

ISSN 1300 - 0225
E-ISSN 2667 - 6087



ETA-E-AARI

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF AEGEAN
AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

33 yıl
years

CİLT
VOLUME 33

SAYI
NUMBER 2

2023

Yayınlayan Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir, TÜRKİYE
Published by Aegean Agricultural Research Institute, İzmir, TÜRKİYE

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. Seçil ALDEMİR Neslihan ÖZSOY
İstatistik Editörü (Statistics Editor)	: Prof. Dr. Çiğdem TAKMA
İngilizce dil Editörü (English Language Editor)	: Prof. Dr. Anne FRARY

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 ETAE'den veya derginin web adreslerinden 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 separately upon request from AARI or web sites of ANADOLU.

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
Web sitesi: <http://dergipark.gov.tr/anadolu>

ANADOLU

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

33

SAYI
NUMBER

2

2023

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERĐİSİ
JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

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

AMAÇ ve KAPSAM

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (ETAE) yayın organı olan ANADOLU, tarım bilimleri alanındaki orijinal araştırma makalelerini 1991 yılından bu yana Türkçe ve İngilizce olarak, yılda 2 kez (Haziran ve Aralık) yayımlayarak, 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 indekslendiĐi veri tabanları

ANADOLU is indexed by the following databases

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

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

DERĐİ PARK (<http://dergipark.org.tr/anadolu>)

TÜBİTAK ULAKBİM - TR Dizin (<https://app.trdizin.gov.tr/dergi/TVRVNU9RPT0>)

ANADOLU

ISSN 1300-0225 e-ISSN 2667-6087

EGE TARIMSAL 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. Seçil ALDEMİR : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Neslihan ÖZSOY : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE

İstatistik Editörü - Statistics Editor

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

İngilizce Dil Editörü - English Language Editor

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

Telefon-Phone	: +90 232 8461331 (Pbx)
Faks-Fax	: +90 232 8461107
ETAE 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	: https://dergipark.org.tr/tr/pub/anadolu
ANADOLU website	
ETAE-ANADOLU web yönetimi	: Öznur ÖZGÜR
AARI-ANADOLU web manager	
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	: 29.12.2023

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 ERCİŐLİ	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. Vusal 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

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.erkana@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

Biyoçeşitlilik 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. Yağın 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. Aydın ÜNAY Aydın Adnan Menderes Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Aydın/TÜRKİYE aunay@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 Dahı, Bolu/TÜRKİYE nzenirci@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 Bilim., Ankara/TÜRKİYE susta@agri.ankara.edu.tr
Doç. 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.bilgin@ege.edu.tr
Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT Kırşehir Ahi Evran Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Kırşehir/TÜRKİYE ufukkaradavut@ahievran.edu.tr
Prof. Dr. Türker ŞAĞAÇ 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

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

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

Dr. Ahu Çınar (Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü), Doç. Dr. Burcu ÇETİN (Kütahya Dumlupınar Üniversitesi), Doç. Dr. Erkan EREN (Ege Üniversitesi), Doç. Dr. Ersin ATAY (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi), Doç. Dr. Figen ÇUKUR (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi), Prof. Dr. Gamze SANER (Ege Üniversitesi), Dr. Gülden HASPOLAT (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü), Prof. Dr. Hakan ALLI (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi), Dr. İlknur KÖSOĞLU (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü), Prof. Dr. Levent ŞİK (Manisa Celal Bayar Üniversitesi), Dr. Mehmet ÇETİN (Ege Üniversitesi), Prof. Dr. Murad YERCAN (Ege Üniversitesi), Doç. Dr. Murat KILIÇ (Ege Üniversitesi), Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR (Ege Üniversitesi), Dr. Mürşide Çağla ÖRMECİ KART (Ege Üniversitesi), Dr. Neslihan UZUN (Zeytinlik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü), Doç. Dr. Nihal ACARSOY BİLGİN (Ege Üniversitesi), Dr. Öğr. Üyesi Özgür KAHRAMAN (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi), Dr. Selay DOĞAN (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü), Dr. Suna BAŞER (Zeytinlik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü), Dr. Şerife Nergis BAYAR (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Doç. Dr. Tayfun ÇUKUR (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Prof. Dr. Ufuk TÜRKER (Ankara Üniversitesi), Doç. Dr. Ünal KARIK (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü)

Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i> (Raf.) Shinn.)’ta <i>In Vitro</i> Çoğaltım Yönteminin Optimizasyonuna Yönelik Olarak Besin Ortamı Etkileşiminin İncelenmesi <i>Investigation of Nutrient Medium Interaction for Optimization of In Vitro Propagation Method in Lisianthus (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn.)</i> G. GÖKÇE, H. AKTAŞ	187
Muş Lalesi (<i>Tulipa sintenisii</i> Baker) Soğanlarında Hasat Sonrası Soğukta Bekletme Sürelerinin Bitki ve Soğan Gelişimi Üzerine Etkileri <i>Effects of Postharvest Bulb Chilling Periods on Plant and Bulb Growth of Muş Tulip (Tulipa sintenisii Baker)</i> A. YENİKALAYCI, A. BAYRAM, N. AYBAR YALINKILIÇ.....	203
Kekik Üretimi, Pazarlaması, Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Denizli İli Örneği <i>Thyme Production, Marketing, Problems and Solution Suggestions: The Case of Denizli Province</i> D. N. DERELİ, M. M. ARTUKOĞLU.....	209
Buğday Yetiştiriciliğinin Mevsimsel İklim Değişkenliğinden Etkilenebilirlik Derecesi ve Uyum Kapasitesinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma <i>A Study on Evaluation of Vulnerability and Adaptation Capacity of Wheat Farming to Seasonal Climate Variability</i> İ. USLU, Z. ÇELİK, G. YÜCEERİM, V. KARAGÜL, A. ÖZDARICI OK.....	220
Traditional Foraged Spice, Sauce, and Egg-painting Plants of Hatay, Türkiye: Bringing the Traditional into Commerce <i>Hatay’ın Geleneksel Toplayıcılık Yoluyla Elde Edilen Baharat, Sos ve Yumurta Boyama Bitkileri: Gelenekselin Ticarete Taşınması</i> Y. GÜZEL, S. KAYIKÇI.....	237
Türkiye’de Kiraz Üretiminde Fiyatlar ve Pazarlama Marjları Üzerine Bir Değerlendirme <i>An Evaluation of Prices and Marketing Margins for Cherry Production in Türkiye</i> Z. ÇELİK, S. GÖKKÜR, H. ADANACIOĞLU	259
Investigating the Impact of Climate Parameters on Honey Yield under Migratory Beekeeping Conditions through Decision Tree Analysis: The Case of İzmir Province <i>İklim Parametrelerinin Gezginci Arıcılık Modeli Koşullarında Bal Verimi Üzerine Etkisinin Karar Ağaçları Yöntemi ile Araştırılması: İzmir İli Örneği</i> Z. ŞENGÜL, B. YÜCEL, G. SANER, Ç. TAKMA.....	268

Türkiye'de Sofralık Zeytin Fiyatlarındaki Dalgalanmalar: ARIMA-GARCH Yaklaşımıyla
Volatilite Araştırması

*Fluctuations in Table Olive Prices in Türkiye: Volatility Investigation with the
ARIMA-GARCH Approach*

Zekiye ŞENGÜL..... 281

Armut Islahında Güncel Gelişmeler

Recent Developments in Pear Breeding

M. AYDINLI, F. YILDIRIM..... 296

Tohumlarda Biyo-Priming Uygulaması: Tarımsal Üretimde Sürdürülebilir Stres
Yönetimi için Doğa Dostu Bir Yaklaşım

*Bio-Priming Application in Seeds: A Nature-Friendly Approach for Sustainable
Stress Management in Agricultural Production*

G. İMRİZ, R. KELEŞ, N. İNAL..... 310

Lisianthus (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn.)'ta In Vitro Çoğaltım Yönteminin Optimizasyonuna Yönelik Olarak Besin Ortamı Etkileşiminin İncelenmesi

Gizem GÖKÇE^{1*} 

Hakan AKTAŞ² 

¹ *Has Biotech A.Ş., Antalya/TÜRKİYE*

² *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/TÜRKİYE*

¹ <https://orcid.org/0009-0005-1763-3319>

² <https://orcid.org/0000-0001-8280-5758>

* Corresponding author (Sorumlu yazar): hakanaktas@isparta.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 31.03.2023 Accepted (Kabul tarihi):11.08.2023 Online: 29.12.2023

ÖZ: *Lisianthus*, çiçeklerinin uzun süre canlı kalması, birbiri ardına tomurcuklarının çiçeklenmesi ve gösterişli çiçekleri nedeniyle tercih edilen bir kesme çiçekli süs bitkisidir. Tüm dünyada hızla sektöre giren bitkinin üretimi, ağırlıklı olarak hibrit çeşitlerin tohumlarından fide elde edilmesi ve bunların seralarda yetiştirilmesi yoluyla yapılmaktadır. Tohumlar ise yurt dışından ithal edilmektedir. *Lisianthus* türünde ıslah çalışmalarının başlatılması ve yerli ticari çeşitlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. *In vitro* çoğaltım teknikleri, ıslah döngülerini hızlandırmak için yardımcı olmaktadır. *Lisianthus*'ta *in vitro* mutasyon ve genetik transformasyon çalışmalarına zemin oluşturmak üzere doku kültürü yoluyla çoğaltım sistemini optimize etmek, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. *Lisianthus* tohumları aseptik koşullarda çimlendirilmiş, gelişen *in vitro* fidelerden yaprak eksplantları hazırlanarak 10 farklı bileşime sahip MS temel besin ortamına alınmıştır. Sitokinin olarak TDZ'nin 5 dozu (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mg/L) tek başına veya 0,5 mg/L NAA ile kombine edilerek kullanılmıştır. Kontrol ortamı olarak bitki büyüme düzenleyici ilavesi yapılmayan MS ortamı kullanılmıştır. Kontrol ortamı hariç çalışmada yer alan diğer tüm ortam kombinasyonlarında organogenesis elde edilmiştir. Sadece TDZ veya TDZ + NAA içeren ortamlarda eksplant başına 7,7-15,2 arasında sürgün oluşumu saptanmış, 4 mg/L TDZ ortamı gelişim ve sürgün sayısı özellikleri bakımından dikkati çekmiştir. TDZ'nin 3 ve 4 mg/L dozunda kullanıldığı ortamlarda eksplant başına sırasıyla 14,3 ve 15,2 adet sürgün elde edilirken, en yüksek ortalama sürgün uzunluğu 0,5 mg/L TDZ içeren ortamda gözlemlenmiştir. Sürgünlerin köklendirilmesi ve dış koşullara aktarılması başarıyla gerçekleştirilmiştir. Hormonsuz MS ve 1/2MS ortamlarında köklenme %100 olmuştur. Bitkiciklerin torf ve perlit karışımındaki saksılara aktarılması ve aklimatizasyonu da %95-100 arasında sağlıklı bitki elde edilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu çalışma ile *lisianthus* yaprak eksplantlarından mikroçoğaltım aşamaları başarıyla tamamlanmıştır. Optimizasyon sağlanan *in vitro* *lisianthus* üretimi, hızlı çoğaltım veya *in vitro* ıslah uygulamaları için kullanımına hazır hale getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Eustoma grandiflorum*, TDZ, NAA, organogenesis, kitlesel çoğaltım.

Investigation of Nutrient Medium Interaction for Optimization of In Vitro Propagation Method in Lisianthus (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn.)

ABSTRACT: *Lisianthus* is a preferred cut-flower because of its long-lasting flowers, buds bloom one after another and its showy flowers. Production of this plant, which enters the sector rapidly all over the world, is mainly done by obtaining seedlings from the seeds of hybrid varieties and growing them in greenhouses. Seeds are imported from abroad. It is important to start breeding studies and develop domestic commercial varieties of *lisianthus*. *In vitro* propagation techniques are helpful to speed up breeding cycles. This study aims to optimize the propagation system through tissue culture to lay the groundwork for *in vitro* mutation and genetic transformation studies in *lisianthus*. *Lisianthus* seeds were germinated under aseptic conditions, leaf explants were prepared from the growing *in vitro* seedlings and transferred to MS basal nutrient medium with 10 different compositions. As cytokinin, five doses of TDZ (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 mg/L) were used alone or in combination with 0.5 mg/L NAA. MS medium without plant growth regulator was used as control medium. Organogenesis was achieved in all medium

combinations included in the study, except for the control medium. In media containing only TDZ or TDZ + NAA, shoot formation was detected with 7.7-15.2 shoots per explant, and 4 mg/L TDZ medium drew attention in terms of growth and shoot number characteristics. While 14.3 and 15.2 shoots were obtained per explant, respectively, when 3 and 4 mg/L doses of TDZ were used, the highest average shoot length was observed in the medium containing 0.5 mg/L TDZ. Rooting of shoots and acclimatization stages were carried out successfully. Rooting was 100% in hormone-free MS and 1/2 MS media. Transferring and acclimatization of plantlets to pots in a mixture of peat and perlite resulted in obtaining healthy plants between 95-100%. With this study, micropropagation steps from lisianthus leaf explants were successfully completed. The optimized in vitro lisianthus production protocol is ready for use for rapid propagation or in vitro breeding applications.

Keywords: *Eustoma grandiflorum*, TDZ, NAA, organogenesis, mass propagation.

