olması yanında, İzmir'de zeytinyağı üretimi ve tüketiminin yaygın olması ve Ankara'da ise zeytinyağı tüketiminin yaygın olmamasıdır. Tüketicilerin anketlere yanıt vermesinde yaşanacak güçlükler ve zaman kısıtlılığı gibi nedenlerle, tüketicilerin örneklenmesinde kota örnekleme yapılmıştır. Araştırmanın tüketici ayağının yürütüleceği Ankara ve İzmir illerinde 300 tüketici (her ilde 150) ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Tüketici anketlerinin yapılacağı yerler olarak, İzmir ve Ankara da bulunan alışveriş merkezleri seçilmiştir. Her iki ildeki tüketicilerin pazarlama stratejilerine bakış açılarıyla, zeytinyağı tüketim alışkanlıkları ve pazarlama kanalı tercihlerinde etkili kriterler karşılaştırılmıştır.

Verilerin analizinde izlenen yöntem

Tüketiciler anketler sonucunda elde edilen veriler, SPSS programı vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Yüzdelerden, ortalama hesaplamalarından ve çapraz tablolardan yararlanılmıştır.

Tüketicilerin seçtikleri pazarlama kanalını etkileyen faktörlerin analizinde binary lojistik regresyon

modelinden faydalanılmıştır. Modelin uyumunu bozan verilerin modelden çıkartılmasıyla en sağlıklı modele ulaşılmaya çalışılmıştır. Tüketiciler için de 12 tane bağımsız değişken üzerinden model oluşturulmuştur.

Lojistik regresyon analizi, normal dağılım, çok değişkenli normal dağılım, eş varyanslık, süreklilik gibi varsayımları gerektirmeyen bir regresyon modeli oluşturarak çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemidir. Bu analiz türü, bağımsız değişkenlerin sürekli veya kategorik olabileceği, sürekli ve kategorik bağımsız değişkenlerin bir arada bulunabileceği ve bağımsız değişkenin kategorik olduğu durumları kapsamaktadır (Şenel ve Alatl, 2014).

Lojistik regresyon modelleri zayıf ölçekle ölçülmüş değişkenler arasındaki ilişkinin şeklini ortaya koyan modellerdir. Lojistik regresyon analizi bağımlı değişkenin kategori sayısının iki olması durumunda kullanılır (Hosmer ve Lemeshow, 1980).

Genellikle üzerinde durulan olayın gerçekleşmesi 1 gerçekleşmemesi ise 0 ile gösterilir. Lojistik fonksiyonun 0 ile 1 arasında bir değişim aralığına sahip olması lojistik fonksiyonun tercih edilmesindeki ilk önemli nedendir. Lojistik model, ortaya çıkacak riski 0 ile 1 arasında herhangi bir değer olarak tahmin etmeye yarar. Başka bir deyişle 1'in üstünde veya 0'ın altında bir risk olmaz. Bu durum her model için her zaman doğru olmamaktadır (Hosmer ve Lemeshow, 1980).

Lojistik regresyon fonksiyonu,

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X)}$$

Bu ifadenin bir diğer şekli ise, $\pi(x) = [1 + \exp(-\beta_0 - \beta_1 X)]^{-1}$ olarak yazılabilir (Agresti, 1990).

Lojistik regresyon analizinin kullanım amacı, istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleriyle aynıdır. Bu tür analizlerde temel amaç bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi, en az değişken ile en iyi uyuma sahip olacak biçimde tanımlayabilen, kabul edilebilir bir model kurmaktır (Atasoy, 2001).

Tüketicinin cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, medeni hal, özel sektörde çalışma durumu, gelir düzeyi, tereyağı tüketimi, ayçiçek yağı tüketimi, marketten alışveriş yapması, butik işletmeden alışveriş yapması, 3-5 lt teneke ambalaj ve cam ambalaj modelin bağımsız değişkenlerini; tüketicinin zeytinyağını almayı tercih ettiği pazarlama kanalları ise araştırma modelinin bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Logit modelde bağımlı ve bağımsız değişkenler.

Table 1. Dependent and independent variables in the logit model.

Değişken Türü	Değişken Adı	Tanımlar ve Kodlar
Bağımlı	Pazarlama Kanalı	Doğrudan Pazarlama Kanalı:1 Dolaylı Pazarlama Kanalı:0
Bağımsız	Cinsiyet	1=Erkek 0=Kadın
	Yaş	1=20-30 yıl, 2=31-45 yıl, 3=46-60, 4=61 yaş üstü
	Eğitim Düzeyi	1=Okula Gitmemiş, 2=İlkokul, 3=Ortaokul, 4=Lise, 5=Ön Lisans, 6=Lisans 7=Yüksek Lisans
	Medeni Hal	0=Evli 1=Bekar
	Özel Sektörde Çalışma Durumu	0=Hayır, 1=Evet
	Gelir Düzeyi	1=1700 ₺ altı , 2=1700-3000 ₺ , 3=3000-5000₺, 4=5000-7000₺ 5=7000₺ üstü
	Tereyağı Tüketimi	0=Hayır, 1=Evet
	Ayçiçek Yağı Tüketimi	0=Hayır, 1=Evet
	Marketten Alışveriş	0=Hayır, 1=Evet
	Butik İşletmeden Alışveriş	0=Hayır, 1=Evet
	3lt-5lt Teneke Ambalaj	0=Hayır, 1=Evet
	Cam Ambalaj	0=Hayır, 1=Evet

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüketicilerin sosyo-ekonomik özellikleri

Görüşülen tüketicilerin %80'ni kadın %20'si erkektir. Eğitim, kişilerin bilgileri değerlendirmeleri açısından önemli bir göstergedir. Ankete katılanların eğitim durumları incelendiğinde %63'nün üniversite, %26'sı yüksek lisans, %10'u da lise mezunu olduğu görülmektedir. Tüketicilerin %70'i evli ve %30'u da bekârdır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tüketicilerin demografik özellikleri.

Table 2. Demographic characteristics of consumers.

Özellik		(N)	(%)	
Cinsiyet	Erkek	20	20	
	Kadın	80	80	
Eğitim Durumu	İlköğretim	-	-	
	Ortaöğretim	3	1	
	Lise	30	10	
	Lisans	189	63	
	Lisansüstü	78	26	
Medeni Durum	Evli	210	70	
	Bekar	90	30	
Ailedeki Durumu	Çocuk	Çocuklu	243	81
		Çocuksuz	57	19
Yaş	18-30	39	13	
	31-45	183	61	
	46-60	54	18	
	61-85	24	8	

Tüketicilerin %26,3'nün aylık hane halkı geliri 10.000 ₺ ve üzerinde olup, %2,8'nin geliri bulunmamaktadır. Tüketicilerin hane halkı gelir seviyesinin en yoğun olduğu aralık ise %32,6 ile 8.001-10.000 ₺ aralığıdır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tüketici hane halkı gelir durumu.

Table 3. Household income status of consumers.

Gelir (₺)	(N)	(%)
2000-6000	43	14,3
6001-8000	72	24,0
8001-10000	98	32,6
10000+	79	26,3
Gelirim yok	8	2,8
Toplam	300	100,0

Tüketicilerin %31,7'sinin özel sektör çalışanı ve %18,3'inin serbest meslek çalışanı %22'sinin memur, %10,7'si ev hanımı, %7,6'sı emekli ve %3,7'si de öğrencidir. Tüketicilerin %6'sı çalışmayan kişilerden oluşmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tüketicilerin meslek durumu.

Table 4. Occupational status of consumers.

Meslek	(N)	(%)
Serbest meslek	55	18,3
Özel Sektör çalışanı	95	31,7
Memur	66	22,0
Emekli	23	7,6
Ev Hanımı	32	10,7
Öğrenci	11	3,7
Çalışmıyor	18	6,0
Toplam	300	100

Tüketicilerin zeytinyağı tüketimine ilişkin sonuçlar

Tüketiciler arasında zeytinyağını kullanmayan sadece bir kişiye rastlanmıştır. Ankara Gölbaşı'da yapılan bir çalışmada, tüketicilerin %40'nın zeytinyağını hiç kullanmadıkları belirlenmiştir (Cömert ve ark., 2012). Diğer yandan İzmir Dikili de yapılan bir çalışmada ise, zeytinyağını kullanmayan kişilere rastlanmamıştır (Ağır ve ark., 2018). Buradan hareketle, zeytinyağı tüketiminde, zeytinin yetiştirilip yetiştirilmesine bağlı bölgesel farklılıklar olabileceği gibi 2000'li yıllardan sonra yapılan zeytinyağı tanımlarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Zeytinyağı kullanma alışkanlığı olmayan kişilerin de zeytinyağının sağlıklı ve doğal bir yağ olmasından dolayı tüketmeye başladığı ifade edilebilir.

Türkiye'de zeytinyağı tüketici fiyatlarının diğer bitkisel yağlara kıyasla yüksek olması, ayçiçeği ve mısır yağları gibi daha uygun fiyatlı olan bitkisel yağların varlığı, Türkiye'de yurt içi zeytinyağı tüketimini baskı altına almaktadır. Dolayısı ile ülkemizde yeterli miktarda üretim olmasına rağmen, zeytinyağı talebi düşük kalmaktadır (TEPGE, 2022).

Tüketicilerin tercih ettikleri yağlar incelendiğinde, tüketicilerin %4,3'nün sadece zeytinyağı tükettiği görülmektedir. Tüketicilerin en yüksek oranda zeytinyağı ve tereyağını tüketmektedirler. Ayrıca “zeytinyağı, tereyağı ve ayçiçek yağı” ve “zeytinyağı, margarin, tereyağı ve ayçiçek yağını” tercih edenlerin oranı da dikkate değerdir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tüketicilerin kullandıkları yağlar

Table 5. Oils used by consumers

Tüketilen Yağlar	(N)	(%)
Zeytinyağı	13	4,3
Zeytinyağı, Ayçiçek Yağı	15	5,0
Zeytinyağı, Margarin, Ayçiçek Yağı	4	1,3
Zeytinyağı, Tereyağı	104	34,7
Zeytinyağı, Tereyağı, Ayçiçek Yağı	99	33,0
Zeytinyağı, Tereyağı, Ayçiçek Yağı, Fındık Yağı	7	2,3
Zeytinyağı, Tereyağı, Margarin, Ayçiçek Yağı	35	11,7
Zeytinyağı, Tereyağı, Mısırozü Yağı	6	2,0
Zeytinyağı, Tereyağı, Ayçiçek Yağı, Mısırozü Yağı	5	1,7
Zeytinyağı, Tereyağı, Fındık Yağı	12	4,0
Toplam	300	100

Tüketicilerin %11'inin kendisinin veya ailesinin zeytinliği bulunmakta olup, yıllık tüketilen zeytinyağı ihtiyacının tamamı veya önemli kısmını karşılamaktadırlar. Zeytinyağı üretiminin olduğu bölgelerde de anket yapıldığından dolayı bu durum anlamlıdır. Tüketicilerin %16'sı tanıdığı çiftçilerden doğrudan zeytinyağını temin etmektedir (Çizelge 6). Genelde yılda 1 defa toplu alım yolu tercih edilmektedir. Butik işletmelerinin tercih edilme oranı da %8'dir. Yapılan bir çalışmada, Türk tüketicilerinin butik işletmelerin zeytinyağı alımında tercih edilme oranı %6 olarak test edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2022). Kaliteli zeytinyağı üretimi yapılması ve birebir ilişkiler bu satış yönteminin artmasına neden olmaktadır. Sadece internetten alım oranı %2,4'tür. Ancak internet üzerinden butik işletmelerden alım yapıldığı veya tanıdığı çiftçilerden de yine internet üzerinden yapılanlarla bu oranın daha yüksek olduğu görülmektedir. Tüketicilerin %7,6'sı sadece marketten zeytinyağı satın almaktadır. (Çizelge 6). Hatay ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin %62,9'nun üreticilerden, %20,1'nin marketlerden, %13,3'nün fabrikalardan ve %3,6'sının şarküterilerden zeytinyağı satın aldığı saptanmıştır (Tapkı ve ark., 2020).

Çizelge 6. Zeytinyağı temin etme şekilleri.
Table 6. Procurement methods of olive oil.

Zeytinyağın Satın Alındığı Yer	(N)	(%)
Kendi zeytinliğimiz var	33	11,0
Tanıdığım çiftçilerden	48	16,0
Çiftçiden	26	8,7
Butik firmalardan	24	8,0
Marketten, Butik firmalardan	30	10,0
Marketten	23	7,6
Marketten, Butik firmalardan, İnternetten	10	3,3
Pazardan	10	3,3
Marketten, Tanıdığım zeytinciden	15	5,0
Çiftçiden, Butik firmalardan	7	2,4
Market ve çiftçi	20	6,7
Hediye olarak tanıdıklardan geliyor	10	3,3
Butik firmalardan, İnternetten	6	2,0
Tanıdığım zeytinciden, Kendi zeytinliğimiz var	10	3,3
Marketten, Hediye olarak tanıdıklardan geliyor	7	2,4
Market ve yol kenarı	4	1,3
Tanıdığım zeytinciden, İnternetten	10	3,3
İnternet	7	2,4
Toplam	300	100

İtalya' da yapılan bir çalışmada tüketicilerin zeytinyağı başlıca satın alma kanalları harcama aralıklarına göre

incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, düşük harcama yapanların %78'i genellikle süpermarketlerden, hipermarketlerden ve büyük perakendecilerden zeytinyağı satın alırken, yüksek harcama yapanların %76'sı genellikle üreticiden doğrudan veya çevrimiçi olarak satın almaktadırlar (Statista, 2019).

Tüketicilerin %29 'ü natürel sızma yağını, %13,3si natürel birinci zeytinyağı, %6,7'si de organik zeytinyağı tercih etmektedirler. Natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağlarının tercih edilme oranı %16,3'tür (Çizelge 7). Tunus' ta yapılan bir çalışmada tüketicilerin benzer şekilde ilk tercihlerinin sızma zeytinyağı olduğu, ikinci tercihlerinin de natürel birinci zeytinyağı olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada Tunuslu tüketiciler prina yağını da üçüncü tercihleri olarak belirttiler de ülkemizde prina yağının özellikle evlerde tüketilmesinin çok yaygın olmadığı bilinmektedir. Ayrıca aynı çalışmada Tunuslu tüketicilerin zeytinyağında güçlü tat ve yeşil rengi tercih ettikleri de belirtilmiştir. Türkiye'de zeytinyağı üretiminin olmadığı bölgelerdeki tüketicilerin genelde zeytinyağı tadında baskın tadı sevmedikleri daha doğrusu ağız tatlarına uygun gelmediği bilinmektedir (Mtimet ve ark.,2013).

Çizelge 7. Tüketicilerin zeytinyağı çeşidi tercihi.
Table 7. Consumer preferences for types of olive oil.

Serbest Yağ Asitliği	(N)	(%)
Organik Zeytinyağı	20	6,7
Organik Zeytinyağı ve Naturel Sızma	40	13,3
Naturel Sızma	87	29,0
Naturel Birinci	40	13,3
Naturel Sızma ve Riviera	19	6,4
Naturel Sızma, Naturel Birinci ve Riviera	45	15,0
Naturel Sızma ve Naturel Birinci	49	16,3
Toplam	300	100

Tüketicilerin %80,6'si zeytinyağını hem yemeklerde hem de salatalarda çiğ olarak tüketmektedirler. %12,3'ü sadece salatalarda, %4,1'i kızartmalarda ve %3'ü de sadece yemeklerde zeytinyağı kullanmayı tercih etmektedir (Çizelge 8). Görüşülen tüketicilerin zeytinyağını kızartmalarda kullanılma oranı %4,1 olarak belirlenmiştir. Türk tüketicilerinin zeytinyağı tüketimi konusunda tutum ve davranışlarını inceleyen bir çalışmada, tüketicilerin yaklaşık yarısının

zeytinyağını kızartmalarda kullandıklarını ve sürekli kullananların oranının da %20 olduğu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada zeytinyağını direk tüketme sıklığına bakılmış ve sürekli doğrudan zeytinyağını tüketenlerin oranı %49 ve sıklıkla tüketenlerin oranı da %36 olarak tespit edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2022). Araştırmamızda tüketicilerin yemek ve salatalarda zeytinyağı tercih etme oranı %80,6 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Zeytinyağını tüketme şekilleri.
Table 8. Ways of consuming olive oil.

Tüketme Şekli	(N)	(%)
Sadece salatalarda	37	12,3
Salata ve yemeklerde	242	80,6
Kızartmalarda	12	4,1
Sadece yemeklerde	9	3,0
Toplam	300	100

Fransa, Amerika, Tunus ve Danimarka'da toplamda 3492 tüketici ile yapılan ankette, zeytinyağının kullanım alanlarına bakıldığında %77,8'i yemek pişirmede, %73,9'u salata sosu olarak ve %41,2'si kızartmada kullandıklarını ifade edilmiştir. Ülkeler arası farklılıklara baktığımızda ise Fransa'da %16,7 ve Tunus'ta %11,0 olmak üzere anket yapılan diğer ülkelere göre daha az tüketici zeytinyağını kızartma için kullanırken, Danimarka'da %70,3'ü zeytinyağını kızartma için kullandıkları belirtilmiştir. Öte yandan, Fransa ve Tunus'ta çoğunluk zeytinyağını (%90,7 ve %96,1) salata sosu olarak kullanırken, ABD'de tüketicilerin yalnızca %56,2'sinin zeytinyağını salata sosu olarak kullandığı belirtilmiştir (Chrysochou ve ark., 2022).

Tüketicilerden internetten zeytinyağı alanların oranı İzmir'de %12,7, Ankara'da ise %26,7'dir (Çizelge 9). Bu durum İzmir'in konum olarak zeytinyağı üretim bölgesi içinde olması, tüketicilerin fiziki satışı daha çok tercih ettikleri ve üreticilere kolaylıkla ulaşabildiklerini göstermektedir.

Bursa ve Eskişehir illerinde yaşayan ve gıda alışverişini bizzat gerçekleştiren 97 tüketicinin katılımıyla yapılan anket çalışmasında, en dikkat çekici gelişme online gıda alışverişinde yaşanmıştır. Pandemi

öncesi dönemde gıda alışverişini sık veya çok sık online gerçekleştirdiğini belirten tüketicilerin oranı %8,24 iken, pandemi sürecinde bu oran %56,70'e yükselmiştir (Tepe ve ark., 2022). Zeytinyağının da internet alım miktarının arttığı düşünülmektedir.

Yapılan ankette tüketicilerin %76,6'sının firmaların sosyal medya paylaşımlarına göre zeytinyağı almayı tercih etmedikleri, ancak konusunda uzman olduğuna inandığı kişilerin tavsiye etmesi durumunda internetten zeytinyağı alma kararlarının %52,7'e yükseldiği görülmüştür.

Tüketicilerin zeytinyağı pazarlama kanalları tercihlerine ilişkin analiz sonuçları

Tüketicilerin satın almayı tercih ettikleri pazarlama kanalları belirlenirken öncelikle, pazarlama kanalları doğrudan ve dolaylı pazarlama kanalları olarak ayrılmıştır. Doğrudan pazarlamanın birçok satış seçeneğini içerdiği ifade edilmektedir. En yaygın olanları; yol kenarı pazarları, üretim alanından kendi ürününü toplama, üretici pazarları, internetten sipariş ve doğrudan restoranlara ve kurumlara satış ve tarım turizmi faaliyetlerine katılım yolu ile satış şeklinde tanımlanmıştır (Burt ve ark., 2008).

Dolaylı pazarlama ise, kısa ve uzun pazarlama kanalı olarak ayrılabilir. Kısa Pazarlama Kanalı üretici ile tüketici arasında bir veya en fazla iki aracının olduğu pazarlama kanalı olarak tanımlanmaktadır. Kısa pazarlama kanalı için çevrim içi pazarlama alanları, tek aracı satışlara iyi bir örnek olmaktadır. Uzun pazarlama kanalı ise, klasik olarak bilinen ve birçok aracının bulunduğu pazarlama kanalı olarak tanımlanmaktadır. Bu kanal içinde birçok aktör bulunmaktadır. Bu aktörlerin aldığı her bir komisyondan dolayı pazarlama marjı yüksek bir kanal olarak ifade edilmektedir.

Tüketicilerin satın almayı tercih ettikleri pazarlama kanallarını dolaylı ve doğrudan olarak satın alma yüzdelerine göre incelendiğinde, doğrudan pazarlama kanalını tercih etme oranı %59,3 ve dolaylı pazarlama kanalını tercih etme oranı ise %40,7'dir. Her iki kanalın

toplamda oranları birbirine yakın olarak ölçülmüştür. Ankara ve İzmir ili özelinde baktığımızda İzmirli tüketicilerin %67,3'ü doğrudan zeytinyağını almayı tercih etmektedir. Ankara ili için bu oran %51,3 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 10). İzmir'in konum olarak zeytinyağı üretimi bölgesi içinde olması tüketicilere, doğrudan satış kanallarına ulaşabilme kolaylığı sağlamaktadır.

Çizelge 10. Tüketicilerin zeytinyağını doğrudan ve dolaylı satın alma oranları
Table 10. The direct and indirect purchasing rates of consumers for olive oil

Pazarlama kanalı	Doğrudan pazarlama kanalı kullananlar		Dolaylı pazarlama kanalı kullananlar	
	N	(%)	N	(%)
Ankara	77	51,3	73	48,7
İzmir	101	67,3	49	32,7
Toplam	178	59,3	122	40,7

Beşli likert ölçeğine göre tüketicilerin zeytinyağı tercihlerinde en etkili olan kriter 4,9 ölçek ortalaması ile zeytinyağının tadı ve kokusudur. Bu değeri 4,48 ölçek ortalaması ile zeytinyağı fiyatları, 3,19 ölçek ortalaması ile işletme sahibini tanımak izlemektedir. Tüketicilerin zeytinyağı tercihinde ambalaja verdikleri ölçek değeri 2,76 ile en düşük değer olmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Zeytinyağı tercihinde etkili olan kriterler
Table 11. The criteria that influence olive oil preferences

Kriter	Likert Ortalama
Fiyat	4,48
Kalite	4,27
Ambalaj	2,76
Tavsiye olması	2,90
Promosyon	3,44
Tat-koku	4,59
İşletmenin marka imajı	3,02
İşletme sahibini tanımak	3,19

1: Hiç etkili değil 2: Az etkili 3: Etkili 4: Oldukça etkili
5: Çok etkili

Yunanistan'da tüketicilerin organik zeytinyağına olan bakış açısının değerlendirildiği bir çalışmada, tüketicilerin gıda tüketimlerinde sağlığa çok önem verdikleri sonucuna varılmış, ayrıca ürünün paketinin ve zeytinyağının koku, tat ve renk gibi belirli

özelliklerinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Yine aynı araştırma da zeytinyağının sağlıklı olmasından dolayı bir kısım tüketicinin yüksek fiyat ödemeyi kabul ettiği de ifade edilmiştir (Sandalidou ve ark., 2002).

İtalyan tüketicilerin zeytinyağı hakkındaki farkındalıklarını gösteren anket çalışmasında ise, zeytinyağını süpermarketler, hipermarketler ve büyük perakendecilerden satın alan tüketicilerin yaklaşık %16'sı satın aldıkları zeytinyağı hakkında bilgi sahibi olmadıkları belirtilmiştir. Zeytinyağını genellikle üreticiden doğrudan satın alan tüketicilerin yaklaşık %90'ı, hasat ve üretim aşamalarının aynı yerde gerçekleştirildiğini bildikleri ifade etmişlerdir (Wunsch, 2020).

Zeytinyağının sağlık açısından faydalı olduğu bilgisi birçok yayında yer almakta ve tüketiciler arasında da kabul görmektedir. Bu konuyla ilgili yapılmış bir çalışmada, yüksek kalp-damar riskine sahip kişiler arasında, ekstra sızma zeytinyağı (Haftada 1 lt) ile desteklenen bir Akdeniz diyetinin, yeni ciddi kalp-damar vakaları meydana gelme sıklığını azalttığı gözlemlenmiştir (Estruch ve ark., 2013).

Zeytinyağının tüketiminin zeytinyağının üretilmediği bölgelerde de artırılması için zeytinyağının sağlıklı bir yağ olması vurgusu yanında tüketicilerin damak tadına uygun olanının seçilmesi üzerine de çalışmalar yapılmasının tüketimin artması açısından pozitif etkisi olacağı düşünülmektedir.

Tüketicilerin kanal seçiminde etkili olan faktörlerin lojistik regresyon modeli ile analizi

Tüketicilerin zeytinyağı alımında doğrudan ve dolaylı pazarlama kanalları tercihlerinde etkili olan faktörlerin analizi, lojistik regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir. Tüketicilerin tercihlerinde etkili olan kriterler öncelikle Ankara ve İzmir illeri için ortak verilmiş daha sonrasında ise Ankara ve İzmir tüketicisi bazında değerlendirilmiştir.

Tüketicilerin 12 bağımsız değişken üzerinden bir model oluşturulmuş ve Binary Lojistik Analizi yapılmıştır. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 12' de verilmiştir.

Çizelge 12. Lojistik regresyon modelinin tanımlayıcı istatistikleri.
Table 12. Descriptive statistics of Logistic regression model.

Değişken Türü	Değişken Adı	Ortalama	Std.Sapma	Minimum	Maksimum
Bağımlı	Pazarlama Kanalı	0,59	0,49	0	1
Bağımsız	Cinsiyet	0,20	0,40	0	1
	Yaş	2,21	0,81	1	4
	Eğitim Düzeyi	5,80	1,23	1	7
	Medeni Hal	0,21	0,46	0	1
	Özel Sektör Çalışanı Olmak	0,52	0,50	0	1
	Gelir Düzeyi	3,65	1,09	1	5
	Tereyağı Tüketimi	0,87	0,33	0	1
	Ayçiçek yağı Tüketimi	0,56	0,49	0	1
	Marketten Alışveriş	0,43	0,49	0	1
	Butik İşletmeden Alışveriş	0,26	0,43	0	1
	3lt-5lt Teneke Ambalaj	0,53	0,49	0	1
	Cam Ambalaj	0,43	0,49	0	1

Tüketicilerin dolaylı pazarlamaya göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etmesinde etkili olan kriterler incelendiğinde, cinsiyet, medeni hal, yaş, tüketicinin özel sektörde çalışması, gelir düzeyi, eğitim düzeyi, marketten alışveriş, butik üreticiden alışveriş ve teneke ambalaj değişkeni anlamlı saptanmıştır (Çizelge 13). Erzurum'daki tüketicilerin market tercihinde etkili olabileceği düşünülen müşteri, market ve ürüne ilişkin söz konusu özellikler dikkate alınarak aşamalı regresyon ve multinominal lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Analizler sonucunda tüketicilerin market tercihlerinde medeni hal, eğitim ve ucuzluk değişkenlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir (Özer ve Lebe, 2008). Yunanistan'da zeytinyağı tüketicilerinin sosyo-ekonomik özellikleri ile ikamet ettikleri bölgenin özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada, zeytinyağı satın alma davranışları üzerindeki etkileri belirlemek için multinominal lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Bulgular, zeytinyağı alımını etkileyen ana faktörlerin yaş, eğitim seviyesi ve ikamet edilen bölgedeki zeytinyağının üretilip üretilmemesi olduğunu göstermektedir. Ancak, hane büyüklüğü, hanenin geliri ve şehir/kırsal kesimin büyüklüğünün bu davranışları etkilemediği sonucuna varılmıştır (Duquenne ve Vlontzos, 2012).

Tereyağı tüketme, Ayçiçek yağı tüketme ve cam ambalaj değişkenleri tüketicilerin doğrudan pazarlama

kanalı tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamsızdır (Çizelge 13). Cinsiyet değişkeni, pazarlama kanal tercihini istatistiksel olarak anlamlı olarak etkilediği görülmektedir. Erkek olma kriteri doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığının, kadınlara kıyasla yaklaşık olarak 0,22 yüzde puan azalttığı saptanmıştır. Bekar tüketicilerin evli olanlara göre, doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığının %0,17 puan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tüketicilerin yaş değişkeni, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve yaş kriterindeki her birimlik artış, doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını arttırdığı saptanmıştır. Tüketicilerin yaş birimi arttıkça sağlık konusunda ve tükettikleri gıdalar üzerine daha hassas olmaları ve doğal ürün tüketme arzuları artmakta bundan dolayı da doğrudan pazarlama kanalını tercih etmelerinde etkili faktörlerden olduğu düşünülmektedir. Tüketicilerin gelir düzeyindeki her birimlik artış doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı arttırmaktadır. Gelir düzeyi arttıkça tüketicilerin daha kaliteli ürün tüketme arzusu ve bir seferde toptan satın alma gücü arttığından dolayı, doğrudan pazarlama kanalını tercih ettikleri düşünülmektedir. Tunuslu zeytinyağı tüketicileri üzerine yapılan bir çalışmada, genel olarak tüketicilerin

fiyata duyarlı olduğu ve bu nedenle şişelenmiş ürünleri piyasaya sürmek için iyi bir fiyat stratejisinin tüketicilerin toplu satın alma tercihlerini etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır (Mtimet, ve ark., 2013). İtalyan ekstra sızma zeytinyağı pazarını segmente etmek için, ülke çapında yapılan bir anketten elde edilen bilgiler, tüketicilerin zeytinin kökeni, üretim yöntemi ve duyuşsal özellikler için ödemeye istekli oldukları miktarlar üzerine rastgele parametrelili logit regresyonu

kullanılarak analiz edilmiştir. Zeytinyağı tercihlerini önemli ölçüde etkileyen köken bilgisi, hem PDO veya PGI sertifikasının benimsenmesi hem de kökenin etiketlenmesi, üretim yöntemi ve duyuşsal özelliklerle ilgili bilgilerin olduğu, pazar segmentasyonu, köken ve organik sertifikasyon ile etiketlenmenin netliğine özellikle duyarlı olan tüketicilerin bulunduğu sonucuna varılmıştır (Panico ve ark., 2014).

Çizelge 13. Ankara ve İzmir ili tüketicileri için logit model sonuçları.

Table 13. Logit model results for consumers in Ankara and İzmir provinces.

Model

Pazarlama kanalı= $-\beta_0 - \beta_1$ Cinsiyet- β_2 Medeni hal+ β_3 Yaş+ β_4 Özel sektörde çalışması + β_5 Gelir düzeyi- β_6 Eğitim düzeyi + β_7 Tereyağ tüketimi- β_8 Ayçiçek yağı tüketimi- β_9 Market+ β_{10} Butik işletme- β_{11} Cam şişe- β_{12} Teneke.

Bağımlı değişkenler: Doğrudan pazarlama =1, Dolaylı pazarlama =0			
	Katsayı	P değeri	dy/dx
Cinsiyet	-1,037392	0,033*	-0,2294421
Medeni hal	-0,8040312	0,075*	-0,1778292
Yaş	0,5810379	0,032*	0,1285093
Özel sektörde çalışması	0,6815118	0,092*	0,1506743
Gelir düzeyi	0,998595	0,000*	0,2208612
Eğitim düzeyi	-0,3504767	0,071*	-0,0775156
Tereyağı	0,0757662	0,905	0,0169147
Ayçiçek yağı	-0,166502	0,688	-0,0366864
Market	-4,216955	0,000*	-0,7697499
Butik işletme	2,457042	0,000*	0,4088136
Cam şişe	-0,1227713	0,773	-0,0272231
Teneke 3lt-5 lt	-0,7653133	0,070*	-0,1664962
Nagelkerke R Square			,690
Cox &Snell R Square			,511
Hosmer and Lemeshow Chi-Square			12,158
Hosmer and Square sig			,144**

* % p < 0.10 için anlamlıdır.

**p>0.05 anlamlıdır.

Özel sektörde çalışma durumu kriterinin doğrudan pazarlama tercihinin etkileme olasılığına baktığımızda ise, özel sektörde çalışan olmanın, ankete katılan diğer meslek grubu tüketicilere kıyasla doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını % 0,15 puan arttırdığı saptanmıştır. Özel sektör çalışanlarının gelir seviyelerinin diğer meslek gruplarına göre daha fazla olması ve genel beslenme düzenleri ve sağlık konularına daha eğilimli olması ve gurme tatlılara olan merakının fazla olması da doğrudan pazarlama kanalını tercih etmelerinde önemli etkenlerden olduğu düşünülmektedir.

Eğitim düzeyi değişkeni, tüketicilerin dolaylı pazarlama kanalına göre doğrudan pazarlama kanalına seçme olasılıklarını negatif etkilemektedir. Düşük tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı yüksek olarak belirlenmiştir (Çizelge 13). Bu sonuç çok beklenen bir durum olmamakla birlikte, fiyat açısından ve kırsaldan göç etmiş kişilerin alışkanlık olarak çiftçiden alışveriş yapmasıyla bağlantılı olarak, eğitim seviyesi yüksek olmayan kişilerin doğrudan pazarlama kanalını, dolaylıya göre tercih etmesini açıklamaktadır.