GİRİŞ

Gentianaceae familyasının bir üyesi olan lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.] tek yıllık bir bitki olup, kesme çiçek olarak kullanılan bir süs bitkisidir. Anavatanı, Kuzey Amerika olan bitkinin, ‘lissos: güzel’ ve ‘anthos: çiçek’ anlamına gelen Yunanca sözcüklerin birleşmesiyle oluştuğu (Harbaugh, 1992; Özkan, 2017), sistematik sınıflandırma kapsamında bilimsel olarak *Eustoma grandiflorum* olarak bilinmesine rağmen *Eustoma andrewsii* ve *Eustoma russellianum* isimleriyle de sinonimlerinin olduğu bildirilmektedir (Everett, 1981; Harbaugh 2000).

Lisianthus, dünya üzerinde 1800’lü yıllardan bugüne kadar kesme çiçek olarak kullanılan gül, karanfil, krizantem gibi türlere nazaran yeni olmasına rağmen, hızlı bir yayılım göstermiştir. Kesme çiçek olarak ilk kez 1993 yılında Japonya’da kullanılan bu süs bitkisi, 2001 yılında Avrupa pazarında 122 milyon dal ile ilk 10 kesme çiçek türü arasına girmiştir. Piyasaya hızlı giriş yapan lisianthus tüm dünyada talep gören kalıcı kesme çiçek türleri arasında kalmayı başarmıştır. Çiçeklerinin dekoratif ve uzun ömürlü olmasının yanında, pembe, beyaz, mavi ve mor gibi çeşitli çiçek renklerine sahip olması, dolgun görümlü mavimsi-yeşil yaprakları, kuvvetli dik duruşu ve uzun vazo ömrü gibi özellikleri, lisianthusun kesme çiçek piyasasındaki önemini artırmaktadır (Anonim, 2015).

Avrupa pazarlarında ve ülkemizde kesme çiçek olarak tanınan lisianthus, kesme çiçek olarak kullanılmasının yanında, ABD başta olmak üzere birçok ülkede giderek yaygınlaşan bir ivmeyle dış mekân süs bitkisi ve saksı bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Haspolat ve ark., 2020). Süs bitkilerinin küresel ticareti incelendiğinde, dünya

süs bitkileri ticari hacminin 42 milyar doların üzerinde olduğu görülmektedir. Bu ticaret hacmi içerisinde kesme çiçeklerin payı ise oldukça önemlidir. Lisianthus 2000’li yıllarda önemli gelişmeler kaydetmiş ve günümüzde kesme çiçek üretimindeki önemli konumuna gelmiştir. Türkiye’nin sektör raporları incelendiğinde lisianthus üretiminde %70’lik bir artış meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bu artış 2018 yılında 11 milyon, 2020 yılında ise yaklaşık %100 artış göstererek 20 milyon dal sayısına ulaşmıştır. Böylece ülkemiz kesme çiçek yetiştiriciliği yapılan alanlarda lisianthus, son yıllarda kalıcı olarak ilk 10 tür arasında yer almıştır (TÜİK, 2020). Türkiye kesme çiçek ihracatı, Türkiye’nin süs bitkileri ihracatının yaklaşık yarısını oluşturmakta ve yaklaşık 60 farklı ülkeye ihracat yapılmaktadır. Bu durum ülkemizin kesme çiçek sektöründe önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Tapkı ve ark., 2018). Kesme çiçekler arasında lisianthus, sahip olduğu avantajlar ve potansiyel bakımından hem global anlamda hem de ülkemiz açısından önemli bir süs bitkisidir.

Ülkemizde süs bitkileri ıslahındaki gelişmeler yenidir. Lisianthus türündeki bilimsel araştırmalar ise oldukça sınırlı sayıdadır. Bu nedenle yerli ticari çeşitlerin geliştirilmesi, bu türde ekonomik olarak iç ve dış piyasadaki etkinliğin artırılmasında önem taşımaktadır. Saksıda, kesme çiçek olarak veya dış mekânlarda kullanılacak çeşitlerinin yaygınlaştırılarak lisianthus türünün dünyada sahip olduğu ticari değerin ülkemizde de geliştirilmesinin önemli bir girişim olacağı düşünülmektedir. Ancak klasik yöntemlerle yapılan ıslah çalışmaları diğer türlerde olduğu gibi süs bitkilerinde de uzun süre alabilmektedir. Bu bitkilerde genetik varyasyon oluşturmaya katkı sağlayan ve çoğaltımını

kolaylaştıran biyoteknolojik teknikler, ıslah süresinin kısaltılmasını sağladığı gibi varyasyon oluşturma başarısını da artırmaktadır. Bitki doku kültürlerinin hızlı çoğaltım alanında avantajlar sağlamanın yanı sıra hızlandırılmış ıslah tekniklerinin günümüzde geleneksel ıslah programlarına entegre edilmesi, bu alanda da önemli faydalar sağlamaktadır. Özellikle *in vitro* mutasyon tekniği, genetik çeşitlilik meydana getirerek gen havuzu oluşturmada büyük katkı sunmaktadır. Bu sayede klasik melezleme programlarına göre daha kısa sürelerde, oluşturulan genetik çeşitlilik içerisinde seleksiyon yapma olanağı ortaya çıkmaktadır. Türler arası melezlemelerdeki engeller ile uğraşmak ya da türlere özgü çiçeklenme sorunları, uyumsuzluklar gibi eşeysel çoğaltımın dezavantajları, *in vitro* vejetatif çoğaltım yöntemi optimize edilmiş bir bitkide fiziksel mutasyon uygulanarak kolaylıkla aşılabilmektedir. Bununla birlikte bitki doku kültürü çalışmalarında genotip etkisi, kültür ortamının bileşimi, kullanılan eksplant tipi gibi birçok faktör çoğaltım çalışmalarından elde edilen başarıyı etkilemektedir. Nitekim, lisianthusun da etkin mikro çoğaltımındaki başarısının, genotip, kültür ortamı, bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ve eksplant tipi gibi farklı faktörlere bağlı olduğu bilinmektedir (Ordogh ve ark., 2006).

Ticari önemi gün geçtikçe artan bu süs bitkisinde yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve ardından hızla çoğaltımının yapılabilmesi için yeni tekniklerinin geliştirilmesi, bitki doku kültürü kullanım olanaklarını araştırılması ve özgün reçetelerin oluşturmasının hem ülkemiz hem de bu türde yapılacak olan yeni araştırmalara yön göstermesi bakımından önemlidir. Ülkemizde doku kültürü ile organogenesis ve mikroçoğaltım konusundaki kapsamlı bir çalışma Özkan (2017) tarafından yapılmış olup geniş bir literatür bilgisi ve lisianthusun doku kültürü ile çoğaltımındaki temel prensipler ortaya koyulmuştur. Ancak bu çalışmaların devam ettirilerek yeni bilgilerin eklenmesi gereklidir.

Lisianthus, tohumla çoğaltılan bir tür olup, çoğaltım fide yetiştiriciliği ile sağlanmaktadır. Ancak, çift renkli ve katmerli çiçekli tiplerde fidelerin

homojen elde edilmesi zaman zaman sorunlar oluşturmakta ayrıca, heterojenitenin yüksek olduğu çeşitlerde tohumlardan gelişen bitkilerde çiçeklenme süresi, bitki boyu ve çiçek sayısında farklılıklar oluşabilmektedir (Furukawa, 1993). Bu gibi durumlarda yeşil çelik alma yoluyla da çoğaltım yapılabilir. Ancak vejetatif çoğaltımın alan ihtiyacı, virüslerle bulaşma riski vb. çeşitli dezavantajları da bilinmektedir. Bu nedenle lisianthusta, kısa sürede çok yüksek sayılarda sağlıklı ve birörnek bitki elde etme fikri oldukça ilgi çeken bir konudur. Vejetatif olarak çoğaltılabilen çeşitlerin geliştirilmesi, tohumla üretimde karşılaşılan sorunlarla başa çıkma zorunluluğunu ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle mikro çoğaltım yöntemlerinin geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca ıslah amaçlı seçilmiş bitkilerin büyük ölçekli çoğaltılması için doku kültürü ile çoğaltım önem taşımaktadır (Semeniuk ve Griesbach, 1987). *Eustoma grandiflorum*'nın *in vitro* çoğaltımı; sürgün ucu, yan tomurcuklar, boğum arası gövde ve yaprak parçaları gibi eksplantların kullanılmasıyla direkt organogenesis yoluyla yapılabilirdiği gibi (Semeniuk ve Griesbach, 1987; Mousavi ve ark., 2012), kallus üzerinden organogenesis (Rezaee ve ark., 2012; Akbari ve ark., 2014) şeklinde de elde edilebilmektedir. Somatik embriyogenesis konusunda ise geniş bir literatür bilgisi Nhut ve ark. (2006) tarafından sunulmuştur. Ayrıca yaprak eksplantlarından optimum somatik embriyo oluşumu için Yumbala-Orbes ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, oluşan rejenerantlarda flow sitometri ve histolojik çalışmalar da yapılmış ve somaklonal varyasyon oluşup oluşmadığı incelenmiştir. Araştırmacılar hem somatik dokulardan alınan hem de tohumdan gelişen bitkiden alınan DNA örneklerinin aynı içeriği verdiğini ve herhangi bir genetik farklılaşmaya rastlanmadığını belirtmişlerdir.

Uluslararası bilimsel platformda, üzerinde çok fazla denemelerin yapıldığı bir tür olmasına karşın Türkiye'de henüz birkaç tez çalışmasının dışında araştırma yapılmamış bir tür olan ve özellikle ıslah çalışmaları için biyoteknoloji alanında hızla yol

alınması gereken lisianthus türünde *in vitro* çalışmalar genotipler bazında yapılarak, kullanılabilecek yöntemlerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, lisianthus tohumlarının *in vitro* şartlarda çimlendirilmesinden elde edilen bitkiciklerden hazırlanan boğum eksplantlarının (=single node explant) kullanılmasıyla, doku kültürü yoluyla çoğaltım yöntemini belirlemek amaçlanmıştır. Besin ortamındaki bitki büyüme düzenleyici içeriklerinin organogenesis, sürgün sayısı ve uzunluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sürgünlerin köklendirilerek iklimlendirme aşamasının ardından gelişimleri sağlanmıştır. Yöntemin optimize edilmesinin ardından *in vitro* mutasyon yöntemleri kullanılarak vejetatif çoğaltım yöntemiyle ticari olarak çoğaltılacak yerli çeşitlerin ıslah edilmesi hedeflenmektedir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma 2021–2022 yılları arasında Has Biotech A.Ş.'ne ait araştırma seraları ve doku kültürü laboratuvarında, Antalya'da yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmamızda, Ege Plantek Firmasının Türkiye temsilcisi tarafından temin edilen lisianthus bitkisinin tohumları bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. *Eustoma grandiflorum* türüne ait ve beyaz çiçekli ticari çeşit, Şekil 1'de gösterilmektedir.

Metot

Besin ortamı hazırlığı: Doku kültürü uygulamalarının tümü aseptik koşullar altında steril kabin (laminar flow kabin) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) temel ortam bileşimi kullanılmıştır. Besin ortamına %3 oranında sakkaroz (Sigma) eklendikten sonra pH 5,7'ye ayarlanmış ve %0,7 oranında agar (Merck) ilave edilmiştir. Besin ortamları 250 veya 500 ml'lik kapaklı otoklav şişeleri içinde otoklavda 1,2 atmosfer basınç altında, 121°C'ta 20 dakika sürede sterilizasyona tabi tutulmuştur. Otoklavdan çıkarıldıktan sonra steril besin ortamını içeren şişeler iyice çalkalanarak agarın besiyerine tamamen

karışması sağlanmış, ardından daha önceden steril edilen 8 cm cam petri kaplarına steril kabin içerisinde 10'ar ml; 420 cc cam kavanozlara ise 40'ar ml olacak şekilde pay edilmiştir. Agarın oda sıcaklığında katılaşmasını takiben besiyerleri eksplantların dikimi için hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan lisianthus çeşidine ait çiçeklerin görünümü.

Figure 1. Appearance of the flowers of the lisianthus cultivar used in the research.

Tohumların yüzeysel sterilizasyonu: Lisianthus tohumları buzdolabı sıcaklığında 10 gün süreyle bekletildikten sonra sterilizasyon işlemlerine tabi tutulmuş, sonrasında *in vitro* şartlarda MS besin ortamında çimlendirilmiştir. Tohumlar öncelikle filtre kağıdından hazırlanan küçük paketçikler içerisine koyulmuş ve bu paketler ataş ile tutturulmuştur. İçerisinde tohum bulunduran kâğıt paketçikler %20'lik ticari sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) ve 3 damla Tween-20 içeren solüsyon içinde 15 dakika çalkalanarak yüzeysel sterilizasyon işlemi uygulanmıştır. Bunun ardından, 3 defa 5'er dakika steril saf su ile durulama işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon işleminin uygulandığı cam kavanozdaki son durulama suyu süzülükten sonra tohumları bulunduran kâğıt paketçikler steril kurutma kâğıdı üzerine alınarak fazla suları kurutma kâğıdına emdirilmiştir. Ataşlar açılarak kâğıt üzerine yapışmış durumdaki tohumlar MS besin ortamına ekilmiştir. Tüm bu işlemler laminar akışlı kabinde aseptik koşullarda yapılmıştır.

Eksplantların hazırlanması, besin ortamlarına dikimi ve inkübasyonu: *In vitro* şartlarda tohumdan elde edilen lisianthus bitkiciklerinden laminar kabin içerisinde steril edilmiş filtre kağıtları üzerinde steril bistüri ile dikdörtgen şekilli yaprak eksplantları hazırlanmış ve petri kapları içindeki 10 farklı büyüme düzenleyici içeriğine sahip MS ortamları üzerine yaprak alt yüzeyi besin ortamına temas edecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2). Her petri içine 5-6 adet eksplant yerleştirdikten sonra streç film şeritler ile kapların çevresi sarılmış ve atmosferle olan teması kesilmiştir. İlk grup ortamlarda TDZ'nin (N-pheñil-N'-1,2,3-thidiazol-5-yl urea) 5 adet (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 ve 4,0 mg/L) dozu tek başına kullanılmıştır. Bunların yanı sıra aynı ortamlara 0,5 mg/L NAA (Naftalen Acetic Acid) ilave edilerek hazırlanan ikinci 5 adet ortam da olmak üzere 10 farklı kombinasyon, denemede yer almıştır. Eksplantlar, petri kaplarındaki besin ortamlarına yerleştirilmesinin ardından $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' ta ve 16 saat aydınlık (2500-3000 Lux)/ 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmış fotoperiyodik düzene sahip iklim odalarına alınmıştır. Kültürlerin 8. haftası tamamlandığında gözlem, sürgün adedi sayımı yapılmıştır. Gelişen sürgünlerde 1 cm'den küçük ve 1 cm'den büyük sürgün sayısı değerleri 12. haftada kaydedilmiş ve çizelgeler oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra 1 cm'den büyük olanlardan hazırlanan eksplantlar alt kültüre alınmıştır.

Alt kültür aşaması: Ölçüm yapılan ve uzunlukları 1 cm üzerinde olan 6 haftalık *in vitro* sürgünlerin tek boğum eksplantları hazırlanarak, aynı besin ortamı içeriklerinde alt kültüre alınmıştır. Şekil 3'te üzerinde bir adet aksillar göz bulunan tek boğum eksplantının görünümü ve bu dokuların dikimden iki hafta sonraki gelişme durumları gösterilmiştir (Şekil 3).

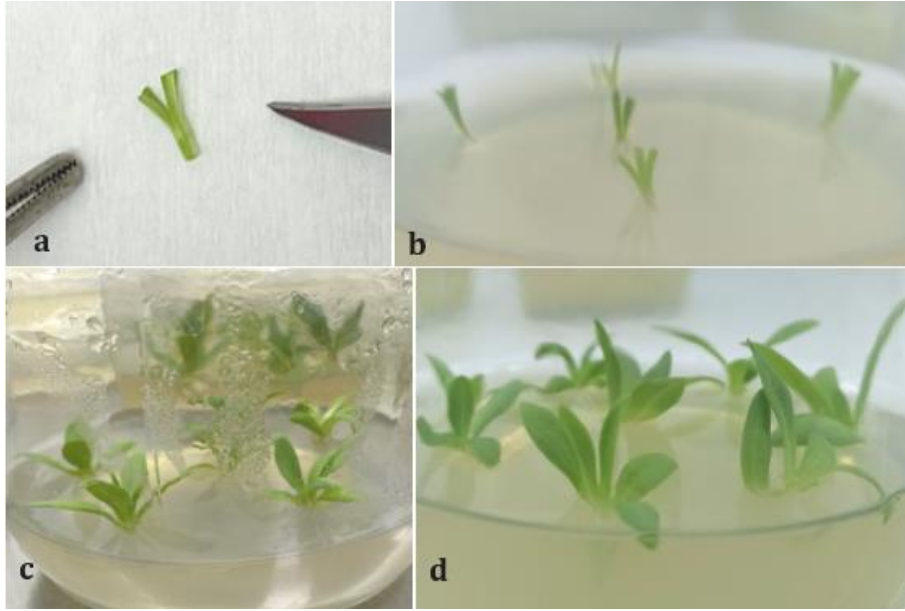
Bir önceki aşamada kullanılan aynı bileşimdeki besin ortamlarına dikimleri yapılan tek boğum eksplantlarının bulunduğu cam kavanozlar, 16/8 saatlik fotoperiyodik düzende ve 25°C sıcaklıktaki iklim odasında 4 hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

Köklendirme aşaması: Alt kültürlerde gelişen ve 1 cm'den büyük olan sürgünler kullanılarak köklendirme aşamasındaki uygulamalara geçilmiştir. Her bir gelişme ortamını (10 farklı bileşim) temsil edecek 20'şer adet sürgün, hazırlanan hormonsuz MS veya $\frac{1}{2}$ MS ortamlarına aktarılmıştır. Böylece temel besin ortamındaki mineral tuzların ve vitaminlerin yarı kuvvette kullanıldığı ortam ile tam kuvvetteki MS ortamının köklenme üzerindeki etkisi incelenmiştir. Köklenme ortamlarına aktarım işleminden 4 hafta sonra sürgünlerdeki köklenme oranı belirlenmiş, köklenen sürgünler dış koşullara alıştırmaya aşamasına aktarılmıştır.



Şekil 2. MS ortamında çimlendirilen lisianthus bitkiciklerinden yaprak eksplantlarının hazırlanışı ve organogenesis amacıyla kültüre alınması.

Figure 2. Preparation of leaf explants from *in vitro* germinated lisianthus seedlings and culture for organogenesis.



Şekil 3. Lisianthusun *in vitro* gelişen sürgünlerinden hazırlanan tek boğum eksplantı görünümü (a, b), tek boğum eksplantlarının dikiminden iki hafta sonra gelişimleri (c, d).

Figure 3. The appearance of single node explants prepared from *in vitro* shoots of lisianthus (a, b), development of single node explants two weeks after planting (c, d).

Dış koşullara alıştırma aşaması: Köklenmiş lisianthus bitkiciklerinin dış koşullara alıştırılmasında bitkicikler cam kavanozlardan çıkarılarak çeşme suyu altında kökleri yıkanmış ve agarlı besin ortamından arındırılmış, ambalajından çıkartılarak ilk kez kullanılan Clasmann marka hazır fide harcı doldurulan saksılara dikilmiştir. 10 cm çapındaki saksılara 4'er adet olacak şekilde (toplamda 200 adet) dikimleri yapılan bitkicikler, derin ve kapaklı plastik kutulara yerleştirilerek iklim odasında tutulmuştur. Plastik kapak örtülmeden önce bitkiler sulanmış, mini el pülverizatörü ile yaprakların üzerine su püskürtülmüştür. 4 gün boyunca günde iki kez mini sera kapağı açılarak su püskürtme işlemine devam edilmiş ve daha sonra kapak tedrici olarak hafifçe aralanarak bir hafta sonunda tamamen kaldırılmıştır. Bu işlemler doku kültürü iklim odasında (25°C) ve günlük 16 saatlik 2000 Lux şiddetindeki floresan lambaların kullanıldığı aydınlanma düzeninde gerçekleştirilmiştir. Bir süre sonra kapağı tamamen açılan kutularla seraya taşınan bitkiler tek tek olacak şekilde yeni saksılara aktarılmıştır.

Diğer yandan köklenen fideciklerin bir kısmı da (200 adet), viyollere doldurulan fide harcına doğrudan dikimleri yapıldıktan sonra dış koşullara alıştırılmıştır. Serada dikimleri yapılan ve can suyu verilen fidecikler, gölge bir alanda siyah renkli net altına strafolar üzerine yerleştirilmiştir. Günde iki kez yaprakları üzerine el pülverizatörü ile su püskürtme işlemi 5 gün boyunca yapılmış ve bu aşamadan sonra iki gün arayla günde bir kez su püskürtülmüştür. 10. günden sonra ise bitkiler normal gelişmelerine bırakılmıştır. Dış koşullara alıştırılan tüm bitkiler seraya aktararak, sağlıklı bir şekilde gelişmelerine devam etmeleri sağlanmış ve çiçeklenme aşamasına kadar takip edilmişlerdir.

Verilerin analizi ve değerlendirilmesi: Denemeye ait veriler, Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde istatistikî olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler, SAS-JMP pro13 programında yapılmıştır (Anonymous, 2016). BBD cinsi ve dozları kombinasyonlarını ifade eden "uygulama grupları" arasındaki farklılıklar varyans analizi ile test edilmiş; istatistikî düzeyde farklı bulunan ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

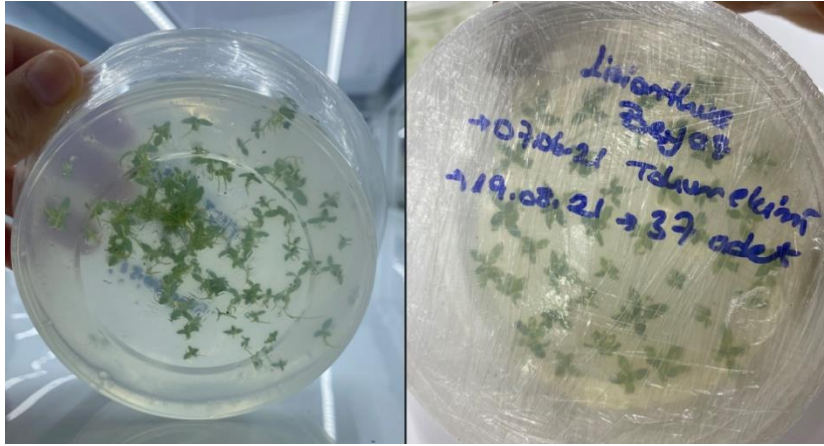
Tohumların doku kültüründe çimlendirilmesi

Lisianthus tohumlarının (200 adet) besin ortamlarına dikimini takiben ilk çimlenme, 17 gün sonra %99,8 oranında meydana gelmiştir. Şekil 4'te çimlenme ortamında elde edilen lisianthus fidelerine ait görüntülere yer verilmiştir.

Organogenesis aşaması

Aseptik koşullarda elde edilen *in vitro* bitkilerden alınan yapraklardan hazırlanan eksplantların doğrudan organogenesis yoluyla sürgün meydana getirmesi amacıyla kültüre

alındığı bu uygulamada, TDZ (sitokinin)'nin tek başına ve NAA (oksin) ile kombinasyonları kullanılmıştır. Kültüre alınan yaprak eksplantları üzerinde 6 hafta sonunda sürgün oluşumları gözlemlenmeye başlamıştır. Kontrol grubu eksplantlarda sürgün oluşumu meydana gelmemiştir. BBD içeren ortamlarda ise 12. haftada oluşan sürgünlerin ortalama sayısı, 1 cm altı ve üstündeki ortalama sürgün sayıları, sürgün uzunluğu değerleri belirlenmiştir. Toplam 10 farklı içerikteki MS ortamlarının gelişme ve sürgün sayıları üzerine etkilerine ilişkin sayısal veriler, Çizelge 1'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Lisianthus tohumlarının *in vitro* ekimlerinin ardından elde edilen çimlenmiş fidelerin görünümü.
Figure 4. The appearance of germinated seedlings of lisianthus seeds obtained after *in vitro* sowing.

Çizelge 1. Ortalama sürgün sayısı, 1cm altı ve üstünde oluşan sürgün sayısı.

Table 1. The mean average number of shoots, number of shoots shorter and longer than 1 cm.

BBD	Konsantrasyon (mg/L) Concentration	Ortalama Sürgün Sayısı (*) Mean number of shoots	Sürgün Sayısı <1cm (A) Number of shoots	Sürgün Sayısı ≥1cm (B) Number of shoots	B/A
TDZ	0,5	12,7 ± 5,25 ab	4,0 ± 2,73 b	8,7 ± 2,69 a	2,2
	1	7,7 ± 3,53 b	5,4 ± 3,10 ab	2,3 ± 0,43cd	0,4
	2	10,0 ± 0,88 ab	3,9 ± 1,84 b	6,1 ± 1,02abc	1,6
	3	14,3 ± 10,37 ab	5,1 ± 5,50 ab	9,2 ± 5,39a	1,8
TDZ+NAA	4	15,2 ± 5,39 a	7,1 ± 4,26 ab	8,1 ± 1,55a	1,1
	0,5+0,5	9,5 ± 0,53 ab	7,2 ± 0,00 ab	2,3 ± 0,57 cd	0,3
	1+0,5	12,1 ± 5,97 ab	10 ± 6,93 a	2,1 ± 0,96 d	0,2
	2+0,5	12,2 ± 5,98 ab	8,9 ± 5,04ab	3,3 ± 1,11 bcd	0,4
	3+0,5	10,5 ± 0,22 ab	3,4 ± 2,36 b	7,1 ± 2,30 ab	2,1
	4+0,5	12,8 ± 6,51 ab	7,4 ± 5,94 ab	5,4 ± 2,07 abcd	0,7

Ortalama Sürgün Sayısı (Mean of shoots) → Ortam (Medium) P<0,001. LSD: 7,35; CV: % 37

Sürgün Sayısı (Mean of shoots) <1cm → Ortam (Medium) P<0,001. LSD: 5,52; CV: % 42

Sürgün Sayısı (Mean of shoots) ≥1cm → Ortam (Medium) P<0,001. LSD: 3,91; CV: % 48

(* Her bir sütunda aynı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz; farklı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık önemlidir.)

(*Values followed by different letters in columns are significantly different).