Market satış yeri değişkeni, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda, marketten alışveriş yapan bireylerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı, dolaylı satış kanalını tercih eden tüketicilere kıyasla % 0,76 puan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu negatif katsayı, market satış yerinin doğrudan pazarlama tercihi üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Marketten alışveriş yapan tüketicilerin dolaylıya göre, doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılıkları düşüktür. Alışverişini marketten yapan tüketicilerin zeytinyağını da marketten almayı tercih etmeleri beklenen bir sonuçtur. Kolay ulaşımı, çok fazla çeşidin bulunması ve istediği miktarda alması bu tüketicilerin dolaylı pazarlama kanalını tercih etmeleri üzerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Butik işletme satış yeri değişkenine baktığımızda, butik işletmelerden zeytinyağı satan alan tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı, dolaylı pazarlama kanalını tercih eden tüketicilere göre yaklaşık olarak % 0,40 puan daha yüksek olarak saptanmıştır. Bu pozitif katsayı, butik işletme satış yerinin doğrudan pazarlama tercihi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Marketten alışveriş yapan bireylerin doğrudan pazarlama kanalı tercih etme olasılığı düşüken, butik işletmeden alışveriş yapan bireylerin doğrudan pazarlama kanalı tercih etme olasılığı yüksektir. Tüketiciler butik işletmeden alışveriş yapmayı tercih ettiklerinde zaten doğrudan satışı da tercih etmiş olmaktadır. Butik işletmeler özel ve kaliteli zeytinyağı sundukları için daha az miktarda bulunmakta ve tüketiciler bu işletmelere doğrudan ulaşmaktadırlar (Çizelge 13).

Teneke ambalaj değişkeni, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumda, ambalaj olarak teneke ambalaj değişkeni, tüketicilerin dolaylı pazarlama kanalına göre doğrudan pazarlama kanalını seçme olasılığı % 0,16 puan daha düşüktür. Butik işletmelerden alışveriş yapan tüketicilerin daha çok

cam ambalaj tercih etme isteklerinden dolayı teneke ambalaj bazı durumlarda tüketiciler için kaliteli bir yağ imajına ters düşmekte olup, bundan dolayı dolaylı pazarlama kanalına göre, doğrudan satış kanalı seçme olasılığını negatif etkilemektedir (Çizelge 13).

Ankara'daki tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etmede; cinsiyet, medeni hal, yaş ve gelir düzeyi, ayçiçek yağı tüketimi, marketten alışveriş yapma durumu, butik işletmelerden alışveriş yapma durumu, cam şişe ambalaj ve teneke ambalaj değişkeni anlamlı saptanmıştır (Çizelge 14).

Cinsiyet değişkenine göre Ankara'daki erkek olan tüketicilerin doğrudan pazarlama kanallarını tercih etme olasılığı, kadınlara kıyasla daha düşüktür (Çizelge 14). Medeni hal değişkeni, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlı olup bekâr olan bireylerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı, evli olanlara kıyasla daha düşük olduğu ifade edilebilir. Yaş değişkeni ele alındığında, yaş arttıkça tüketicilerin doğrudan pazarlama kanallarını tercih etme olasılığı, gençlere kıyasla daha yüksektir (Çizelge 14). Ankaralı tüketicilerin özel sektörde çalışma değişkenine ele alındığında, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

Gelir düzeyi tüketicilerin doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmış ve geliri yüksek olan bireylerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığının, geliri düşük olanlara kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Sonuç olarak, cinsiyet, medeni hal, yaş ve gelir düzeyi değişkenleri doğrudan pazarlama tercihini etkileyen önemli faktörler olarak görünmektedir (Çizelge 14).

Ayçiçek yağı kullanma durumu değişkeni, doğrudan pazarlama tercihini etkileme konusunda istatistiksel olarak anlamlı olup, ayçiçek yağı kullanan tüketicilerin dolaylı pazarlama kanalına göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etmede pozitif etkilidir. Zeytinyağının daha pahalı ve baskın bir tada olması sebebiyle, 55

zeytinyağını tercih etmedikleri yerlerde tüketiciler ayçiçek yağını kullanıp, zeytinyağı alımı içinde dolaylı pazarlama kanalına göre, fiyat açısından ekonomik olması dolayısıyla doğrudan pazarlama kanalını tercih ettikleri şeklinde yorumlanabilir.

Marketten alışveriş yapan tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığı daha düşük olarak ifade edilmiştir. Bu negatif katsayı, market satış yerinin dolaylı pazarlama kanalına göre, doğrudan pazarlama kanalını tercihi üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu gösterir (Çizelge 14). Butik işletmeden alışveriş yapan tüketicilerin doğrudan pazarlama kanallarını tercih etme olasılığı daha yüksektir. Bu pozitif katsayı, butik işletme satış yerinin tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalı tercihi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; alışveriş yapma yerinin tüketicilerin doğrudan

Çizelge 14. Ankara tüketicileri için logit model sonuçları

Table 14. Logit model results for consumers in Ankara

Model

Pazarlama kanalı = $-\beta_0 - \beta_1$ Cinsiyet- β_2 Medeni hal+ β_3 Yaş+ β_4 Özel sektör çalışanı + β_5 Gelir + β_6 Eğitim düzeyi + β_7 Tereyağı tüketimi + β_8 Ayçiçek yağı tüketimi- β_9 Market+ β_{10} Butik işletme - β_{11} Cam ambalaj- β_{12} Teneke

Bağımlı değişken=Doğrudan pazarlama kanalı =1, Dolaylı pazarlama kanalı = 0

	Katsayı	P değeri	dy/dx
Cinsiyet	-1,986979	0,077*	-0,4624107
Medeni hal	-2,642419	0,015*	-0,6149451
Yaş	1,845518	0,014*	0,4294898
Özel sektörde çalışması	0,8264738	0,330	0,1896578
Gelir düzeyi	1,278877	0,027*	0,297621
Eğitim düzeyi	0,0834684	0,828	0,0194248
Tereyağı	0,5720472	0,741	0,1388392
Ayçiçek yağı	2,343085	0,045*	0,5162609
Market	-6,356312	0,000*	-0,8685101
Butik işletme	5,741449	0,000*	0,7857044
Cam şişe	-1,76086	0,093*	-0,3908338
Teneke	-2,900769	0,010*	-0,5604971

* % p < 0.10 için anlamlıdır.

Eğitim düzeyi değişkeni dolaylı pazarlama kanalına göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etmeyi negatif etkilemektedir. İzmir tüketicinin zeytinyağı kullanmaya alışık olması ve kolay ulaşabilmesi dolayısıyla eğitim seviyesi düştüğünde de zeytinyağını doğrudan alma olasılığının arttığı görülmektedir. İzmir'in zeytinyağı üretim bölgesi olması nedeni ile tüketicilerin doğrudan satış kanalına ulaşım

pazarlama tercihlerini etkileyen kritik bir faktör olduğu söylenebilir.

İzmir tüketicisinin doğrudan pazarlama kanalını tercih etmede; cinsiyet, gelir düzeyi, eğitim düzeyi, ayçiçek yağı tüketilmesi ve market kriterlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Çizelge 15).

İzmir erkek tüketicilerin kadın tüketicilere göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığının daha az olduğu görülmektedir. Gelir durumunda meydana gelecek her bir birim artış için doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını arttırmaktadır. Marketten alışveriş yapma kriteri, İzmirli tüketicilerin doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılıkları negatif etkilemektedir (Çizelge 15).

kolaylığından dolayı birçok tüketici doğrudan zeytinyağını satın alabilmektedir. Ambalaj tercih kriterinin doğrudan pazarlama kanalı tercihinde İzmir tüketicilerinde etkili olmadığı görülmektedir. İzmir tüketicisinin zeytinyağına daha kolay ulaşabilmesi ve alışık olduğu bir tat olmasından dolayı doğrudan zeytinyağı alımlarında zeytinyağının ambalajı etkili olmamaktadır (Çizelge 15).

Çizelge 15. İzmir tüketicileri için logit model sonuçları
Table 15. Logit model results for consumers in İzmir
Model

Pazarlama kanalı= $-\beta_0 - \beta_1$ Cinsiyet- β_2 Medeni hal+ β_3 Yaş+ β_4 Özel sektör çalışanı + β_5 Gelir - β_6 Eğitim düzeyi - β_7 Tereyağı tüketimi - β_8 Ayçiçek yağı tüketimi- β_9 Market + β_{10} Butik işletme + β_{11} Cam şişe - β_{12} Teneke

Bağımlı değişken= Doğrudan pazarlama kanalı =1, Dolaylı pazarlama kanalı =0	Katsayı	P değeri	dy/dx
Cinsiyet	-0,1165796	0,084*	-0,2097784
Medeni hal	-0,4752095	0,420	-0,0855113
Yaş	0,5265842	0,191	0,0947558
Özel sektörde çalışması	0,3854629	0,478	0,070262
Gelir düzeyi	1,164994	0,000*	0,2096341
Eğitim düzeyi	-0,5488522	0,057*	-0,987629
Tereyağı	-0,1279135	0,866	-0,022485
Ayçiçek yağı	-1,063516	0,062*	-0,1871817
Market	-4,273256	0,000*	-0,7863742
Butik işletme	1,087813	0,147	0,161076
Cam şişe	0,2918957	0,615	0,0514836
Teneke	-0,1318836	0,813	-0,0237745

* % p < 0.10 için anlamlıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Her ne kadar ülkemizde yeterli seviyede olmasa da zeytinyağının bilinirliği ve tüketimi son dönemde artmıştır. Tüketicilerle yapılan ankette sadece bir kişi zeytinyağı kullanmadığı bilgisini vermiştir. Zeytinyağı üretiminin yoğun olduğu bölgelerde hediye olarak zeytinyağının verilmesinin yaygın olduğu görülmüştür. Bu da bazı kişilerin zeytinyağı tükettiği ama zeytinyağına ödeme yapmadığı sonucunu göstermiştir. Aynı şekilde zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde bazı kişilerin zeytinliklerinin olduğu ve aile tüketimine yetecek kadar zeytinyağının bu zeytinliklerden elde edilen zeytinyağı ile karşılandığı saptanmıştır

Ankara ve İzmir zeytinyağı tüketicisini birbirleri ile karşılaştırdığımızda; iki ilde bulunan tüketicilerden kadınların erkeklere göre doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığının yüksek olduğu ve Ankara'da bu oranın İzmir tüketicilerine göre daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Gelir düzeyi doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını arttıran bir kriter olarak belirlenmiş olup, yine Ankara tüketicisi için doğrudan

pazarlama kanalı tercihinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir.

Marketten alışveriş yapma, Ankara tüketicisi için doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını İzmir tüketicisine göre daha fazla düşürmektedir. Butik işletmelerden alışveriş yapma kriteri de yine Ankara tüketicisi için doğrudan pazarlama kanalını tercih etme olasılığını İzmir tüketicisine göre arttırmaktadır.

Ambalaj kriteri ele alındığında, Ankara tüketicisi için cam ve teneke kriterleri dolaylı pazarlama kanalı tercihine göre negatif etkili olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de zeytin hasadı genellikle Ekim-Kasım aylarında başlamaktadır. Zeytin üretiminde "var yılı" ile "yok yılı" arasında farklar bulunduğu söylenebilir. Aradaki farkın bakım şartlarının iyileştirilmesiyle azalabilmesine rağmen periyodisitenin sektörü halen önemli derecede etkilediği söylenebilir. Zeytinde görülen periyodisite nedeniyle ham zeytin temininde zorluk yaşayan zeytinyağı fabrikalarında tam kapasite kullanımlarının düştüğü ve ortalama yıllık %40-%50 arasında olduğu söylenebilir (Birsin, 2021).

Türkiye’den ihraç edilen zeytinyağının ambalajında “Made in Turkey” ibaresi yer alıyorsa ihracat iade bedeli ödenmesi Türk zeytinyağının dış pazarda tutundurulması adına yapılmış ve o dönemde de amacına ulaşmış bir politika olarak yorumlanmaktadır. Fakat yıllar içinde verilen bu destek miktarı giderek azalmış ve 31 Aralık 2022 yılında bu destek kaldırılmıştır (Resmî Gazete, 2022). Bu durumda ambalajlı ihracat yapan işletmelerin destek olmadığı için katma değeri düşük dökme zeytinyağına yönelmek durumunda kalabileceği belirlenmiştir. İhracatçıların yıllar içinde dış pazarda kazandıkları Türk zeytinyağı pazar payını kaybetmeleri de söz konusu olacağı belirlenmiştir.

Firmalar açısından taşıyış fiyat konusunda rekabet sıkıntısı yaşanmaktadır. Son zamanlarda taşıyış yapan firmaların ifşa edilmesi ile bu konu tüketicilerin daha da dikkatini çekmiştir. Bu denetimlerin marketlerde veya şarküterilerde yapılması pazarda denetimsiz olarak satılan yağların daha temiz olduğu algısını yaratmıştır. Ayrıca internetten satış yapan firmalar içinde gerekli denetimlerin yapılması gerekmektedir. Doğrudan pazarlamanın önemli bir satış şekli olan yolda veya pazarlarda satış şeklinin zeytinyağı için geçerli olabilmesi için pazar ve doğal ürünler satış standlarının denetlenmesinde daha dikkatli olunması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Zeytinyağı ürün olarak

Literatür Listesi

- Adanacıoğlu, H. 2017. Tarımsal doğrudan pazarlama girişimlerinin dünyadaki gelişimi: Türkiye açısından bir değerlendirme. IV. IBANESS Kongreler Serisi 8-9 Nisan. Russe, Bulgaristan. s.733-745. https://www.ibaness.org/conferences/russe/ibaness_russe_proceedings_11_01_2018.pdf (Erişim tarihi: 12 Ekim 2019)
- Agresti, A. 1990. An Introduction on Cateorical Data Analysis. Second Edition. Wiley Series in Probability and Statistics. John Wiley&Son Ins. Publication, New York. p. 394.
- Ağır, M., C. Boran, F. Özden, ve M.M. Artukoğlu. 2018. Zeytinyağında tüketici tercihleri üzerine bir araştırma: İzmir ili Dikili ilçesi örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 55(4): 81-90.
- Altuntaş, Ü., İ. Güzel, Ö. Yılmaz ve S. Uluata. 2022. Attitudes and behaviors of Turkish consumers regarding the olive oil consumption, Erzincan University Journal of Science and Technology 15 (Special issue I): 1-13.

Agro-turizme çok uygun bir ürün olduğu bilinmektedir. Zeytin zeytinyağı turizmi zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı ve marka değeri olan zeytinyağı üreten bütün ülkelerde yapıldığı bilinmektedir. İspanya, İtalya, Yunanistan bu işin öncülerinden olmakla birlikte Portekiz, Fas ve Tunus’ta da gittikçe yaygınlaştığı görülmektedir. Zeytinyağı turizmi uygulandığı ülkelerde zeytinyağı üretimin yapıldığı ve müze haline getirilmiş zeytinyağı fabrikaları ziyaretleri, zeytinyağı tadımı eğitimleri, zeytin ürünlerinin satışı, gelen turistlerin dinlenebileceği arzu edenlerin üretime katılabileceği ve konaklayabileceği alanları, özel zeytin ürünleri sunan gurme restoranlarda yemek yemeyi içermektedir. Ülkemizde de son zamanlarda bu konuya olan ilgi artsa da diğer zeytin üreticisi ülkelere göre geride olduğu görülmektedir. Butik işletmelerin son dönemde agro-turizme önem verdiği ve çok da iyi temsilcilerinin bulunduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, tüketicilerin bulunduğu bölgelerde dikkate alınarak farklı pazarlama yaklaşımlarının tüketicilerin zeytinyağı tüketimini artırma konusunda etkili olabileceği görülmektedir. Özellikle zeytinyağı tanıtım faaliyetlerine önem verilmesi, farklı tüketici özelliklerini dikkate alan pazarlama anlayışının burada en öncelikli konuyu oluşturmaktadır.

- Atasoy, D., 2001. Lojistik regresyon analizinin incelenmesi ve bir uygulaması. Yüksek lisans tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. (yayımlanmamış).
- Birsin, S. 2021. TR22 Güney Marmara Bölgesi’nde zeytin ve zeytinyağı sektöründe yer alan işletmelerin sosyo-ekonomik analizi ve pazar organizasyonunun belirlenmesi. Doktora tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı. s.200.
- Burt, L., C. Moulton, S. County, and J. Kropf. 2008. Marketing alternatives for fresh produce. A Pasific Northwest Extension Publication. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/pnw241.pdf> (Erişim tarihi: 22 Mart 2019)

- Chrysochou, P., A. Tiganis, I. T. Trigui, and K. G. Grunert. 2022. A cross-cultural study on consumer preferences for olive oil. *Food Quality and Preference* 97: 104460. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104460>
- Cömert, M., S. Adıyaman ve F. Durlu Özkaya. 2012. Yerel halkın zeytinyağı ile ilgili bilgi düzeyinin belirlenmesi: Gölbaşı, Ankara örneği, *Zeytin Bilimi* 3 (1):1-9.
- Duquenne, M.N. and G. Vlontzos. 2012. The Greek olive oil market and the factor affecting it. *Discussion Paper Series* 18 (4): 61-82.
- Estruch, R., E. Ros, and J. Salas-Salvadó. 2013. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *Journal of Medicine* 368 (14): 1279-1290.
- Gontijo, T. S., A. D. C. Rodrigues, C. F. De Muylder, J. L. L. Falce, and T. H. M. Pereira. 2020. Analysis of olive oil market volatility using the arch and garch techniques. *International Journal of Energy Economics and Policy* 10 (3): 423-428.
- Han, H. 2020. Omni-channel: the future of olive oil marketing in Spain. *International Journal of Business Innovation and Research* 21(3): 356-369.
- Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 1980. Goodness of fit tests for the multiple logistic regression model. *Communications in Statistics - Theory and Methods* 9(10): 1043-1069. <https://doi.org/10.1080/03610928008827941>
- Mtimet, N., L. Zaibet, C. Zairi, and H. Hzami. 2013. Marketing olive oil products in the Tunisian local market: The importance of quality attributes and consumers' behavior. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing* 25 (2): 134-145.
- Özer, H. ve F. Lebe. 2008. Çok sınıflı logit model ile Erzurum'da market tercihini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 7(2): 241-254.
- Panagiotou, D. and A. Stavrakoudis. 2023. Price dependence among the major EU extra virgin olive oil markets: a time scale analysis. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies* 104(1): 1-26.
- Panico, T., T.D. Giudice, and F. Caracciolo. 2014. Quality dimensions and consumer preferences: A choice experiment in the Italian extra-virgin olive oil market. *Agricultural Economics Review* 15(2):110-112.
- Sandalidou, E., G. Baourakis, and Y. Siskos. 2002. Customers' perspectives on the quality of organic olive oil in Greece: A satisfaction evaluation approach. *British Food Journal* 104 (3): 391-406. <https://doi.org/10.1108/00070700210425787>
- Statista. 2019. Olive oil purchase channels by spending range in Italy. <https://www.statista.com/statistics/937616/olive-oil-purchase-channels-by-spending-range-in-italy/> (Erişim tarihi:25 Kasım 2019)
- Şenel, S. ve B. Alatlı. 2014. Lojistik regresyon analizinin kullanıldığı makaleler üzerine bir inceleme. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi* 5(1): 35-52.
- Tapkı, N., B. Demirtaş ve A.E. Dağıstan. 2020. Hatay kent merkezindeki tüketicilerin zeytinyağı satın alma tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(2): 331-341.
- Tepe, F., C. Özer, H.E. Sasalı ve N. Demirbaş. 2022. Covid-19 pandemi sürecinde tüketicilerin gıda alışveriş davranışlarındaki değişim: Bursa ve Eskişehir illeri örnekleri. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences* 8(1): 24-30.
- TEPGE. 2022. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Ürün Raporu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%200%20C3%9C%20Raporlar%202022%20%20C3%9C%20Raporlar%202022-371%20TEPGE.pdf> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2023)
- Trenci, İ. ve Ö. F. Emeksiz. 2020. Adana İlinde zeytin, zeytinyağı, sofralık zeytin üretimi ve pazarlaması. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)* 7(51): 692-699.
- Tunalıoğlu, R. 2010. Türkiye'de zeytinyağı pazarlamasında gıda güvenliği ve kalite güvence sistemlerinin uygulanması ve gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 16 (1 ve 2): 59-66.
- Wunsch N. G. 2020. Italy: Awareness About Olive Oil Origin 2018, By Sales Channel. <https://www.consumer-awareness-about-olive-oil-origin-by-channel-in-italy-2018-|statista> (Erişim tarihi: 15 Eylül)

Effects of Salt Stress on Early Seedling Development and Germination in Some Root Vegetables

Ayşe Nur ŞAVKAN¹  Ayşe ÇANDAR² 

¹*Pilot University Coordinatorship of Agriculture and Geothermal Energy, Rectorship, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir/TÜRKİYE*

²*Department of Crop and Animal Production, Cicekdagi Vocational School, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-0826-1243>

²<https://orcid.org/0000-0003-2385-5602>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): ayse.cetin@ahievran.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 07.03.2024

Accepted (Kabul tarihi): 10.06.2024

ABSTRACT: *The challenge of increasing soil salinity poses a serious problem for agricultural production and food security worldwide. This study aimed to investigate the effects of salt stress on germination and early seedling stage of carrot, red radish, black radish and red beetroot seeds. During the research, the development of seeds under different salt levels (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM, and 150 mM) was investigated and parameters such as germination rate, velocity and vigor, salt tolerance index, shoot and root length, shoot and root fresh and dry weight were evaluated at seed and early seedling stages. As a result of the study, carrot seeds exhibited no germination at 150 mM salt concentration, while red beetroot and radish varieties showed 36.67% and 86.67% germination, respectively. Consequently, knowledge of these processes and investigation of germination and early seedling performance of these crops under salt conditions can contribute significantly to sustainable agricultural productivity and food security in areas affected by soil salinization.*

Keywords: *Salt stress, root vegetables, germination, germination parameters.*

Tuz Stresinin Bazı Kök Sebze Türlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

ÖZ: *Artan toprak tuzluluğu tehdidi, dünya genelinde tarımsal üretim ve gıda güvenliği açısından ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışma, tuz stresinin havuç, fındık turp, siyah turp ve kırmızı pancar tohumlarının çimlenme ve erken fide dönemi üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma sırasında tohumların çeşitli tuz seviyeleri (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM ve 150 mM) altında gelişimi incelenmiş, tohum ve fide aşamalarında; çimlenme oranı, hızı ve gücü, tuz tolerans indeksi, sürgün ve kök uzunluk, sürgün ve kökte taze ve kuru ağırlık gibi parametreler değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda havuç tohumları 150 mM tuz dozunda hiç çimlenme göstermezken, kırmızı pancarda %36,67, turp çeşitleri ise %86,67 oranında çimlenme görülmüştür. Sonuç olarak bu süreçlere ilişkin bilgiler, bu ürünlerin tuzlu koşullarda çimlenme ve erken büyüme performansının araştırılması, toprak tuzlanmasından etkilenen bölgelerde tarımsal verimin ve gıda güvenliğinin sürdürülmesine önemli ölçüde katkıda bulunabilir.*

Anahtar kelimeler: *Tuz stresi, kök sebze, çimlenme, çimlenme parametreleri.*

INTRODUCTION

Soil salinity is an important abiotic stress factor that negatively affects the growth and development of plants. This stress factor, which arises especially in arid or semi-arid climates, occurs as a result of salts mixed with groundwater rising to the soil surface and salt accumulates because of evaporation of water. Initially, salinity stress causes disruptions in the metabolic and physiological mechanisms of plants. This situation can

lead to damage to plant organs, reduced crop quality and even plant death. It can also significantly reduce plant yield and quality by altering soil structure (Ekmekçi *et al.*, 2005). Nowadays, the area of saline soils in the world continues to increase regularly (Athar and Ashraf, 2009). The threat of increasing soil salinity poses a serious problem to agricultural production and food security worldwide (Munns and Tester, 2008). Approximately 7% of the world's agricultural area and

20% of irrigated agricultural areas are affected by soil salinity (Yamaguchi and Blumwald, 2005).

Increased soil salinity reduces the uptake water capability of plants and absorption of excessive ions such as Na^+ and Cl^- by roots, damages plant growth by disrupting metabolic processes and reducing photosynthetic efficiency (Mäser *et al.*, 2002). The response of plants to salt stress not only varies among plant species but also within the same species. Since the remediation of saline soils is a difficult and costly process, it is more appropriate to grow salinity-resistant plants to increase crop production in these areas (Turhan and Şeniz, 2010). For this reason, researchers have focused on studies on the salinity resistance of plant species and varieties in recent years.

Carrot, radishes and red beetroot are not essential crops for human life, but they are recognized as providing micronutrients to our diets because they contain diverse phytochemical compounds. They have significant health benefits that include antioxidant, anti-inflammatory and anti-carcinogenic properties when they are consumed (Cemeroğlu, 2004; Butnariu and Butu, 2015; Tripathy *et al.*, 2021; Ahmadi *et al.*, 2022; Kalia and Selvakumar, 2023). Salt stress is an important environmental factor affecting the growth and yield of various crops, including root vegetables such as carrot, radishes and red beetroot. Understanding the molecular and physiological responses of these crops to salt stress is critical for developing strategies to improve their tolerance and yield under saline conditions. Seed germination, a critical stage in the life cycle of plants, is especially vulnerable to the negative effects of salt stress, which significantly inhibits the growth and development of many plants. Many studies to date have shown that salinity significantly reduces or even completely inhibits germination, but this effect varies depending on plant species, variety and salt concentration (Acar *et al.*, 2011; Şentürk and Sivritepe, 2015).

Several studies have indicated that salt stress is a limiting factor that negatively affects germination, fresh weight, health-promoting compounds and antioxidant activity in carrot (Bolton and Simon, 2019; Akbıyık and Aktaş, 2022), radish (Yuan *et al.*, 2010;

Sun *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2017) and red beetroot (Yolcu *et al.*, 2021; Subbarao *et al.*, 2001; Vitali *et al.*, 2021). These studies have collectively provided insight into the complexity of salt stress responses in these root vegetables and the potential for targeted interventions to improve their salt tolerance. Therefore, investigating the regulatory mechanism responding to salt stress will be important for designing salt-tolerant genetic materials. The aim of this study was to determine the physiological effects of different salt concentrations on the germination of carrot, radish (black radish and red radish) and red beet seeds.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

Standard seeds of carrot (*Daucus carota*) of the nantes variety, radish (*Raphanus sativus* L. var. *radicula*) of the cherry belle variety, black radish (*Raphanus sativus* L.) and red beet (*Beta vulgaris* L.) were used as plant material in the study. In this study, the effects of different concentrations of salt stress (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM and 150 mM) on germination rate and early seedling growth of these plant species were examined. NaCl was used for preparing the salt solution in the study. One liter of 150 mM stock NaCl was prepared and diluted to desired concentrations.

Seed germination test

The plant seeds were surface sterilized first with 5% bleach solution and then with 80% ethyl alcohol (Çarpıcı *et al.*, 2009). In the trial setup, 25 seeds were planted at equal intervals in 3 replicates for control and salt stress concentration for each seed species and humidified with the corresponding salt solution (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM and 150 mM). For the control groups, the moisturizing process was completed using the same amount of pure water. Consistent environmental conditions were ensured during germination and early seedling stages so as to provide reliability and replicability of the results. Germination tests of the seeds were carried out in petri dishes with a double-layer of sterile filter paper (Çavuşoğlu, 2007; Turhan and Şeniz, 2010) and

temperature of 20/25 °C (day/night) (Khodarahmpour *et al.*, 2012) for 5 days.

Seed parameters measured

Germination rate of the seeds was determined daily and 0.5 mm protrusion of the radicle was considered as germination criterion (Abro *et al.* 2009; Datta *et al.* 2009). Germination percentage values obtained on the 5th day were used to compare germination rates. On the 5th day of germination, peduncle and root lengths of germinated seeds were also determined (Sekmen *et al.* 2005; Bahrani and Hagh Joo, 2012).

Germination percentage (rate): It was determined according to the formula given below (Erdoğan, 2008; Ologundudu *et al.*, 2014).

$$GR = (G/T) \times 100$$

GR: Germination rate, G: Numbers of germinated seeds, T: Total numbers of seeds used.

Germination speed: It was calculated according to the formula given below (Abazarian *et al.*, 2011; Güldüren, 2012).

$$GS = N1/T1 + N2/T2 + \dots + Nn/Tn$$

GS: Germination speed, N: Numbers of germinated seeds, T: Number of days germination occurred.

Salt tolerance index: It was calculated based on the formula given below (Güldüren, 2012; Khayatnezhad and Gholamin, 2011).

$$ST = (A/B) \times 100$$

ST: Salt tolerance index, A: Germination in treated seeds, B: Germination in control group.

Seedling parameters measured

After germination was completed, measurements were completed by carefully removing the seedlings from the germination medium without damaging their sensitive structures in order to evaluate early seedling growth.

Seedling vigor index (germination vigor): It was calculated using the following formula (Sivritepe, 2012; Karakaş *et al.*, 2013; Tatar *et al.*, 2018; Akay *et al.*, 2019).

Vigor index = [Germination rate x (radicle length + peduncle length)]

Root and shoot length (mm): It was measured with a digital caliper in mm.

Fresh and dry weights of root and shoot (mg): It was measured on a precision balance (Shimadzu/AY220) in mg. For the fresh weights of roots and shoots, the roots and shoots of 10 plants randomly selected from each petri dish were separated and weighed on the precision balance. Seedlings dried at 70 °C for 48 hours were used for the dry weight experiment (Bilgin and Yıldız, 2008; Doğan *et al.*, 2009).

Statistical analyses

Statistical analysis was performed to compare germination and seedling growth parameters at different salt concentrations and control groups. The data were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) using SPSS 21.0 statistical software (IBM, Chicago, IL., USA) at 5% and 1% level of significance (IBM, Chicago, IL., USA) to determine significant differences among treatments. In addition, the difference between means was determined by Duncan's multiple comparison test.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the physiological effects of salt stress on seed germination and early seedling stage of root vegetables such as carrot, red beetroot and radish cultivated in Türkiye and their salt tolerance levels were identified. Physiological parameters such as germination rate, velocity and vigor, root and shoot length, fresh and dry weight of root and shoot, and salt tolerance index were used to determine salt tolerance in comparison with control conditions. As a result of the analysis of variance, it was found that there were statistically significant differences between salt doses for all traits examined ($p < 0.01$).

Germination rate (%)

Germination rates of all the studied plants were significantly ($P < 0.01$) inhibited with increasing salt concentration compared to the control group (0.0 mM NaCl). When the effects of salt doses on germination rate were examined, it was observed that 150 mM salt dose completely inhibited germination in carrot, while radish varieties showed a germination rate of 86.67% and red beet 29.33% compared to the control (Table 1). Consequently, in our study, significant decreases in

germination rates occurred in parallel with the increase in salinity. The findings of studies on leek (Yıldırım and Güvenç, 2005), pepper (Hassen *et al.*, 2014) and pea (Demirkol *et al.*, 2019) showed a low germination rate due to increasing salt concentration are in agreement with our findings.

Germination speed

The results of the variance analysis demonstrated that salt treatments had highly significant effects on the germination speed of all seeds investigated ($P < 0.01$). Increasing salt concentration significantly decreased the germination speed at all salt doses. When the effects of salt concentrations on germination speed were examined, it was realized that salt treatments caused a significant decrease ($P < 0.01$) in red beetroot and carrot compared to the control groups (0.0 mM NaCl). In 150 mM salt treatment, no germination was recorded in carrots, while the germination speed of radish varieties was 4.33 and 1.1 in red beetroot (Table 2). In a study in which leek varieties called İnegöl and Kalem were used, it was reported that there was a significant decrease in germination speed in both varieties due to increasing salt concentration compared to the control groups (Yıldırım and Güvenç, 2005). Similarly, the

significant decrease in germination speed in parallel with increasing salt level in studies conducted with bean (Elkoca *et al.*, 2003) and pepper (Hassen *et al.*, 2014) is consistent with the data obtained in our study.

Salt tolerance index (%)

The variance analysis for the percentage of salt tolerance index in salt treatments at different concentrations is given in Table 3. When salt tolerance values were examined in the study, it was confirmed that there were statistically significant differences between salt concentrations ($p < 0.01$). Increasing salt concentrations compared to the control groups displayed a statistically significant ($P < 0.01$) decrease in all species for salt tolerance index. At 150 mM salt concentration, red beetroot and radish varieties tolerated salt by 36.67% and 86.67%, respectively, with a significant ($P < 0.01$) decrease, while no germination was observed in carrot at 150 mM salt concentration. Especially in 150 mM salt treatments, a significant decrease was recorded in the salt tolerance index of all plant groups. The findings of salt tolerance indexes in lentil (Kökten *et al.*, 2010) and pepper (Hassen *et al.*, 2014) are similar to our results.