Yaprak eksplantları, tüm ortamlarda sürgün farklılaşması sağlamıştır. Lisianthusun doku kültüründe organogenesis amacıyla yapılacak uygulamalar söz konusu olduğunda yaprak eksplantlarının başarıyla kullanılabilmesi çalışmamızda ortaya koyulmuştur. Literatürde farklı eksplantların *in vitro* lisianthus çoğaltımında kullanılabilmesi önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Örneğin Paek ve Hahn (2000), Ordogh ve ark. (2006), Nhut ve ark. (2006), Esizad ve ark. (2012) ve Yumbala-Orbes ve ark. (2017) gibi araştırma grupları, lisianthusta boğum arası, kök, petal gibi farklı eksplantları başlangıç materyali olarak kullandıklarında da sürgün organogenesisi sağlayabilmişlerdir. Bununla birlikte Rezaee ve ark. (2012) çalışmasında, yaprak eksplantlarının diğer tüm eksplantlara göre daha yüksek çoğaltım kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Deroles ve ark. (1993), Semeria ve ark. (1996) ile Handa ve Deroles (2001) de yaprak eksplantlarının *in vitro* sürgün rejenerasyonu için başarılı bulunduğunu ve lisianthusta genetik transformasyon çalışmaları için en uygun eksplant olabileceğini bildirmişlerdir.

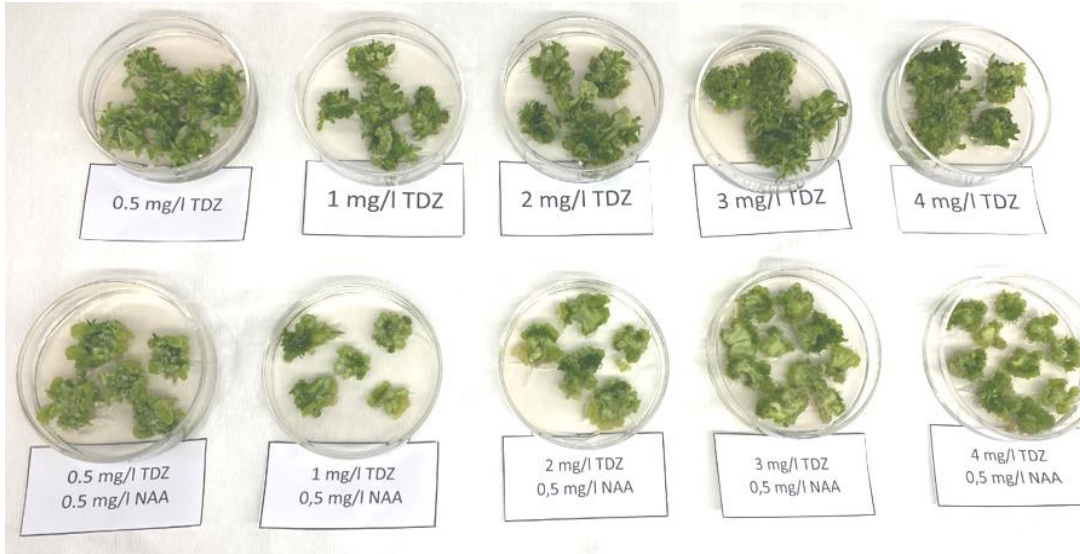
TDZ'nin 5 farklı dozu ve NAA ile kombine edildiği ikinci 5 adet ortamdaki yaprak eksplantları üzerindeki gelişmeyi gösteren görüntülere ise Şekil 5'te yer verilmiştir.

Sürgün sayısı değerleri açısından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama sürgün sayısı maksimum 4 mg/L TDZ: 15,2 adet/eksplant ve 3 mg/L TDZ: 14,3 adet/eksplant ortamlarında gözlemlenmiştir. Genel olarak, kullanılan BBD'lerin yaprak eksplantlarından sürgün rejenerasyonu sağlama konusunda yeterli uyarımı sağladığı söylenebilir. Eksplant başına 7,7-15,2 arasında sürgün sayısı oluşturan 10 farklı bileşimde oluşan ortalama sürgün sayısı ise 11,7 olmuştur. Kullanılan ortamlar arasında çok farklı grupların oluşmaması, literatür bilgileri ışığında seçilen büyüme düzenleyici tür ve dozlarının doğrudan organogenesis konusunda başarılı seçimler olduğu yönünde yorumlanmıştır. Uddin ve ark. (2017) da, çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde yaprak eksplantı başına 12,7 adet sürgün rejenerasyonunu 0,1-1,5 mg/L BAP ve GA₃

kombinasyonlarında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bununla birlikte farklı çeşit ve besin ortamı bileşimlerinde sürgün sayıları da değişiklik göstermektedir. Nitekim 'Mariachi Pure White' çeşidinde *in vitro* rejenerasyon üzerinde çalışan Özkan (2017), eksplantlardan adventif sürgün rejenerasyonunda maksimum sürgün sayısının 1,0 mg/L Kin içeren ortamda 3,3 adet olduğunu bildirmiştir. Meydana gelen *in vitro* sürgünlerin en yüksek sayısal değeri 1,0 mg/L BAP ve 4,0 mg/L Gibberellik asit (GA₃) kombinasyonundan 1,13 adet olarak elde edilmiştir. Pop ve ark. (2016)'nin 4 farklı hibrit lisianthus çeşidinde *in vitro* rejenerasyon çalışmasında eksplant olarak sürgün uçları kullanılmış olup, bunlar MS ortamına iki farklı BBD kombinasyonu ilave edilmesi ile elde edilen ortamlarda kültüre alınmıştır: V1 (MS + 0,5 mg/L TDZ + 0,5 mg/L IAA); V2 (MS + 1,0 mg/L BAP + 0,5 mg/L IAA). Eksplant başına 3,1 (V1) ve 5,7 (V2) adet sürgün alınabilmiştir. Yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, tarafımızca gerçekleştirilen çalışmada yaprak eksplantından çok başarılı bir sürgün rejenerasyonu sağlandığını söylemek mümkündür.

Toplam sürgün sayısı bakımından birbirine yaklaşan sayısal değerler veren 10 farklı bileşimdeki ortam, 1 cm'den küçük veya büyük sürgün sayıları konusunda daha belirgin biçimde ayrılmışlardır. Boyu 1 cm altında olan sürgün sayısı açısından en yüksek değer, 1 mg/L TDZ + 0,5 mg/L NAA ve 2 mg/L TDZ + 0,5 mg/L NAA ortamlardan alınmıştır (10 ve 8,9 adet/eksplant). Diğer ortamların önemli bir kısmı aynı istatistiksel grupta yer alarak benzerlik gösterirken, farklı bir istatistiksel grupta bulunan 0,5 mg/L TDZ, 2 mg/L TDZ ve 3 mg/L TDZ + 0,5 mg/L NAA uygulamalarında 1 cm'den küçük sürgün sayısı en az değerleri almıştır.

Hemen hemen tüm ortamlarda çok küçük meristematik dokuların yoğun bir şekilde oluştuğu, özellikle yüksek sitokinin dozlarında bu oluşumun daha belirgin olduğu görülmüştür. Bununla birlikte kültürün ilerleyen aşamalarında küçük olan meristematik oluşumlar gelişmelerine devam etmiş ve sürgün olarak farklılaşmıştır (Şekil 6).



Şekil 5. TDZ'nin 5 dozu (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mg/L) ve bunların 0,1 mg/L NAA ilave edilmiş ikinci 5 adet serisinde lisianthus yaprak eksplantlarında, kültüre alma işleminden 8 hafta sonraki görünüm.
Figure 5. The appearance of cultures 5 doses of TDZ (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 mg/L) and their second 5 series with 0.1 mg/L NAA added in lisianthus leaf explants, 8 weeks after culturing.



Şekil 6. Sürgün sayısı bakımından yüksek değer veren 3 mg/L TDZ içeren ortamda lisianthus yaprak eksplantlarından elde edilen sürgün rejenerasyonu görünümleri.
Figure 6. Appearance of regenerated shoots obtained from lisianthus leaf explants in the medium containing 3 mg/L TDZ, which gives a high value in terms of shoot number.

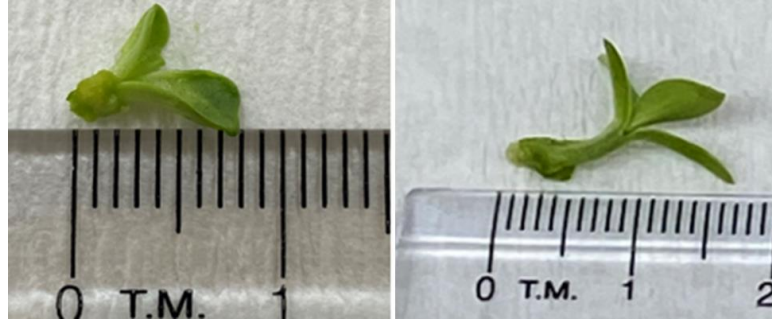
Boyu 1 cm üzerinde ölçülen ortalama en çok sürgün sayısı 3 mg/L TDZ ve 0,5 mg/L TDZ içeren ortamlarda (9,2 adet ve 8,7 sürgün/eksplant). Bununla birlikte oluşan toplam sürgün sayısı farklı olduğundan tek başına bu değerlerin ortam seçimi için yeterli olmayabileceği açıktır. Bu nedenle 1 cm'den büyük sürgünler / 1 cm'den küçük sürgünler arasındaki oran fikir vermesi açısından incelendiğinde; en düşük TDZ dozunun 0,5 mg/L bu açıdan önde geldiği görülmekte ve büyük

sürgünlerin (>1 cm) oluşumu, küçük ve rozet görümlü oluşan sürgün sayısından daha fazladır.

Tüm bu değerlendirmeler kapsamında hem toplam sürgün oluşumu ve hem de 1 cm'den büyük alt kültüre alınmaya uygun sürgün oluşturma özellikleri bakımından 0,5 mg/L TDZ, 3 mg/L TDZ ve 4 mg/L TDZ içeren ve ortamlarının tercih edilebilir bulunduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 1).

Elde edilen sürgün sayısının yanı sıra, bunların alt kültürere alınabilir büyüklüğe gelmiş olmaları ve birbirlerine oranları da önemli olmaktadır. Bu nedenle kullanılacak besin ortamı bileşimini belirlemek amacıyla oluşan sürgünlerin 12. haftadaki uzunlukları da ölçülmüştür (Şekil 7).

Sürgün uzunlukları bakımından yapılan ölçümlere ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de gösterilmiştir. Sürgünlerin kültüre alındığı 10 farklı ortam içerisindeki sürgün uzunluğu gelişimleri, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama sürgün uzunluğu en fazla 0,5 mg/L TDZ ortamında ölçülmüş ve bunu farklı bir istatistik grubunda yer alan 2 mg/L TDZ uygulaması takip etmiştir; 0,5 mg/L TDZ ortamında en yüksek sürgün uzunluğu değeri 1,9 cm iken 2 mg/L TDZ ve 4 mg/L TDZ ortamında 1,6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 7. Alt kültüre alınmadan önce, yaprak eksplantlarının dikiminden 12 hafta sonra her bir eksplant üzerinde oluşan 1 cm altında ve 1 cm üzerinde uzunluğa sahip olan sürgünlerin görüntüleri.

Figure 7. Images of shoots shorter than 1 cm and longer than 1 cm long formed on each explant 12 weeks after planting the leaf explants, before subculture.

Çizelge 2. Ortalama, maksimum ve minimum sürgün uzunlukları.

Table 2. Mean, maximum and minimum shoot lengths.

BBD PGR	Konsantrasyon (mg/L) Concentration	Ortalama Sürgün Uzunluğu (cm) (*) Mean of shoot length	Min. Sürgün Uzunluğu (cm) Minimum shoot length	Mak. Sürgün Uzunluğu (cm) Maximum shoot length
TDZ	0,5	0,80 ± 0,05 a	0,1	1,9
	1	0,51 ± 0,05 bc	0,2	1,2
	2	0,62 ± 0,05 b	0,1	1,6
	3	0,47 ± 0,09 cd	0,1	1,1
	4	0,55 ± 0,17 bc	0,1	1,6
TDZ+NAA	0,5+0,5	0,37 ± 0,12 de	0,3	0,5
	1+0,5	0,45 ± 0,10 cd	0,3	1,2
	2+0,5	0,30 ± 0,17 e	0,1	0,6
	3+0,5	0,30 ± 0,10 e	0,1	0,6
	4+0,5	0,30 ± 0,10 e	0,1	0,5

Ortalama Sürgün Uzunluğu (Mean shoot length) → Ortam (Medium) P<0,001. LSD: 0,14; CV: %17

(* Her bir sütunda aynı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz; farklı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık önemlidir).

(*Values followed by different letters in columns are significantly different).

TDZ'nin farklı dozları tek başına kullanıldığında, vasküler meristematik doku indüksiyonu ve bunun ardından sürgün farklılaşması başarıyla gerçekleşmiştir. Sitokinin olarak çalışmada yer alan TDZ ile birlikte oksin kaynağı olarak tek dozda (0,5 mg/L) NAA'nın da kullanımı, organogenesis üzerinde önemli düzeyde teşvik edici bulunmamış, hatta bir miktar engelleyici etkisi gözlenmiştir. NAA+TDZ kombinasyonlarını içeren ortamlarda kültüre alınan sürgünlerde, camsılaşmanın da olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden TDZ'nin tek başına kullanımı yaprak eksplantlarından sürgün farklılaşması ve çoğaltım için tercih edilebilir bulunmuştur. Farklı büyüme düzenleyici tür ve dozlarının *lisianthusta in vitro* somatik embriyogenesis veya organogenesis amacıyla kullanıldığı, literatürden

izlenebilmektedir. Yumbla-Orbes ve ark. (2020), 10 µM 2,4-D kullanımının yaprak eksplantlarından somatik embriyogenesis uyartımı yaptığını; Mousavi ve ark. (2012), organogenesis ve bitki oluşumu için MS ortamı yerine B5 Gamborg ortamının daha başarılı bulunduğunu, en uygun BBD dozunun ise 1 mg/L BAP olduğunu bildirmektedir. Ghanati ve ark. (2012) ise, LS, B5 ve MS ortamlarına karşılaştırmış, 1'er mg/L BAP ve GA₃ içeren B5 ortamlarında maksimum sürgün rejenerasyonu elde edildiğini rapor etmişlerdir. Kaviani (2014), sitokinin olarak kinetin kullanmıştır. NAA ile kombinasyonları bulunan çalışmalarda en iyi sürgün rejenerasyonu 0,5 mg/L kinetin içeren MS ortamından gözlemlenmiştir. Aynı araştırmacı farklı bir çalışmasında 0,1 mg/L BA

ve 0,2 mg/L NAA kombinasyonu içeren MS ortamında kallus ve bunun üzerinden sürgün organogenesi elde ettiklerini bildirmiştir (Kaviani, 2014). Lisianthusun direkt organogenesis yoluyla çoğaltımı konusunda Özkan (2017) ve Haspolat ve ark. (2020)'nın da bildirdiği gibi yıllar içerisinde çeşitli araştırmacılar tarafından BBD cins ve dozları, besin ortamı bileşimleri denenmiştir. MS ve B5 ortamlarının ağırlıklı olduğu çalışmalarda tek başına sitokinin (BAP) ve bunun oksin ile birlikte kullanımı (NAA veya IAA), rejenerasyonu teşvik etmektedir (Mousavi ve ark., 2012). Nitekim burada sonuçları sunulan çalışmada da tek başına kullanılan TDZ (sitokinin), yaprak eksplantlarından başarılı bir şekilde sürgün rejenerasyonu sağlamış, besin ortamına NAA ilave edilmesinin (denemede yer alan doz çerçevesinde) önemli bir etki oluşturmaksızın benzer sonuçları verdiği görülmüştür.

Literatürdeki farklı çalışmalardan sürgün oluşumu oranı, sürgün sayısı gibi değerlerde değişik sonuçlar elde edilmesi ve en uygun ortam bileşiminin farklı olması; çalışmalarda kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Haspolat ve ark. (2020) tarafından yapılan literatür çalışmasında da belirtildiği gibi lisianthus eksplantlarından organogenesis elde etmek amacıyla 0,1-2,0 mg/L arasındaki sitokinin dozları uygulanmıştır. Çalışmamızda ise 4 mg/L'ye kadar çıkan sitokinin dozları kullanılmış ve 3 mg/L TDZ dozuna sahip ortamlarda, çalışmanın en iyi sonuçları elde edilmiştir. Doku kültüründe süre uzadıkça yeni sürgünler meydana gelmeye devam etmekte, önceden oluşanlar ise uzayarak gelişmektedir. Çalışmada 12 haftalık kültürlerde ölçümler yapılarak o aşamadaki sayısal veriler değerlendirilmiştir. Kültür süresi uzatıldığında veya ortama hücre uzamasını teşvik eden BBD katkısı yapılması durumunda yüksek dozda sitokinin kullanımının yol açtığı sıkışık yapılı ve küçük sürgün oluşumunun olumsuz etkilerinin azaltılabileceği düşünülebilir. Besin ortamlarına GA₃ ilave edilmesi, küçük sürgünlerin uzamasını teşvik ettiğinden *in vitro* çoğaltım çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Gümüş, 2009; Bejaoui,

2022). Nitekim Uddin ve ark. (2017) lisianthus rejenerasyon sisteminde Gibberellik asit ilavesini tercih etmişlerdir. Bu çalışmada sürgün rejenerasyonu için uygun bulunan 3 mg/L TDZ + 0,5 mg/L NAA ortamına GA₃ ilave edilmesiyle yeni denemeler yapılması yararlı olabilecektir. Böylece hem sürgün sayısında artış sağlanabilecek hem de elde edilecek sürgünlerin alt kültüre alınması aşamasında daha kolay ayrılabilen gelişmiş sürgün sayısı artırılabilir.

Alt kültür aşaması

TDZ'nin 5 farklı dozu ve NAA ile kombine edildiği ikinci 5 adet ortamdaki tek boğum eksplantları üzerindeki gelişmeyi gösteren görüntülere ise Şekil 8'de yer verilmiştir. Tek boğum eksplantlarının, başlangıçta kullanılan aynı BBD içeren 10 adet besin ortamına aktarım işlemi tamamlandıktan bir ay sonra yapılan sayım ve değerlendirmelerin sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Alt kültürler sonrasında oluşan bitki sayısı açısından en etkili ortam 3 mg/L TDZ içeren ortam olurken bunu 4 mg/L TDZ içeren ortam takip etmiş ve bu iki uygulama istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 4 mg/L TDZ uygulaması ile oluşan kardeş bitkilerin 75 adedinin boyu 1 cm altında iken 81 adedinin boyu 1 cm üzerinde ölçülmüştür (Çizelge 3).

Yapılan çalışmada tek boğum eksplantları olarak hazırlanarak alt kültüre alınan eksplantlardan ortalama 11,5 adet sürgün/eksplant elde edilmiştir. Bu sayı, önceki çalışmaların oldukça üzerinde bir değere sahiptir. Uddin ve ark. (2017), 0,1-1,5 mg/L BAP ve GA₃ kombinasyonlarında alt kültüre alınan tek sürgünlerden en fazla 3,23 adet yeni sürgün geliştiğini bildirmiştir. Genotip farklılığının yanı sıra kullanılan dozların da daha düşük tutulmasının bu etkiye yol açmış olabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda, *in vitro* rejenere olan sürgünlerden hazırlanan tek boğum eksplantları, alt kültüre alma aşamasında kullanımı ve en uygun ortam bileşiminde 15,6 sürgüne kadar eksplant başına yeni aksillar sürgün gelişimi sağlanabilmiştir. Pop ve ark. (2016) tarafından yapılan denemede tek boğum kültürlerinden başarıyla aksillar sürgünler elde edilmiştir. Ancak bu kaynakta kullanılan BBD

dozlarının düşük olması elde edilen aksillar sürgün sayısının da sınırlı kalmasına neden olmuştur. Bizim çalışmamızdaki rejenerasyon sayıları gibi aksillar sürgün oluşturma kapasitesi de kullanılan nispeten yüksek dozların etkisiyle de daha fazla olmuştur.

4 mg/L TDZ+0,5 mg/L NAA ortamı, 1 cm altında oluşan bitki sayısı bakımından en yüksek değeri almıştır ve bu ortamı farklı grupta yer alan 4 mg/L TDZ uygulaması takip etmiştir. Diğer yandan 3 mg/L TDZ ortamı, 1 cm üstünde oluşan bitki sayısı bakımından en yüksek değeri almıştır ve bu ortamı farklı grupta yer alan 0,5 mg/L TDZ uygulaması takip etmiştir (Çizelge 3).



Şekil 8. TDZ'nin 5 dozu (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mg/L) ve bunların 0,5 mg/L NAA ile kombinasyonunda gelişen lisianthus tek boğum eksplantlarında, kültüre alma işleminden 8 hafta sonraki *in vitro* bitkilerin görünümü.

Figure 8. The appearance of *in vitro* plants 8 weeks after culturing lisianthus single node explants in 5 doses of TDZ (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 mg/L) and their combination with 0.5 mg/L NAA.

Çizelge 3. Alt kültür sonrasında oluşan toplam, 1 cm altı ve üstündeki bitki sayıları.

Table 3. Total number of plants shorter and longer than 1 cm after subculture.

BBD PGR	Konsantrasyon (mg/L) Concentration	Kültüre Alınan Bitki Sayısı Number of cultured plants	Oluşan Toplam Bitki Sayısı (*) Number of total regenerated plants	Oluşan Bitki Sayısı <1cm Number of regenerated plants <1cm	Oluşan Bitki Sayısı ≥1cm Number of regenerated plants ≥1cm
TDZ	0,5	10	133 ± 2,52 b	43 ± 1,73 f	90 ± 1,15b
	1	10	82 ± 1,53 i	60 ± 1,00 d	22 ± 1,15 h
	2	10	108 ± 0,58 c	46 ± 1,53 f	62 ± 1,15 e
	3	10	157 ± 1,53 a	60 ± 4,16 d	97 ± 5,51 a
	4	10	156 ± 2,31 a	75 ± 3,61 b	81 ± 1,53 c
TDZ+NAA	0,5+0,5	10	107 ± 0,58 c	55 ± 2,08 e	52 ± 1,53 f
	1+0,5	10	84 ± 2,00 e	62 ± 2,08 d	22 ± 0,58 h
	2+0,5	10	101 ± 1,00 d	68 ± 2,52 c	33 ± 1,53 g
	3+0,5	10	106 ± 0,58 c	36 ± 1,00 g	70 ± 1,53 d
	4+0,5	10	134 ± 1,53 b	80 ± 1,00 a	54 ± 1,53 f

Oluşan Toplam Bitki Sayısı (Number of total regenerated plants) → Ortam P<0,001. LSD: 2,96; CV: % 1

Oluşan Bitki Sayısı <1cm (Number of regenerated plants <1cm) → Ortam P<0,001. LSD: 4,53; CV: % 5

Oluşan Bitki Sayısı ≥1cm (Number of regenerated plants ≥1cm) → Ortam P<0,001. LSD: 3,18; CV: % 3

(* Her bir sütunda aynı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz; farklı harfleri alan rakamlar arasındaki farklılık önemlidir)

Köklenme aşaması

Alt kültürde yeterli sürgün sayısı elde edildiğinden köklendirme denemesine geçilmiştir. Bu amaçla 1 cm'den büyük sürgünler her ortamdan 20'şer adet alınarak MS veya ½ MS ortamlarına herhangi bir BBD ilave edilmeksizin aktarılmış ve 4 hafta sonra aktarılan tüm sürgünlerin köklendiği belirlenmiştir. Köklenme oranı her iki aktarım ortamında da %100 olmuştur. Hatta bazı alt kültür ortamlarında (özellikle NAA katkısı bulunan ortamlarda) köklenmenin önceden de meydana geldiği gözlemlenmiştir. Lisianthus sürgünlerinin *in vitro* köklendirme aşamasında hormonsuz ½ MS ve tam MS ortamlarına aktarılmaları sonucunda köklenme oranları bakımından farklılık bulunmazken, denemeye alınan toplam 800 sürgün köklenmiş olup bunlardan 100 adedi dış koşullara alıştırılma aşamasına transfer edilmiştir. Dış koşullara aktarım için 4 haftasını tamamlayan köklenmiş sürgünlerin kullanımı uygundur.

Lisianthusun köklenme konusunda hiçbir sorunu bulunmadığı, hatta sürgün çoğaltım aşamasında da uzun süre bekletilen ortamlarda köklenmenin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında köklendirme denemeleri kurularak sonuçlar elde edilmiştir. Bu aşamanın sonucunda, kullanılan ortamların tümünde köklenme meydana gelmiştir. Tam kuvvetteki MS tuzlarının kullanıldığı köklenme ortamları çoğu bitki türünde olumlu sonuçlar vermektedir (Németh, 1986). Bununla birlikte, makro ve mikroelementerin ½, ⅓ veya ¼ oranında seyreltilerek kullanıldığı ortamlar da köklenme için bazen daha iyi sonuçların elde edildiği çalışmalar mevcuttur (Skirvin ve ark., 1980; Lineberger, 1983). Uddin ve ark. (2017),

hormonsuz ½ MS ortamının lisianthusta köklenme için çalışmamıza benzer şekilde optimum koşullar olduğunu kaydetmiştir.

Lisianthus, *in vitro* uygulamalara hızlı cevap veren ve yoğun BBD dozlarına ihtiyaç duymayan bir bitki türü olarak gözlemlenmiştir. Bu durum köklenme aşamasında da kendini belli etmiştir. Düşük kuvvetteki sade ortamlar, daha sağlıklı bitkiciklerin elde edilmesini sağlamıştır. Köklenme oranları bakımından farklılık olmaksızın kullanılan ortamların ikisinde de %100 oranında köklenme gerçekleştiği için hem MS hem de yarı kuvvetteki hormonsuz MS ortamı başarılı bulunmuştur.

Dış koşullara alıştırma aşaması

Köklenen lisianthus bitkicikleri fide harcına dikilmiş ve üzerleri birkaç gün kapatılmıştır. Tedrici olarak atmosfer koşullarına alıştırılan bitkicikler %100 oranında sağlıklı bir şekilde yaşamalarına devam etmiş ve seraya aktarılmıştır. Saksılara aktarılarak iklim odasında dış koşullara aktarılan fideler gibi, doğrudan viyollerdeki fide harcına aktarılarak serada gölgelendirme neti altında günde iki kez yapraklarına su püskürtülmek suretiyle 5 gün boşunca dış koşullara alıştırılan fideler de hiçbir kayıp olmaksızın canlılıklarını sürdürmüşlerdir. Lisianthus, doku kültürüne olumlu cevap veren ve kolaylıkla çoğaltılabilen bir tür olmasının yanı sıra dış koşullara adaptasyonu evresinde de yaşama oranı yüksekliği ile adaptasyon yeteneği güçlü bir bitki olduğunu kanıtlamıştır. Araştırmamızda gelişen fideler, daha büyük hacimli saksılara aktarılmış olup Antalya'daki kapalı seralarda geliştirilmişlerdir (Şekil 9).