Table 1. Effects of different salt concentrations on seed germination rate (%).

Çizelge 1. Tuz konsantrasyonlarının tohum çimlenme oranı üzerine etkisi (%).

Treatments	Germination Rate (%)							
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	P
Red Beetroot	80±0.00 ^a	60±6.92 ^b	56±6.92 ^{bc}	49.33±8.32 ^{cd}	44±4.00 ^d	32±4.00 ^e	29.33±6.11 ^e	**
Black Radish	100±0.00 ^a	100±0.00 ^a	98.67±2.30 ^{ab}	96±0.00 ^{bc}	94.67±2.30 ^c	93.33±2.31 ^c	86.67±2.31 ^d	**
Red Radish	100±4.00 ^a	98.67±2.31 ^a	96.00±4.00 ^a	89.33±2.31 ^a	88.00±4.00 ^b	88.00±4.00 ^b	86.67±2.31 ^b	**
Carrot	92.00±4.00 ^a	88.00±8.00 ^a	76.00±8.00 ^a	52.00±15.43 ^b	21.33±2.31 ^c	16.00±10.58 ^c	0.00±0.00 ^d	**

F values: $p < 0.01$ (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites

Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

Table 2. Effects of different salt concentrations on seed germination speed.

Çizelge 2. Tuz konsantrasyonlarının tohum çimlenme hızı üzerine etkisi.

Treatments	Germination Speed (Days)							
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	P
Red Beetroot	2.86±0.00 ^a	2.14±0.24 ^b	2.00±0.24 ^{bc}	1.76±0.29 ^{bc}	1.66±0.20 ^c	1.21±0.18 ^d	1.10±0.016 ^d	**
Black Radish	6.94±1.20 ^a	5.42±0.72 ^b	4.93±0.12 ^{bc}	4.80±0.01 ^{bc}	4.73±0.12 ^{bc}	4.67±0.12 ^{bc}	4.33±0.12 ^c	**
Red Radish	5.00±0.00 ^a	4.93±0.11 ^a	4.80±0.20 ^a	4.47±0.12 ^b	4.40±0.20 ^b	4.40±0.20 ^b	4.33±0.12 ^b	**
Carrot	4.60±0.20 ^a	4.40±0.40 ^{ab}	4.40±0.40 ^b	3.80±0.64 ^b	2.73±0.29 ^c	1.23±0.36 ^d	0.00±0.00 ^e	**

F values: $p < 0.01$ (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites

Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

Germination vigor (Seedling vigor index)

The data regarding the effect of different salt concentrations on germination vigor are given in Table 4. Increasing salt concentrations caused a significant ($P<0.01$) decrease in all cultivars compared to the control groups. At 150 mM salt concentration, the highest germination vigor was obtained in red radish (4593.71), while there was no germination in carrot seeds. As in our study, studies conducted by Kara *et al.* (2011) on triticale, Benlioğlu and Özkan (2015) on barley and Shams (2019) on pepper demonstrated a significant decrease in germination vigor due to increasing salt levels.

Seedling (Shoot+ Root) length (mm)

When the plant root lengths at the treated salt concentrations were investigated, values ranging from 3.21 mm to 64.94 mm were observed. The effect of salt treatments on root lengths is given in Table 5. Compared to the control groups, increasing salt concentrations caused a significant ($P<0.01$) decrease

in all cultivars. At 150 mM salt concentration, these values were 9.20 mm in beet, 27.13 mm in black radish and 38.67 mm in red radish as compared to the control groups. Similarly, in a study conducted with pea, it was reported that the root was more affected due to increasing salt concentrations (Okçu *et al.*, 2005).

Seedling lengths in the treatment groups at different salt concentrations indicated values ranging from 7.36 mm to 32.14 mm (Table 6). Compared to the control groups, increasing salt treatments resulted in a significant ($P<0.01$) decrease of more than 50% in red beetroot and radish varieties, while no germination was observed in carrot. In the salt stress study by Aydın and Atıcı (2015) on some cultivated plant seeds, seedling lengths ranged from 4.80 mm to 114.61 mm and increased salt treatments caused a significant ($P<0.05$) decrease in all varieties compared to the control groups. In addition, it was reported that no seedling development occurred in tomato at 150 and 250 mM salt levels (Aydın and Atıcı, 2015).

Table 3. Effects of different salt concentrations on seed salt tolerance index (%).
Çizelge 3. Tuz konsantrasyonlarının tohum tuz tolerans indeksi üzerine etkisi (%).

Treatments	Salt Tolerance (%)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	100.00±0.00 ^a	75.00±8.66 ^b	70.00±8.66 ^{bc}	61.67±10.41 ^{cd}	55.00±5.00 ^d	40.00±5.00 ^e	36.67±7.63 ^e	**
Black Radish	100.00±0.00 ^a	100±0.00 ^a	98.67±2.30 ^{ab}	96.00±0.00 ^{bc}	94.67±2.31 ^c	93.33±2.31 ^c	86.67±2.31 ^d	**
Red Radish	100.00±0.00 ^a	98.67±2.30 ^a	96.00±4.00 ^a	89.33±2.31 ^b	88.00±4.00 ^b	88.00±4.00 ^b	86.67±2.30 ^b	**
Carrot	100.00±0.00 ^a	95.74±8.65 ^a	82.61±8.69 ^a	56.52±16.95 ^b	23.19±2.52 ^c	17.39±11.50 ^c	0.00±0.0 ^d	**

F values: $p < 0.01$ (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites.
Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

Table 4. Effects of different salt concentrations on plant germination vigor.

Çizelge 4. Tuz konsantrasyonlarının çimlenme gücü üzerine etkisi .

Treatments	Germination Vigor (Seedling Vigor Index)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	4487.73±0.0 ^a	2926.89±112.3 ^b	2556.44±446.7 ^{bc}	2113.65±410.2 ^c	1489.15±136.0 ^d	1019.68±157.1 ^e	563.03±60.5 ^f	**
Black Radish	7990.00±685.5 ^a	7316.33±366.8 ^b	6456.16±94.7 ^c	5402.88±238.6 ^d	4913.63±143.2 ^{de}	4388.81±337.6 ^e	3321.64±362.1 ^f	**
Red Radish	9708.33±561.5 ^a	8293.89±604.5 ^b	7216.16±511.3 ^c	6157.96±584.5 ^d	5706.95±197.1 ^{de}	5134.77±191.3 ^{ef}	4593.71±147.6 ^f	**
Carrot	5733.85±775.9 ^a	3825.81±936.6 ^b	2752.68±583.7 ^c	1534.68±547.6 ^d	275.85±53.7 ^e	171.96±119.4 ^e	0,00±0.00 ^e	**

F values: $p < 0.01$ (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites
Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

Table 5. Effects of different salt concentrations on seedling root length (mm).
Çizelge 5. Tuz konsantrasyonlarının fide kök uzunluğu üzerine etkisi (mm).

Treatments	Root Length (mm)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	24.73±0.28 ^a	21.08±2.30 ^b	20.90±2.40 ^b	20.37±2.70 ^b	15.93±1.38 ^c	13.91±0.49 ^c	9.20±1.75 ^d	**
Black Radish	50.94±5.95 ^a	46.73±3.11 ^a	40.29±0.99 ^b	39.40±2.21 ^{bc}	33.44±1.44 ^{cd}	30.59±2.31 ^d	27.13±2.50 ^e	**
Red Radish	64.94±6.60 ^a	53.99±3.80 ^b	48.47±2.46 ^{bc}	44.91±3.06 ^{cd}	41.91±1.25 ^d	41.00±1.13 ^d	38.76±1.83 ^d	**
Carrot	38.59±4.61 ^a	23.96±3.38 ^b	17.02±3.18 ^c	11.33±0.60 ^d	4.84±0.96 ^e	3.21±0.22 ^{ef}	0.00±0.00 ^f	**
F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites. Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.								

Table 6. Effects of different salt concentrations on seedling shoot length (mm).
Çizelge 6. Tuz konsantrasyonlarının fide uzunluğu üzerine etkisi (mm).

Treatments	Shoot Length (mm)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	31.36±2.29 ^a	28.01±3.96 ^{ab}	24.57±2.88 ^{bc}	22.55±2.32 ^c	17.97±2.03 ^d	17.88±0.92 ^d	10.31±1.49 ^e	**
Black Radish	28.96±1.83 ^a	26.43±0.94 ^b	25.16±0.78 ^b	19.88±0.29 ^c	18.48±0.59 ^c	16.41±1.13 ^d	11.14±0.92 ^e	**
Red Radish	32.14±1.14 ^a	30.04±1.19 ^b	26.66±0.71 ^c	23.94±1.77 ^d	22.98±0.69 ^d	17.37±0.62 ^e	14.27±0.74 ^f	**
Carrot	23.58±1.45 ^a	19.17±3.61 ^b	19.02±2.78 ^b	18.01±0.99 ^b	8.14±1.66 ^c	7.36±0.64 ^c	0.00±0.00 ^d	**
F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites. Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.								

Seedling fresh and dry weight (mg)

Rising salt concentrations decreased the fresh weights of all plant groups considerably compared to the control groups (P<0.01). It was observed that the stress started firstly at 25 mM in all the species when compared to the control groups, although it changed according to the species. The most negative effect on seedling and root fresh weights was found at 150 mM salt concentration (Tables 7 and 8). In parallel with fresh weight, dry weights of all groups were also negatively affected by increasing salt concentrations. Significant (P<0.01) differences were detected when

all species were compared with their control groups. When the effects of salt treatments on seedling and root dry weight were examined, it was determined that the first stress began at 25 and 50 mM concentrations, depending on the species. In studies performed in pea, it was reported that the first negative effect of salt stress on germination and plant development was generally observed after 75 mM (Acar *et al.*, 2011; Şentürk and Sivritepe, 2015). These findings suggest that root vegetables such as carrot and red beetroot are more sensitive to salt.

Table 7. Effects of different salt concentrations on seedling fresh weight (mg).
Çizelge 7. Tuz konsantrasyonlarının fide taze ağırlık üzerine etkisi (mg).

Treatments	Seedling Fresh Weight (mg)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	0.247±0.007 ^a	0.208±0.007 ^b	0.170±0.026 ^c	0.153±0.005 ^c	0.143±0.021 ^c	0.076±0.015 ^d	0.033±0.011 ^e	**
Black Radish	0.561±0.038 ^a	0.536±0.010 ^a	0.432±0.029 ^b	0.391±0.023 ^{bc}	0.360±0.014 ^c	0.350±0.035 ^c	0.242±0.052 ^d	**
Red Radish	0.642±0.004 ^a	0.608±0.025 ^{ab}	0.565±0.056 ^{cd}	0.526±0.027 ^{de}	0.496±0.010 ^{ef}	0.454±0.041 ^e	0.371±0.003 ^f	**
Carrot	0.069±0.005 ^a	0.062±0.006 ^a	0.060±0.008 ^a	0.045±0.003 ^b	0.031±0.003 ^c	0.022±0.002 ^c	0.00±0.00 ^d	**
F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites. Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.								

Table 8. Effects of different salt concentrations on seedling root fresh weight (mg)
Çizelge 8. Tuz konsantrasyonlarının kök taze ağırlık üzerine etkisi (mg)

Treatments	Seedling Root Fresh Weight (mg)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	0.767±0.001 ^a	0.700±0.015 ^a	0.633±0.006 ^{ab}	0.467±0.020 ^{bc}	0.433±0.011 ^{bc}	0.267±0.011 ^{cd}	0.123±0.007 ^d	**
Black Radish	0.200±0.014 ^a	0.161±0.007 ^b	0.148±0.017 ^{bc}	0.140±0.008 ^c	0.132±0.007 ^{cd}	0.116±0.006 ^{de}	0.108±0.012 ^e	**
Red Radish	0.247±0.012 ^a	0.205±0.017 ^b	0.189±0.011 ^{bc}	0.175±0.010 ^c	0.151±0.009 ^d	0.150±0.008 ^d	0.140±0.004 ^d	**
Carrot	0.033±0.003 ^a	0.027±0.002 ^{ab}	0.026±0.005 ^b	0.021±0.002 ^b	0.013±0.001 ^c	0.010±0.002 ^c	0.00±0.00 ^d	**

F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites
Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

In our study, seedling and root wet/dry weights were affected more than the control groups with increasing salt dose. The most negative effect of salt dose on seedling and root dry weight values occurred at 150 mM salt dose in all plant groups. There was no germination in carrot at 150 mM salt concentration (Tables 9 and 10). The salt in the root zone reduces root elongation by inhibiting cell expansion and cell production in the root meristem tissue through osmotic stress and toxic ion effects (Rewald *et al.*, 2013). For these reasons, root and shoot development were

negatively affected with increasing salt doses in the study. Again, in the salt stress study conducted in capia pepper, 50 mM salt concentration caused statistically significant decreases in the parameters on seedling development compared to the control groups (Altunlu, 2019). Many researchers have reported that salt stress has a negative effect on plant root and shoot length (Hakim *et al.*, 2010; Kökten *et al.*, 2010; Abazarian *et al.*, 2011; Hassen *et al.*, 2014). In our study, increasing salt concentrations significantly inhibited both root and shoot fresh and dry weights of all treatment group.

Table 9. Effects of different salt concentrations on seedling dry weight (mg)
Çizelge 9. Tuz konsantrasyonlarının fide kuru ağırlık üzerine etkisi (mg)

Treatments	Seedling Dry Weight (mg)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	0.026±0.000 ^a	0.021±0.000 ^b	0.017±0.002 ^c	0.015±0.000 ^c	0.014±0.002 ^c	0.008±0.002 ^d	0.003±0.001 ^e	**
Black Radish	0.084±0.005 ^a	0.081±0.002 ^a	0.065±0.004 ^b	0.059±0.003 ^{bc}	0.054±0.002 ^c	0.052±0.005 ^c	0.036±0.008 ^d	**
Red Radish	0.096±0.000 ^a	0.092±0.004 ^a	0.085±0.008 ^{bc}	0.079±0.004 ^{cd}	0.075±0.002 ^{de}	0.068±0.006 ^e	0.056±0.001 ^f	**
Carrot	0.046±0.000 ^a	0.041±0.001 ^a	0.040±0.001 ^a	0.030±0.000 ^b	0.021±0.000 ^c	0.013±0.000 ^c	0.00±0.00 ^d	**

F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites
Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

Table 10. Effects of different salt concentrations on seedling root dry weight (mg)
Çizelge 10. Tuz konsantrasyonlarının fide kök kuru ağırlık üzerine etkisi (mg)

Treatments	Seedling Root Dry Weight (mg)							P
	0/Control	25 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	150 mM	
Red Beetroot	0.008±0.000 ^a	0.007±0.002 ^a	0.006±0.001 ^{ab}	0.005±0.002 ^{bc}	0.004±0.001 ^{bc}	0.003±0.002 ^{cd}	0.001±0.001 ^d	**
Black Radish	0.030±0.002 ^a	0.024±0.001 ^b	0.022±0.003 ^{bc}	0.021±0.001 ^c	0.020±0.001 ^{cd}	0.017±0.001 ^{de}	0.016±0.002 ^e	**
Red Radish	0.025±0.001 ^a	0.021±0.002 ^b	0.019±0.001 ^{bc}	0.017±0.001 ^c	0.016±0.000 ^d	0.015±0.000 ^d	0.014±0.000 ^d	**
Carrot	0.022±0.000 ^a	0.018±0.000 ^{ab}	0.017±0.001 ^b	0.015±0.000 ^b	0.008±0.000 ^c	0.007±0.000 ^c	0.00±0.00 ^d	**

F values: p < 0.01 (**), Values are given as average and standard deviation of three independent composites
Ortalama ve Standart hata değerleri 3 örnek ortalama değerleridir.

CONCLUSION AND SUGGESTIONS

Germination of root vegetable seeds and seedling development are negatively affected by increasing salt concentrations. In this study, it was determined that all root vegetable species were significantly affected by the 150 mM salt concentration in the medium during the germination period. Germination and seedling development of the radish varieties examined in the study were less negatively affected by salt concentrations below 100 mM compared to other species, while no germination was observed in carrot at 150 mM salt concentration. Compared to other plant

groups, high salt concentrations negatively affected root development more than shoot development in carrots. This indicates that carrot roots are more sensitive to salinity than shoots. Determining the performance of the studied species under field conditions in areas with salinity problems is important for the evaluation of saline areas. Therefore, further studies conducted under pot and field conditions would be beneficial. In addition, our research is important in terms of providing preliminary information to the producer at the point of preference of the plant species studied and being a source for further research.

REFERENCES

- Abazarian, R., M. R. Yazdani, K. Khosroyar, and P. Arvin. 2011. Effects of different levels of salinity on germination of four components of lentil cultivars. *African Journal of Agricultural Research* 6 (5): 2761 – 2766.
- Abro, S. A., A. R. Mahar, and A. A. Mirbahar. 2009. Improving yield performance of landrace wheat under salinity stress using on-farm seed priming. *Pak. J. Bot.* 41 (5): 2209-2216.
- Acar, R., M. Yorgancılar, E. Atalay, ve C. Yaman. 2011. Farklı tuz uygulamalarının bezelyede (*Pisum sativum* L.) bağli su içeriği, klorofil ve bitki gelişimine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 25 (3): 42-46.
- Ahmadi, M., Ş. A. Hulea, and I. Peç. 2022. Root vegetables: biology, nutritional value and health implications. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.106240
- Akay, H., E. Öztürk, İ. Sezer, ve M. C. Bahadır. 2019. Farklı tuz konsantrasyonlarının şeker mısır (*Zea mays* L. Var. sacharata sturt.) çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 7 (2): 103-108.
- Akbiyık, C., ve H. Aktaş. 2022. Asetil salisilik asit solüsyonlarında ön çimlendirmenin havuç tohumlarının tuz stresi altında çimlenme ve çıkışı üzerine etkileri. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences* 5 (2): 62-68.
- Altunlu, H. 2019. Tuzlu koşullarda mikoriza uygulamasının kapa biberde (*Capsicum annuum* L.) fide gelişimi ve antioksidant enzimler üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56 (2): 139-146.
- Athar, H. R., and M. Ashraf. 2009. Strategies for crop improvement against salinity and drought stress: An overview. *Salinity and Water Stress: Improving Crop Efficiency*. Springer Nature 1-16
- Aydin, İ., ve Ö. Atıcı. 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 3 (2): 1-15.
- Bahrani, A., and M. Hagh Joo. 2012. Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to salinity at germination and early seedling growth stages. *World Applied Sciences Journal* 16 (4): 599-609.
- Benlioğlu, B., ve U. Özkan. 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 24 (2): 109-114.
- Bilgin, N., ve N. Yıldız. 2008. Besin kültüründe yetiştirilen (Kaya F1) domates çeşidinin (*Lycopersicon esculentum*) artan NaCl uygulamalarına toleransı ve tuzluluk stresinin kuru madde miktarı ile bitki mineral madde içeriğine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 39 (1): 15-21.
- Bolton, A., and P. Simon. 2019. Variation for salinity tolerance during seed germination in diverse carrot (*Daucus carota* L.) germplasm. *HortScience* 54 (1): 38-44.
- Butnariu, M., and A. Butu. 2015. Chemical composition of vegetables and their products. *Handbook of Food Chemistry* pp. 627-692.
- Cemeroğlu, B. 2004. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* 1. Cilt No. 35: 77-88 Ankara.
- Çarpıcı, E. B., N. Çelik, ve G. Bayram. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *J. Biotechnol.* 8 (19): 4918-4922.
- Çavuşoğlu, K. 2007. Tuzlu (NaCl) koşullar altındaki tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisi üzerine triakontanol ön uygulamasının etkileri. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science* 2 (2): 136-145.
- Datta, J. K., S. Nag, A. Banerjee, and N. K. Mondai. 2009. Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 13 (3): 93-97.
- Demirkol, G., N. Yılmaz, ve Ö. Aşçı-Önal. 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. arvense L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (3): 354-359.
- Doğan, M., H. Kiliç, A. Aktan, ve N. E. Can. 2009. Tuz Stresi altındaki Domates (*Lycopersicon* sp.) fidelerinde kalsiyum miktarı değişimleri. *Firat University Journal of Science* 21 (2): 103-108.

- Ekmekçi, E., M. Apan, and T. Kara. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 20(3): 118-125. <https://doi.org/10.7161/anajas.2005.20.3.118-125>
- Elkoca, E., F. Kantar, ve İ. Güvenç. 2003. Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34 (1): 1-8.
- Erdoğan, G. 2008. Değişik kimyasal uygulamalarının farklı İskenderiye üçgül (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşidi tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. K.S.Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Kahramanmaraş.
- Güldüren, Ş. 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tuza toleransı. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Hakim, M. A., A. S. Juraimi, M. Begum, M. M. Hanafi, M. R. Ismail, and A. Selamat. 2010. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *African journal of biotechnology* 9 (13): 1911-1918.
- Hassen, A., S. Maher, and H. Cherif, 2014. Effect of salt stress (NaCl) on germination and early seedling parameters of three pepper cultivars (*Capsicum annum* L.). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 10 (1): 14-25.
- Kalia, P., and R. Selvakumar. 2023. Root vegetables for nutrition and entrepreneurship. In *Vegetables for Nutrition and Entrepreneurship* pp. 481-532. Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kara, B., İ. Akgün, ve D. Altındal. 2011. Triticale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 25 (1): 1-9.
- Karakaş, S., M. Çullu, ve M. Dikilitaş. 2013. In vitro koşullarında NaCl stresinin domates çeşitlerinin çimlenmesi üzerine fizyolojik ve biyokimyasal etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 17 (4): 25-33.
- Khayatnezhad, M., and Gholamin, R. 2011. Effects of salt stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. *African Journal of Biotechnology* 10 (60): 12909-12915.
- Khodarahmpour, Z., M. Ifar, and M. Motamedi. 2012. Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. *African Journal of Biotechnology* 11 (2): 298-304.
- Kökten, K., T. Karaköy, A. Bakoğlu, and M. Akçura. 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* M.) varieties. *Journal of Food, Agriculture & Environ.* 8 (1):140-143.
- Mäser, P., B. Eckelman, R. Vaidyanathan, T. Horie, D. J. Fairbairn, M. Kubo, M. Yamagami, K. Yamaguchi, M. Nishimura, N. Uozumi, W. Robertson, M.S. Sussman, and J. I. Schroeder. 2002. Altered shoot/root Na⁺ distribution and bifurcating salt sensitivity in *Arabidopsis* by genetic disruption of the Na⁺ transporter AtHKT1. *FEBS letters* 531 (2): 157-161.
- Munns, R., and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.
- Okçu, G., M. D. Kaya, and M. Atak. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish journal of Agriculture and Forestry*, 29(4): 237-242.
- Ologundudu, A.F., A.A. Adelusı, and R.O. Akınwale. 2014. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza Sativa* L.). *Notulea Science Biology* 6 (2): 237-243.
- Rewald, B., O. Shelef, J. E. Ephrath, and S. Rachmilevitch. 2013. Adaptive plasticity of salt-stressed root systems. *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress*, Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4747-4_6.
- Sekmen, A. H., T. Demiral, N. Tosun, H. Türküsay, ve İ. Türkan. 2005. Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42 (1): 85-95.
- Shams, M. K. 2019. Tuz stresinin biberde bitki gelişimi, fizyolojik ve biokimyasal özellikler, dna metilasyonu ile tohum çimlenmesi üzerine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Erzurum.
- Sivritepe, H.Ö. 2012. Tohum gücünün değerlendirilmesi. *Alatarım Dergisi* 11 (2): 33-44.
- Subbarao, G. V., R. M. Wheeler, L. H. Levine, and G. W. Stutte. 2001. Glycine betaine accumulation, ionic and water relations of red-beet at contrasting levels of sodium supply. *Journal of Plant Physiology* 158 (6): 767-776.
- Sun, X., L. Xu, Y. Wang, R. Yu, X. Zhu, X. Luo, Y. Gong, R. Wang C. Limer, K. Zhang and L. Liu. 2015. Identification of novel and salt-responsive miRNAs to explore miRNA-mediated regulatory network of salt stress response in radish (*Raphanus sativus* L.). *BMC genomics* 16 (1): 1-16.
- Sun, X., Y. Wang, L. Xu, C. Li, W. Zhang, X. Luo, H. Jiang and L. Liu. 2017. Unraveling the root proteome changes and its relationship to molecular mechanism underlying salt stress response in radish (*Raphanus sativus* L.). *Frontiers in Plant Science* 8: 1192.
- Şentürk, B., ve H. Sivritepe. 2015. Bezelye (*Pisum sativum* L.) tohumlarında NaCl ile yapılan priming uygulamaları için en uygun protokolün belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 29 (2): 95-105.
- Tatar, N., Y. Öztürk, ve E. B. Çarpıcı. 2018. NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5 (1): 28-33.
- Tripathy, B., S. Rout, U. N. Mishra, G. Sahoo, K. Pradhan, A. K. Prusty, and L. Dash. 2021. Vegetables: a potential source of nutraceuticals. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology* 25 (4):17921-17941.
- Turhan, A., ve V. Şeniz. 2010. Farklı tuz konsantrasyonlarının Türkiye'de yetiştirilen bazı domates genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24 (2): 11-22.

- Vitali, V., M. Sutka, L. Ojeda, R. Aroca, and G. Amodeo. 2021. Root hydraulics adjustment is governed by a dominant cell-to-cell pathway in *Beta vulgaris* seedlings exposed to salt stress. *Plant Science* 306: 110873-110884.
- Yamaguchi, T., and E. Blumwald. 2005. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends in Plant Science* 10(12): 615-620.
- Yıldırım, E., ve İ. Güvenç. 2005. Deniz yosunu özü uygulamalarının tuzlu koşullarda pırasada tohum çimlenmesi üzerine etkisi. *Bahçe* 34 (1): 83-90.
- Yolcu, S., H. Alavilli, P. Ganesh, M. Panigrahy, and K. Song, 2021. Salt and drought stress responses in cultivated beets (*Beta vulgaris* L.) and wild beet (*Beta maritima* L.). *Plants* 10 (9): 1843-1870.
- Yuan, G., X. Wang, R. Guo. and Q. Wang. 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chemistry* 121 (4): 1014-1019.

Priming Effects on Germination Parameters of Vulnerable *Salvia aramiensis* Rech. f. Harvested from Different Locations

Nadire Pelin BAHADIRLI* 

***Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, Hatay/TÜRKİYE**

***<https://orcid.org/0000-0001-7321-5377>**

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

Received (Geliş tarihi): 15.03.2024

Accepted (Kabul tarihi): 10.06.2024

ABSTRACT: *Salvia aramiensis* Rech. f. is a perennial sub-shrub from the Lamiaceae family that is locally endemic in the Hatay province of Türkiye. The study aimed to evaluate the location and priming effects on germination parameters of *S. aramiensis* seeds. Six districts of Hatay (Antakya, Arsuz, Belen, Dört Yol, Samandağ, and Yayladağı) were surveyed and seeds were collected separately during summer 2020. Seed moisture (%) and thousand seed weight (TSW-g) were determined. A total of 33 priming applications were applied and control groups (no treatment) were included, however, only ten of them showed germination. Germination rate (%), mean germination time (MGT), germination index (GI), and T50 were determined. Locations and priming were found to be statistically significant ($p < 0.05$) on germination parameters. The seed moistures ranged between 5.76 and 7.87% and the TSW seed varied between 5.77 and 10.05g. The highest germination rate was observed in Belen district seed samples as 65.50% with 30 d cold stratification/2000 ppm GA₃ treatment combination. MGT ranged between 2.87 and 7.55 days and the highest result was obtained from Antakya district. GI results ranged between 0.42 and 11.30 and T50 results ranged between 1.82 and 6.94 days. In the present study, Belen location showed importance according to the studied parameters.

Keywords: Germination, sage, dormancy, stratification, hormone, seed priming.

Farklı Lokasyonlardan Toplanan *Salvia aramiensis* Rech. f. Tohumları Üzerine Önişlem Uygulamalarının Etkisi

ÖZ: *Salvia aramiensis* Rech. f. Türkiye'nin Hatay ilinde yerel endemik olan Lamiaceae familyasına ait çok yıllık bir yarı çalıdır. Çalışmada *S. aramiensis* tohumlarının çimlenme parametreleri üzerine lokasyon ve priming etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hatay'ın altı ilçesinde (Antakya, Arsuz, Belen, Dört Yol, Samandağ ve Yayladağı) araştırma yapılmış ve 2020 yazında ayrı ayrı tohumlar toplanmıştır. Tohum nemi (%) ve bin tane ağırlığı (TSW-g) belirlenmiştir. Çalışma kapsamında 33 adet önişlem tohumlara uygulanmış ancak sadece 10 önişlem uygulamasında çimlenme tespit edilmiştir. Çalışmada çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI) ve T50 belirlenmiştir. Çimlenme parametreleri üzerine lokasyon ve priminglerin istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Tohum nemleri %5,76-7,87 aralığında, TSW ise 5,77-10,05 g arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme oranı %65,50 ile Belen ilçesi tohum örneklerinde 30d soğuk katlama/2000ppm GA₃ uygulaması kombinasyonunda gözlenmiştir. MGT 2,87-7,71 gün arasında değişmekte olup en yüksek sonuç Antakya ilçesinden elde edilmiştir. GI sonuçları 0,42-11,30, T50 sonuçları ise 1,82-6,94 gün arasında değişmiştir. Bu çalışmada Belen lokasyonu incelenen parametrelere göre önem göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, adaçayı, dormansi, katlama, hormon, önişlem.

INTRODUCTION

The Lamiaceae family contains the genus *Salvia* with approximately 1000 species, many of which have medicinal and economical value. In the Flora of Turkey, *Salvia* is presented with 99 species including 58 endemic species (Guner *et al.*, 2012). *Salvia aramiensis* Rech. f. is one of the 24 *Salvia* species from Hatay province of Türkiye (Bahadirli and Ayanoglu, 2021). *S. aramiensis*, also known as “Hatay sage”, is a local endemic sub-shrub perennial, that grows between 250 and 1000 m of Amanos Mountains, and has been used as an herbal product and incense (Turkish= pohur) in the Eastern Mediterranean region of Türkiye. According to the Flora of Turkey (Davis, 1982), the species exists in Türkiye, Lebanon and Syria yet neither Lebanon nor Syria published any scientific paper about it. Celep *et al.* (2010) suggested the IUCN threat category for the national level of the *S. aramiensis* should be changed to VU (vulnerable) due to the threats of construction, land clearing and fire. That study was more than a decade ago and since then more natural damage has occurred. Also, field trips showed that unconscious and careless collecting of populations prevented flowering during the summer season (Figure 1). This situation also makes it necessary to start cultivation.

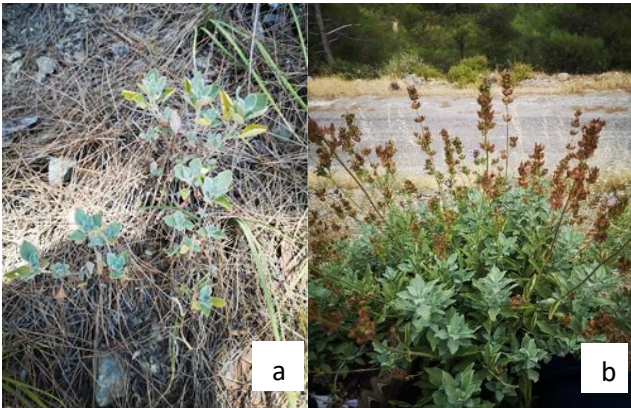


Figure 1. A flowerless plant showing the effects of over harvested from Yayladağı district (a), and un-harvested plant at the same time from Belen district (b).

Şekil 1. Aşırı hasat edilen çiçeklenme aşamasına geçememiş Yayladağı lokasyonundan bir bitki (a) ve aynı zamanda fotoğrafı çekilmiş hasat edilmemiş Belen lokasyonundan bir bitki (b).

Studies showed that there is a great variation in essential oil content and components of *S. aramiensis* (Demirci *et al.*, 2002; Karaman *et al.*, 2007; Ayanoglu *et al.*, 2012; Bahadirli and Ayanoglu, 2019). *S. aramiensis* has importance as an herbal tea regarding its high 1,8-cineole and low camphor and thujone contents (Bahadirli, 2020). The biological activities of the species have not yet been investigated thoroughly, yet anti-Alzheimer and antioxidant activity were studied (Ertas *et al.*, 2017; Alim *et al.*, 2018; Bahadirli, 2022). Infused tea from *S. aramiensis* leaves has been used for cough, cold, flu, and stomach pain among local people (Guzel and Guzelsemme, 2018). Cultivation of *S. aramiensis* at different climates was also studied and Mediterranean climate were recommended (Yenikalayci, 2022).