Şekil 9. Dış koşullara aktarılan ve çiçeklenme aşamasına kadar geliştirilen *in vitro* çoğaltılmış lisianthus bitkileri.
Figure 9. *In vitro* propagated lisianthus plants transferred to outdoor conditions and developed up to the flowering stage.

Torf: perlit karışımı, dış koşullara aktarım aşaması için uygun bulunmuştur. Herhangi bir enfeksiyon ile karşılaşılmamış ve tüm bitkiler sağlıklı bir şekilde gelişmiştir. Torf ile birlikte, su tutma ve köklerin havalanma ihtiyacını karşılayan vermikulit, perlit, kum gibi malzemelerin harç karışımına ilave edilmesinin; *in vitro* koşullardan çıkan bitkiciklerin dış koşullara aktarılmasında olumlu etkisi bulunmaktadır. Nitekim Bejaoui ve ark. (2023) da bir başka süs bitkisi olan kalanşo'nun doku kültüründe çoğaltılan bitkiciklerin toprağa aktarım aşamasında torf içerisine kum ve vermikulit katkılarının yapılmasını olumlu bulmuşlardır. Kabakçı (1996), lisianthusta *in vitro* koşullarda elde ettiği fideleri önce pomza ortamında dış koşullara alıştırdığını ve daha sonra toprak ortamına transfer ettiğini bildirmiştir. Bu aşamada farklı uygulamaların da yapılabileceği, *ex vitro* köklendirme denemeleri kurularak sonraki çalışmalarda lisianthusun dış koşullara aktarılma aşamasında aynı zamanda köklendirilebileceği yönünde bir izlenim oluşmuştur. Sonraki dönemlerde bu konu üzerinde çalışmalar yapılması faydalı olabilecektir. Böylece *in vitro*'da geçen süre azaltılarak daha ekonomik bir üretim döngüsü sağlanması mümkün görünmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

E. grandiflorum türünde doku kültürüyle çoğaltma protokolü geliştirmek amacıyla gerçekleştirilen bu

araştırmada farklı büyüme düzenleyici kombinasyonları, MS tuzlarının tam veya yarı kuvvette kullanılmaları konuları üzerinde uygulamalar yapılmış ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Buna göre çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. *Eustoma grandiflorum* türünde *in vitro* koşullarda yaprak eksplantlarından sürgün rejenerasyonu sağlanmış, bitkicik elde edilebilmiştir. Kültürlerde kararma, kontaminasyon gibi sorunlarla karşılaşılmamış ve çoğaltım için protokol oluşturulmuştur.
2. Yaprak eksplantlarının, doku kültürü ile lisianthus çoğaltımı için elverişli bir eksplant kaynağı olduğu, uygun besin ortamı bileşimi seçildiğinde kesim yüzeylerinde kallus gelişiminin ardından doğrudan sürgün rejenerasyonu meydana getirdiği belirlenmiştir.
3. Sitokinin ve oksin dengesi iyi ayarlandığında hem yeterli sayıda başlangıç materyali olarak sürgün farklılaşması oluşmakta, hem de oluşan bu sürgünler 1 cm'den büyük ve kolaylıkla alt kültürlere alınabilen (kompakt yapılı veya küme şeklinde olmayan) yapıda meydana gelmektedir.
4. Tohumların yüzeysel sterilizasyonu için %20'lik sodyum hipoklorit kullanılabileceği ve ara sıra çalkalanarak 15 dk beklenip ardından 3 kez steril saf su ile durulama yapılması halinde temiz bir kültür süreci sağlanabildiği, herhangi bir kontaminasyon ile karşılaşmadığı belirlenmiştir.

5. Kontrol ortamı olarak kullanılan hormonsuz MS ortamında herhangi bir organogenesis olmadığı, sadece dokularda şişme ve çok hafif olarak kesim yüzeylerinde kabarmaların oluştuğu, lisianthusta *in vitro* rejenerasyon için BBD ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.
6. BBD olarak 0,5 ve 3 mg/L TDZ içeren MS ortamlarının, yaprak eksplantlarından yeni lisianthus sürgünlerinin rejenerasyonu için iyi bir başlangıç ortamı olabileceği kanaatine varılmıştır.
7. Yaprak eksplantlarında 6.haftada sürgünlerin görüldüğü ve 8. hafta sonunda eksplant başına 10-15 arasında sürgün elde edildiği saptanmıştır.
8. TDZ'nin tek başına (1,0; 2,0; 3,0 ve 4,0 mg/L) veya NAA (0,5 mg/L) ile birlikte kullanımı, yaprak eksplantlarından çok fazla meristematik sürgün ucu farklılaşmasına neden olduğu tespit edilmiştir.
9. TDZ'nin 3 mg/L dozunda tek başına kullanımı hem yaprak eksplantlarından organogenesis için hem de tek boğum kültüründe sürgün proliferasyonu için kullanılabilir bulunmuştur.
10. Lisianthus türünde *in vitro* sürgünler kolaylıkla köklenmektedir. Bu amaçla hormonsuz MS veya ½ MS ortamları kullanılabilir. Köklenme oranı tüm ortamlarda %100 olmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçların, başta *in vitro* mutasyon ve genetik transformasyon gibi ıslah çalışmalarında kullanılabileceği, süs bitkileri konusundaki uzun döngülerin hızlandırılmasında hizmet edebileceği ortaya konmuştur. Geliştirilen protokoller ve öneriler sayesinde yeni çeşitlerin geliştirilmesi mümkün olabilecek, sektöre katkılar sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR

Gizem GÖKÇE'nin yüksek lisans tezinden türetilen bu çalışmaya destek sağlayan Has Biotech A.Ş (Antalya) firmasına teşekkür ederiz. Ayrıca laboratuvar ve sera çalışmalarındaki desteklerinden dolayı sayın Prof. Dr. Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU ve Ebru AKYÜZ'e teşekkürlerimizi sunarız.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akbari, H., R. Pajooheşgar, and N. Karimi. 2014. Evaluating the micropropagation of Lisianthus (*Eustoma grandiflora* L.) as an important ornamental plant. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 4 (2): 596-602.
- Anonim. 2015. Lisianthus Yetiştiriciliği. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/lisianthus_yetistiriciligi.
- Anonymous, 2016. SAS Institute Inc. 2016. Cary, North Carolina, USA.
- Bejaoui, R. 2022. *In vitro* Micropropagation of Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.). Doktora tezi. Ankara Uni. Fen. Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı- Ankara.
- Bejaoui, R., C. Gümüş, K. Sönmez, E. Kırbay, and Ş.Ş. Ellialtıoğlu. 2023. The Effects of Different PGR Contents on *in vitro* Organogenesis and Shoot Proliferation in Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.). *In: 11th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development*, 03-05 March. Muş Alparslan University, Muş – Türkiye. p. 995-1010. ISBN:978-625-7720-91-5.
- Deroles, S.C., S.E. Ledger, R.M. Miller, K.M. Davies, and N.K. Given. 1993. Transformation in *Eustoma grandiflorum* (lisianthus). *In Plant Protoplasts and Genetic Engineering III*. 22: 202-212
- Esizad, S.G., B. Kaviani, A. Tarang, and S.B. Zanjani. 2012. Micropropagation of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), an ornamental plant. *Plant Omics* 5(3): 314-319.
- Everett, T.H. 1981. *The New York Botanical Garden Illustrated Encyclopedia of Horticulture*. Garland Publishing, New York, USA
- Furukawa, H. 1993. Some characteristics of regenerated plants from leaf and root explants of *Eustoma grandiflorum*. *Plant Tissue Culture Letters* 10(1): 98-99.
- Ghanati, F., F. Rezaee, and L.Y. Boroujeni. 2012. Micropropagation of Lisianthus (*Eustoma grandiflora* L.) from different explants to flowering onset. *Iranian Journal of Plant Physiology* 3(1): 583-587.
- Gümüş, C. 2009. Batı Karadeniz Bölgesinde Salep Elde Edilmesinde Kullanılan Bazı Orkide Türlerinin (Orchidaceae) Çoğaltım Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Uni. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı-Ankara.

- Handa, T., and S.C. Deroles, 2001. Transgenic *Eustoma grandiflorum* (Lisianthus). In Transgenic Crops III. Biotechnology in Agriculture and Forestry 48:107-122. Springer, ISSN:251- 3696.
- Harbaugh, B.K., M.L. Bell, and R. Liang, 2000. Evaluation of forty-seven cultivars of lisianthus as cut flowers. HortTechnology 10 (4): 812-815.
- Harbaugh, B.K., Roh, M.S., Lawson, R.H., and Pemberton, B. 1992. Rosetting of Lisianthus cultivars exposed to high temperature. HortScience 27 (8): 885-887.
- Haspolat, G., R. Bejaoui, E.G. Vural, and Ş.Ş. Ellialtıoğlu. 2020. Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) İslahı ve Gelecek Projeksiyonu. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar II. 65-104.
- Kabakçı, M. 1996. *Lisianthus (Eustoma grandiflorum c.v. Royal)*'un Mikroçoğaltımı Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Ege Uni. Fen. Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı -İzmir
- Kaviani, B. 2014. Micropropagation of ten weeks (*Matthiola incana*) and lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) by using Kinetin (KIN), Naphthalene Acetic Acid (NAA) and 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D). Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 13 (1): 141-154.
- Lineberger, R.D. 1983. Shoot proliferation, rooting, and transplant survival of tissue-cultured "Hally Jolivette" cherry. Hortscience, 18 (2): 182-185.
- Mousavi, E.S., M. Behbahani, E. Hadavi, S.M. Miri, and N. Karimi. 2012. Plant regeneration in *Eustoma grandiflorum* from axillaries buds (*Gentianaceae*). Trakia Journal of Sciences, 10 (2): 75-78.
- Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15 (3): 473-497.
- Németh, G. 1986. Induction of Rooting. In Biotechnology in Agriculture and Forestry, Trees I. 1:49-64. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Nhut, D.T., N.S. Tuan, H.M. Ngoc, P.N. Uyen, N.T. Don, N.T. Mai, and J.T. Da Silva. 2006. Somatic embryogenesis induction from *in vitro* leaf cultures of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.). Propagation of Ornamental Plants 6 (3): 121-127.
- Ordogh, M., E. Jambor-Benczur, and A. Tilly-Mandy. 2006. Micropropagation of echo cultivars of *Eustoma grandiflorum*. Acta Horticulturae 725:457-460.
- Özkan, H. 2017. *Lisianthus [Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. cv. 'Mariachi Pure White (F1)]* Süs bitkisinin organogenez ile mikroçoğaltımı. Yüksek lisans tezi. Kocaeli Uni. Fen Bil. Ens. -Kocaeli.
- Paek, K.Y., and E.J. Hahn. 2000. Cytokinins, auxins and activated charcoal affect organogenesis and anatomical characteristics of shoot-tip cultures of lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.]. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant* 36:128-132.
- Pop, R., M. Cantor, E. Buta, and I. Csete. 2016. *In vitro* plant propagation and crop improvement in Lisianthus russelianus Hook. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture 73 (2): 168-174.
- Rezaee, F., F. Ghanati, and B.L. Yusefzadeh. 2012. Micropropagation of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.) from different explants to flowering onset. Iranian Journal of Plant Physiology 3 (1): 583-587.
- Semeniuk, P., and R.J. Griesbach. 1987. *In vitro* propagation of prairie gentian. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 8 (3): 249-253.
- Semeria, L., B. Ruffoni, M., Rabaglio, A. Genga, A.M. Vaira, G.P. Accotto, and A. Allavena. 1996. Genetic transformation of *Eustoma grandiflorum* by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Cell, Tissue Organ Culture 47:67-72.
- Skirvin, R.M., M.C. Chu, and H. Rukan. 1980. Rooting studies with prunus-supp *in vitro*. Hortscience 15 (3): 415-415.
- Tapkı, N., T. Kızıltuğ, and A.D. Çelik. 2018. Türkiye'de kesme çiçek üretim ve ticaretinde mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 6 (3): 313-321.
- TÜİK. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye Süs Bitkileri Üretim Verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr /medas/?kn =92&locale=tr>.
- Uddin, A.F.M.J., S.S. Rahman, H. Ahmad, S. Parvin, and K. Momena. 2017. *In vitro* regeneration of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Grise). International Journal of Business, Social and Scientific Research 5(2): 126-135.
- Yumbla-Orbes, M., A.C.F. da Cruz, M.V.M. Pinheiro, D.I. Rocha, D.S. Batista, A.D. Koehler, J.G. Barbosa, and W.C. Otoni. 2017. Somatic embryogenesis and de novo shoot organogenesis can be alternatively induced by reactivating pericycle cells in Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) root explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant* 53 (3): 209-218.
- Yumbla-Orbes, M., D.I. Rocha, E.M. de Matos, A.D. Koehler, M.V.M. Pinheiro, D.S. Batista, D.M.S. Freitas, A.C.F. da Cruz, J.G. Barbosa, L.F. Viccini, and W.C. Otoni. 2020. Somatic embryogenesis induced from vascular tissues in leaf explants of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) generates true-to-type diploid plants. Vegetos 33(1):135-144.