Many medicinal plants are traded by collecting them from the natural flora. In order to meet the increasing demands for these plants and to protect the natural flora, intensively collected plants must be cultivated. At the same time, the germination rate of many medicinal and aromatic plants from nature is a problem. The seed coat, unripe seeds, and dormancy are the main factors affecting seed germination success even in viable seeds (Ellis *et al.*, 1985a). Priming applications such as removing seed coats, hormonal priming, stratification, hydro priming, and chemical priming, are some useful methods depending on the species to obtain a higher germination rate, time, and quality. In one study, Thanos (1993) stated that 49% of *Salvia fruticosa* seeds were empty. Many studies focus on different *Salvia* species' germination behaviour. Effects of storage temperatures on *S. officinalis* (Kretschmer, 1989), effects of different light regimes (Liu *et al.* 2006), and hydro priming (Dastanpoor *et al.*, 2013) were investigated in previous studies. Research of germination applications such as light, chemicals, and priming on *S. officinalis*, *S. fruticosa*, *S. pomifera*, and *S. tomentosa* showed different germination behaviours even in the same genus and same Clade (Ozcan *et al.*, 2014). Local environmental conditions that affect seeds until maturation could have a strong impact on germination behaviour (Lacey and Herr, 2000).

Preliminary studies with 10-day cold stratification and hydro priming for 24 hours on *S. aramiensis* seeds gave low germination rates, and these results revealed the necessity of searching for solutions to germination problems. Different locations and priming applications for instance hormones, hydro priming, chemical priming, stratification, mechanical abrasion, hormones, and stratification combinations were investigated to determine their effects on *Salvia aramiensis* seed germination.

MATERIALS AND METHODS

Seed source, study area, and seed collection

Salvia aramiensis is a sub-shrub perennial plant that grows at altitudes between 250 and 1000 m (Davis, 1982). Plant height is up to 1 meter, petals are lilac to pink and leaves are thin, grey-green. Pollination is done by insects and type is cross-pollination (Claßen-Bockhoff *et al.*, 2004). *Salvia* species including *S. aramiensis* have a superior ovary that is deeply 4 lobed and the fruit is a schizocarp of four nutlets (1-3) (Ryding, 2001; Zona, 2017). The species is Eastern Mediterranean Element and grows naturally in rocky places under *Pinus brutia* (Davis, 1982).

The fieldwork was carried out in the Amanos Mountains, which are approximately 180 kilometres long, and mostly located in the province of Hatay. The Amanos Mountains have a unique plant diversity with the vegetation belonging to the Black Sea climate zone as well as the classical Mediterranean climate. Seed materials were collected from different populations in Antakya, Arsuz, Belen, Dört Yol, Samandağ and Yayladağı districts of Hatay province, Türkiye (Figure 2)

The climate is mostly characterized as the rainy Mediterranean. Annual rainfall, mean temperature, mean of the hottest month, and mean of the coldest month of the districts between 2019 July- 2020 July are given in Table 1. Initially, from May to July of 2020, locations were checked for seed maturation, and in the middle of July, seed collections started. For each population, seeds were collected from 25-50 individuals depending on the seed quantity. The collected seeds were placed in paper bags and carried to the laboratory, then air-dried for three days at room temperature (24 °C) before being packed for further investigations.



Figure 2. Distribution map of *S. aramiensis* seed collection localities.

Şekil 2. *S. aramiensis* tohumlarının toplandığı lokasyonların dağılımını gösteren bir harita.

Table 1. Locality, geographic and meteorological descriptions of *S. aramiensis* populations.
Çizelge 1. *S. aramiensis* populasyonlarının lokalitesi, coğrafi ve meteorolojik tanımlamaları.

Population	Area	Geography					Climate	
		Latitude	Longitude	Altitude	Rn	Tm	Tmax	Tmin
Antakya	Fırınz	36°26'27"	36°16'56"	1333	706.4	18.4	43.5	-4.1
Arsuz	Gözcüler	36°21'59"	35°57'28"	483	384.1	20.0	44.0	-2.8
Belen	Kömürçukuru	36°26'07"	36°08'28"	996	556.0	16.3	41.2	-7.8
Dört Yol	Örencik	36°54'41"	36°16'6"	545	690.8	19.2	45.4	-3.2
Samandağ	Yaylıca	36°20'40"	36°8'54"	976	507.0	19.3	43.6	-1.2
Yayladağı	Dağdüzü	36°04'30"	36°05'11"	351	602.0	16.8	43.5	-7.4

*Meteorological data were obtained from Hatay Meteorology Directorate. Latitude (N), Longitude (E), Altitude (m), Rn; total annual rainfall (mm), Tm; annual mean temperature (°C), Tmax; mean of the hottest month (September) temperature (°C), Tmin; mean of the coldest month (February) temperature (°C)

Seed physiology

Seed moisture: The moisture content was determined with the method from the International Seed Testing Association (ISTA, 1985). Five grams of seeds from locations were weighed separately with three replications. The samples were held for 17±1 hours at 103±2 °C in the oven, and at the end of the duration, the seeds were left in a desiccator until constant weight was weighed. The moisture content (%) was calculated according to the formula given below.

$$\text{Seed moisture content (\%)} = \left[\frac{M2 - M3}{M2 - M1} \right] \times 100$$

M1= Petri dishes weight

M2= Petri dishes weight + seed weighed

M3= Petri dishes weight + seed weighed after oven-dried

Thousand seed weight: The weight of hundred seeds with ten replications was used to calculate thousand seed weight (TSW).

Germination experiments

The experiment was conducted at the Field Crops Biotechnology Laboratory of Hatay Mustafa Kemal University in 2021. Experiment was applied according to ISTA (1985) descriptions. *S. aramiensis* seeds were sanitized with 5% NaClO (Sodium hypochlorite) for 15 minutes and washed thoroughly with sterilized water. Different treatments of hydro priming, chemical priming, stratification, pre-chill, stratification+GA₃

combination, mechanical priming and dry seeds (control) were used (Table 2). In hydropriming, seeds were soaked for the indicated time periods with designated water at the appropriate temperature. In chemical priming, seeds were soaked in prepared solutions for the appropriate period. For cold priming, seeds were wrapped in a coarse filter paper, moistened with 3 ml of water, and placed in a resealable plastic bags. No further watering was found necessary during cold stratification period. In pre-chilling, seeds were placed in a plastic petri dish, no wrapping or watering were applied. Cold stratification and GA₃ are the most advised and used methods for many ornamental and medicinal plants seeds (ISTA, 1985). Therefore they were chosen for combination. Cold stratification and GA₃ were combined with the stratification process applied first followed by GA₃ application. Abrasion of seeds was done with sandpaper. For the control, seeds were directly placed in petri dishes. At end of the treatment time, all of the seeds were dried on a filter paper and then placed in 11 cm petri dishes on top of Whatman No.1 paper. A total of 34 treatments with four replicates of 50 seeds (50x4=200) in each treatment were used. Seeds were incubated in a germination chamber with 24 h dark regime at 25±0.5 °C for 28 days. Two ml distilled water was applied in the beginning. Afterwards, watering was done when necessary. The petri dishes were wrapped with plastic bags to minimize water losses during the experiment (Caliskan *et al.*, 2012).

Table 2. Seed treatment methods and germination status.

Çizelge 2. Tohumlara uygulanan önışlemler ve çimlenme durumları.

Treat. No	Priming Method		Treatment		Germination Status
1			25 °C°	3 days	NG
2			25 °C°	7 days	NG
3	Hydro priming	Water (10 mL)	65 °C	10 minutes	NG
4			65 °C	30 minutes	NG
5			65 °C	1 hour	NG
6			500 ppm	24 hours	G
7	GA ₃		1000 ppm	24 hours	G
8			2000 ppm	24 hours	G
9			3000 ppm	24 hours	G
10			250 ppm	24 hours	NG
11	Ethylene		750 ppm	24 hours	NG
12			500 ppm	24 hours	NG
13	Chemical priming	Salicylic acid	1000 ppm	24 hours	NG
14			2%	24 hours	NG
15		Seaweed	4%	24 hours	NG
16			0.20%	24 hours	NG
17		KNO ₃	1%	24 hours	NG
18			0.50%	24 hours	NG
19		MgSO ₄	1%	24 hours	NG
20			4 °C	10 days+24 hour	NG
21	Stratification	Cold stratification	4 °C	20 days+24 hour	NG
22			4 °C	30 days+24 hour	NG
23			4 °C	45 days+24 hour	NG
24			- 5 °C	10 minutes	NG
25	Pre-chill	Short time pre-chill	- 5 °C	20 minutes	NG
26			- 5 °C	30 minutes	NG
27			1000	10 days+24 hour	G
28	Combination	Stratification+GA ₃	2000	10 days+24 hour	G
29			3000	10 days+24 hour	G
30			1000	30 days+24 hour	G
31			2000	30 days+24 hour	G
32			3000	30 days+24 hour	G
33			Mechanical	Abrasion	
34	Control	Without treatment		NG	

NG=Not germinated G=Germinated.

Evaluation of germination and statistical analysis

Counting of germinated seeds was done every other day and germinated seeds were removed from petri dishes. Only ten treatments resulted in germination and the control were included for further statistical analysis (Table 2).

Germination rate (%) is an estimate of the germinability of the population of seeds. The equation to calculate germination percentage is:

$$G (\%) = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{N} \times 100$$

Where n_i is the number of seeds germinated in the i^{th} time, N is the total number of seeds used.

Mean germination time is a measure of the rate and time spread of the germination. It indicates time spent germinating. The following formula was used to calculate the mean germination time (Ellis and Roberts 1980).

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Where $n_i t_i$ is the product of seeds germinated at interval i^{th} with the corresponding time interval and n_i is the number of seeds germinated in i^{th} time.

The germination index is an estimate of the days it takes a certain germination percentage to occur. The germination index can be calculated by using the following expression from Association of Official Seed Analysts (AOSA and SCST, 1993).

$$GI = \sum_{i=1}^k (n_i/t_i)$$

Where n_i is the number of seeds germinated in the i^{th} time and t_i is the time taken for seeds to germinate at i^{th} count.

The time to reach 50% germination (T_{50}) indicates how much time was taken for half of the seeds to germinate (Coolbear *et al.*, 1984).

$$T_{50} = \frac{ti + [(\sum_{i=1}^k ni - ni)x(ti - tj)]}{ni - nj}$$

To determine the value of n_i and n_j , the cumulative number of seeds germinated for the conditions given below should be reviewed.

$$n_i < \sum_{i=1}^k ni < n_j$$

Where n_i is the nearest cumulative number of seeds germinated (Cni) $< \frac{\sum_{i=1}^k ni}{2}$, n_j is the nearest cumulative number of seeds germinated (Cnj) $> \frac{\sum_{i=1}^k ni}{2}$, t_i is the time interval corresponding to n_i and t_j is the time interval corresponding to n_j .

The experiment was conducted based on repetitive random plots with four replicates. All measured variables were subjected to factorial analysis of variance (ANOVA) to test for the significant effect between the factors using with MSTAT-C. Factor 1 was the location and factor 2 was priming applications. The pattern of difference between means was analysed using Fishers' protected least significant difference test (LSD) at $p < 0.05$ significance level (Snedecor and Cochran, 1989).

RESULTS AND DISCUSSION

In the present study, germination parameters were evaluated for vulnerable threatened categorized *Salvia aramiensis*. Different collecting sides and priming were used to determine their effect on germination parameters.

Seed physiology

Effects of locations on seed moisture content and thousand seed weight were found to be statistically ($p < 0.05$) significant (Table 3). Seed moisture contents ranged between 5.76 and 7.87%, higher seed moisture content was found in samples from Arsuz while the lowest result was from Dörtyol samples. Arsuz followed by Samandağ locations had the highest seed moisture. Thousand Seed Weight (TSW) results ranged between 5.77 and 10.05 g, and the highest TSW were from samples of Belen while the lowest TSW were obtained from Dörtyol samples.

Table 3. Seed moisture (%) and thousand seed weight (g) values of *S. aramiensis* seeds from six districts of Hatay.

Çizelge 3. Hatay'ın altı farklı lokasyonundan toplanan *S. aramiensis* tohumlarına ait tohum nemi (%) ve bin tohum ağırlığı (g) değerleri.

No	Locations	Seed Moisture (%)	TSW
1	Antakya	7.56±0.02 ^c	8.47±0.14 ^b
2	Arsuz	7.87±0.02 ^a	8.13±0.18 ^b
3	Belen	7.29±0.01 ^e	10.05±0.35 ^a
4	Dörtyol	5.76±0.02 ^f	5.77±0.23 ^c
5	Samandağ	7.856±0.01 ^b	8.45±0.23 ^b
6	Yayladağı	7.39±0.03 ^d	8.24±0.18 ^b
7	Mean	7.29	8.19

*Significance level $p < 0.05$

Thousand seed weight for *S. officinalis* were found 8.03 g considering that *S. officinalis* and *S. aramiensis* are in the same clade our results are compatible except the location Dörtyol (Liu *et al.*, 2006). Study showed that *S. hispanica* TSW ranges between 1.32-1.30 g comparing to *S. aramiensis* considerable low (Ixtaina *et al.*, 2008). However, the mean moistures were similar to our results as in *S. hispanica*.

Seed germination

The present study evaluated germination parameters of *S. aramiensis* seeds collected from different districts of Hatay, Türkiye. A total of 34 (including control) priming were applied however only GA₃ (Gibberellic acid) and cold stratification combinations with GA₃ resulted in germination. Statistical analysis was applied to ten priming treatments and the control groups.

Germination rate (%), mean germination time (day), germination index (day), and T50 (day) were determined to show the effects of locations and treatments on *S. aramiensis* seeds. All the parameters were found to be statistically important ($p < 0.05$) on germination parameters.

Germination rate (%) shows the total germinated seeds in the experimental period and also demonstrate the seeds' vigour. Germination rate ranged from 0 to 65.5%, but in all control samples, no germination was observed (Table 4). The highest germination rate was

observed in Belen district seed samples at 65.5% with 30d/2000ppm GA₃ treatment combination. When the locations are compared, Belen district had the highest germination rate followed by Samandağ and Yayladağı locations. The lowest germination rates were observed generally in 500 ppm GA₃/24h treatments. Treatment effects were found to statistically significant, and 2000/3000 ppm GA₃ and its combination with 30-day stratification were found to have the highest germination effect. Since there was no germination observed from stratification treatment alone, it was shown that GA₃ is more effective on germination.

Table 4. Effects of treatments and locations on *S. aramiensis* seed germination rate (%).

Çizelge 4. Önışlemler ve lokasyonlara göre *S. aramiensis* tohumlarının çimlenme oranları (%).

Treat. No	Germination Rate ⁺						Treat. Mean ⁺⁺⁺
	Antakya	Arsuz	Belen	Dörttyol	Samandağ	Yayladağı	
1	9.0±1.0 ^I	5.5±0.5 ^J	11.0±0.6 ^{ZI}	6.0±0.8 ^l	19.5±1.0 ^{UV}	17.0±1.0 ^{V-X}	11.33 ^e
2	24.0±0.8 ST	11.0±1.3 ^{ZI}	32.0±1.9 ^{MN}	16.0±1.4 ^{W-Y}	39.0±1.7 ^{H-K}	35.0±1.9 ^{LM}	26.17 ^d
3	38.5±1.0 ^{I-L}	20.0±0.8 ^{UV}	60.5±0.8 ^B	12.5±0.5 ^{YZ}	46.0±1.2 ^{EF}	35.5±0.6 ^{KL}	35.5 ^a
4	42.0±1.4 ^{GH}	16.0±0.8 ^{W-Y}	48.5±1.0 ^E	13.0±1.0 ^{YZ}	49.0±1.2 ^{DE}	43.5±1.0 ^{FG}	35.33 ^a
5	28.0±0.9 ^{O-Q}	24.0±0.9 ST	37.5±0.5 ^{I-L}	13.5±0.6 ^{X-Z}	26.5±0.5 ^{P-S}	22.0±0.6 ^{TU}	25.25 ^d
6	25.0±0.5 ^{Q-T}	13.5±1.0 ^{X-Z}	52.0±0.6 ^{CD}	19.0±0.6 ^{U-W}	27.5±1.0 ^{P-R}	53.5±1.4 ^C	31.75 ^b
7	38.0±0.9 ^{I-L}	14.0±0.8 ^{X-Z}	27.0±1.0 ^{P-S}	15.0±1.4 ^{XY}	37.0±0.5 ^{J-L}	40.5±1.2 ^{G-I}	28.58 ^c
8	31.5±0.5 ^N	13.0±0.7 ^{YZ}	59.5±1.0 ^B	14.5±0.3 ^{X-Z}	39.5±0.9 ^{H-J}	31.0±1.3 ^{NO}	31.50 ^b
9	36.0±1.0 ^{J-L}	17.0±0.4 ^{V-X}	65.5±1.0 ^A	20.0±1.0 ^{UV}	47.5±1.8 ^E	31.0±1.3 ^{NO}	36.17 ^a
10	36.5±1.5 ^{J-L}	24.5±1.3 ^{R-T}	59.5±0.5 ^B	18.5±1.3 ^{VW}	47.0±1.7 ^E	29.0±1.3 ^{N-P}	35.83 ^a
Loc. Mean	28.05 ^{d++}	14.41 ^e	41.18 ^a	13.45 ^f	34.41 ^b	30.7 ^c	-

1: 500 ppm GA₃/24h, 2: 1000 ppm GA₃/24h, 3: 2000 ppm GA₃/24h, 4: 3000 ppm GA₃/24h. 5: 10d/1000 ppm GA₃, 6: 10d/2000ppm, 7: 30d/1000ppm, 8: 30d/1000ppm, 9: 30d/2000ppm, 10: 30d/3000ppm, No germination observed in control and not placed in table. Significant level for all categories is $p < 0.05$. ⁺ Means are result of locations and treatments interactions, LSD=3.032; ⁺⁺Locations means statistical results, LSD= 0.9143, ⁺⁺⁺Treatment means statistical results, LSD=1.2

Mean germination time (day) (MGT) showed elapsed time to germination and results are given in Table 5. MGT results ranged from 0 to 7.55 days. After control, the lowest result was obtained from Dörttyol location with 2.87 days and the highest result was obtained from seeds of Antakya district treated with 1000 ppm GA₃/24h as 7.55. MGT should be lower with high

germination rates. Belen district also stands out with its fast germination time. Dörttyol district seeds showed the lowest mean germination time, however, germination rates were also comparatively low. A comparison of treatments showed that stratification could shorten the germination time.

Table 5. Effects of treatments and locations on *S. aramiensis* seed MGT (day)

Çizelge 5. Önişlem ve lokasyonlara göre *S. aramiensis* tohumlarının ortalama çimlenme süreleri (gün)

Treat. No	Mean Germination Time						Treat. Mean
	Antakya	Arsuz	Belen	Dörtüyl	Samandağ	Yayladağı	
1	7.55±0.5 ^A	7.17±0.3 ^{A-C}	7.40±0.3 ^{AB}	7.06±0.5 ^{A-C}	6.71±0.1 ^{A-D}	6.68±0.4 ^{A-D}	7.01 ^a
2	6.71±0.5 ^{A-D}	7.35±0.4 ^{A-C}	7.33±0.4 ^{A-C}	5.84±0.5 ^{D-H}	6.39±0.5 ^{B-E}	5.36±0.5 ^{E-J}	6.50 ^b
3	5.38±0.3 ^{E-J}	6.26±0.3 ^{C-F}	5.35±0.4 ^{E-J}	4.57±0.4 ^{I-R}	5.55±0.5 ^{E-I}	5.14±0.4 ^{F-L}	5.37 ^c
4	5.96±0.5 ^{D-G}	5.92±0.5 ^{D-G}	5.19±0.3 ^{F-L}	4.57±0.5 ^{I-R}	5.29±0.5 ^{E-K}	4.84±0.5 ^{G-N}	5.30 ^c
5	5.11±0.2 ^{F-M}	4.60±0.5 ^{I-Q}	5.54±0.5 ^{E-I}	3.32±0.4 ^{I-T}	5.11±0.4 ^{F-M}	4.55±0.5 ^{L-R}	4.87 ^d
6	4.37±0.3 ^{I-S}	4.03±0.3 ^{L-V}	3.86±0.5 ^{N-W}	3.0±0.3 ^{V-W}	3.76±0.4 ^{N-W}	3.44±0.4 ^{Q-W}	3.74 ^e
7	3.55±0.5 ^{P-W}	4.74±0.2 ^{H-O}	3.96±0.5 ^{M-W}	3.78±0.4 ^{N-W}	4.23±0.2 ^{U-U}	3.63±0.4 ^{O-W}	3.98 ^e
8	4.68±0.6 ^{H-P}	4.11±0.3 ^{L-V}	4.14±0.5 ^{K-V}	3.55±0.5 ^{P-W}	3.22±0.4 ^{S-W}	3.73±0.5 ^{N-W}	3.90 ^e
9	3.79±0.2 ^{N-W}	3.51±0.4 ^{P-W}	3.53±0.4 ^{P-W}	2.84±0.1 ^W	3.11±0.6 ^{U-W}	3.18±0.3 ^{T-W}	3.32 ^f
10	3.15±0.3 ^{T-W}	2.96±0.4 ^{V-W}	3.39±0.5 ^{R-W}	3.36±0.2 ^{S-W}	3.28±0.3 ^{S-W}	3.02±0.3 ^{V-W}	3.19 ^e
Loc. Mean	4.57 ^a	4.60 ^a	4.52 ^{ab}	3.90 ^d	4.24 ^{bc}	3.96 ^{cd}	-

1: 500 ppm GA₃/24h, 2: 1000 ppm GA₃/24h, 3: 2000 ppm GA₃/24h, 4: 3000 ppm GA₃/24h, 5: 10d/1000 ppm GA₃, 6: 10d/2000ppm, 7: 30d/1000ppm, 8: 30d/1000ppm, 9: 30d/2000ppm, 10: 30d/3000ppm, No germination observed in control and not placed in table. Significant level for all categories is p<0.05. Standard Errors were given near mean results as ±; + Means are result of locations and treatments interactions, LSD=0.9515; ++Locations means statistical results, LSD= 0.2869; +++Treatment means statistical results, LSD=0.3884

Germination index shows the effectiveness of treatments on germination count and time. GI results ranged between 0.42 and 11.30 (Table 6). The highest GI was obtained from Belen location with 30d stratification/2000ppm GA₃ treatment, while the lowest GI result was determined from Arsuz location with 500 ppm GA₃/24h treatment. Between the locations, Belen location showed higher performance, while stratification treatments increased GI. GI is a sensitive index predicting seed quality and decrease in the GI results shows that a seed lot has a low germination ability and also a longer germination time.

T50 shows the time required for half of the seeds to germinate and T50 results are given in Table 7. Low T50 numbers show that germination has occurred faster than the higher T50 results. In the present study, T50 ranged between 1.82 and 6.94 days, but control was not calculated due to the zero germination. The lowest T50 was obtained from Arsuz location with 30d stratification/3000ppm GA₃ treatment, while the highest T50 was in Antakya location with 500 ppm GA₃. Comparison of the locations yielded two groups that were statistically similar; one was Antakya, Arsuz and Belen locations the other group was Dörtüyl, Samandağ and Yayladağı.

Seed weight could play an important role to show germination behaviour. Abdollahi *et al.* (2012), in their study with 40 *Salvia* species from Iran, found that lighter seeds had superior germination rate comparing to heavier seeds. In contrast to this, in the present study Belen location had a higher germination rate with highest seed weight. Although the Belen location seeds had higher seed moisture, seed weight was also high, therefore, we could assume their endosperm was heavier.

There are several studies on *Salvia* species that examined germination. The effect of priming KNO₃, GA₃, PEG, and their combinations on *S. officinalis* seed germination rate and mean germination time were studied (Gorai *et al.*, 2011; Sonmez *et al.*, 2019). In that study, germination rates were found to be generally higher than our results, especially in the control where germination rate was 34% while in the present study no germination was observed in the control group. Furthermore, MGT (day) was found to be longer than that of the present study, and KNO₃ was extended to the MGT. At the same time GA₃ was found to shorten the MGT. Similar to our results, GA₃ was found to promote germination rate. Different studies have revealed the diversity of seed germination times of *Salvia* species. *S. hispanica* seed germination lasted five days (de Paive *et al.*, 2016).

Table 6. Effects of treatments and locations on *S. aramiensis* seed GI.
Çizelge 6. Önişlem ve lokasyonlara göre *S. aramiensis* tohumlarının çimlenme indeksi değerleri.

Treat.No	Germination Index (GI)						Treat. Mean
	Antakya	Arsuz	Belen	Dörttyol	Samandağ	Yayladağı	
1	0.68±0.1 ^U	0.42±0.1 ^l	0.88±0.1 ^{l-l}	0.48±0.1 ^l	1.76±0.1 ^{X-l}	1.41±0.1 ^{Z-l}	0.94 ^g
2	2.09±0.4 ^{V-Z}	0.85±0.1 ^U	2.34±0.4 ^{U-Z}	1.51±0.3 ^{Y-l}	3.34±0.4 ^{P-S}	3.61±0.4 ^{O-R}	2.29 ^f
3	4.17±0.2 ^{L-P}	1.76±0.3 ^{X-l}	6.19±0.4 ^{F-H}	1.49±0.4 ^{Y-l}	4.76±0.4 ^{J-N}	4.01±0.5 ^{N-Q}	3.73 ^d
4	4.20±0.2 ^{L-P}	1.56±0.2 ^{Y-l}	5.02±0.3 ^{I-M}	1.58±0.1 ^{Y-l}	5.31±0.2 ^{H-J}	5.04±0.2 ^{I-L}	3.78 ^d
5	3.26±0.5 ^{P-T}	3.11±0.5 ^{Q-U}	4.05±0.4 ^{N-P}	1.86±0.4 ^{X-Z}	3.08±0.4 ^{R-U}	2.80±0.3 ^{R-W}	3.03 ^e
6	3.55±0.2 ^{O-R}	1.83±0.2 ^{X-Z}	8.33±0.6 ^{CD}	3.66±0.5 ^{O-R}	4.36±0.4 ^{K-O}	9.27±0.6 ^B	5.17 ^b
7	6.47±0.4 ^{BC}	1.91±0.4 ^{W-Z}	4.06±0.4 ^{N-P}	2.41±0.4 ^{T-Y}	5.55±0.4 ^{H-J}	6.86±0.3 ^{EF}	4.54 ^c
8	4.13±0.5 ^{M-P}	1.93±0.5 ^{W-Z}	8.84±0.4 ^{BC}	2.62±0.4 ^{S-X}	7.61±0.4 ^{DE}	5.11±0.6 ^{I-K}	5.04 ^b
9	5.75±0.4 ^{G-I}	2.95±0.4 ^{R-V}	11.30±0.3 ^A	4.09±0.6 ^{N-P}	9.15±0.6 ^{BC}	5.77±0.5 ^{G-I}	6.5 ^a
10	6.90±0.4 ^{EF}	4.99±0.4 ^{I-M}	10.69±0.5 ^A	3.43±0.3 ^{O-S}	9.25±0.4 ^B	5.53±0.3 ^{H-J}	6.8 ^a
Loc. Mean	3.75 ^d	1.94 ^e	5.61 ^a	2.1e	4.92 ^b	4.49 ^c	-

1: 500 ppm GA₃/24h, 2: 1000 ppm GA₃/24h, 3: 2000 ppm GA₃/24h, 4: 3000 ppm GA₃/24h. 5: 10d/1000 ppm GA₃, 6: 10d/2000ppm, 7: 30d/1000ppm, 8: 30d/1000ppm, 9: 30d/2000ppm, 10: 30d/3000ppm, No germination observed in control and not placed in table. Significant level for all categories is p<0.05. Standard Errors were given near mean results as ±; + Means are result of locations and treatments interactions, LSD=0.7781; ++Locations means statistical results, LSD= 0.2346; +++Treatment means statistical results, LSD=0.3177

Table 7. Effects of treatments and locations on *S. aramiensis* seed T50.
Çizelge 7. Önişlem ve lokasyonlara göre *S. aramiensis* tohumlarının T50 değerleri.

Treat.No	T50						Treat. Mean
	Antakya	Arsuz	Belen	Dörttyol	Samandağ	Yayladağı	
1	6.94±0.2 ^A	6.31±0.1 ^{A-E}	6.69±0.2 ^{AB}	6.27±0.5 ^{A-F}	5.64±0.2 ^{C-I}	5.85±0.2 ^{B-H}	6.28 ^a
2	5.97±0.2 ^{A-G}	6.47±0.2 ^{A-C}	6.39±0.4 ^{A-D}	5.01±0.2 ^{G-L}	5.44±0.3 ^{D-J}	4.78±0.4 ^{I-M}	5.68 ^b
3	4.52±0.2 ^{J-O}	5.29±0.2 ^{F-K}	4.53±0.2 ^{J-O}	3.93±0.3 ^{M-R}	4.69±0.1 ^{I-N}	4.12±0.3 ^{L-Q}	4.51 ^c
4	4.91±0.3 ^{H-M}	5.36±0.2 ^{E-J}	4.5±0.3 ^{J-O}	3.92±0.2 ^{M-R}	4.42±0.4 ^{J-O}	4.27±0.5 ^{K-P}	4.56 ^c
5	4.22±0.2 ^{L-P}	3.63±0.1 ^{O-T}	4.51±0.2 ^{J-O}	3.93±0.1 ^{M-R}	3.88±0.3 ^{M-R}	3.61±0.2 ^{O-T}	3.96 ^d
6	3.90±0.2 ^{M-R}	3.67±0.2 ^{N-S}	2.81±0.2 ^{S-Y}	2.15±0.2 ^{W-Y}	3.35±0.2 ^{P-U}	2.48±0.1 ^{U-Y}	3.06 ^e
7	2.93±0.2 ^{R-X}	4.04±0.3 ^{L-Q}	3.34±0.2 ^{P-U}	2.74±0.5 ^{S-Y}	3.51±0.1 ^{O-U}	2.52±0.2 ^{U-Y}	3.18 ^e
8	4.0±0.2 ^{L-Q}	3.15±0.2 ^{Q-W}	3.28±0.2 ^{P-V}	2.60±0.4 ^{T-Y}	2.03±0.4 ^{XY}	2.67±0.2 ^{S-Y}	2.95 ^e
9	2.77±0.2 ^{S-Y}	2.78±0.2 ^{S-Y}	2.5±0.3 ^{U-Y}	1.93±0.4 ^{XY}	2.05±0.5 ^{XY}	2.21±0.3 ^{W-Y}	2.37 ^f
10	2.15±0.2 ^{W-Y}	1.82±0.2 ^Y	2.49±0.1 ^{U-Y}	2.27±0.4 ^{V-Y}	1.97±0.2 ^{XY}	2.16±0.1 ^{W-Y}	2.14 ^f
Loc. Mean	3.85 ^a	3.87 ^a	3.73 ^a	3.16 ^b	3.36 ^b	3.15 ^b	-

1: 500 ppm GA₃/24h, 2: 1000 ppm GA₃/24h, 3: 2000 ppm GA₃/24h, 4: 3000 ppm GA₃/24h. 5: 10d/1000 ppm GA₃, 6: 10d/2000ppm, 7: 30d/1000ppm, 8: 30d/1000ppm, 9: 30d/2000ppm, 10: 30d/3000ppm, No germination observed in control and not placed in table. Significant level for all categories is p<0.05. Standard Errors were given near mean results as ±; + Means are result of locations and treatments interactions, LSD=0.8522; ++Locations means statistical results, LSD= 0.2569; +++Treatment means statistical results, LSD=0.3479

Several studies have examined on pre-treatment effects on germination of *Salvia* species, however, to the best of our knowledge, the present study is the first for *Salvia aramiensis*. *S. aramiensis* is a local endemic for Türkiye yet it is very important to study this species both for natural resources conservation and, also to determine the pre-treatment method for cultivation. *S. aramiensis* has been used by local herbalists around Hatay province yet the species could be more popular regarding its good quality essential oil (Demirci *et al.*, 2002; Bahadiri, 2020). The present study showed not only the importance of priming but also collecting localities. Dastanpoor *et al.* (2013) found hydro-priming could induce seed germination of *S. officinalis* to 85.5%, while in the present study hydro-priming did not affect seed germination. Hormone applications were a major preference for germination treatments, regarding their high impact and GA₃ is one of the most used treatment. *S. officinalis*, *S. fruticosa*, *S. tomentosa* and *S. verticillata* seed germination were increased with GA₃ application; furthermore, *S. officinalis* had the highest germination rate at 95.1% (Ozcan *et al.*, 2014; Tursun, 2019). Ethylene was found to be effective in increasing seed germination of *S. pomifera* and *S. tomentosa* while in the present study ethylene treatment of 250 ppm and 750 ppm did not affect germination (Ozcan *et al.*, 2014).

In general, seed dormancy occurs in *Salvia* species, however, in some samples from species such as *S. officinalis*, *S. coccinea* and *S. farinacea*, no dormancy occurs (Ellis *et al.*, 1985b). Localities where seeds were collected was also found to have important effects on germination, for instance Al-Gharaibeh *et al.* (2017) found that *S. syriaca* and *S. spinosa* species collecting location, temperature and salinity have a great impact on seed tolerance to salinity as well as germination. Ellis *et al.* (1985b) found that cold stratification and hormones are effective for germination of dormant seeds. Experiments with salinity, temperature and PEG are also crucial that they could show the response of species to stress factors (Javaid *et al.*, 2018; Sonmez *et al.*, 2019). On the other hand, for species with low germination ability like *S. aramiensis*, dormancy breaking treatments should be first defined and stress factors applied later.

Thanos (1993) found the germination time of *S. fruticosa* seeds was very low compared to those of other Lamiaceae species, and regarding this result, the present experiments were planned to be conducted for 30-days. Furthermore, during the experiment, it was observed that *S. aramiensis* seeds started and completed germination very quickly. Also, abnormal seedlings were observed from late germinated seeds. GI in *S. officinalis* was 45.56%, while in our result it was observed as too low this could be due to species diversification, genetic and environmental factor effects (Liu *et al.*, 2006).

CONCLUSIONS

Salvia aramiensis is an important tradable commodity for Türkiye. Nevertheless, species are only collected from nature widely, hence their cultivation should be started very soon. As the amount of collection from nature increases, it is very important to preserve the plants in their natural flora. In the present study, for the first time, seed and germination parameters of this species using seeds from six different locations were presented. The results showed that seed collecting locations and priming methods have a high impact on germination. Also, GA₃ and stratification combinations could positively affect germination parameters. According to the studied locations, Belen district was significant. Pre-treatment studies should be continued for further investigations on breeding and cultivation.

ACKNOWLEDGMENT

This study was funded by Hatay Mustafa Kemal University Coordinatorship of Scientific Research Projects (HMKÜ-BAP) with project number 20-M-038.

REFERENCES

- Abdollahi, J., M. Ebrahimi, H.A. Ramshini, M. Eftekhari, Y.S. Mansouri, and M.A. Sheikh-Beig-Goharrizi. 2012. Seed germination as the major conservation issue of endemic Iranian *Salvia* species. *J. Med. Plants Res.* 6 (1): 37-46.
- Alim, G. O., T. Yilmaz Ozden, S. Yazici Tutunis, N. Tan, and M. Miski. 2018. Anti-alzheimer activity of *Salvia aramiensis* root extract 12th International Symposium of Pharmaceutical Sciences (ISOPS-12). 26-29 June. 160-161. Ankara, Turkey.

- Al-Gharaibeh, M. M., H. R. Hamasha, S. Lachmuth, and I. Hensen. 2017. Local adaptation to different phytogeographic regions: habitat-related variations in seed germination in response to temperature and salinity for two medicinal *Salvia* species from Jordan. *Plant Species Biology* 32: 25-35. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12123>.
- AOSA, and SCST. 1993. Rules for Testing Seeds. *Journal of Seed Technology* 16: 1–113.
- Ayanoğlu, F., D. A. Kaya, A. Mert and V. Uygur. 2012. Hatay yöresinde doğal olarak yetişen adaçayı (*Salvia* sp.) türlerinin kültüre alınması, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. TÜBİTAK TOVAG, Proje No: 190O161, 152 p.
- Bahadirlı, N. P., and F. Ayanoglu, 2019. Preliminary results: assessment of new *Salvia* chemotypes for herbal tea industry by hybridization. *Scientific Papers. Series A: Agronomy* 62 (1): 501–506.
- Bahadirlı, N. P. 2020. Economically important sage species from Turkey: *Salvia fruticosa* Mill. and *S. aramiensis* Rech fil. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants* 3 (1): 31–42. <https://doi.org/10.38093/cupmap.736482>.
- Bahadirlı, N. P., and F. Ayanoglu. 2021. Genetic diversity of *Salvia* species from Turkey assessed by microsatellite markers. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 20: 100281. doi: 10.1016/j.jarmap.2020.100281.
- Bahadirlı, N. P. 2022. Comparison of chemical composition and antimicrobial activity of *Salvia fruticosa* Mill. and *S. aramiensis* Rech. Fill. (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 25 (4): 716–727. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2110388>.
- Caliskan, O., K. Mavi, and A. Polat. 2012. Influences of presowing treatments on the germination and emergence of fig seeds (*Ficus carica* L.). *Acta Scientiarum Agronomy* 34(3): 293-297.
- Claßen-Bockhoff, R., T. Speck, E. Tweraser, P. Wester, S. Thimm, and M. Reith. 2004. The staminal lever mechanism in *Salvia* L. (Lamiaceae): a key innovation for adaptive radiation? *Organisms, Diversity & Evolution* 4: 189-205.
- Celep, F., M., Doğan, and A. Kahraman. 2010. Re-evaluated conservation status of *Salvia* L. (sage) in Turkey I: The Mediterranean and the Aegean geographic regions. *Turkish Journal of Botany* 34: 201-214. <https://doi.org/10.3906/bot-0902-17>.
- Coolbear, P., A. Francis, D. Grierson. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *Journal of Experimental Botany* 35 (160): 1609-1617. <https://doi.org/10.1093/jxb/35.11.1609>.
- Dastanpoor, N., H. Fahimi, M. Shariati, S. Davazdahemami, and S. M. M. Hashemi. 2013. Effects of hydropriming on seed germination and seedling growth in sage (*Salvia officinalis* L.). *African Journal of Biotechnology* 12 (11): 1223-1228.
- Davis, P. H. 1982. *Flora of Turkey and The East Aegeans Islands* (Vol: 1-11). The Edinburg University Press. ISBN: 9780852243961, England.
- Demirci, B., K. H. C. Başer, and G. Tümen. 2002. Composition of the essential oil of *Salvia aramiensis* Rech. Fil. growing in Turkey. *Journal of Flavour and Fragrance* 17: 23-25. <https://doi.org/10.1002/ffj.1027>.
- De Paiva, E. P., S. B. Torres, F. V. da Silva Sá, N. W. Nogueira, R. M. O de Freitas, and M. de Sousa Leite. 2016. Light regime and temperature on seed germination in *Salvia hispanica* L. *Acta Scientiarum* 38 (4): 513–519.
- Ellis, R. H. and E. H. Roberts. 1980 Towards rational basis for testing seed quality. In: P. D. Hebblethwaite (Ed.). *Seed Production*. 605-635. Butterworths, London.
- Ellis, R. H., T. D. Hong and E. H. Roberts. 1985a. *Handbook of Seed Technology for Genebanks - Volume I. Principles and Methodology*. International Board for Plant Genetic Resources, ISBN No. 92-9043-118-0, 225 p.
- Ellis, R. H., T. D. Hong, E. H. Roberts. 1985b. *Handbook of Seed Technology for Genebanks - Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations*. Handbooks for Genebanks No:3, ISBN No. 91-9043-119-9, p 675.
- Ertaş, A., H. Alkan, M. Akdeniz, H. Şahin, I. Alacabey, M. Odabaşı, O. Acet, and U. Kolak. 2017. The antioxidant activity and chemical composition of essential oils of *Salvia aramiensis* and *Calamintha nepeta*. p. 612. In: *The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.
- Gorai, M., H. Gasmi and M. Neffati. 2011. Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptica* L. (Lamiaceae). *Saudi Journal of Biological Sciences* 18: 255-260. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2011.01.004>.
- Guner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, and M. T. Babaç. 2012. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Flora Araştırmaları Derneği ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, ISBN: 9786056042577, 610 s, İstanbul.
- Güzel Y, and Güzelşemme M. 2018. Wild plants used as herbal tea in Antakya and Defne Provinces of Hatay. *ANADOLU* 28 (1): 1-5.
- ISTA (International Seed Testing Association).1985. *International Rules for Seed Testing*. *Seed Science and Technology*. 13: 299-513.
- Ixtaina, V. Y., S. M. Nolasco, and M. C. Tomás. 2008. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Production* 28: 286–293.
- Javaid, M. M., S. Florentine, H. H. Ali and S. Weller. 2018. Effect of environmental factors on the germination and emergence of *Salvia verbenaca* L. cultivars (verbenaca and vernalis): An invasive species in semi-arid and arid rangeland regions. *Plos One* 13 (3): e0194319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194319>.
- Karaman, Ş., A. İlçim and N. Çömlekçiöğlü. 2007. Composition of the essential oils of *Salvia aramiensis* Rech. Fil. and *Salvia cyanescens* BOISS. & BAL. *Pakistan Journal of Botany* 39 (1): 169-172. <https://doi.org/10.1002/ffj.1027>.
- Kretschmer, M. 1989. Influence of different storage conditions on germination of spice seeds. *Acta Horticulturae* 253: 99-105. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.253.9>.

- Lacey, E. P., and D. Herr. 2000. Parental effects in *Plantago lanceolata* L. III. measuring parental temperature effects in the field. *Evolution* 54 (4): 1207–1217. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb00555.x>
- Liu, L., Q. S. Guo, Y. P. Wang, and R. M. Zhao. 2006. Study on characteristics of seed germination of *Salvia officinalis*. *China Journal of Chinese Materia Medica* 31: 1587-9.
- Ozcan, I. I., O. Arabaci and N. G. Ogretmen. 2014. Bazı adaçayı türlerinde farklı tohum çimlendirme uygulamalarının belirlenmesi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknolojileri Dergisi* 2 (5): 203-207.
- Ryding, O. 2001. Myxocarpy in the Nepetoideae (Lamiaceae) with notes on myxodiaspory in general. *Systematic Geography of Plants* 71: 503–514.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1989. *Statistical Methods*. 8th Edition, Iowa State University Press, Ames.
- Sonmez, C., A. Gokcol, A. Şimşek Soysal, E. Bayram and A. Celen. 2019. Adaçayı (*Salvia* spp.) türlerinde çimlenme ve çıkış performansını artırıcı uygulamalar. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 7: 504-510.
- Thanos, C. A. 1993. Germination ecophysiology of Mediterranean aromatic plants. D. Come & F. Corbineau (eds), 4th International Workshop on Seeds. *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. 1: 281-287.
- Tursun, A. O. 2019. *Salvia verticillata* L. (Dadıracak)'nın tohum dormansisinin kırılmasında farklı uygulamaların etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (Ek sayı 1): 30-37. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.560605>.
- Yenikalayci, A. 2022. Cultivation possibilities of *Salvia aramiensis* in the continental and the mediterranean type of climate. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 34 (7): 628-633. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i7.2889>.
- Zona, S. 2017. Fruit and seed dispersal of *Salvia* L. (Lamiaceae): a review of the evidence. *Botanical Reviews* 83: 195–212 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12229-017-9189-y>

Determination of In Vitro Allelopathic Effect of Field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on Some Weeds and Test Plants

Bahadır ŞİN^{1*}

Ömer Ümit OKÇU²

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Arifiye, Sakarya/TÜRKİYE

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-0109-3662>

²<https://orcid.org/0000-0002-4809-4398>

*Corresponding author (Sorumlu yazar):bahadirsin@subu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 03.06.2024

Accepted (Kabul tarihi): 24.06.2024

ABSTRACT: As the damage caused by weeds to agricultural crops increases, the use of herbicides is rapidly rising. The importance of allelopathy, one of the most environmentally friendly strategies in weed control, is growing day by day, making it one of the heavily researched topics in this field. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) is a weed causing considerable damage in agricultural areas. In this study, the in vitro allelopathic effect of field bindweed (*C. arvensis*) on weeds such as *Sorghum halepense* and *Xanthium strumarium* and on seed germination of crops such as cress (*Lepidium sativum*), cucumber (*Cucumis sativus*) and grass (*Lolium perenne*) was investigated. The studies were conducted in the Laboratory of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences in 2023. Water and methanol extracts derived from the green parts of field bindweed were applied to seeds in Petri dishes at concentrations of 1, 3, and 5%. According to the results obtained, it was observed that 5% methanol extract prevented seed germination in all plants. It was also concluded that 5% water extract prevented the germination (0% germination) of hogweed (*X. strumarium*) and cress (*L. sativum*) plants. Promising data were obtained from this laboratory study against the germination of various plant seeds of field ivy (*C. arvensis*), which is an agriculturally problematic plant, and the results will be further confirmed by conducting greenhouse and field trials.

Keywords: *Convolvulus arvensis*, water extract, alcohol extract, germination, alternative control.

Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.)'nin Bazı Yabancı Otlar ve Test Bitkileri Üzerinde In Vitro Allelopatik Etkisinin Belirlenmesi

ÖZ: Yabancı otların tarımsal ürünlere verdiği zararın artmasıyla birlikte herbisitlerin kullanımı da hızla artmaktadır. Yabancı ot kontrolünde en çevre dostu stratejilerden biri olan allelopatinin önemi her geçen gün daha da artmakta ve bu alan, yoğun şekilde araştırılan konular arasında yer almaktadır. Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) tarım alanlarında hemen her yerde görülen önemli zararlara neden olan bir yabancı ot olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada Tarla sarmaşığı (*C. arvensis*) bitkisinin in vitro allelopatik etkisini belirlemek amacıyla yabancı otlardan kanyaş (*Sorghum halepense*) ve domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium*)'na, kültür bitkilerinden ise tere (*Lepidium sativum*), hıyar (*Cucumis sativus*) ve çim (*Lolium perenne*) bitkilerinin tohum çimlenmeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmalar 2023 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür. Tarla sarmaşığının yeşil aksamından elde edilen su ve metanol ekstraktları %1, 3 ve 5 konsantrasyonlarda petri kapları içerisinde bulunan tohumlara uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda %5'lik metanol ekstraktının tüm bitkilerde tohum çimlenmesini engellediği gözlemlenmiştir. Ayrıca %5'lik su ekstraktında domuz pıtrağı (*X. strumarium*) ve tere (*L. sativum*) bitkilerinin çimlenmesini (%0 çimlenme) engellediği sonucuna varılmıştır. Buna karşın kullanılan su ekstraktlarının tüm dozlarının kanyaş (*S. halepense*) ve çim (*L. perenne*) bitkilerinde kök gelişimini teşvik ettiği gözlemlenmiştir. Tarımsal açıdan sorun oluşturan Tarla sarmaşığı (*C. arvensis*) bitkisinin çeşitli bitki tohumlarının çimlenmesine karşı ümitvar veriler alınan bu laboratuvar çalışması sonrası sera ve tarla denemeleri de yapılarak sonuçlar daha da doğrulanmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: *Convolvulus arvensis*, su ekstraktı, alkol ekstraktı, çimlenme, alternatif mücadele.

INTRODUCTION

Weeds are unwanted plants of agricultural areas. Having an aggressive growth habitat, weeds are able to grow rapidly and dominate crop plant growth. Weeds compete with crops for nutrient, space, sunlight, and water. A common method of weed control is the application of herbicides such as 2.4 D. But most of the herbicides were banned due to hazardous effects on environment, animals and humans (Uddin et al., 2012). Allelopathy is a direct or indirect harmful or beneficial effect of a plant, fungus or microorganism on other living things by producing and secreting various allelochemicals (Rice, 1974; Özer et al., 2003). Allelopathy between plants occurs when a plant secretes chemicals that affect surrounding plant species (Rice, 1984). Chemical secretions with allelopathic effects are called allelochemicals (Cheng and Cheng, 2015). These chemicals are found in all plant parts, including leaves, flowers, fruits, stems, roots, rhizomes, seeds, and pollen and are released into the environment in different ways (Zeng et al., 2008).. Exposure to allelochemicals affects plant growth and development. Inhibition of germination, decrease in photosynthetic rate, chlorosis and distortion, darkening and swelling of seeds, development and shortening of root shoots and coleoptiles, lesions on root tips, lack of root hair formation, curling of root tips, decrease in dry weight, and decrease in plant reproductive ability are observed (Benyas et al., 2010) Plants on Earth secrete more than 10,000 allelochemicals, which vary in their effects. These allelochemicals have also been identified in weeds, and glucosinolates, saponins, limonoid triterpenes, essential oil, polyphenols, alkaloids, phenolics, flavonoids, and tannins are the most important in these plants (Şin and Öztürk, 2021).

Convolvulus arvensis L., known as field bindweed, is one of the 250 plants of the family Convolvulaceae. The weed is perennial, each plant producing 30-300 seeds that survive 50 years. (Timmons, 1949; Weaver and Riley, 1982). It is commonly found on 32 crops in 44 countries worldwide (Holm et al., 1977). This weed chokes young crops, covers them, proliferates, and reduces yield by competing for the nutrients, water, and sunlight needed for plants to develop. *C. arvensis* is a

common weed that can rapidly grow, wrap, and overwhelm other plants. Due to its climbing ability, it can affect plants of all sizes, including trees. It competes highly with other species for sunlight, moisture, and nutrients (Berca, 2004). Annual crop plants are susceptible to *C. arvensis* damage and 20-80% yield loss can occur in these plants (Black et al., 1994). In addition, *C. arvensis* is reported to host several viruses including potato virus X disease, and tomato spotted wilt virus (DiTomaso and Healy, 2007).

Field bindweed is reported to have an allelopathic effect on crop plants such as wheat, barley, lentils, and weeds (Om et al., 2002; Yarnia, 2010; Shahrokhi et al., 2011; Rahimzadeh et al., 2012). For instance, Obaid and Qasem (2005) found that volatiles extracted from *C. arvensis* shoots reduced the growth of cabbages, cucumbers, carrots onions, pumpkins, peppers, and tomatoes. Compounds such as caffeic, ferulic acid, amino acids, amides, sugars, aliphatic acids, aromatic acids, ethylene, vitamins, peptides, proteins, enzymes, plant hormones, alcohols, ketones, olefins, urea, phytoalexins-coumaric acid, p-Hydroxybenzoic acid, and syringic have been detected as allelochemicals released by roots of field bindweed (Hegab and Ghareib, 2010; Balah, 2015).

The objective of this research was to study the *in vitro* allelopathic effects of ethyl alcohol and water extracts from field bindweed on Johnson grass (*Sorghum halepense*) and cocklebur (*Xanthium strumarium*), as well as on cultivated plants such as cress (*Lepidium sativum*), cucumber (*Cucumis sativus*), and perennial ryegrass (*Lolium perenne*).

MATERIAL AND METHODS

Material

The study was conducted in the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, Sakarya University. The main material of the study was the green part (leaves) of field bindweed (*Convolvulus arvensis*), which is known to have allelopathic effects. To determine the allelopathic effect of the prepared extracts on germination, the following plants were used: hogweed (*Xanthium strumarium*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*), Johnson grass (*Sorghum*

halepense), cucumber (*Cucumis sativus*), and cress (*Lepidium sativum*). The weeds used in the experiment were selected from the weeds that cause significant problems in agricultural areas of Sakarya province (Çal and Kara, 2020). Weed seeds were collected from agricultural areas where crops were grown in Sakarya in 2022 and 2023. The collected seeds were cleaned and stored in glass jars at +21°C and in the dark. Before setting up the experiments, hogweed (*X. strumarium*) seeds were removed from the fruits and undamaged large seeds were included in the experiments. In order to break the dormancy of Johnson grass (*S. halepense*), sulfuric acid was applied for 30 min. Seeds were then rinsed by passing through pure water three times and were then used in the experiment (Şin et al., 2019). The cultivated plants seeds (perennial ryegrass, cucumber and cress) used in the study were obtained from an agricultural dealer.

Method

The leaves of field bindweed (*C. arvensis*) were collected from cultivated fields in Sakarya province. They were first sorted and dried by mixing and periodically turning in the shade. The dried plants were then ground into powder. Then, 450 ml of solvent (distilled water and methanol) was added per 50 g weighed plant samples. The mixture was shaken at 180 rpm in an orbital shaker at room temperature for 48 hours. The solvent obtained was filtered through a 4-ply cheesecloth and then filtered twice through filter paper. Evaporation was used to remove the alcohol in the methanol extract, and the pure extract was obtained. The prepared extracts were stored in the refrigerator at +4°C until use (Ashrafi et al., 2008; Abbasi, 2012; Al-

Malki, 2014). In the experiment, the stock solutions were adjusted to 1%, 3%, and 5% doses and used.

Sterile 9 cm diameter plastic petri dishes were used for germination studies. Two layers of Whatman filter paper were used in the Petri dishes. Twenty Johnsongrass, perennial grass, cress, cucumber and Hogweed seeds were added to each petri dish. The experiment was arranged as randomised block design with 4 replicates. Five ml of the prepared extract solutions were added to each petri dish. Sterile pure water was used in the control group. The experiments were monitored for 15 days at an optimal temperature of 24±2°C. The experiment was checked every other day and germination was counted. When the radicle reached a length of 0.5 cm, the seed was considered as germinated. At the end of the 15th day, the root and shoot lengths of the germinated seedlings were measured with a digital calliper. The fresh weight of the seedlings was measured, the seedlings were kept in an oven at 72°C for 48 h and the dry weight was measured and recorded (Üremiş & Uygur, 1999; Şin et al., 2017).

The Duncan test was applied using the SPSS (20.0) package program to reveal the statistical differences between the data obtained from the research.

RESULTS AND DISCUSSION

When water and alcohol extracts were prepared from field bindweed and applied at various concentrations (1%, 3%, 5%) against Johnson grass (*Sorghum halepense*), cocklebur (*Xanthium strumarium*), cress (*Lepidium sativum*), cucumber (*Cucumis sativus*), and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) seeds, the results presented in Tables 1 to 5 were obtained.

Table 1. The effect of extracts on the germination of cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) and growth parameters.

Çizelge 1. Ekstraktların domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) çimlenmesi ve büyüme parametreleri üzerine etkisi.

Extract-Dose	Germination rate (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
Control	70.00 ^a	3.28±0.88 ^a	3.93±0.73 ^a	1310.00±72.90 ^a	268.00±53.00 ^a
Water %1	50.00 ^b	1.80±0.62 ^{ab}	2.50±1.84 ^{ab}	303.00±55.10 ^b	30.00±11.80 ^c
Water %3	17.50 ^c	1.67±0.59 ^b	2.21±0.84 ^{ab}	350.00±58.50 ^b	35.00±15.60 ^c
Water %5	0.00 ^d	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^d
Alcohol %1	47.50 ^b	1.99±0.34 ^{ab}	3.68±0.35 ^a	367.00±55.20 ^b	67.00±10.90 ^b
Alcohol %3	15.00 ^{cd}	1.06±0.22 ^{bc}	3.14±0.69 ^b	241.00±55.20 ^c	55.00±16.30 ^c
Alcohol %5	0.00 ^d	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^d

*p<0.05

Table 1 presents the parameters of the control group, which were as follows: germination rate (70%), root length (3.28 cm), shoot length (3.93 cm), fresh weight (1310 mg) and dry weight (268 mg).

When the effects of 1%, 3% and 5% doses of water, and alcohol extracts of the field bindweed on the growth of the cocklebur (*Xanthium strumarium*) were examined, it was observed that germination was not possible with increasing doses of water and alcohol extracts, especially at 5% doses. Furthermore, comparable outcomes were observed at 1% and 3% doses of the water extract. The 3% dose resulted in a reduction in the developmental parameters in comparison to the control. Nevertheless, the results indicated that the growth parameters were enhanced relative to the 1% dose. The growth parameter data decreased when alcohol extracts were applied in increased doses.

Table 2 demonstrates that when field bindweed extracts were applied to the grass plants, the 1% and 3% doses

of water extract increased germination compared to the control, both in terms of germination percentage and statistically. However, germination decreased significantly as the dose of water extract increased, as shown in Table 2. In alcohol extracts, the germination rate at a 1% dose was 91.25%, which was statistically different from the control and water extracts, and the germination completely stopped when the doses were increased to 3 and 5%. As a result of the experiment, the maximum root length was observed in the control group (11.08 cm), while the shoot length was observed in the 3% water extract (12.09 cm). The highest wet weight was found in the control group, while the highest dry weight was found in the 1% alcohol extract (60.5 mg). Notably, although the 1% alcohol extract showed the highest dry weight, there was no statistically significant difference in dry weight between the 1% and 3% water extracts.

Table 2. The effect of extracts on the germination and the growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.).
Çizelge 2. Ekstraktların çim (*Lolium perenne* L.) çimlenmesi ve büyüme parametreleri üzerine etkisi.

Extract-Dose	Germination rate (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
Control	93.75 ^{bc}	11.08±0.67 ^a	9.51±0.48 ^b	536.00±29.00 ^a	49.50±1.90 ^{ab}
Water %1	98.75 ^a	7.71±0.46 ^b	10.52±0.31 ^b	365.70±22.00 ^{bc}	55.30±1.80 ^a
Water %3	97.5 ^{ab}	3.37±0.48 ^c	12.09±0.31 ^a	429.50±31.00 ^{ab}	54.50±1.90 ^a
Water %5	81.25 ^d	1.97±0.36 ^d	7.83±1.03 ^c	257.00±75.00 ^c	41.00±8.00 ^b
Alcohol %1	91.25 ^c	4.07±0.45 ^c	4.10±1.06 ^d	399.80±49.00 ^b	60.50±2.80 ^a
Alcohol %3	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^d	0.00 ^c
Alcohol %5	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^e	0.00 ^d	0.00 ^c

*p<0.05

As given in Table 3, when extracts were applied to the *Sorghum halepense* seeds, the germination rate was determined as 90% in the control group, whereas it was found as 65% both in the 1% alcohol and water extracts. When comparing the 3% and 5% water and alcohol extract treatments, it was found that the germination rate was decreased both in the 3% water and alcohol extracts. In addition, the germination rate

was observed as 0% when 5% alcohol extract was applied. The highest root length was found in 1% water extract treatment, while the highest shoot lengths were determined in 1% and 3% extracts. In wet weight, 1% alcohol extract was the highest after the control group and statistically in the same group as the control group. The highest value was found in 1% water extract in dry weight.

Table 3. The effect of water and alcohol extracts prepared from field bindweed plant at 1%, 3%, and 5% doses on the germination and growth of Johnsons grass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.).

Çizelge 3. Tarla sarmağı bitkisinin %1, %3 ve %5 dozlarında hazırlanan su ve alkol ekstraktlarının Kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkisi.

Extract-Dose	Germination rate (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
Control	90.00 ^a	1.11±0.28 ^b	3.23±0.72 ^c	123.30±18.80 ^a	10.20±1.38 ^b
Water %1	65.00 ^b	2.07±0.21 ^a	5.48±0.41 ^{ab}	37.70±13.40 ^b	27.20±11.27 ^a
Water %3	55.00 ^c	0.48±0.06 ^{cd}	5.73±0.75 ^a	53.00±8.20 ^b	12.50±11.30 ^b
Water %5	37.50 ^d	0.21±0.04 ^d	2.95±0.67 ^c	37.80±11.70 ^{bc}	9.30±2.10 ^b
Alcohol %1	65.00 ^b	0.89±0.16 ^{bc}	3.68±0.39 ^{bc}	120.00±18.30 ^a	8.50±2.90 ^b
Alcohol %3	25.00 ^c	0.38±0.12 ^d	2.71±1.04 ^c	33.80±11.20 ^{bc}	1.00±4.00 ^b
Alcohol %5	0.00 ^f	0.00 ^d	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^b

*p<0.05

Based on the results recorded in Table 4, which contains data about the germination of cucumber plants, the highest germination rate, with a 95% success rate, was observed in control plants, and this was followed by the 1% alcohol extract, which exhibited a 90% germination rate. Although the germination rate in the 1% water extract remained at 60%, the highest root and shoot length (10.29 and 7.11 cm) was determined after the control group (14.47 and 9.07 cm). Although the root and shoot length was less than that of the water extract, the wet weight of the 1% alcohol extract was higher. The statistical evaluation revealed a statistically significant difference between the two groups.

Table 5 presents the germination and growth data of cress plants. Cress plants are known to be sensitive to

extracts, as evidenced by the results of our experiment. While the germination rate was 83.75% in the control group, it decreased to 23.75% at 1% and 12.5% at 3% water extract concentration. No germination was observed in extracts made using 5% water extract and alcohol. Similar results were observed in root length and wet and dry matter content. In particular, a significant decrease (18.8 and 17.2 mg) was observed in water extracts compared to the control group (179.5 mg) in plant wet weight. Among the parameters, only shoot length exhibited an increase in the 1% water extract compared to the control group. However, this increase diminished with increasing doses and ultimately disappeared.

Table 4. The effect of water and alcohol extracts prepared from field bindweed plant at 1%, 3%, and 5% doses on the germination and growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.).

Çizelge 4. Tarla sarmağı bitkisinin %1, %3 ve %5 dozlarında hazırlanan su ve alkol ekstraktlarının hıyar (*Cucumis sativus* L.) çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkisi.

Extract-Dose	Germination rate (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
Control	95.00 ^a	14.47±1.25 ^a	9.07±0.41 ^a	3002.00±124.00 ^a	81.30±8.30 ^d
Water %1	60.00 ^b	10.29±1.10 ^b	7.11±0.41 ^b	771.30±299.00 ^{bc}	123.50±23.46 ^{ab}
Water %3	57.50 ^b	4.30±1.31 ^c	5.79±0.48 ^c	540.90±438.00 ^c	109.30±13.70 ^{bc}
Water %5	37.50 ^c	2.13±0.92 ^d	2.69±0.72 ^c	370.00±86.00 ^d	94.30±29.04 ^{cd}
Alcohol %1	90.00 ^a	3.84±0.61 ^c	4.60±0.53 ^d	1586.00±156.00 ^b	106.00±9.58 ^{bc}
Alcohol %3	65.00 ^b	0.81±0.10 ^e	1.57±0.15 ^f	560.00±133.00 ^d	140.00±25.69 ^a
Alcohol %5	0.00 ^d	0.00 ^f	0.00 ^g	0.00 ^d	0.00 ^e

*p<0.05

Table 5. The effect of water and alcohol extracts prepared from field bindweed plants at 1%, 3%, and 5% doses on the germination and growth of cress (*Lepidium sativum* L.).

Çizelge 5. Tarla sarmağı bitkisinin %1, %3 ve %5 dozlarında hazırlanan su ve alkol ekstraktlarının tere (*Lepidium sativum* L.) çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkisi.

Extract-Dose	Germination rate(%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
Control	83.75 ^a	5.10±0.64 ^a	2.60±0.08 ^b	179.50±17.00 ^a	6.50±1.19 ^a
Water %1	23.75 ^b	3.49±0.43 ^b	3.39±0.45 ^a	18.80±12.50 ^b	2.30±1.25 ^b
Water %3	12.50 ^c	1.08±0.26 ^c	2.61±0.45 ^b	17.20±5.30 ^b	1.00±0.10 ^{bc}
Water %5	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^c
Alcohol %1	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^c
Alcohol %3	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^c
Alcohol %5	0.00 ^d	0.00 ^d	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^c

*p<0.05

Fateh *et al.* (2012) examined the effect of field bindweed extracts on *Pennisetum* sp. and *Ocimum basilicum* plants. Their findings indicated that the allelopathic effect of the 100% dose exhibited the highest suppressive effect on germination for both plants, while the allelopathic effect of the 33% dose exhibited the lowest suppressive effect. The results indicated that germination was suppressed as the extract dose increased. Baličević *et al.* (2014), examining the allelopathic effect of field bindweed dry leaf and root water extracts on two different corn varieties, and they reported that seed germination was reduced by up to 36%. They observed that root extracts had a more suppressive effect on germination and similarly suppressed fresh weight, root, and shoot length. In the experiment, germination and growth parameters decreased with increasing doses. Researchers also concluded that susceptibility to the extract varied depending on corn varieties. Similarly, Yarnya *et al.* (2009) reported that field bindweed extracts had a negative allelopathic effect on germination, growth and yield parameters on wheat seeds *in vivo* conditions.

In another study, Mengal *et al.* (2015), found that the allelopathic effect of field bindweed at 60% concentration gave proven results, and Reynders and Duke (1979) reported that *Convolvulus arvensis* L. had a high allelopathic effect on another weed species, *Amaranthus retroflexus*. Hegab and Ghareib (2010) determined the allelopathic effect of field bindweed methanol extract at different concentrations on wheat

growth and some physiological processes. They found that doses at 75, 150, and 300 ppm had stimulating effects on the root, shoot lengths, and dry weights compared to the control and chlorophyll. They concluded that the content of carbohydrates, proteins, and phenolic compounds also increased while the enzyme activities of catalase, peroxidase, phenoloxidase, and superoxide dismutase were gradually stimulated. The gradual suppression of lipid peroxidase and the H₂O₂ content were highest at 300 ppm. They also reported that at the highest concentration of 600 ppm, there was a low level of inhibition of parameters other than lipid peroxidation and H₂O₂ levels. Because of its stimulating potential, they recommended low concentrations of methanol extract from field bindweed that could be used as a fertilizer. Sunar *et al.* (2013) applied *C. arvensis* root, stem, and leaf methanol extracts at 50, 75, and 100 µl concentrations in their study on the examination of field bindweed methanol extracts in terms of genotoxic and inhibitory activity on soluble protein content and genomic template stability on the corn plant. They revealed that especially 100 µl root, stem, and leaf extracts had inhibitory activity on genomic stability, and increasing doses of extracts also increased the total soluble protein content in maize.