Muş Lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker) Soğanlarında Hasat Sonrası Soğukta Bekletme Sürelerinin Bitki ve Soğan Gelişimi Üzerine Etkileri

Ahmet YENİKALAYCI¹ 

Ali BAYRAM² 

Nazlı AYBAR YALINKILIÇ^{3*} 

^{1,2,3} Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş Lalesi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Muş/TÜRKİYE

¹ <https://orcid.org/0000-0002-4955-5723>

² <https://orcid.org/0000-0002-4562-2861>

³ <https://orcid.org/0000-0002-7462-775X>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): na.yalinkilic@alparslan.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 07.08.2023 Accepted (Kabul tarihi): 02.10.2023 Online: 29.12.2023

ÖZ: Bu çalışma farklı soğuklama uygulamalarının Muş lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker) soğanlarının bitki gelişimini belirlemek için 2022-2023 yılları arasında, Muş Alparslan Üniversitesi Muş Lalesi Müdürlüğü uygulama arazisinde yürütülmüştür. Muş lalesi soğanları Muş Alparslan Üniversitesi Muş lalesi uygulama arazisinde yetiştirilen soğanlardan elde edilmiştir. Çalışmada, kontrol grubu (depo koşullarında bekletilen soğanlar) ile 2 farklı süre boyunca (1 ve 2 ay) +6°C sıcaklıkta bekletilen Muş lalesi soğanları test edilmiştir. Her tekrere yaklaşık aynı ağırlık ve büyüklükteki 20 adet Muş lalesi soğanı seçilerek çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Soğan dikiminden sonra ilkbaharda açan soğanların; bitki boyu, yaprak sayısı, soğan sökümlü sonrası; ana soğan ağırlığı, toplam soğan ağırlığı, toplam soğan sayısı, ana soğan çapı, ana soğan boyu ölçümleri yapılmıştır. İstatistiksel analizlere göre; soğuklama uygulamalarının toplam soğan sayısı (ana soğan + kardeş soğan), toplam soğan ağırlığı, ana soğan ağırlığı ve bitki boyu üzerine önemli etkisi olmuştur. İncelenen bütün parametreler kontrol uygulamasında yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda soğukta bekletme süresinin artışı ile beraber Muş lalesi soğanlarının çıkış oranında ve gelişiminde yavaşlama olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Muş lalesi, *Tulipa sintenisii* Baker, soğuklama ihtiyacı, bitki gelişimi, soğan gelişimi.

Effects of Postharvest Bulb Chilling Periods on Plant and Bulb Growth of Muş Tulip (*Tulipa sintenisii* Baker)

ABSTRACT: This study was carried in the research farm of Muş Alparslan University, Muş Tulip Research Center between 2022 and 2023 to determine the effects of postharvest bulb chilling periods on plant and bulb growth of Muş tulip (*Tulipa sintenisii* Baker). Muş tulip bulbs were obtained from the bulbs grown in the Muş Alparslan University Muş Tulip Research Center. In the study, the control group (bulbs kept in warehouse conditions) and the bulbs kept at +6 °C for two different periods (1 and 2 months) were tested. Twenty tulip bulbs of approximately the same weight and size were selected for each replicate and used as plant material in the study. Plant height and number of leaves of the plants that bloomed in the spring were measured and, main bulb weight, total bulb weight, total number of bulbs, main bulb diameter, and main bulb length were determined after the harvest. According to statistical analysis; chilling applications significantly affected the total number of bulbs (bulb + daughter bulbs), total bulb weight, main bulb weight and plant height. All parameters examined were found to be high in the control application. As a result of this study, it was observed that the sprouting and development of Mus tulip bulbs slowed down as the duration of storage in the cold increased.

Keywords: Muş Tulip, *Tulipa sintenisii* Baker, chilling requirement, plant growth, bulb growth.

GİRİŞ

Liliaceae familyasının *Tulipa* cinsine ait olan lale, süs bitkisi veya kesme çiçek olarak yetiştirilen çok yıllık soğanlı bir bitkidir (Khaleghi ve ark., 2018). Esas olarak gen merkezi Orta Asya olarak bilinen *Tulipa* cinsi, zamanla Güneydoğu Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'ya yayılmıştır (Veldkamp ve Zonneveld, 2012; Christenhusz ve ark., 2013). Orta Asya'da yaklaşık 80 farklı lale türünün bulunduğu ve bunların 37'den fazlasının ise sadece bölgede yetişen endemik türler olduğu bilinmektedir (Vvedensky ve Kovalevskaja, 1971).

Lale (*Tulipa* spp.) dünyada en fazla üretilip ticareti yapılan soğanlı çiçekli bitkiler arasında önemli bir yere sahiptir. Soğanlı bitkiler içinde en çok tanınan lale; peyzaj alan düzenlemelerinde, kesme çiçek ve süs bitkisi olarak çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (Boyacı, 1998; İzgi Saraç ve ark., 2021). Dünyada en çok satışı yapılan ilk 10 çiçek arasında yer alan lale, çiçekli soğanlı bitkiler arasında da soğan üretimi en fazla yapılan türdür. Dünya genelinde lalenin üretim alanı yıllar itibari ile artmaya devam etmektedir. Ülkemizde de son yıllarda çiçek soğanlarının üretiminde artış sağlanmıştır. Her ne kadar çiçek soğanlarının üretiminde gelişmeler yaşansa da ülkemizde farklı amaçlar doğrultusunda kullanılan lale soğanlarının yaklaşık % 94'ü Hollanda'dan tedarik edilmektedir. Bu durum süs bitkileri sektöründe ihtiyaç duyulan lale soğanlarının üretiminde büyük oranda dışa bağımlı olduğumuzun göstergesidir (Balkaya ve ark., 2021).

Vejetatif olarak çoğaltılan lale, çeşit ıslahı çalışmalarında çoğunlukla tohumla çoğaltılmaktadır. Çoğu bitkide olduğu gibi lale bitkisinde de sıcaklık, bitkinin büyüme ve gelişmesi için önemli iklim etmenlerinden biridir. Lale soğanlarında dikim işlemi sonbaharda sıcaklıkların düşmesi ile birlikte yapılır. Kışı toprak altında ve düşük sıcaklıklarda geçiren lale soğanları ilkbaharın başlangıcında artan hava sıcaklıkları (yaklaşık olarak 14-20 °C) ile birlikte çiçek tomurcuğunu oluşturur ve çiçek sapı uzamaya başlar. Bitkinin bu

gelişim sürecinde ana soğan kurumaya başlarken yavru soğanlarda ise gelişme en yüksek seviyeye ulaşır. İlkbaharın son dönemlerinde ise bitkinin üst aksamı tamamen kurur ve bu dönemden sonra lale soğanlarının fizyolojik olgunlaşma aşamaları gerçekleşir (Van Tuyl ve Van Creij, 2007; İzgi Saraç ve ark., 2021).

Ülkemizde, doğal vejetasyonda yetişen birçok lale (*Tulipa* spp.) türü bulunmaktadır. Bu türlerden biri de endemik bir tür olan Muş lalesi'dir. Muş lalesinin yayılış alanları, Muş ili başta olmak üzere; Erzurum, Gaziantep, Ağrı, Hakkari ve Siirt illeridir. En büyük popülasyon alanı olan Muş ovasında bahar mevsiminin başlamasıyla çiçeklenen laleler yaklaşık 15-20 günlük bir çiçeklenme periyoduna sahiptir (Yenikalaycı ve ark., 2023).

Muş lalesi büyük ve gösterişli kırmızı renkli çiçeklere sahiptir. Bitki boyu yaklaşık 23-45 cm arasında olan bitki kesme çiçek olarak da kullanılabilir. Soğuk kış aylarına karşı soğanları dayanıklı olan Muş lalesi genellikle soğanla çoğaltılmaktadır. Tohumla lale soğanı üretimi yaklaşık 3-4 yıl gibi uzun bir zaman almaktadır. Kış mevsimini kar örtüsüyle kaplı toprak altında geçiren Muş lale soğanlarının sürmesi ile her bir soğandan tek bir çiçek oluşumu gerçekleşmektedir (Sezgin ve ark., 2022).

Soğanlı bitkilerde çoğaltma organı olan soğanların hasat edildikten sonra uygun nem ve sıcaklık değerlerinde muhafaza edilmesi bu bitkilerin hem çiçeklenme kalitesini hem de ticari değerini arttırmaktadır (Köksal ve ark., 2010). Çoğu soğanlı süs bitkisinde olduğu gibi Muş lalesi soğanlarında da depolama aşamasında soğanların belirli sıcaklıklarda muhafaza edilmesi bitkinin soğan gelişimini ve çiçek oluşumunu etkilemektedir. Lale soğanlarının muhafaza edileceği sıcaklık ve sürenin bilinmesi, kaliteli ve verimli bir üretimin önemli parametreleridir. Bu çalışma, Muş florasından toplanan Muş lalesi soğanlarının farklı sıcaklıklarda depolanmasının soğan ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan Muş lalesi soğanları 2019 yılında Muş ilinin merkezinde yer alan Yıldız Tarım İşletmelerinin 38°47'39"N – 41°30' 13"E koordinatlarında ve 1350 metre rakımda bulunan tarım yapılmayan arazisinden, doğadaki popülasyon bütünlüğüne zarar vermeden toplanmıştır. Daha sonra lale soğanları Muş Alparslan Üniversitesi Muş Lalesi Müdürlüğü uygulama arazisinde yetiştirilmiştir. Muş Lalesi soğanları hassas terazide tartılarak, ağırlığı 5-10 g olan soğanlar soğuklama denemesinde kullanılmıştır. Muş lalesi soğanlarına 3 farklı soğuklama uygulaması (Kontrol, 1 ay bekletme, 2 ay bekletme) yapılmıştır. Kontrol uygulamasında; soğanlar yazın oda sıcaklığında yaklaşık 25 °C'de muhafaza edilmiş. 1 ay bekletme uygulamasında; soğanlar 27 Temmuz-26 Ağustos 2022 tarihleri arasında +6 °C'de buzdolabında 1 ay süre ile bekletilmiş. 2 ay bekletme uygulamasında ise; soğanlar 27 Temmuz-25 Eylül 2022 tarihleri arasında +6 °C'de buzdolabında 2 ay süre ile bekletilmiştir. Soğanlar sıra arası 80 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde 15 cm derinlikte 12.10.2022 tarihinde deneme alanına dikilmiştir. Dikim sonrası soğanlara herhangi bir işlem yapılmamıştır. Soğanların sökümü 09.06. 2023 tarihinde yapılmıştır. Bütün uygulamalarda bitkilerde tam çiçeklenme dönemi sonunda soğan gelişimini artırmak için çiçekler alınmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş ve her tekerrürde 20 soğan kullanılmıştır. Muş Alparslan Üniversitesi Uygulama Arazisi toprağı killi tınlı yapıda, organik madde içeriği % 2.21, pH değeri ise 6.61'dir (Çizelge 1). Sert karasal iklimin hüküm sürdüğü Muş ilinde yıllık sıcaklık değerleri -29 °C ile +37 °C arasında değişiklik gösterir. Yıllık yağış miktarının 350 ile 1000 mm arasında değiştiği ilde kış mevsimi soğuk ve uzun geçerken, yaz ayları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Denemede bitki boyu (cm), yaprak sayısı

(adet/bitki), ana soğan ağırlığı (g), toplam soğan ağırlığı (g), toplam soğan sayısı (adet/ soğan), ana soğan çapı (mm), ana soğan boyu (mm) ölçümleri yapılmıştır. Denemeden elde edilen verilere JMP istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve korelasyon testi uygulanmıştır. Ortamalar arasındaki farklılık ise LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Muş lalesi soğanlarının farklı soğuklama sürelerine ilişkin incelenen özellikler yönünden oluşan gruplar ve ortalamalar Çizelge 2 ve 3'te, korelasyon analizleri ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Toplam soğan sayısı, ana soğanı ve ana soğandan çoğalan kardeş soğanların toplam sayısını ifade etmektedir. Toplam soğan sayısı kontrol ve 1 ay bekletme uygulamalarında ilk sırada belirlenmiştir. En düşük toplam soğan sayısı ise 2 ay soğukta bekletme süresinden (0,90 adet) elde edilmiştir (Çizelge 2). Dal ve ark. (2010) soğanlı bitkilerden *Lilium longiflorum* bitkisinin farklı depo sıcaklıklarında çiçek ve soğan gelişimini inceledikleri çalışmada; farklı bekletme sürelerinde çiçek kalitesi ve soğan gelişimi açısından önemli farklılıklar olduğunu, +2 °C ve 6 hafta bekletme uygulamasının soğan gelişimi üzerinde olumlu etki ettiğini bildirmiştir. Fanelli ve Hertogh (2002), zambak çiçeği soğanlarını farklı sıcaklık ve sürelerde depoladıkları çalışmada +2 °C'de 5 hafta süre ile depolanan soğanların soğan gelişimlerinin diğer uygulamalara göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Koster (1981), lale soğanlarını 13 ile 30 °C sıcaklıklarda muhafaza ederek depolamanın soğan gelişimi üzerindeki etkisini incelediği çalışmada, yüksek sıcaklıklarda kardeş soğan sayısının arttığını bildirmiştir. Araştırmacıların konu ile ilgili farklı sonuçlar elde etmesi kullanılan bitki materyalinden kaynaklanabilir. Bu sonuçlar Muş lalesi soğanlarının soğuklama isteğinin ve dönemlerinin diğer soğanlı bitkilere kıyasla farklı olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 1. Muş Alparslan Üniversitesi deneme alanı toprak analiz sonucu.