Based on the studies conducted by different researchers, it is known that field bindweed has various degree of allelopathic effect on different plants, and our study was compatible with the results of all studies.

CONCLUSION

When comparing all the data, it was observed that field bindweed water and alcohol extracts had varying effects on weeds. Generally, increasing the dose of alcohol and water extracts increased their suppressive effect on parameters compared to the control. A notable finding was that the 5% alcohol extract suppressed plant germination. All water extracts applied to perennial grass and Johnson grass stimulated root development. Additionally, a 5% water dose inhibited germination in cress and hogweed. Given the increasing concern over the harmful effects of chemicals in today's conditions, researchers are

exploring alternative weed control methods. Numerous studies have documented the allelopathic effects of many plants. It is crucial to validate such studies and prioritize future research to enable alternative applications under field conditions.

Climate change's detrimental effects vary widely among cultivated plants and weeds, leading to reduced efficacy of conventional chemicals. Consequently, plants with potential allelopathic effects are gaining importance. In this context, allelopathy studies will be increasingly pursued in the future, and our findings will guide greenhouse and field research.

REFERENCES

- Abbasi, S. 2012. Antifungal activity of *Centaurea* species. *Annals of Biological Research* 3 (7): 3258-3262.
- Al-Malki, A. A. T., 2014. Effect aqueous extract of *Xanthium strumarium* L. and *Trichoderma viride* against *Rhizctonia solani*. *International Journal of Botany and Research* 4 (6): 1-6.
- Ashrafi, Z., Y. Sadeghi, S., Mashhadi, H. R., 2008. Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and growth of barley (*Hordeum spontaneum*). *Journal of Agricultural Technology* 4: 219-229.
- Balah, M. A. 2015. Allelopathic effects of bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) root exudates on plants and soil microflora. *Egyptian Journal of Desert Research* 65 (1): 31-46.
- Baličević, R., M. Ravlić, M. Knežević, and I. Serezlija. 2014. Allelopathic effect of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) water extracts on germination and initial growth of maize. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24 (6): 1844-1848.
- Benyas, E., M.B. Hassanpouraghdam, S. Zehtab Salmasi, O.S. Khatamian Oskoei. 2010. Allelopathic Effects of *Xanthium strumarium* L. Shoot Aqueous Extract on Germination, Seedling Growth and Chlorophyll Content of Lentil (*Lensculinaris Medic.*). *Rom. Biotechnol. Lett.* 15:5223-5228.
- Berca, M. 2004. *Managementul integral al buruienilor*. Ed. Ceres, București.
- Black, I.D., R. Matic, C.B. Dyson. 1994. Competitive effects of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) in wheat, barley and field peas. *Plant Protection Quarterly*. 9(1):12-14
- Cheng, F. and Z. Cheng 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Front. Plant Sci.* 6:1020. doi: 10.3389/fpls.2015.01020
- Çal, G., ve A. Kara. 2020. Sakarya ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) tarlalarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science* 23(2):89-97.
- DiTomaso, J. M., and E. A. Healy. 2007. *Weeds of California and other western states* (Vol. 3488). UCANR Publications.
- Fateh, E., S. S. Sohrabi, and F. Gerami. 2012. Evaluation the allelopathic effect of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on germination and seedling growth of millet and basil. *Advances in Environmental Biology* 6(3): 940-950.
- Hegab, M. M., and H. R. Ghareib. 2010. Methanol extract potential of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) for wheat growth enhancement. *International Journal of Botany* 6 (3): 334-342.
- Holm, L. G., D. L. Plunknett., J. V. Pancho., and J. P. Herberger. 1977. *The world's worst weeds*. East-West Center Book, University Press of Hawaii.
- Khanh, T. D., I. M. Chung., S. Tawata., and T. D. Xuan. 2006. Weed suppression by *Passiflora edulis* and it's potential allelochemicals. *Weed Research* 46: 296-303.
- Mengal, B., S. Baloch., Y. Sun., W. Bashir., L.R. Wu., A. Shahwani., H. Noor., S. Baloch., R. Baloch., S. Sabiel., S. Badin., S. Baber. 2015. The Influence of Allelopathic Weeds Extracts on Weeds and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 5. 218-227.
- Obaid, K. A, J. R. Qasem. 2005. Phytotoxicity of some common weed species to certain vegetable crops grown in Jordan. *Dirasat, Agricultural Sciences* 32 (1):10-20.
- Om, H., S. D. Dhiman, S. Kumar, and H. Kumar. 2002. Allelopathic response of *Phalaris minor* to crop and weed plants in rice-wheat system. *Crop Protection* 21 (9): 699-705.

- Özer, Z., İ. Kadioğlu, H. Önen, ve N. Tursun. 2003. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:20 Kitaplar Serisi No:10, Genişletilmiş 3. Baskı.
- Rahimzadeh, F., A. Tobeh, S. Jamaati-e-Somarin. 2012. Study of allelopathic effects of aqueous extracts of roots and seeds of goosefoot, red-root amaranth and field bindweed on germination and growth of lentil seedlings. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 3: 318-326.
- Reynders, M. M., and W. B. Duke. 1979. Utilization of axenic culture in allelopathic studies. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society* 33: 94. (Abstr.)
- Rice E.L. 1974. Allelopathy. New York: Academic Press.
- Rice, E.L. 1984. Allelopathy. 2nd Ed. Academic Press;Orlando, Florida.
- Shahrokhi, S., B. Kheradmand, M. Mehrpouyan, M. Farboodi, and M. Akbarzaded. 2011. Effect of different concentrations of aqueous extract of field bindweed, *Convolvulus arvensis* L. on initial growth of abidar barley (*Hordeum vulgare*) cultivar in greenhouse. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering* 24: 474-478.
- Sunar, S., N. Yildirim, O. Aksakal, and G. Agar. 2013. Determination of the genotoxic effects of *Convolvulus arvensis* extracts on corn (*Zea mays*) seeds. *Toxicology and Industrial Health* 29(5): 449-459.
- Şin, B., and L. Öztürk. 2021. Nematicidal weeds in the control of plant parasitic nematodes. *Journal of Agricultural Biotechnology* 2 (2): 78-96.
- Şin, B., İ. Kadioğlu, and A. Onaran. 2017. Antifungal activity of parasitic plant (*Orobanche ramosa* L., *Cuscuta campestris* Yunck. and *Viscum album* L.) extracts against some plant pathogenic fungi. *Turkish Journal of Weed Science* 20(1): 61-69.
- Şin, B., İ. Kadioğlu, C. Yıldırım, and H. Keskin. 2019. Germination biology studies in some weed rhizomes *Cyperus rotundus* L. *Sorghum halepense* L. Pers. Presented at the BIALIC 2019.
- Timmons, F. L. 1949. Duration of viability of bindweed seed under field conditions and experimental results in the control of bindweed seedlings. *Agronomy Journal* 41(3): 130-133.
- Uddin, M. D., A. Juraimi., R. Ismail. 2012. Weed management in tropical turfgrass areas: A review. *Archives of Biological Sciences*. 64. 597-603. 10.2298/ABS1202597U.
- Üremiş, Ş ve F. N. Uygur. 1999. Çukurova bölgesindeki önemli bazı yabancı ot tohumlarının minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları. *Türkiye Herboloji Dergisi* 2 (2): 1-12.
- Weaver, S.A. and W.R. Riley. 1982. The biology of Canadian weeds. 53. *Convolvulus arvensis* L. *Canadian Journal of Plant Science* 62: 461- 472.
- Yarnia, M. 2010. Comparison of field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) and bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.) organs residues on yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Advances in Environmental Biology* 4: 414-421.
- Yarnya, M., A. Farajzadeh., V. Ahmadzadeh., and N. Nobari. 2009. Lesser bind allelopathy effect on germination and growth of the wheat. *Journal of New Agricultural Sciences* 4(11), 83-99.
- Zeng, R. S., A. U. Mallik., and S. M. Luo. 2008. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer-Verlag.

Comparative Biplot Analysis of Micropropagation of Viking Aronia Cultivar in Different Plant Tissue Culture Media

Çağlar KAYA¹ 

Tolga SARIYER² 

^{1,2}Bahçe Bitkileri Bölümü, Çakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale/ TÜRKİYE

¹ <https://orcid.org/0000-0002-7054-3081>

² <https://orcid.org/0000-0002-1844-2996>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): ckaya@stu.comu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 02.06.2024

Accepted (Kabul tarihi): 25.06.2024

ABSTRACT: In this study, the effect of different concentrations of some plant growth regulators on the in vitro micropropagation of the Viking aronia variety was investigated. In this context, 15 different culture media were prepared by adding plant growth regulators (BAP, IBA, GA₃, TDZ) in various concentrations and combinations to the MS medium (Murashige and Skoog, 1962). Sterilised shoot tips were transferred to the relevant plant tissue culture media in three replications according to the randomized parcels trial pattern, with three explants in each replication. At the end of the four-week development period, average vitrification rate (VIR), average shoot length (SHL) and average number of nodes (NON) parameters were evaluated. Biplot analysis was employed to analyze the data obtained. According to the biplot analysis, B11002G1T1: (1.0 mg L⁻¹ BAP+0.02 mg L⁻¹ IBA+1.0 mg L⁻¹ GA₃+1.0 mg L⁻¹ TDZ), B11002G1T05: (1.0 mg L⁻¹ BAP+0.02 mg L⁻¹ IBA+1 mg L⁻¹ GA₃+0.5 mg L⁻¹ TDZ) and B11002G05T1: (1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.02 mg L⁻¹ IBA+0.5 mg L⁻¹ GA₃+1.0 mg L⁻¹ TDZ) had a more positive effect on the number of nodes and shoot length. This study showed that the Viking aronia variety can be easily grown from cuttings by adjusting the plant growth regulator concentrations and combinations. Different media and plant growth regulators are needed for each aronia variety, so more studies are needed to improve success rates.

Keywords: Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, explant, plant growth regulators, plant tissue culture, micropropagation.

Viking Aronya Çeşidinin Farklı Bitki Doku Kültürü Ortamlarında Mikroçoğaltımın Karşılaştırmalı Biplot Analizi

ÖZ: Bu çalışmada, bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin farklı konsantrasyonlarının Viking aronya çeşidinin in vitro mikro çoğaltımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, MS ortamına (Murashige and Skoog, 1962) farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda bitki büyüme düzenleyicileri (BAP, IBA, GA₃, TDZ) ilave edilerek 15 farklı kültür ortamı kullanılmıştır. Sterilize edilmiş sürgün uçları, her tekrerde 3 eksplant olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrerli olacak şekilde ilgili bitki doku kültürü ortamlarına aktarılmıştır. Dört haftalık gelişme süresi sonunda ortalama vitrifikasyon oranı (VIR), ortalama sürgün uzunluğu (SHL) ve ortalama boğum sayısı (NON) parametreleri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Biplot analizi ile değerlendirilmiştir. Biplot analizine göre B11002G1T1: (1,0 mg L⁻¹ BAP+0,02 mg L⁻¹ IBA+1,0 mg L⁻¹ GA₃+1,0 mg L⁻¹ TDZ), B11002G1T05: (1,0 mg L⁻¹ BAP+0,02 mg L⁻¹ IBA+1 mg L⁻¹ GA₃+0,5 mg L⁻¹ TDZ) ve B11002G05T1: (1,0 mg L⁻¹ BAP + 0,02 mg L⁻¹ IBA+0,5 mg L⁻¹ GA₃+1,0 mg L⁻¹ TDZ) ortamlarının boğum sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Viking aronya çeşidinin mikroçoğaltımının farklı bitki büyüme düzenleyici konsantrasyonları ve kombinasyonları optimize edilerek kolaylıkla gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. Ancak her aronya çeşidinin mikroçoğaltımında farklı kültür ortamına ve bitki büyüme düzenleyicilerine ihtiyaç duyulması başarı oranlarının artırılmasında daha fazla çalışma yapılmasını gerektirmektedir.

Anahtar kelimeler: Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, eksplant, bitki büyüme düzenleyicileri, bitki doku kültürü, mikroçoğaltım.

INTRODUCTION

The rapid increase in the world population and the ever-developing and expanding global economy are placing increasing pressure on natural resources. It is therefore of great importance to use existing resources in the optimum and most efficient way. Properly establishing

an orchard and complying with technical principles in fruit growing is of great importance for profitable production (Sattler and Nagel, 2010; Kunzekweguta *et al.*, 2017). It is well established that fruits, particularly berries, are rich in natural antioxidants and possess a high antioxidant capacity and anthocyanin content.

The rise in global consumption levels over recent years has elevated the significance of berries in both domestic and international trade (Yang and Kortensniemi, 2015; Golovinskaia and Wang, 2021; Kırmızıkuşak, 2023). Studies have shown that there is an increasing trend towards the consumption of Aronia [*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott], a type of fruit rich in natural antioxidants (Kapci *et al.*, 2013; Bolling *et al.*, 2015; Jurikova *et al.*, 2017; Vagiri *et al.*, 2017; Çulhacı and Yıldırım Yalcın, 2022; Gao *et al.*, 2024).

Aronia, belonging to the *Rosaceae* family, is categorized under the Aronia genus, which encompasses three acknowledged species (Kulling and Rawel, 2008). These species include *Aronia melanocarpa* (Michaux) Elliot (black chokeberry), *Aronia prunifolia* (Marshall) Rehder (purple chokeberry), and *Aronia arbutifolia* (Linnaeus) Persoon (red chokeberry). Aronia berries (*Aronia melanocarpa*) are rich in various bioactive compounds such as anthocyanins, carotenoids, phenolic compounds, fatty acids, flavonoids and vitamins (Rauf *et al.*, 2019; Shahin *et al.*, 2019; Lackner *et al.*, 2024). Aronia berries originating from the eastern regions of North America have been cultivated and utilized in traditional medicine within the former Soviet Union since the mid-20th century (Fidancı, 2015; Yılmaz *et al.*, 2021; Kadioğlu and Yılmaz, 2023).

Presently, aronia is grown in Eastern European nations and Russia, where it is utilized in the crafting of homemade or commercial juices, preserves, fruit infusions, wines, and organic food dyes (Jurikova *et al.*, 2017; Mertoglu *et al.*, 2021). A study of the effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) on human health revealed that its fruits have the highest antioxidant capacity and anthocyanin amount of all berries (Sharif *et al.*, 2012; Szopa *et al.*, 2017). It has been demonstrated that regular consumption of this type of fruit provides protection against cardiovascular diseases, digestive system diseases and some cancers (Daskalova *et al.*, 2019). Aronia berries have been accepted as medicinal plants in Russia due to their biochemical properties, which have been the subject of extensive research (Martin *et al.*, 2014; Bakır, 2019). Aronia fruits are designated as functional foods due to their high

antioxidant activity, and their use and cultivation are becoming increasingly prevalent across the globe. Aronia has gained importance due to its bioactivity, which is evidenced by the presence of dietary fibre, organic acids, sugar, fat, protein, minerals and vitamins, antioxidants, anthocyanins, flavonoids, proanthocyanidins, flavanols, phenolic acids and flavonol polyphenols (Chrubasik *et al.*, 2010).

Plant tissue culture techniques are employed extensively in the propagation and breeding of perennial plants. However, due to the problem of nonviable seeds, there is a need for tissue culture techniques that can increase the propagation rate by using explants taken from various parts of the plant with the help of plant growth regulators, especially for shoot and root induction (Kaya *et al.*, 2023). Although numerous studies have yielded promising results when employing plant tissue culture techniques on diverse perennial plant species, there is a paucity of literature addressing the optimization of propagation protocols and the advancement of biotechnology research (Singh, 2015; Dogan and Emsen, 2018).

Auxins, gibberellins, cytokinins and indole butyric acid group phytohormones, also known as plant growth regulators, are employed in isolation or in various combinations for specific purposes in plant tissue culture studies (Kumlay and Eryigit, 2011).

Aronia, a plant species cultivated in Türkiye, has gained popularity in recent years. It thrives particularly well in the climate and soil conditions of the Black Sea region (Yılmaz, 2020). Although not naturally found in Türkiye's flora, aronia has been widely introduced through agricultural production projects and government incentives (Demir, 2019). The production process has accelerated with the education and support provided to farmers, yielding productive results (Kaya, 2021). In terms of consumption, aronia berries are noted for their high antioxidant content and health benefits (Öztürk, 2020). They are consumed in various forms such as juice, jam, dried fruit, and dietary supplements, making aronia a valuable product in both domestic and export markets (Çelik, 2022). Consequently, while aronia production in Türkiye is

rapidly increasing, consumption rates are also rising in parallel (Aydin, 2023).

The aim of this study was to investigate the effects of different levels of plant growth regulator combinations in *in vitro* plant tissue culture environment on aronia, which is newly known in Türkiye but has a high economic importance with different usage areas around the world.

MATERIAL AND METHOD

Plant material

In the study, shoot tips of the Viking variety (*Aronia melanocarpa*) were employed as explant sources during the active development period between April and May. The plant materials were obtained from four-year-old healthy plants cultivated in accordance with the ecological conditions of Çanakkale.

Surface sterilization of explants

The collected shoot tips were transferred to the laboratory and subjected to a preliminary cleaning under tap water. During the sterilization phase, explants were subjected to sterilization procedures developed by Soyulu and Erturk (1999). Initially, the shoot tips were washed under running water for a period of five minutes. Thereafter, the explants were immersed in a 3% CuSO₄ solution for a duration of 20 minutes, with intermittent agitation, and subsequently in a 70% ethyl alcohol solution for a period of one minute. Subsequently, the explants were rinsed with sterile pure water and placed in a solution containing 15% (v/v) NaOCl and a few drops of Tween 20. After a 15-minute incubation period, the explants were rinsed with sterile pure water three times for 5 minutes each, and the surface sterilization process was completed.

Contents of plant tissue culture media

A total of 15 different propagation media (Table 1) were employed in the study. The plant growth regulator

substance combinations utilised in the trial for the propagation media are presented in Table 1. Following sterilization, the explants were excised from the upper and lower parts of the bud, leaving a 0.5-0.7 cm segment, and planted in the culture media so that the bud remained on the surface. In the initial culture phase, Murashige and Skoog (MS; M-5524, Sigma) culture media was employed, with the addition of 30 g/L sucrose and 7 g/L agar. The pH of the culture media was adjusted to 5.8 using 0.1 N HCl and 0.1 N NaOH. The prepared media were then placed on the heater until they reached boiling point (92°C), after which they were decanted (approximately 15 ml) into 75x75x100 mm magenta boxes and sterilised for 15 minutes at 121°C at 1.2 atm pressure. After planting, the magenta boxes were cultured for four weeks at 25±1°C, under a 3000 lux fluorescent lamp with a 16-hour photoperiod. The following parameters were evaluated at the end of the four-week development period. The protocol stated by Şengül (2012) was followed during the preparation of the culture media.

The experiment was set up according to the randomized parcels trial pattern, with three replications and three explants in each replication. Biplot analysis (SAS Institute Inc. JMP 15.1, 2020) was employed for data interpretation, and the findings were visualized on the graphs (Figure 1).

Features examined within the scope of the study

Vitrification rate (VIR - %): The number of vitrified plants in each magenta box was counted and expressed as a percentage.

Number of nodes (NON - piece): The number of nodes in each shoot was quantified and averaged.

Shoot length (SHL - mm): At the end of the development phase, shoot lengths were quantified in millimeters using caliper.

Table 1. Plant tissue culture media contents used in the study.#
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki doku kültürü ortam içerikleri.#

Culture Media No/Code	Media Content				Media
	IBA mg L ⁻¹	BAP mg L ⁻¹	GA ₃ mg L ⁻¹	TDZ mg L ⁻¹	
1. B1I001GYTY	0.01	1.0	-	-	MS
2. B1I001GYT05	0.01	1.0	-	0.5	MS
3. B1I001GYT1	0.01	1.0	-	1.0	MS
4. B05I001G05TY	0.01	0.5	0.5	-	MS
5. B05I001G05T05	0.01	0.5	0.5	0.5	MS
6. B05I001G05T1	0.01	0.5	0.5	1.0	MS
7. B1I002G05TY	0.02	1.0	0.5	-	MS
8. B1I002G05T05	0.02	1.0	0.5	0.5	MS
9. B1I002G05T1	0.02	1.0	0.5	1.0	MS
10. B1I002G1TY	0.02	1.0	1.0	-	MS
11. B1I002G1T05	0.02	1.0	1.0	0.5	MS
12. B1I002G1T1	0.02	1.0	1.0	1.0	MS
13. B2I002G05TY	0.02	2.0	0.5	-	MS
14. B2I002G05T05	0.02	2.0	0.5	0.5	MS
15. B2I002G05T1	0.02	2.0	0.5	1.0	MS

#: IBA: Indol Butyric Acid, BAP: 6-Benzylaminopurine, TDZ: Thidiazuron, MS: Murashige and Skoog Media.

RESULTS AND DISCUSSION

Within the scope of the study, the components of plant tissue culture media are given in Table 1. Upon examination of the study results, it was found that as BAP concentrations increased, the shoot length parameter exhibited a corresponding increase. The results obtained within the scope of the study were evaluated through biplot analysis. Biplot analysis is a technique that facilitates the visualization of multiple variables on the same graph. This method is commonly employed to comprehend, visualize, and interpret multidimensional datasets. By representing relationships among variables and the impact of variables on observations within a single graph, biplot analysis serves as a powerful tool for understanding the structure of a dataset.

In the study, the interaction of plant growth regulators BAP (0.01, 0.02 mg L⁻¹), IBA (0.5, 1.0, 2.0 mg L⁻¹), GA₃ (0.5, 1.0 mg L⁻¹), and TDZ (0.5, 1.0 mg L⁻¹)

accounted for 86.5% of the variation in PC1 and PC2 scores, explaining the parameters VIR (Vitrification rate), NON (Number of nodes), and SHL (Shoot length).

Parameters B1I002G1T1, B1I002G1T05, B1I002G05T1, B1I001GYT1, B1I001GYT05, and B1I001GYTY (PC1>0) were found to be positively associated with NON and SHL, while parameters B2I002G05T1, B2I002G05T05, B2I002G05TY, B1I002G1TY, B1I002G05T05, B1I002G05TY, B05I001G05TY, B05I001G05T05, and B05I001G05T1 (PC1<0) were positively associated with VIR. This indicated that parameters aligned with PC1>0 were indicative of higher levels of NON and SHL, while those aligned with PC1<0 were indicative of higher levels of VIR. The parameters B1I001GYT1, B1I001GYT05, and B1I001GYTY being negatively associated with VIR (PC1>0, PC2<0) suggested lower values of VIR for these parameters (Fig. 1).

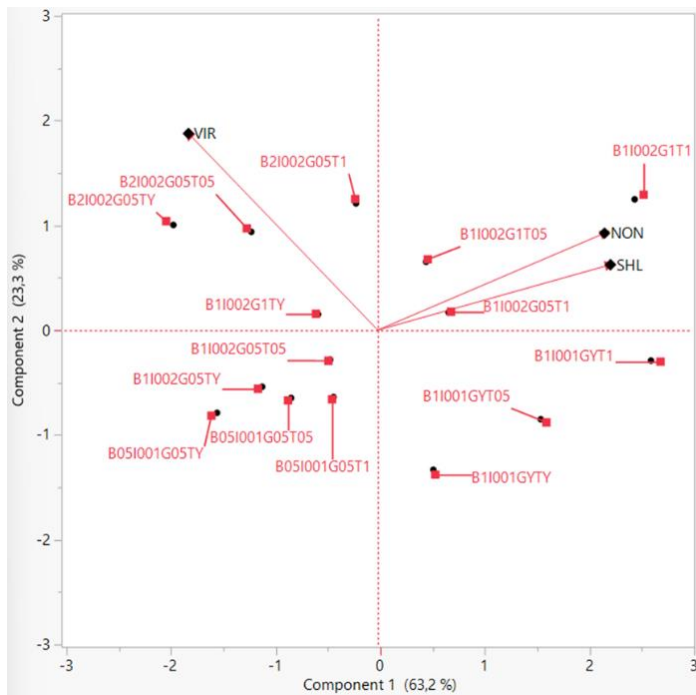


Figure 1. Grouping the effects of plant tissue culture media containing different levels of plant growth regulators on the number of nodes, vitrification rate and shoot length characteristics using the biplot analysis method.

Şekil 1. Farklı düzeylerde bitki büyüme düzenleyicileri içeren bitki doku kültürü ortamlarının boğum sayısı, vitrifikasyon oranı ve sürgün uzunluğu özellikleri üzerindeki etkilerinin biplot analiz yöntemi kullanılarak gruplandırılması.

Parameters B1I001GYT1, B1I001GYT05, and B1I001GYTY, where GA₃ was not applied, were found to be negatively associated with VIR (PC1>0, PC2<0). Conversely, parameters B1I002G1T1, B1I002G1T05, and B1I002G05T1, which involved the application of GA₃ (0.5, 1.0 mg L⁻¹), were aligned with NON and SHL (PC1>0, PC2>0). The graphical representation suggests that the combination of GA₃ with these mentioned hormones in parameters B1I002G1T1, B1I002G1T05, and B1I002G05T1 had a more favorable effect on NON and SHL (Figure 1).

Upon examination of the literature on this subject, researchers reported that shoot length increased with increasing BAP concentration (Güçlü *et al.*, 2010). Some researchers have reported that shoot lengths decrease with increasing BAP concentrations (Sayılır *et al.*, 2007). In general, the vitrification rate increases as explants remain in tissue culture environments. This situation can also be associated with high BAP concentration and environmental conditions, in line with previous information. As a matter of fact, environmental factors such as temperature change,

humidity content of the environment and light intensity can be shown to be the causes of vitrification (Yılmaz-Gokdogan and Kaya, 2017). Vitrification is an undesirable physical disorder of *in vitro* tissues, characterised by a glassy, translucent, succulent or wet and often swollen appearance. This is commonly observed in leaves and occasionally in stems. The occurrence and degree of vitrification can be influenced by a multitude of intricate factors. There are numerous reasons for the occurrence of vitrification in micropropagation. These include light intensity, temperature, BAP concentration and the physiological structure of the plant (Özzambak *et al.*, 2018).

CONCLUSION

The propagation of Aronia plants through tissue culture enables the preservation of plant traits and facilitates rapid reproduction. Additionally, it simplifies the production of disease free or resistant plants and provides a significant platform for genetic transformation studies. Moreover, it allows for the cloning of plant material, ensuring stable production. Therefore, tissue culture propagation of Aronia plants

serves as a crucial tool in plant cultivation. The present study examined the effects of different levels plant growth regulators on the micropropagation of the Viking aronia variety under *in vitro* conditions.

According to the graphical representation obtained by biplot analysis, it was determined that the combination of GA₃ with these plant growth regulators mentioned in the parameters B1I002G1T1: (1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.02 mg L⁻¹ IBA + 1.0 mg L⁻¹ GA₃ + 1.0 mg L⁻¹ TDZ), B1I002G1T05: (1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.02 mg L⁻¹ IBA + 1 mg L⁻¹ GA₃ + 0.5 mg L⁻¹ TDZ) and B1I002G05T1: (1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.02 mg L⁻¹ IBA + 0.5 mg L⁻¹ GA₃

+ 1.0 mg L⁻¹ TDZ) had a more positive effect on the number of nodes and shoot length.

As a result of the research, it was determined that micropropagation of Viking aronia variety can be easily achieved by optimizing different plant growth regulator concentrations and combinations. As the culture media and plant growth regulators employed in the successful propagation of each aronia variety are distinct, the media to be utilised is not a singular entity. Consequently, further studies should be conducted in order to achieve success in the different aronia varieties.

REFERENCES

- Aydin, B. 2023. Türkiye'de aronya tüketimi ve gelecek potansiyeli. *Tarım ve Gıda Dergisi* 15 (2): 123-135.
- Bakır, K. 2019. Aronya (*Aronia melanocarpa* sp. Viking) meyvesi bazlı çay ve nutrasotik ürünlerde fenolik antioksidanların detaylı tayini: Antiproliferatif ve antikarsinojenik gıda takviyeleri olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Manisa.
- Bolling, B. W., R. Taheri, R. Pei, S. Kranz, M. Yu, S. N. Durocher, M.H. Brand. 2015. Harvest date affects Aronia juice polyphenols, sugars, and antioxidant activity, but not anthocyanin stability. *Food Chem.* 187: 189–196.
- Chrubasik, C., G. Li, S. Chrubasik. 2010. The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytotherapy Research* 24: 1107-14. doi:<https://doi.org/10.1002/ptr.3226>
- Çelik, H. 2022. Aronya ürünlerinin iç pazar ve ihracattaki önemi. *Gıda Teknolojisi Dergisi* 10 (4): 78-89.
- Çulhacı, E. and M. Yıldırım Yalcın. 2022. Aronya meyvesinin besinsel özellikleri ve biyoaktif bileşenleri. E-bildiri, 12. Gıda Mühendisliği Öğrenci Kongresi. 21-22 Mart 2022. Bursa.
- Daskalova, E., S. Delchev, M. Topolov, S. Dimitrova, Y. Uzunova, S., Valcheva-Kuzmanova, M. Kratchanova, L. VladimirovaKitova, P. Denev. 2019. *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot fruit juice reveals neuroprotective effect and improves cognitive and locomotor functions of aged rats. *Food and Chemical Toxicology.* 132: 110-674. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110674>
- Demir, M. 2019. Türkiye'de aronya yetiştiriciliği ve devlet teşvikleri. *Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü Yayınları.* 7 (3): 45-58.
- Doğan, M. and B. Emsen. 2018. Anti-cytotoxic-genotoxic influences of *in vitro* propagated *Bacopa monnieri* L. Pennell in cultured human lymphocytes. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences* 1 (2): 48-53.
- Fıdancı, A. 2015. Türkiye için yeni bir minor meyve: Aronia bitkisi ve yetiştirme teknikleri. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 25-29 Ağustos Çanakkale. 1177-1180.
- Gao, N., C. Shu, Y. Wang, J. Tian, Y. Lang, C. Jin, X. Cui, H. Jiang, S. Liu, Z. Li, W. Chen, H. Xu, B. Li. 2024. Polyphenol components in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as clinically proven diseases control factors—an overview. *Food Science and Human Wellness* 13(3): 1152-1167. <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250096>
- Golovinskaia, O. and C.K. Wang. 2021. Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules.* 26 (13): 3904.
- Güçlü, F., F. Koyuncu, B. Şan. 2010. Bazı klon kiraz anaçlarının doku kültürü yöntemiyle çoğaltılması. Süleyman Demirel Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 14 (2): 144-147.
- Jurikova, T., J. Mlcek, S. Skrovankova, D. Sumczynski, J. Sochor, I. Hlavacova, L. Snopek, J. Orsavova. 2017. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules* 22(6): 944. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
- Kadıoğlu, Y. and Y.Yılmaz. 2023. Samsun örneğinde iklimik özelliklerin aronya yetiştiriciliği açısından analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 10 (4): 1137-1146. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1311377>
- Kapci, B., E. Neradová, H. Čížková, M. Voldřich, A. Rajchl, E. Capanoglu. 2013. Investigating the antioxidant potential of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *J. Food Nutr. Res.* 52: 219–229.
- Kaya, A. 2021. Çiftçilerin aronya yetiştiriciliğinde karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 13 (1): 99-112.
- Kaya, C., T. Sariyer, E. Sahin. 2023. Determination of effective surface sterilization protocol in *in vitro* tissue culture for Giant Snowdrop (*Galanthus elwesii* Hook) bulbs. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 7 (2): 345-348. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.2.12>

- Kırmızıkuşak, D. 2023. Fonksiyonel bir gıda: Üzüm meyveleri. Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 1 (1): 34-44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10449615>
- Kulling, S. E., and H. M. Rawel. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)—A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta medica*. 74 (13): 1625-1634.
- Kumlay, A. M. and T. Eryigit. 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. *Journal of the Institute of Science and Technology* 1 (2): 47-56.
- Kunzekweguta, M., K. M. Rich, M. C. Lyne. 2017. Factors affecting adoption and intensity of conservation agriculture techniques applied by smallholders in Masvingo district, Zimbabwe. *Agrekon*. 56 (4): 330-346.
- Lackner, S., A. Mahner, C. Moissl-Eichinger, T. Madl, H. Habisch, N. Meier-Allard, C. Kumpitsch, T. Lahousen, A. Kohlhammer-Dohr, S. Mörkl, H. Strobl, S. Holasek. 2024. Interindividual differences in aronia juice tolerability linked to gut microbiome and metabolome changes—secondary analysis of a randomized placebo-controlled parallel intervention trial. *Microbiome*. 12: 49. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01774-4>
- Martin, D.A., R. Taheri, M.H. Brand, A. Draghi, F.A. Sylvester, B.W. Bolling. 2014. Anti-inflammatory activity of aronia berry extracts in murine splenocytes. *Journal of Functional Foods* 8: 68-75.
- Mertoglu, C., M. T. Huyut, Y. Arslan, Y. Ceylan, T. A. Coban. 2021. How do routine laboratory tests change in coronavirus disease 2019?. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation* 81 (1): 24-33.
- Öztürk, E. 2020. Aronya meyvesinin antioksidan özellikleri ve sağlık faydaları. *Sağlık Bilimleri Dergisi* 8 (2): 210-223.
- Özzambak, M., E. Zeybekoğlu, G. İzzet, T. Kılıç. 2018. *Spathiphyllum*'un *in vitro* mikro çoğaltımı üzerine şeker konsantrasyonlarının etkileri. *Sakarya University Journal of Science* 22 (3): 1015-1023.
- Rauf, A., Imran, M., Abu-Izneid, T., Haq, I., Patel, S., Pan, X., Naz, S., Silva, A., Saeed, F., Suleria, H. 2019. Proanthocyanidins: A comprehensive review. *Biomed Pharmacother* 116: 108999.
- Sattler, C., Nagel, U. J. 2010. Factors affecting farmers' acceptance of conservation measures—A case study from north-eastern Germany. *Land Use Policy* 27 (1): 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.02.002>
- Sayırlı, A., Özzambak, E., Ö. Erefnur, D. Eşiyok. 2007. Kapari türlerinin (*Capparis* L.) tohumla ve doku kültürü ile çoğaltılması üzerine araştırmalar. *Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi* 3 (1): 71- 80.
- Shahin, L., S.S. Phaal, B.N. Vaidya, J.E. Brown, N.Joshee. 2019. Aronia (Chokeberry): An underutilized, highly nutraceutical plant. *Journal of Medicinally Active Plants* 8 (4): 46-63.
- Sharif, T., M. Alhosin, C. Auger, C. Minker, J.H. Kim, N. EtienneSelloum, P. Bories, H. Gronemeyer, A. Lobstein, C. Bronner, G. Fuhrmann, V. B. Schini-Kerth. 2012. *Aronia melanocarpa* juice induces a redox-sensitive p73-related caspase 3- dependent apoptosis in human leukemia cells. *PLoS One*. 7 (3): 32526. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032526> PMID:22412883.
- Singh, A. 2015. Micropropagation of plants. *Plant biology and biotechnology: Volume II: Plant genomics and biotechnology* 329-346.
- Soylu, A. and U. Erturk. 1999. Researchs on micropropagation of chestnut. *Acta Hort*. 494: 247-253.
- Szopa, A., R. Ekiert, and H. Ekiert. 2017. Current knowledge of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.(Chinese magnolia vine) as a medicinal plant species: a review on the bioactive components, pharmacological properties, analytical and biotechnological studies. *Phytochemistry Reviews* 16: 195-218.
- Şengül, E. 2012. Karadutun (*Morus nigra* L.) *in vitro* çoğaltımı. Master's thesis. Bursa Uludağ University (Turkey).
- Vagiri, M., and M. Jensen. 2017. Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for colour extraction. *Food Chem*. 217: 409–417.
- Yang, B. and M.Kortesniemi, 2015. Clinical evidence on potential health benefits of berries. *Current Opinion in Food Science* 2: 36-42.
- Yılmaz, A., E. Guler, H.E. Soydemir, S. Demirel, S. Mollahaliloglu, V. Ciftci, T. Karadeniz. 2021. Miracle Plant: Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *MAS Journal of Applied Sciences* 6 (1): 83-94.
- Yılmaz, R. 2020. Karadeniz Bölgesi'nde aronya yetiştiriciliği. *Tarımsal Üretim ve Teknoloji Dergisi* 11 (5): 33-47.
- Yılmaz-Gokdogan, E., and E. Kaya. 2017. Short, medium and long-term conservation of plant biodiversity: Biotechnology and cryopreservation. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University* 22 (1):87-111.

Mikorizalar ve Bağcılıkta Kullanımı

İlknur KORKUTAL^{1*} 

*Elman BAHAR*² 

^{1,2} *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tekirdağ/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-8016-9804>

²<https://orcid.org/0000-0002-8842-7695>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): ikorkutal@nku.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 23.02.2024

Accepted (Kabul tarihi): 17.05.2024

ÖZ: Bitki gelişimi ve yaşamını sürdürmede biyostimülantlar önemli bir yer tutmaktadırlar. Bu derlemede mikorizaların; toprak yapısına, asma köklerine, asmanın bitki besin elementi alımına, asma hastalık ve zararlılarına ve asma gelişimi üzerine etkileri sınıflanmış ve bağcılıkta mikoriza kullanımının yararları açıklanmaya çalışılmıştır. Dünya bağcılığında mikoriza kullanımının yararlı olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Öte yandan Türkiye’de sürdürülebilir tarım kapsamında, bağcılıkta mikoriza kullanımı konusunda yapılan bilimsel araştırmalar mevcuttur. Bu nedenle, özellikle yeni kurulacak bağlara, dikim öncesi mikoriza uygulanabilir. Bu şekilde mikoriza aşılana asmanın yaşamı boyunca yeterli beslenmesi sonucu, dengeli gelişimi sağlanabilir. Aynı zamanda sürdürülebilir bağcılık yapılmış olacağından, asmaların verim ve kalitesi dengelenebilir. Bu makalede mikoriza kullanımının bitkilere etkileri; asma örneği üzerinden ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikoriza, bağcılık, *Vitis vinifera* L.

Mycorrhizae and Their Use in Viticulture

ABSTRACT: Biostimulants play a significant role in influencing both plant growth and sustainability. This compilation categorizes the impacts of mycorrhizae on various aspects such as soil structure, grapevine roots, nutrient absorption by grapevines, grapevine diseases, pests, and overall grapevine development. It attempts to elucidate the advantages of employing mycorrhizae in viticulture. Numerous studies indicate the positive outcomes of mycorrhizal use in global viticulture. Additionally, within the framework of sustainable agriculture in Turkey, there are ongoing scientific inquiries into the utilization of mycorrhizae in viticulture. Therefore, it is advisable, particularly for newly established vineyards, to apply mycorrhizae prior to planting. This practice ensures consistent nourishment for mycorrhizal-inoculated grapevines throughout their lifecycle, fostering balanced growth. Moreover, by embracing sustainable viticulture practices, a harmonized equilibrium in grapevine yield and quality can be achieved. This article delves into the impact of mycorrhizal utilization on plants, using grapevines as a prime example.

Keywords: Mycorrhiza, viticulture, *Vitis vinifera* L.

GİRİŞ

Biyostimülantlar (PBs) bitkilerin yaşantısında önemli bir rol oynarlar. Roupheal ve Colla (2020) biyostimülantları mikrobiyal ve mikrobiyal olmayanlar olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Mikrobiyal olmayan biyostimülantlar arasında; kitosan (Aazami ve ark., 2023), hümit ve fulvik asit (Carpio ve ark., 2023), protein hidrolizat (Bavaresco ve ark., 2023), fosfit (Leles ve ark., 2022), deniz yosunu ekstraktları (Brown

ve Saa, 2015; Arioli ve ark., 2021) ve silikonu (Schabl ve ark., 2020) saymışlardır. Mikrobiyal biyostimülantları da arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF), rizobakterler (PGPR) (Van Loon, 2007) ve *Trichoderma* spp. (El-Mohamedy ve ark., 2010; Tvetskov ve ark., 2017) olarak sıralamışlardır.

Bitki gelişimi kök-toprak birlikteliğiyle sağlandığından; bitki kökleri ile mikroorganizmalar, topraktan alacakları besin maddeleri için rekabet

halindedir. Kök ve mikroorganizma birbirlerinden karşılıklı yararlanarak simbiyotik bir yaşam sürdürmektedir (Belal ve ark., 2023; Martin ve Van der Heijden, 2024). Dünyadaki bitki varlığı incelendiğinde mikorizal mantarlar ile ilişkili köklerin varlığı çoğu kez görülür (Moukarzel ve ark., 2023). Bu simbiyotik ilişkide mikoriza bitkiden karbonlu bileşikleri; bitki de mikorizanın topraktan aldığı besin maddeleri ve suyu alır (Sandal Erzurumlu ve Kara, 2014; Agnolucci ve ark., 2019).

Simbiyotik mikroorganizmalar; havanın serbest azotunun bağlanması, topraktaki fosfat dönüşümü, bitkilerin su ve minerallere daha kolay ulaşması, dengeli beslenme, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı bitki direncini artırma gibi pozitif etkide bulunur (Doğmuş Lehtijärvi, 2007; Brown ve Saa, 2015). Tüm bu nedenlerle son yıllarda kimyasal gübrelere (Rouphael ve Colla, 2020; Berdeja ve ark., 2023) ihtiyacın azaltılmasında kullanımları artmaktadır.

Ektotrofik ve endotrofik olarak iki gruba ayrılan mikorizalar; bitkinin kök hücreleri (korteks) içinde dallanıp ağaçsı arbusküller yapıları oluşturduğundan endomikorizaya aynı zamanda Arbusküller Mikorizal Fungus (AMF) adı verilir (Smith ve Read, 2008; Popescu, 2016; Sulistiono ve ark., 2024). En çok bilinen endomikoriza türleri; erikoid, orkide ve arbusküller mikoriza'dır. Ancak araştırmalar genelde AMF odaklıdır (Haelewaters ve ark., 2022). *Glomales* (*Glomerales*) takımı içinde yer alan AMF'ler bitki türlerinin %80'i ile simbiyotik yaşama kabiliyetine sahip olan biyotrofik mantarlardır (Blackwell ve Spatafora, 2004; Bouffaud ve ark., 2016; Hage-Ahmed ve ark., 2019).

Arbusküller mikorizal funguslar, besin noksanlığına (Yang ve ark., 2009), tuz stresi ve kuraklık stresi koşullarına (Trouvelot ve ark., 2015), ağır metal toksisitesine (Zhuang ve ark., 2007; Ochoa-Hueso ve ark., 2024) ve sıcaklık stresine (Trouvelot ve ark., 2015) karşı bitkinin dayanıklılığını artırmakta; ve bitkilere büyümeyi teşvik edici maddeler (Van Geel ve ark., 2017) salgılatmaktadır. Öte yandan, toprak struktürünü iyileştirmekte ve bu arada toprak erozyonunu da engellemektedirler (Hamilton ve ark., 2016). Ayrıca AMF, çok çeşitli vitamin ve mikro

besinleri içerdiğinden gıda güvenliğinde de önemli rol almaktadır (Cataldo ve ark., 2022).

Bağcılıkta olumlu etkileri olduğu bilinen mikoriza türlerinin saf ırkları veya mikorizal konsorsiyumları kullanılmaktadır (Kara ve Bağçevli, 2012). Bu derlemede bağcılıkta mikorizaların etkileri; toprak yapısına, asma köklerine, bitki besin elementi alımına, asma hastalık ve zararlılarına ve asma gelişimine olmak üzere gruplanmış ve bağcılıkta mikoriza kullanımının yararları açıklanmaya çalışılmıştır.

MİKORİZANIN ETKİLERİ

Toprak Yapısına Etkileri

Gupta ve ark. (2020), toprak sağlığının önemli göstergelerinden birinin mikorizalar olduğunu bildirmişlerdir. AMF'ler toprak mikrobiyotasının önemli bir parçasıdır ve rizosferde bulunan diğer mikroorganizmalarla da ilişkilidir (Nasslahsen ve ark., 2022). Topraktaki mikrobiyal aktivite büyük ölçüde bitki köklerinden etkilenir (Bais ve ark., 2006) ve toprak, bakteriyel rizosferin potansiyel kaynağıdır (Berg ve Smalla, 2009). Mikorizosfer, mikorizalar tarafından kolonize edilen köklerden etkilenen toprak bölgesidir (Burke ve Carrino-Kyker, 2021). AMF'ler mikorizosferin işlevlerini geliştirmektedir (Tahat ve ark., 2020) ve toprağın çok işlevli olması bakımından önemli bir göstergedir (Mahmoudi ve ark., 2021).

AMF'ler eksternal hifleriyle konukçu bitki ile toprak arasında direkt bir fiziksel bağ kurarak (Baumgartner, 2003), topraktan bitkiye mineral iyonları ve karbon sağlarlar (Aguilera ve ark., 2022). Bu eksternal hifler, toprak agregatlarını ağ gibi çevrelediklerinden dolayı toprak özellikleri üzerinde de etkili olmaktadır (Biasi ve ark., 2023). Mikorizal mantar hifleri; humik bileşiklerle beraber organik yapıyıcı maddeler üretir, toprağı agregatlar halinde bağlar ve böylelikle toprak porozitesini artırır (Carpio ve ark., 2023). Böylece toprağın havalanması ve toprak-su hareketi, bitki köklerinin büyümesi ve köklerin toprak içinde dağılımını teşvik ederek omca büyümesini pozitif yönde etkiler ve dolayısıyla toprak yapısını iyileştirmektedirler (Moukarzel ve ark., 2023).

Toprak kökenli patojenler (Örn: *Armillaria mellea*) ve abiyotik stres faktörleri (kötü drenaj, toksik metabolitler, ekstrem pH) bağ toprağında yorgunluğa neden olur (Nogales ve ark., 2008). *Armillaria mellea* varlığı bilinen toprağa tekrar Cabernet-Sauvignon/110R kombinasyonu omcaları diken Camprubí ve ark. (2008), *G. intraradices* BEG72 izolatu uygulandığında omcaların büyümesinin arttığını ancak farklı içerikteki AMF izolatu kullanıldığında aynı sonuca erişmediklerini ifade etmişlerdir. Buradan hareketle, tüm AMF'lerin aynı özellikteki omcalarda aynı etkide bulunmadığını belirtmişlerdir.

Rivera-Becerril ve ark. (2017), fenhegzamit, folpel (fungusit) ve deltametrin (insektisit) kullandıklarında *Glomeromycota* varlığının azaldığını, *Claroideoglomus* ve *Funneliformis mosseae*'nin ise sadece ekilebilir topraklarda azaldığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak yüksek dozdaki pestisit uygulamalarının AMF topluluğunun miktarını değil, topraktaki kompozisyonunu değiştirdiğini saptamışlardır.

Ağır metalle kirlenmiş toprakların ıslahında AMF kullanılabilir (Khan, 2005) ve bu şekilde bozulmuş olan toprak yapısı düzeltilebilir (Hamilton ve ark., 2016). Ayrıca AMF tarafından üretilen bir glikoprotein olan glomalın toprak agregasyonuna yardım etmektedir (Fracetto ve ark., 2023). Glomalın oluşumu ile toprakta stabil agregatlar üretilir, su filtrasyonunda düzleme sağlanır ve karbon alımı desteklenir (Chen ve ark., 2018).

Cu önemli bir bitki koruma unsuru olup aynı zamanda da toprak kirleticidir (Hildebrandt ve ark., 2007). Karimi ve ark. (2020) Avrupa'da bakırın bağda kullanımının yasaklanmasını (2025'ten itibaren) önermek için 20 yıldan daha öncesine dayandırmaktadırlar. Ancak yüzelli yıldan fazla süredir kullanılan (yıllık 400 kg/ha'dan fazla) Cu uygulandığında mikrobiyal aktivitenin %30 azaldığı saptanmıştır (Karimi ve ark., 2021). Öte yandan Cu içeren bitki koruma ürünleri kullanıldığında AMF'lerin kökteki kolonizasyonunun etkilenmediği veya toprakta bulunan Cu dozuna bağlı olarak orta derecede etkilendiği de Cornejo ve ark. (2013) tarafından bildirilmiştir.

Asma Köklerine Etkileri

Ağır topraklarda asma köklerinin yayılımı zordur (Schreiner, 2007) ve geleneksel bağcılık uygulamalarında kısa ve az sayıda kök oluşmaktadır. AMF kullanıldığında köklerde mikorizal hifler oluşmakta, bu da omcanın kök gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Simbiyotik yaşamın kurulması ve geliştirilmesi; toprak özelliği ve bağcı tarafından yapılan kültürel işlemler ile yakından ilişkilidir (Zanathy ve ark., 2011). Simbiyotik yaşamın sağladığı olumlu etkiler omcada da görülmektedir. Ayrıca Rivera-Becerril ve ark. (2017) ve Rouphael ve Colla (2020) tarafından da belirtildiği gibi sürdürülebilir bir ekosistem sağlamaktadırlar.

Dört ticari biyoinokülantın Pinot noir/3309C, Riesling/3309C ve Riesling/SO4 aşu kombinasyonlarında asma köklerini kolonize etme yeteneği ve kök morfolojisi üzerine etkileri incelendiğinde; kök çapı, kök uzunluğu, kök yoğunluğu ve spesifik kök uzunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca mikorizaların etkisinin anaç-çeşit kombinasyonuna göre de değişebileceği bildirilmiştir (Berdeja ve ark., 2023).

Araştırmacılar üç anaç ve bunların tetraploidlerine AMF (*Gigaspora margarita*) uygulamış ve uygulamaların; tetraploid anaçların sürgün ve kök büyümesinin kontrolden önemli ölçüde yüksek olduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda tetraploid anaçların diploidlerden daha kalın ve kompakt bir kök yapısına sahip olma sebebinin AMF kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir (Motosugi ve ark., 2002).

Bitkiler ile mikoriza mantarlarının ilişkisi içinde; omca kökleri dolaylı olarak bu ilişkiden faydalanmaktadır. Mikorizalar kökün ihtiyacı olan ortamı oluşturmakta; köklerin ihtiyacı olan besin maddeleri ve suyun alımını kolaylaştırmakta, bitkinin kök gelişimini artırmakta ve bununla birlikte bitkinin kök uzunluğunu da artırarak köklerin daha fazla yayılmasını sağlamaktadırlar (Darriaut ve ark., 2022). Araştırmalarında üç AMF konsorsiyumu kullanan Aslanpour ve ark., (2019) kök kuru ağırlığının kontrole nazaran arttığını belirlemişlerdir. AMF kullanımı bitkinin diğer abiyotik (kuraklık vb.) ve biyotik (pestisit vb.) streslere

dayanımını artırmaktadır (Ling ve ark., 2022; Marasco ve ark., 2022; Visconti ve ark., 2024). Konukçu bitki üzerinde bulunan kökler ile AMF simbiyotik bir birliktelik kurduğundan, stresin olumsuz etkilerini azaltmış; omcalar kuraklık ve tuz stresinden çok daha az etkilenmişlerdir (Khalil, 2013). Van Rooyen ve ark. (2004), Sauvignon Blanc/99R aşılı kombinasyonuna *Glomus etunicatum* uyguladıklarında omcanın kuraklığa dayanımının fazla ve su kullanımının da düzenli olduğunu saptamışlardır.

Kılıç (2014), aşılı asma fidanı üretiminde AMF uygulamasıyla; anaçların köklenme kabiliyeti ile fidan randımanı arasında bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Kavak (2006) da, aşılı köklü ve tüplü asma fidanı üretiminde AMF uygulamasından yaklaşık 6 ay sonra fidan randımanını kontrol grubuna nazaran oldukça yüksek elde etmiştir. Ancak Korkutal ve ark. (2019) fidana uygulanan AMF'nin Razakı/1103P kombinasyonunda sökümde, fidan çapı ve kök özelliklerini iyileştirdiğini ancak Alphonse Lavelle/1103P kombinasyonunda bu etkinin olmadığını kaydetmişlerdir.

Asmanın Besin Elementi Alımına Etkileri

Asma, çok yıllık bir bitki olduğundan; gelişme, büyüme ve verimini devam ettirmesi için tüm diğer bitkilerde olduğu gibi besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır. Mikoriza aşılmasıyla omcanın topraktan besin maddelerini alımı ve absorpsiyonu kolaylaşmaktadır (White, 2020). Bitki ile simbiyotik mantar arasındaki etkileşim; su, P, Cu, Zn ve N alımına izin vererek bitki beslenmesinin iyileştirilmesi de dahil olmak üzere bitki için birçok avantaj sağlar (Abdelhameid, 2020). AMF hifleri toprak içinde köklerin nüfuz edemediği bölgelere erişerek mineral besinler, su ve toprakta çözünebilir bileşikler arasındaki iletim seviyesini artırır (Khan, 2005). Mikorizal funguslar toprak içine alınması güç besin maddelerini çözen kuvvetli kimyasallar salgıladığından; omcada başta P olmak üzere N, K ve Mg içeren makro besinlerin alımı artar (Karagiannidis ve ark., 1995; Motosugi ve ark., 2002; Bavaresco ve ark., 2010). Böylece mikorizal funguslar, kök yenilenmesini sağlar, bitki büyümesini hızlandırır ve inorganik gübrelerin kullanımını azaltır (Repetto ve

ark., 2008; Rouphael ve Colla, 2020; Berdeja ve ark., 2023). Aynı bulgu Karayaka (2021) tarafından topraksız kültür bağıcılığında *Glomus clarum* ve *Glomus etunicatum* mikoriza uygulamaları ile Hoagland besin çözeltisi kullanımının %30 ve %15 oranında azaltılabileceği şeklinde ifade edilmiştir.

AMF, omca gelişimini, özellikle bitki besin maddeleri yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir. Bu etki, simbiyozise sahip köklerin topraktan, başta fosfor (Parniske, 2008; White, 2020) olmak üzere bazı makro ve mikro besin maddelerini daha iyi alabilmeleri ile açıklanmaktadır. Mikorizal mantarlarla aşılana asmalar ile kontrol grubu asmaları karşılaştırıldığında fosfor alımının en yüksek seviyeye çıktığı, kökün Zn ve Cu alımının arttığı belirlenmiştir (Schreiner, 2005; Aslanpour ve ark., 2019). Temel olarak AMF omcadan bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır (Agnolucci ve ark., 2019). AMF asıl olarak; köklerin gelişimi ve absorpsiyon kapasitesini artırması sonucunda da; besin ve su alımını, köklerde hücre yenilenmesini etkiler. Ayrıca fosfor dışında; N, Ca, Mn ve S gibi diğer besin maddelerinin toprak bünyesinden kolay alımını sağlar (Habran ve ark., 2016). Ayrıca Bona ve ark. (2019) kendi kökünde yetişen Pinot noir çeşidi omcalarının rizosferinde yüksek biyokimyasal aktivite (P ve N bileşikleri) olmasının proteobakteriler grubundan kaynaklandığını belirtmiştir. Pinot noir/3309C, Riesling/3309C ve Riesling /SO4 aşılı kombinasyonlarına uygulanan dört ticari mikoriza konsorsiyumunun petiolden ölçülen besin içeriğine olumlu etkide bulunduğu ve sentetik gübre yerine bir alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Berdeja ve ark., 2023). Benzer şekilde Khalil (2013) ve Schreiner (2007) kontrol bitkilerindeki P, N, K, Ca ve Fe oranlarının mikoriza uygulananlardan düşük olduğunu saptamışlardır. Motosugi ve ark. (2002), üç anaç ve bunların tetraploidlerine AMF olarak *Gigaspora margarita* uygulamışlar ve bu uygulamaların yaprak mineral içeriğine etkisini (N, P, K, Ca ve Mg) ortaya koymuşlardır. AMF uygulanmış tetraploid ve diploid anaçların P konsantrasyonlarının oldukça yüksek; ancak tetraploid anaçların Ca ve Mg oranlarının düşük olduğunu bulmuşlardır. Bayram

(2000) yaprağın P ve K içeriklerinin mikorizasız anaçlara oranla artış gösterdiğini belirlemiştir.

Ancak omca olumsuz koşullarda iken Mn ve Fe konsantrasyonu AMF'lardan etkilenmekte; Ca, Mg ve Zn konsantrasyonu bu durumdan etkilenmemektedir (Bavaresco ve Fogher, 1992). AMF'ın köke yerleşiminden sonra köklerde tepkisel bir şekilde; arginin, isoflavonoidler gibi bileşiklerle beraber sitokinin ve gibberellin gibi bitki büyüme düzenleyicilerin üretiminde artış olmaktadır (Çetin ve ark., 2014).

Cheng ve Baumgartner (2005) ve Daniel (2007), asma kök çevresindeki örtü bitkilerinin mikorizaları tuttuğunu ve gelişmesini sağlayarak özellikle azot beslenmesini artırdığını görmüşlerdir. Meyer ve ark. (2005), 110R, 99R ve 101-14Mgt anaçlarına uyguladıkları AMF'nin toprağın 0-150 cm ve 150-300 cm derinliklerinde tutulan fosfor oranını artırdığını belirlemiştir.

Asma Hastalık ve Zararlılarına Etkileri

Bağlarda uzun yıllardır mantar, bakteri, nematod ve diğer patojenlere karşı kullanılan pestisitler nedeniyle bunlara karşı direnç gelişmekte, doğal düşmanları da öldürülmekte ve bunların sonucunda da daha yaygın hastalık ve zararlı populasyonu ortaya çıkmaktadır (Huang ve ark., 2011). Aynı zamanda herbisitlerin mikorizal mantarlar üzerinde de zararlı etkisi olduğu bilinmektedir (Zaller ve ark., 2018). Mikorizal köklerin etrafı patojen saldırısına karşı bir manto bulundurduğundan ve bazı AMF'ler salgıladıkları antibiyotiklerle kök çevresine ulaşmış hastalık yapan organizmaları durdurmaktadır (Pozo ve Azcón-Aguilar, 2007). AMF oluşumunun gerçekleştiği omcalar; toprak kökenli fungal patojen ve nematodlara karşı daha dirençli olmakta, bu etmenlere karşı mücadelede çok önemli bir üstünlük sağlamaktadır (Li ve ark., 2006). Bitki savunma reaksiyonlarında yer alan bileşikler AMF tarafından sadece düşük miktarlarda ortaya çıksa da, kökü patojenlere karşı tepki vermeye daha yatkın hale getirerek sürekli veya geçici olarak hareket edebilirler (Azcón-Aguilar ve Barea, 1997). *Phytophthora*, *Rhizoctonia* ve *Fusarium* sp. patojenlerinin oluşturduğu hastalıklara karşı

AMF'ların biyolojik savaşında potansiyel bir eleman olduğu belirlenmiştir, ancak AMF'ların tüm çevresel koşullarda ve tüm patojenlere karşı etkili olacağı düşünülmemelidir (Azcón-Aguilar ve Barea, 1997). AMF ile biyolojik savaşım elemanları arasında sinerji olduğundan bu etkileşimler bitkilerdeki kök salgıları, fitoaleksinler ve fenolik bileşiklerin üretimini teşvik etmiştir (Kaur ve ark., 2020). Kısacası AMF; omca ve toprağın mikrobiyal aktivitesini etkilemektedir. Mikorizalar büyüme esnasında; kitinaz, glukonaz, flavonoid biyosentezi ve fitoaleksinlerin üretimini, bitki savunma genlerinin aktivitesiyle doğru orantılı olarak artırmıştır (Hao ve ark., 2019). Öte yandan AMF patojenlerinin antagonistleri olduğu bilinen mikroorganizmalar arasında *Trichoderma* sp. ve *Gliocladium* sp. gibi mantarlar ve *Pseudomonas* sp. ve *Bacillus* sp. gibi rizobakteriler vardır (Likar ve Regvar, 2017; Niem ve ark., 2020; Vincze ve ark., 2024).

AMF'lar hastalıkların yanında; zararlılara da ket vurmakta ve böceklere karşı omcanın dayanıklılığını artırmaktadır (Kadam ve ark., 2020). AMF'lar parazitik nematodların olumsuz etkilerini önlemeye yardımcıdırlar (Hao ve ark., 2019). Mikorizal bitkilerde patojen nematodların kök enfeksiyonları, mikorizal olmayan bitkilere göre, genellikle daha az güçlüdür (Bicici, 2011). Ancak herbisitlerin AMF üzerine direkt (Li ve ark., 2013) veya dolaylı olarak konukçu bitkiyi yıkıma uğratma şeklinde (Druille ve ark., 2013) etkisi de olabilir.

Asma Gelişimine Etkileri

Mikorizal mantarlar kök gelişimini artırıp, hastalık-zararlıları kontrol altına aldığından omcanın iyi beslenmesi ve dengeli gelişmesini sağlamaktadır (Anzanello ve ark., 2011). AMF'lar omcanın sürgün uzunluğunu artırmaktadır ve yaprak gelişimini de olumlu etkilemekte, ayrıca yaprakların P, K ve B içeriğini yükseltmektedir (Baumgartner, 2006). Bununla birlikte farklı biyostimülantların uygulanmasıyla Öküzgözü üzüm çeşidinde 13.53 kg/omca (Kurt, 2022) ve Boğazkere üzüm çeşidinde 15.22 kg/omca (Kızgın, 2022) verim değerlerine erişildiği saptanmıştır. Bu değerlerin Kontrol uygulamalarında sırasıyla 11.65 kg/omca ve 11.10 kg/omca olduğu görülmüştür. Böylece verimin arttığı

ve organik üzüm yetiştiriciliğinde önerilebilecek bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir.

Karagiannidis ve ark. (1995) tarafından, düşük fosfor içeriğine sahip 41B, 110R ve 5BB asma anaçlarına mikoriza aşılanmıştır. Yapılan mikoriza aşılması; anaçlarda sürgün uzunluğu ve kök-sürgün kuru ağırlığını artırmıştır. Ayrıca bitkinin fosfor konsantrasyonunda da artış olmuştur. Korkutal ve ark. (2020) Razakı/1103P ile Alphonse Lavelleé/1103P aşı kombinasyonlarına uyguladıkları AMF preparatlarının, genç omcalarda bitki başına toplam yaprak sayısı, alanı, kuru ağırlığı, sürgün gelişimi, fidan besin elementi içeriği vb. üzerine etkisinin çeşide göre değiştiğini belirlemişlerdir. Ancak AMF'lerden fidan gelişimi döneminde en olumlu etkilenen çeşidin Alphonse Lavelleé olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde Bayram (2000), AMF uygulaması sonucunda asma anaçlarının yaprak büyüklüğü, sürgün uzunluğu ve sürgün çapında artış olduğunu ve sürgün gelişiminde en etkili mikoriza türünün *Glomus mosseae* olduğunu kaydetmiştir. Kara ve Özdemir (2009), bazı anaç ve üzüm çeşitlerinde AMF'nin fidan randımanı, kök ve sürgün gelişiminde önemli artış sağladığını tespit etmişlerdir. Eftekhari ve ark. (2010), üç *Glomus* türü kullandıklarında asmaların sürgün uzunluğu ve yaprak alanlarının önemli derecede arttığını, ancak kök uzunluğu ile yaprak sayısının çok etkilenmediğini belirlemişlerdir. Erdoğan (2010), AMF uygulamasını takip eden vejetasyon sonunda tane tutumu, verim, salkım ağırlığı, salkım boyutları ve meyve rengi değerlerinde, mikorizal formülasyon ve dozlarına bağlı olarak önemli farklılıklar oluştuğunu ifade etmiştir. 5BB ve 110R anaçlarında kuraklık stresine karşı AMF uygulayan Bozkurt (2018), sürgün ve kök gelişimi ile bazı biyokimyasal özelliklerin olumlu yönde etkilendiğini tespit etmiştir. Aşılı çeliklere AMF uygulayan Eroğlu (2014), bitki gelişimine etkilerinin önemli olmadığını, bunun yanında aşılı tüplü fidan üretiminde AMF kullanıldığında; tüm fidanların birinci boy fidan özelliklerini kazandığını belirlemiştir. Özer (2011), AMF uygulamalarının genotiplerin vejetatif gelişimi ile mineral beslenmelerini olumlu yönde etkilendiğini belirlemiştir. Araştırmacılar biyopreparat uygulamalarının aşılı tüplü

asma fidanlarına etkisinin anaçlara ve uygulamalara göre değiştiğini (Özkara, 2016), ayrıca bunun anaç türlerine ve simbiyotik mikroorganizma preparasyonlarına göre de değiştiğini (Bağçevli, 2010), ancak farklı düzeylerde olmakla birlikte tüm uygulamaların fidan gelişim değerlerini olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Çetin ve ark. (2014), uyguladıkları AMF dozlarının üç farklı anaçta köklenme oranı ve sürgün uzunluğuna önemli etkiye bulunduğunu saptamışlardır. Ayrıca yaprakların toplam klorofil içeriği tüm AMF uygulamalarında kontrolden yüksek bulunmuştur. Beş anaca üç farklı *Glomus intraradices* izolatu ve P gübresi uygulayan Nogales ve ark. (2008) sürgün kuru ağırlığının kontrole nazaran oldukça yükseldiğini belirlemişlerdir. Merlot/SO4 aşı kombinasyonuna *G. intraradices* izolatu aşılandığında sürgün ağırlığı ve klorofil pigment konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir (Calvet ve ark., 2007). AMF uygulanan ve düşük fosfat (14 mg/kg alınabilir) içeren toprağa dikilen farklı anaç ve çeşitlerin (kendi kökünde) farklı büyüme ve gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Bunun AMF çeşidine ve genotipe göre değiştiği sonucuna varılmıştır (Linderman ve Davis, 2001). Fidanlık koşullarına 2 gözlü olarak dikilen 196-17 Castel, 110R ve 161-49C çeliklerine dikimde *Glomus aggregatum* uygulaması yapılmış ve dokuz ay sonra sökülüp kökleri incelendiğinde anaca göre değişen sonuçlar elde edilmiştir. Ancak AMF uygulaması 110R anacında herhangi bir etki göstermemiştir (Aguin ve ark., 2004). Bir başka çalışmada da aşılı asma kök sistemleri mikrobiyomunun, topraktan alınan mikrobiyal çeşitliliği etkileyen anaç ve kalem kombinasyonundan büyük ölçüde etkilendiği ortaya konmuştur (Marasco ve ark., 2022).

SONUÇ

Bu derlemede bitkisel üretimde ve asma özelinde mikoriza kullanımına yönelik bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Mikoriza kullanımı ile toprağın mikrobiyal aktivitesinin artırılacağı görülmüştür. Özellikle Türkiye genelinde olduğu gibi organik madde içeriği düşük olan topraklarda (Karaca, 2021) asma tarafından besin elementi alımı; köklerle mutualistik yaşam sürdüren mikorizalar yardımıyla artırılabilir.

Ayrıca yeni kurulacak bağlarda, fidan dikiminde mikoriza aşılması yapılabilir, bu şekilde asma köklerinin toprak içerisinde daha kolay yayılması sağlanabilir. Bazı mikorizalar antibiyotik salgılayarak asma sağlığını desteklemektedir. Bunun yanında toprak kökenli fungal patojenler ve nematodlara dayanıklılık oluşturmaktadır. Bazı böceklerle dayanıklılığı da artırarak asma sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Bu şekilde asmanın dengeli gelişimine destek

olmaktadır. Sonuç olarak, toprağın biyolojik kalitesi ile asma kalitesi ve üzüm ile şarap kalitesi arasındaki bağlantı kurulmaktadır. Ancak bağcılıkta tüm terroir unsurlarının (toprak - iklim - kültürel işlemler - asma davranışları - üzüm bileşimi) dikkate alınması gereklidir. Bu sebeple, dünyada ve Türkiye’de sürdürülebilir tarım kapsamında bağcılıkta mikoriza kullanımıyla ilgili bilimsel araştırmaların devamlılığı önemlidir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aazami, M.A., M. Maleki., F. Rasouli., and G. Gohari. 2023. Protective effects of chitosan based salicylic acid nanocomposite (CS-SA NCs) in grape (*Vitis vinifera* cv. Sultana) under salinity stress. *Sci Rep.* 13: 883. doi:10.1038/s41598-023-27618-z
- Abdelhameid, N. M. 2020. Effect of mycorrhizal inoculation and potassium fertilization on grain yield and nutrient uptake of sweet sorghum cultivated under water stress in calcareous soil. *Egypt J Soil Sci.* 60: 17-29. doi:10.21608/ejss.2019.17512.1312
- Agnolucci, M., L. Avio., A. Pepe., A. Turrini., C. Cristani., P. Bonini., V. Cirino., F. Colosimo., M. Ruzzi., and M. Giovannetti. 2019. Bacteria associated with a commercial mycorrhizal inoculum: Community composition and multifunctional activity as assessed by Illumina sequencing and culture-dependent tools. *Front Plant Sci.* 9: 1956. doi:10.3389/fpls.2018.01956
- Aguilera, P., N. Ortiz., N. Becerra., A. Turrini., F. Gaínza-Cortés., P. Silva-Flores., A. Aguilar-Paredes., J.K. Romero., E. Jorquera-Fontena., Md. L. L. Mora., and F. Borie. 2022. Application of arbuscular mycorrhizal fungi in vineyards: Water and biotic stress under a climate change scenario: New challenge for Chilean grapevine. *Crop Front Microbiol.* 13: 826571. doi:10.3389/fmicb.2022.826571
- Aguín, O., P. Mansilla., A. Vilariño., and M. J. Sainz. 2004. Effects of mycorrhizal inoculation on root morphology and nursery production of three grapevine rootstocks. *Amer J Enol Vitic.* 55: 108-111. doi:10.5344/ajev.2004.55.1.108
- Anzanello, R., P. V. D. Souza., and B. de Casamali. 2011. Use of arbuscular mycorrhizal AMF fungi in micropropagated grape rootstocks. *Bragantia-Revista de Ciências Agron.* 70 (2): 409-415.
- Arioli, T., S. W. Mattner., G. Hepworth., D. McClintock., and R. McClintock. 2021. Effect of seaweed extract application on wine grape yield in Australia. *J Appl Phycol.* 33: 1883-1891. doi:10.1007/s10811-021-02423-1
- Aslanpour, M., H. D. Baneh., A. Tehranifar., and M. Shoor. 2019. Effect of mycorrhizal fungi on macronutrients and micronutrients in the white seedless grape roots under the drought conditions. *ITJEMAST* 10: 3. doi:10.14456/ITJEMAST.2019.39
- Azcón-Aguilar, C., and J. M. Barea. 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens - An overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6 (6): 457-464. doi:10.1007/s005720050147
- Bağçevli, A. 2010. Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde köklenme ve bitki gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Konya.
- Bais, H. P., T. L. Weir., L. G. Perry., S. Gilroy., and J. M. Vivanco. 2006. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu Rev Plant Biol.* 57: 233-266. doi:10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159
- Baumgartner, K. 2003. Encouraging beneficial AM fungi in vineyard soil. *Practical Winery and Vineyard*, Jan/Feb 2003.
- Baumgartner, K. 2006. The role of beneficial mycorrhizal fungi in grapevine nutrition. *ASEV Technical Update* 2006. 1 (1): 3.
- Bavaresco, L., and C. Fogher. 1992. Effect of root infection with *Pseudomonas fluorescens* and *Glomus mosseae* in improving Fe-efficiency of grapevine ungrafted rootstocks. *Vitis* 31: 163-168.
- Bavaresco, L., G. Canavera., M. G. Parisi., and L. Lucini. 2023. Role of foliar biostimulants (of plant origin) on grapevine adaptation to climate change. *BIO Web Conf.* 56: 01002. doi:10.1051/bioconf/20235601002
- Bavaresco, L., M. Gatti., M. Zamboni., and C. Fogher. 2010. Role of artificial mycorrhization on iron uptake in calcareous soil, on stilbene root synthesis and in other physiological processes in grapevine. *Proceedings of 33rd World Congress of Vine and Wine*. Tbilisi, 20-25 Giugno 2010, OIV, Tbilisi 2010: 101-107.
- Bayram, A. 2000. Bazı mikoriza türlerinin Amerikan Asma fidanlarının kök ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. KSÜ Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Kahramanmaraş.
- Belal, B., M. El-kenawy., S. El-Mogy., and A. Mostafa Omar. 2023. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi, seaweed extract and nano-zinc oxide particles on vegetative growth, yield and clusters quality of ‘Early Sweet’ grapevines. *Egypt J Hort.* 50 (1): 1-16. doi:10.21608/ejoh.2022.167481.1217

- Berdeja, M.P., Q. Ye., T. L. Bauerle., and J. E. Vanden Heuvel. 2023. Commercial bioinoculants increase root length colonization and improve petiole nutrient concentration of field-grown grapevines. *HortTechnology* 33 (1): 48-58. doi:10.21273/HORTTECH05110-22
- Berg, G., and K. Smalla. 2009. Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol.* 68: 1-13. doi:10.1111/j.1574-6941.2009.00654.x
- Biasi, R., E. Brunori., S. Vanino., A. Bernardini., A. Catalani., R. Farina., A. Bruno., and G. Chilosi. 2023. Soil-Plant interaction mediated by indigenous AMF in grafted and own-rooted grapevines under field conditions. *Agriculture* 13 (5): 1051. doi:10.3390/agriculture13051051
- Bicici, M. 2011. Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını artırmada mikorizamanın rolü. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 2 (2): 139-174.
- Blackwell, M., and J. W. Spatafora. 2004. Fungi and their allies. 7-21. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods.* In (Eds: Mueller, G.M., Bills, G.F., Foster, M.S). Elsevier Academic Press. 1st Edition. USA. doi:10.1016/B978-0-12-509551-8.X5000-4
- Bona, E., N. Massa., G. Novello., L. Boatti., P. Cesaro., V. Todeschini., V. Magnelli., M. Manfredi., E. Marengo., F. Mignone., G. Berta., G. Lingua., and E. Gamalero. 2019. Metaproteomic characterization of the *Vitis vinifera* rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol.* 95 (1). doi:10.1093/femsec/fiy204.
- Bouffaud, M. L., E. Bernaud., A. Colombet., D. Tuinen., D. Van Wipf., and D. Redecker. 2016. Regional-scale analysis of arbuscular mycorrhizal fungi: the case of Burgundy Vineyards. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 50 (1): 1-8.
- Bozkurt, A. 2018. Bazı Amerikan Asma Anaçlarında kuraklık stresi üzerine mikorizal fungusların etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Bozok Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yozgat.
- Brown, P., and S. Saa. 2015. Biostimulants in agriculture. *Front Plant Sci.* 6: 671. doi:10.3389/fpls.2015.00671
- Burke, D. J., and S. R. Carrino-Kyker. 2021. The influence of mycorrhizal fungi on rhizosphere bacterial communities in forests (Chapter 14). In: *Forest Microbiology: Volume 1: Tree Microbiome: Phyllosphere, Endosphere and Rhizosphere.* 1st Edition. (Eds: Asiegbu, F.O., Kovalchuk, A.) 257-275. Academic Press. USA. doi:10.1016/B978-0-12-822542-4.00017-6
- Calvet, C., A. Camprubí., V. Estaún., J. Luque., F. De Herralde., C. Biel., R. Savé., and F. Garcia Figueres. 2007. Aplicación de la simbiosis micorriza arbuscular al cultivo de la vid. *Vitic Enol Profesional* 110: 1-7.
- Camprubí, A., V. Estaún., A. Nogales., F. Garcia-Figueres., M. Pitet., and C. Calvet. 2008. Response of the grapevine rootstock Richter 110 to inoculation with native and selected arbuscular mycorrhizal fungi and growth performance in a replant vineyard. *Mycorrhiza* 18: 211-216.
- Carpio, M. J., M. S. Andrades., E. Herrero-Hernández., J. M. Marín-Benito., M. J. Sánchez-Martín., and M. S. Rodríguez-Cruz. 2023. Changes in vineyard soil parameters after repeated application of organic-inorganic amendments based on spent mushroom substrate. *Envir Res.* 221: 115339. doi:10.1016/j.envres.2023.115339
- Cataldo, E., M. Fucile., and G. B. Mattii. 2022. Biostimulants in viticulture: A sustainable approach against biotic and abiotic stresses. *Plants* 11: 162. doi:10.3390/plants11020162
- Chen, M., M. Arato., L. Borghi., E. Nouri, and D. Reinhardt. 2018. Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi—from ecology to application. *Front Plant Sci.* 9: 1270. doi:10.3389/fpls.2018.01270
- Cheng, X., and K. Baumgartner. 2005. Overlap of grapevine and cover-crop roots enhances interactions among grapevines, cover crops, and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Soil Env Vine Mineral Nut. Symp.* June 29-30, San Diego, CA. 171-174.
- Cornejo, P., J. Pérez-Tienda., S. Meier., A. Valderas., F. Borie., C. Azcón-Aguilar., and N. Ferrol. 2013. Copper compartmentalization in spores as a survival strategy of arbuscular mycorrhizal fungi in Cu-polluted environments. *Soil Biol Biochem.* 57: 925-928. doi:10.1016/j.soilbio.2012.10.031
- Çetin, E.S., Z. Güven., ve M. Ucar. 2014. The roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on some growth parameters and biochemical compounds on some *Vitis* rootstock. *Tarım Bil Araş Derg.* 7 (1): 39-44.
- Daniel, S. 2007. Management of soil structure and mycorrhizal populations in vineyards using cover crops. Final Report, Research Organisation: Cooperative Research Centre for Viticulture, Project Number: CRV 02/03.
- Darriaud, R., V. Lailheugue., I. Masneuf-Pomarède., E. Marguerit., G. Martins., S. Compant., P. Ballestra., S. Upton., N. Ollat., and V. Lauvergeat. 2022. Grapevine rootstock and soil microbiome interactions: Keys for a resilient viticulture. *Hortic Res.* 9: uhac019. doi:10.1093/hr/uhac019
- Doğmuş Lehtijärvi, T. 2007. Mikoriza aşılama ve etkileri. 6. Bölüm. 3-11. Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları. (Ed: Yahyaoglu, Z. ve Genç M.). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No. 75, Isparta.
- Druille, M., M. Omacini., R. A. Golluscio., and M. N. Cabello. 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi are directly and indirectly affected by glyphosate application. *Appl Soil Ecol.* 72: 143-149. doi:10.1016/j.apsoil.2013.06.011
- Eftekhari, M., M. Alizadeh., K. Mashayekhi., H. Asghari., and B. Kamkar. 2010. Integration of arbuscular mycorrhizal fungi to grapevine (*Vitis vinifera* L.) in nursery stage. *J Adv Lab Res Biol.* 1 (2): 102-111.
- El-Mohamedy, R. S. R., E. H. Ziedan., and A. M. Abdalla. 2010. Biological soil treatment with *Trichoderma harzianum* to control root rot disease of grapevine (*Vitis vinifera* L.) in newly reclaimed lands in Nobarria province. *Archives of Phytopathol and Plant Protection* 43 (1): 73-87. doi:10.1080/03235400701722004

- Erođan, E. 2010. 5BB Asma anacı üzerine aşılı Kalecik Karası üzüm çeşidinde kokteyl mikoriza uygulamalarının vejetatif gelişme ve ürün kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Konya.
- Eroğlu, D. 2014. Bazı üzüm çeşitlerinin aşılı tüplü fidan üretimlerinde farklı biyolojik preparat uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi. ADÜ Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Aydın.
- Fors, R. O., E. Sorci-Uhmann., E. S. Santos., P. Silva-Flores., M. M. Abreu., W. Viegas., and A. Nogales. 2023. Influence of soil type, land use, and rootstock genotype on root-associated arbuscular mycorrhizal fungi communities and their impact on grapevine growth and nutrition. *Agriculture* 13 (11): 2163. doi:10.3390/agriculture13112163
- Fracetto, G. G. M., E. M. Freitas., C. W. A. Nascimento., D. J. Silva., E. V. Medeiros., F. J. C. Fracetto., F. B. V. Silva., L. H. N. Buzó., and W. R. Silva. 2023. Phosphorus fractions and microbiological indicators in vineyards soils of a tropical semiarid setting in Brazil. *Bragantia* 82: e20220232. doi:10.1590/1678-4499.20220232
- Gupta, M. M. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi: The potential soil health indicators. 183-195 p. In: Giri B, Varma A, Eds. *Soil health. Soil biology*, 59. Cham: Springer International Publishing. USA. doi:10.1007/978-3-030-44364-1_11
- Habran, A., M. Commisso., P. Helwi., G. Hilbert., and S. Negri. 2016. Rootstocks/scion/nitrogen interactions affect secondary metabolism in the grape berry. *Front Plant Sci.* 7: 1134. doi:10.3389/fpls.2016.01134
- Haelewaters, D., Y. Gafforov., and L. W. Zhou. 2022. Editorial: Biodiversity and conservation of fungi and fungus-like organisms. *Front Fungal Biol.* 3: 973249. doi:10.3389/ffunb.2022.973249.
- Hage-Ahmed, K., K. Rosner., and S. Steinkellner. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi and their response to pesticides. *Pest Manag Sci.* 75 (3): 583-590. doi:10.1002/ps.5220
- Hamilton, C. E., J. D. Bever., J. Labbé., X. Yang., and H. Yin. 2016. Mitigating climate change through managing constructed-microbial communities in agriculture *Agric Ecosyst Environ.* 216: 304-308. doi:10.1016/j.agee.2015.10.006
- Hao, Z., W. Xie., and B. Chen. 2019. Arbuscular mycorrhizal symbiosis affects plant immunity to viral infection and accumulation. *Viruses* 11 (6): 534. doi:10.3390/v11060534.
- Hildebrandt, U., M. Regvar., and H. Bothe. 2007. Arbuscular mycorrhiza and heavy metal tolerance. *Phytochemistry* 68 (1): 139-46. doi:10.1016/j.phytochem.2006.09.023.
- Huang N. X., A. Enkegaard., L. S. Osborne., P. M. J. Ramakers., G. J. Messelink., J. Pijnakker., and G. Murphy. 2011. The banker plant method in biological control. *Crit Rev Plant Sci.* 30: 259-278. doi:10.1080/07352689.2011.572055
- Kadam, S. B., A. A. Pable., and V. T. Barvkar. 2020. Mycorrhiza induced resistance (MIR): a defence developed through synergistic engagement of phytohormones, metabolites and rhizosphere. *Funct Plant Biol.* 47: 880-890. doi:10.1071/FP20035
- Kara, Z., ve A. Bağçevli. 2012. Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bil Derg.* 26 (3): 20-28.
- Kara, Z., ve Ş. Özdemir. 2009. Bazı asma anaçları ve üzüm çeşitleri çeliklerine kokteyl mikoriza (biovam) uygulamalarının fidanın vejetatif gelişmesine etkileri. *Türkiye VII. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu (5-9 Ekim) Manisa.* Cilt 1: 181-189.
- Karaca, S. 2021. Ağrı Ovası tarım topraklarındaki organik madde miktarının diğer toprak özellikleri ve coğrafi koşullarla ilişkisi. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst Derg.* 7 (1): 233-258. doi:10.31463/aicusbed.837509
- Karagiannidis, N., N. Nikolaou., and A. Mattheou. 1995. Influence of three VA-mycorrhiza species on the growth and nutrient uptake of three grapevine rootstocks and one table grape cultivar. *Vitis* 34 (2): 85-89.
- Karayaka, M. 2021. Topraksız kültürde farklı mikoriza türleri ve besin çözültisi dozlarının Early Cardinal üzüm çeşidinde verime ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. ÇÜ Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Adana.
- Karimi, B., J. Y. Cahurel., L. Gontier., L. Charlier., M. Chovelon., H. Mahé., and L. Ranjard. 2020. A meta-analysis of the ecotoxicological impact of viticultural practices on soil biodiversity. *Environ Chem Lett.* 18: 1947-1966. doi:10.1007/s10311-020-01050-5
- Karimi, B., V. Masson., C. Guillaud., E. Leroy., S. Pellegrinelli., E. Giboulot., P. A. Maron., L. Ranjard. 2021. Ecotoxicity of copper input and accumulation for soil biodiversity in vineyards. *Environ Chem Lett.* 19: 2013-2030. doi:10.1007/s10311-020-01155-x
- Kaur, S., and V. Suseela. 2020. Unraveling arbuscular mycorrhiza-induced changes in plant primary and secondary metabolome. *Metabolites* 10 (8): 335. doi:10.3390/metabo10080335
- Kavak, O. 2006. Aşılı köklü tüplü asma fidanı üretiminde fidan kalite özelliklerine mycorrhiza ve humik asit uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Konya.
- Khalil, H. A. 2013. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* spp.) on the response of grapevines rootstocks to salt stress. *Asian J Crop Sci.* 5 (4): 393-404. doi:10.3923/ajcs.2013.393-404
- Khan, A. G. 2005. Producing mycorrhizal inoculum for phytoremediation. 23. In: Willey, N. (eds) *Phytoremediation. Methods in Biotechnology*, Humana Press. UK. doi:10.1007/978-1-59745-098-0_7
- Kılıç, D. 2014. Kokteyl mikoriza uygulamalarının aşılı asma fidanı üretiminde fidan randıman ve kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi. GOP Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Tokat.
- Kızgın, B. 2022. Farklı organik gübre uygulamalarının Boğazkere (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Diyarbakır.

- Korkutal, İ., E. Bahar, ve T. Teksöz Özakın. 2019. Aşılı asma fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların, söküm dönemi fidan performansına etkileri (*Vitis vinifera* L.). ADU Ziraat Fak Derg. 16 (2): 143-152. doi:10.25308/aduziraat.537481
- Korkutal, İ., E. Bahar., ve T. Teksöz Özakın. 2020. Aşılı asma (*Vitis vinifera* L.) fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan tutma ve gelişme özellikleri üzerine etkileri. Mediterranean Agric Sci. 33 (2): 149-157. doi:10.29136/mediterranean.496268
- Kurt, A. 2022. Bazı biyostimülant uygulamalarının Öküzgözü üzüm çeşidinde verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Isparta Uyg. Bil. Üniv. Lisansüstü Eğitim Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Isparta.
- Leles, N. R., W. Genta., V. V. Marques., D. J. Tessmann., and S. R. Roberto. (2022). Manejo da podridão da uva madura em videira 'Niagara Rosada'. Semina: Ciências Agrárias 43 (5): 2189-2204. doi:10.5433/1679-0359.2022v43n5p2189
- Li, H. Y., G. D. Yang., H. R. Shu., Y. T. Yang., B. X. Ye., I. Nishida., C. C. Zheng. 2006. Colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus versiforme* induces a defense response against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in the grapevine (*Vitis amurensis* Rupr.), which includes transcriptional activation of the class III chitinase gene VCH3. Plant Cell Physiol. 47 (1): 154-163. doi:10.1093/pcp/pci231
- Li, X., W. Miao., C. Gong., H. Jiang., W. Ma., and S. Zhu. 2013. Effects of prometryn and acetochlor on arbuscular mycorrhizal fungi and symbiotic system. Lett Appl Microbiol. 57 (2): 122-8. doi:10.1111/lam.12084
- Likar, M., and M. Regvar. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes in grapevine: the potential for sustainable viticulture? In: Varma, A., Prasad, R., Tuteja, N. (eds) Mycorrhiza - Function, Diversity, State of the Art. Springer, Cham. USA. doi:10.1007/978-3-319-53064-2_13
- Linderman, R. G., and E. A. Davis. 2001. Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. Amer J Enol Vitic. 52: 8-11. doi:10.5344/ajev.2001.52.1.8
- Ling, N., T. Wang., and Y. Kuzyakov. 2022. Rhizosphere bacteriome structure and functions. Nature Com. 13: 836. doi:10.1038/s41467-022-28448-9
- Mahmoudi, N., M. F. Caeiro., M. Mahdhi., R. Tenreiro., F. Ulm., M. Mars., C. Cruz., and T. Dias. 2021. Arbuscular mycorrhizal traits are good indicators of soil multifunctionality in drylands. Geoderma 397: 115099. doi:10.1016/j.geoderma.2021.115099
- Marasco, R., H. Alturkey., M. Fusi., M. Brandi., I. Ghiglieno., L. Valentii., and D. Daffonchio. 2022. Rootstock-scion combination contributes to shape diversity and composition of microbial communities associated with grapevine root system. Environ Microbiol. 24 (8): 3791-3808. doi:10.1111/1462-2920.16042.
- Martin, F. M., and M. G. A. Van der Heijden. 2024. The mycorrhizal symbiosis: research frontiers in genomics, ecology, and agricultural application. New Phytol. doi:10.1111/nph.19541
- Meyer, A. H., A. Botha., A. J. Valentine., E. Acher., and P. J. E. Louw. 2005. The occurrence and infectivity of arbuscular mycorrhizal fungi in inoculated and uninoculated rhizosphere soils of two-year-old commercial grapevines. South Afr J Enol Vitic. 26: 90-94.
- Motosugi, H., Y. Yamamoto., T. Naruo., H. Kitabayashi., and T. Ishii. 2002. Comparison of the growth and leaf mineral concentrations between three grapevine rootstocks and their corresponding tetraploids inoculated with an arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora margarita*. Vitis 41 (1): 21-25. doi:10.5073/vitis.2002.41.21-25
- Moukarzel, R., H. J. Ridgway., L. Waller., A. Guerin-Laguette., N. Cripps-Guazzone., E. E. Jones. 2023. Soil arbuscular mycorrhizal fungal communities differentially affect growth and nutrient uptake by grapevine rootstocks. Microb Ecol. 86: 1035-1049. doi:10.1007/s00248-022-02160-z
- Nasslahsen, B., Y. Prin., H. Ferhout., A. Smouni., and R. Duponnois. 2022. Mycorrhizae helper bacteria for managing the mycorrhizal soil infectivity. Front Soil Sci. 2: 979246. doi:10.3389/fsoil.2022.979246
- Niem, J.M., R. Billones-Baaijens., B. Stodart., and S. Savocchia. 2020. Diversity profiling of grapevine microbial endosphere and antagonistic potential of endophytic pseudomonas against grapevine trunk diseases. Front Microbiol. 11: 477. doi:10.3389/fmicb.2020.00477
- Nogales, A., A. Camrubi., V. Estaún., and C. Calvet. 2008. Mycorrhizal inoculation of grapevines in replant soils: improved field application and plant performance. <http://www.recercat.net/bitstream/handle/2072/13365/Nogaleset:1-5>.
- Ochoa-Hueso, R., E. Cantos-Villar., B. Puertas., J. F. Aguiar del Rio., I. Belda., M. Delgado-Baquerizo., et al. 2024. Nature-based strategies to regenerate the functioning and biodiversity of vineyards. J Sustain Agric Environ. 3: e12088. doi:10.1002/sae2.12088
- Özer, A., 2011. Tohum ve çelikten elde edilen genç asmalarda mikorizal preparasyon uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Konya.
- Özkara, R. 2016. Biopestisit ve biyostimülant uygulamalarının tüplü asma fidan randmanı, kalitesi ve dikim sonrası fidanların gelişimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. GOP Üniv. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Tokat.
- Parniske, M. 2008. Arbuscular Mycorrhiza: The mother of plant root endosymbioses. Nat Rev Microbiol. 6: 763-775.
- Popescu, G. C. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi - An essential tool to sustainable vineyard development: A Review. Curr Trends in Nat Sci. 5 (10): 107-116.
- Pozo, M. J., and C. Azcón-Aguilar. 2007. Unraveling mycorrhiza-induced resistance. Curr Op Plant Biol. 10 (4): 393-398. doi:10.1016/j.pbi.2007.05.004
- Repetto, O., L. Miotti., D. Belotto., and M. Borgo. 2008. Arbuscular micorizal fungi in Italian vineyards first observations. Atti 31 Congresso Mondiale della Vigna e del Vino, 15-20 Giugno, Verona.

- Rivera-Becerril, F., D. Van Tuinen., O. Chatagnier., N. Rouard., J. Béguet., C. Kuszala., G. Soulas., V. Gianinazzi-Pearson., and F. Martin-Laurent. 2017. Impact of a pesticide cocktail (fenhexamid, folpel, deltamethrin) on the abundance of *Glomeromycota* in two agricultural soils. *Sci of the Total Env.* 577: 84-93.
- Rouphael, Y., and G. Colla. 2020. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11: 40. doi:10.3389/fpls.2020.00040
- Sandal Erzurumlu, G., ve E. E. Kara. 2014. Mikoriza konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Derg.* 7 (2): 55-65.
- Schabl, P., C. Gabler., E. Kühner., and W. Wenzel. 2020. Effects of silicon amendments on grapevine, soil and wine. *Plant Soil Env.* 66 (8): 403-414. doi:10.17221/40/2020-PSE.
- Schreiner, R. P. 2005. Mycorrhizas and mineral acquisition in grape vines. 49-60. In: *Soil Environment and Vine Mineral Nutrition*, Eds: L. P. Christensen and D. R. Smart, (Davis CA: Amer Soc of Enol and Vitic). USA.
- Schreiner, R. P. 2007. Effects of native and nonnative arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of Pinot noir (*Vitis vinifera* L.) in two soils with contrasting levels of phosphorus *Appl Soil Ecol.* 36, 205-215. doi:10.1016/j.apsoil.2007.03.002
- Smith, S. E., and D. Read. 2008. The symbionts forming arbuscular mycorrhizas. pp 13-41. Editor(s): Smith, S.E., Read, D. *Mycorrhizal Symbiosis* (Third Edition), Academic Press, USA. doi:10.1016/B978-012370526-6.50003-9.
- Sulistiono, W., S. Tjokrodiningrat., H. Bayu Aji., B. Brahmantiyo., Z. Abdullatif., G. Gusmaini., M. Syakir., T. Alam., M. Musyadik., and S. Sudarto. 2024. Interactive effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and transplanting media improves early growth, physiological traits, and soil nutrient status of coconut ‘Bido’ under tropical monsoon climate. *Chilean J Agric Res.* 84(1), 97-109. doi:10.4067/S0718-58392024000100097
- Tahat, M. M., K. M. Alananbeh., Y.A. Othman., D.I. Leskovar. (2020). Soil health and sustainable agriculture. *Sustainability* 12: 4859. doi:10.3390/su12124859
- Trouvelot, S., L. Bonneau., D. Redecker., D. Van Tuinen., M. Adrian., and D. Wipf. 2015. Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture: a review. *Agron Sustain Dev.* 35: 1449-1467. doi:10.1007/s13593-015-0329-7
- Tvetskov, I. J., T. Dvhambazova., V. Kondakova., and R. Batchrova. 2017. Mycorrhizal fungi *Glomus* spp. and *Trichoderma* spp. in viticulture (Review). *Bulgarian J Agric Sci.* 20 (4): 849-855.
- Van Geel, M., E. Verbruggen., M. De Beenhouwer., G. Van Rennes., B. Lievens., and O. Honnay. 2017. High soil phosphorus levels overrule the potential benefits of organic farming on arbuscular mycorrhizal diversity in northern vineyards. *Agric Ecosystems Envir.* 248: 144-152. doi:10.1016/j.agee.2017.07.017
- Van Loon, L. C. 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Eur J Plant Pathol.* 119: 243-254. doi:10.1007/s10658-007-9165-1
- Van Rooyen, M., A. Valentine., E. Archer. 2004. Arbuscular mycorrhizal colonisation modifies the water relations of young transplanted grapevines (*Vitis*). *S Afr J Enol Vitic.* 25 (2): 37-42. doi:10.21548/25-2-2137
- Vincze, É-B., A. Becze., É. Laslo., and G. Mara. 2024. Beneficial soil microbiomes and their potential role in plant growth and soil fertility. *Agriculture* 14 (1): 152. doi:10.3390/agriculture14010152
- Visconti, F., R. López., and M. Á. Olego. 2024. The health of vineyard soils: Towards a sustainable viticulture. *Horticulturae* 10 (2): 154. doi:10.3390/horticulturae10020154
- Weng, W., J. Yan., M. Zhou., X. Yao., A. Gao., C. Ma., J. Cheng., and J. Ruan. 2022. Roles of arbuscular mycorrhizal fungi as a biocontrol agent in the control of plant diseases. *Microorganisms* 10 (7): 1266. doi:10.3390/microorganisms10071266.
- White, R. E. 2020. The value of soil knowledge in understanding wine terroir. *Front Environ Sci.*, 8, 1-6. doi:10.3389/fenvs.2020.00012
- Yang, J., J. W. Kloepper., and C. M. Ryu. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci* 14:1-4. doi:10.1016/j.tplants.2008.10.004
- Zaller, J. G., C. Cantelmo., G. Dos. Santos., S. Muther., E. Gruber., P. Pallua., and F. Faber. 2018. Herbicides in vineyards reduce grapevine root mycorrhization and alter soil microorganisms and the nutrient composition in grapevine roots, leaves, xylem sap and grape juice. *Environ Sci Pollut Res.* 25 (23): 23215-23226. doi:10.1007/s11356-018-2422-3
- Zanathy, G., A. Donko., G. Lukacsy., P. Bodor., and G. D. Bisztray. 2011. The importance of the mycorrhizal fungi in the viticulture. *Kertgazdaság-Horticulture* 43 (1): 34-46.
- Zhuang, X., J. Chen., H. Shim., and Z. Bai. 2007. New advances in plant growth-promoting rhizobacteria for bioremediation. *Environ Int.* 33: 406-413. doi:10.1016/j.envint.2006.12.005

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 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 verilmeden 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 verilmeden 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.

Arsıanoğlu, F. ve İ. Atakışi. 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 İslahında 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/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 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. Atakiři. 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>