Table 1. Muş Alparslan University experimental area soil analysis results.

Derinlik (cm)	Bünye Sınıfı	Suyla Doygun Toprakta EC(dSm ⁻¹)	Suyla Doygun Toprakta pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Fosfor (P ₂ O ₅) (kg da ⁻¹)
0-30	Killi tn	0,61	6,61	-	2,21	2,20

Toplam soğan ağırlığı bakımından denemede kullanılan lale soğanları incelendiğinde en fazla toplam soğan ağırlığı değeri (25,33 g) kontrol grubundan alınırken, en uzun soğukta bekletme süresi olan 2 ay bekletmede en düşük soğan ağırlığı (7,35 g) elde edilmiştir (Çizelge 2). Muş lalesi soğanlarının soğukta bekletme uygulamalarında ağırlık kaybı yaşadığı tespit edilmiştir. Toplam soğan ağırlığı yönünden kontrol uygulamasının daha uygun olduğu görülmektedir. Bonnier ve ark. (1996), zambak soğanlarını farklı sıcaklıklarda (-2°C, 0°C ve 17°C'de) iki yıl süre ile beklettikleri çalışmalarında sıcaklığın düşmesi ile soğan ağırlığının azaldığını, en düşük soğan ağırlığının -2°C uygulamasından alındığını bildirmiştir. Ana soğan ağırlığı bakımından bekletme süreleri incelendiğinde toplam soğan ağırlığında olduğu gibi en iyi değer kontrol grubundan, en düşük değer ise 7,35 g ile 2 ay soğukta bekletme uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 2). Doğan (2017), Muş lalesi ve diğer lale çeşitlerinde farklı depolama uygulamalarının bitki ve soğan gelişimleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada Muş lalesi için soğan ağırlıkları bakımından en iyi depolama sıcaklığının 20-21°C'de adi depolamada, en uygun depolama süresinin ise 4 ay olduğunu bildirmiştir.

Ana soğan çapı açısından farklı bekletme sürelerinin Muş lalesi soğanları üzerindeki etkisi incelendiğinde en yüksek soğan çapı kontrol uygulamasından, en düşük değeri ise 2 ay soğukta bekletme uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Kesme çiçek olarak yetiştirilen lale soğanlarında, soğanların çapı ve büyüklüğü, lale çiçeklerinin büyüklüğünü etkilediğinden yetiştiricilikte kullanılacak soğanların çapı, uzunluğu ve ağırlığı oldukça önemlidir (Rees, 1992). Le Nard ve De Hertogh (1993), Lale soğanlarının yaz döneminde optimum 20 °C'de muhafaza edilmesi gerektiğini, daha yüksek sıcaklıkların ya da donma noktasındaki düşük sıcaklıkların soğanların gelişimini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Ana soğan boyu bakımından ise bekletme süreleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı, bütün uygulamalarda bahsi geçen özelliğin birbirine yakın değer aldığı ve bu değerlerin 31,98 mm ile 22,87 mm arasında değiştiği Çizelge 3'ten izlenebilmektedir.

Bitki başına yaprak sayısı açısından lale soğanlarının farklı soğukta bekletme sürelerine karşı aldığı değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Yaprak sayısı 1,85-4,25 adet arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu ise kontrol uygulamasından (21,05 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı soğutma sürelerinde bekletilen lale soğanlarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 2. Average values of tulip bulbs kept at different chilling times and formed groups.

Özellik	Toplam Soğan Sayısı (adet)	Toplam Soğan Ağırlığı (g)	Ana Soğan Ağırlığı (g)	Ana Soğan Çapı (mm)
Ortam				
Kontrol	1,81 ^a	25,33 ^a	20,13 ^a	26,89 ^a
1 ay soğukta bekletme	1,52 ^a	17,52 ^{ab}	14,67 ^{ab}	25,18 ^{ab}
2 ay soğukta bekletme	0,90 ^b	7,85 ^b	7,35 ^b	16,55 ^b
LSD	0,475*	10,63*	8,60*	Ö.D.
CV	19,63	16,40	15,36	16,93

Ö.D.: Önemli değil/ Not significant, *: P<0,05, **: P<0,01

Çizelge 3. Farklı soğutma sürelerinde bekletilen lale soğanlarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 3. Average values for tulip bulbs kept at different chilling times and formed groups.

Özellik	Ana Soğan Boyu (mm)	Bitki Başına Yaprak Sayısı (adet)	Bitki Boyu (cm)
Ortam			
Kontrol	31,98 ^a	4,25	21,05 ^a
1 ay soğukta bekletme	30,87 ^a	3,60	16,15 ^{ab}
2 ay soğukta bekletme	22,87 ^a	1,85	10,95 ^b
LSD	Ö.D.	Ö.D.	7,14*
CV	19,58	15,21	15,72

Ö.D.: Önemli değil/ Not significant, *: P<0,05, **: P<0,01

Van Kilsdonk ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada depolama süresinin uzatılmasının bitki boyunu ve çiçek yapısını olumsuz etkilediğini bildirirken; Le Nard ve De Hertogh (1993), lale soğanlarında soğuklama ihtiyacı ve depolama süresinin çeşide bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini bildirmiştir. Rees (1992), çiçek soğanları üzerinde yaptığı bir çalışmada ise kardeş soğan oluşumunun, ana soğan gelişiminin ve bitki boyu gibi özelliklerin dikim öncesinde soğanlara uygulanan farklı sıcaklık uygulamalarından etkilendiğini bildirmiştir. Köksal ve Eriş (2010), iki farklı lale çeşidi üzerinde soğukta depolama ($5 \pm 1^\circ\text{C}$ ve % 70-85 Nem) ve adi depolama ($18-25^\circ\text{C}$ ve % 55-65 Nem) koşullarının soğan gelişimi ve çiçeklenme özellikleri üzerinde yaptığı çalışmada 80 günlük soğukta depolama uygulamasında uygulama süresinin uzun olmasından dolayı lale soğanlarının sekonder dinlenmeye geçtiği ve bu durumun bitki çıkışını engellediğini bildirmişlerdir. Ayrıca uzun süreli soğukta muhafaza uygulamalarının lalelerin soğan gelişimini olumsuz etkilediğini savunmuşlardır.

Elde edilen verilerin korelasyon analizleri Çizelge 4’de verilmiştir. Çalışmada incelenen bütün özellikler arasında % 99 güvenle pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Araştırmada soğan gelişim özellikleri ile bitkisel özellikler arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Muş lalesi soğan kalitesinin iyi olması dikim sonrası bitkisel özellikleri olumlu etkilemektedir. Muş lalesi soğanlarının sökülme sonrası uygun nem ve

sıcaklıklarda muhafaza edilmesi iyi bir çiçek kalitesi açısından önemlidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Muş lalesi’nin soğan gelişimleri ve bazı bitkisel özelliklerinin incelendiği çalışmada incelenen bütün özellikler bakımından en iyi sonuçlar soğanların yaz döneminde oda sıcaklığında (yaklaşık 25°C ’de) bekletildiği kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Bu durum Muş lalesi soğanlarının kışın kar örtüsü altında soğuklama ihtiyaçlarını karşıladığını ve fizyolojik olgunluğunu da oda sıcaklığında tamamladığını göstermektedir. Muş lalesi soğanlarının çıkış oranı kontrol uygulamasında % 93,3, 1 ay soğukta bekletmede % 56,6 ve 2 ay soğukta bekletme ise % 46,6 gerçekleşmiştir. Soğukta bekletme süresinin artmasının Muş lalesi soğanlarının çimlenme oranının düşmesine neden olduğu söylenebilir. Soğanlı bitkilerle ilgili yapılan pek çok çalışmada bitkilerin çiçek açabilmeleri için belirli sıcaklıklarda depolanması gerektiği vurgulanmıştır. Ancak Muş yöresi ve çevre illerinde doğada kendiliğinden yetişen Muş lalesi soğanlarının depolama koşulları ile ilgili yapılan çalışmalar yetersizdir. Bu çalışma, Muş lalesi soğanlarının yaz dönemi boyunca depolama koşulları dikkate alınarak doğal ortamlarının dışında kültüre alınıp üretiminin yapılabilmesi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması açısından önemli bir adımdır. Çalışma bundan sonra yapılacak çalışmalara temel oluşturacaktır.

Çizelge 4. İncelenen özelliklere ilişkin belirlenen korelasyon katsayıları.

Table 4. Correlation coefficients for examined traits.

	Toplam Soğan sayısı	Toplam Soğan Ağırlığı	Ana Soğan Ağırlığı	Ana Soğan Çapı	Ana Soğan Boyu	Bitki Boyu
Toplam Soğan Ağırlığı	0,88**					
Ana Soğan Ağırlığı	0,91**	0,99**				
Ana Soğan Çapı	0,94**	0,85**	0,89**			
Ana Soğan Boyu	0,87**	0,74**	0,8**	0,97**		
Bitki Boyu	0,92**	0,85**	0,88**	0,92**	0,91**	
Yaprak Sayısı	0,92**	0,88**	0,91**	0,89**	0,87**	0,94**

*: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$

LİTERATÜR LİSTESİ

- Balkaya, A., Y. İzgi Saraç ve M. Tütüncü. 2021. Klasik ve Biyoteknolojik Yöntemler. pp: 107-144. *In*: S. Kazaz, Y. Y. Mendi (Ed.) Süs Bitkileri Islahı Kitabı (Türler). Gece kitaplığı yayınları. Ankara.
- Bonnier, F.J.M., R.C. Jansen, and J.M. Van Tuyl. 1996. Long term lily scale bulblet storage: effects of temperature and storage in polyethylene bags. *Annals of Applied Biology* 129 (1): 161–169.
- Boyacı, S. 1998. Laleler Anadolu'nun Dünyaya Armağanı. *Skylife Türk Hava Yolları Dergisi*, Haziran.
- Christenhusz, M., R. Govaerts, J. David, T. Hall, K. Borland, P. Roberts, A. Tuomisto, S. Buerki, M. Chase, and M. Fay. 2013. Tiptoe through the tulips—cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (*Liliaceae*). *Botanical journal of the Linnean Society* 172: 280-328.
- Dal, B., Ö. Karagüzel, ve K. Aydınşakir. 2010. Zambak (*Lilium longiflorum* Magic Blanc) çeşidinde farklı depolama sürelerinin erkencilik, çiçeklenme özellikleri ve soğan gelişimine etkileri. IV. Süs Bitkileri Kongresi. 20-22 Ekim 2010. Mersin. s. 574- 577.
- Doğan, E. 2017. Farklı uygulamaların bazı lale türlerinde (*Tulipa gesneriana* L., *Tulipa sintenisii* baker.) bitki gelişimi ile soğan ve çiçek muhafazası üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri ABD. Doktora Tezi. Ankara. 182 s.
- Fanelli, F.L., and A.A. De Hertogh. 2002. The effects of precooling temperatures and durations on forcing of *Lilium longiflorum*, 'Nellie White'. *Acta Hort. (ISHS)* 570:147-152.
- İzgi Saraç, Y., A. Baklaya ve I. Deligöz. 2021. Süs bitkileri ıslahı. pp: 377-418. *In*: S. Kazaz, Y. Y. Mendi (Ed) Süs Bitkileri Islahı Kitabı (Türler). Gece kitaplığı yayınları. Ankara.
- Khaleghi, A., A. Khadivi, and B.J.M. Zonneveld. 2018. Morphological variations among and within species of wild tulip (*Tulipa* L.) from Iran. *Genet. Resour. Crop Evol.* 65: 2241–2266.
- Koster, J. 1981. Stukstoken "van tulpen. *Weekblad vor Bloem-bollenculture* 92:42- 43.
- Köksal, N. ve A. Eriş. 2010. Soğukta ve adi depo koşullarında muhafaza edilen lale çeşitlerinde bazı bitkisel özelliklerin değişimi. IV. Süs Bitkileri Kongresi. 20-22 Ekim 2010 Mersin. s. 112-119.
- Köksal, N., H. Gülen ve A. Eriş. 2010. Soğanlı süs bitkilerinde soğuklama ihtiyacı ve çiçeklenme. IV. Süs Bitkileri Kongresi. 20-22 Ekim 2010. Mersin. s. 444-450.
- Le Nard, M., and A. A. De Hertogh. 1993. Bulb growth and development and flowering. Pp. 29-44. *In*: A.A. De Hertogh and M. Le Nard (Eds). *The physiology of flower bulbs*. Amsterdam: Elsevier.
- Rees, A.R. 1992. *Ornamental Bulbs, Corms and Tubers*. C.A.B. International. Wallingford U.K.
- Sezgin, M., A. Yenikalaycı, M. Arslan, Ş. Önlü, M. Kahya, G. Akça, N. Aybar Yalınkılıç, A.N. Kurt ve Ö. Özcan. 2022. Muş Lalesi'nin (*Tulipa sintenisii* Baker) İn vitro ortamda soğancık üretimi. *Karatekin University Journal Of Science* 1(1): 19-27.
- Van Kilsdonk, M.G., K. Nicolay, J.M. Franssen, and C. Kollöffel. 2002. Bud abortion in tulip bulbs studied by magnetic resonance Imaging. *J. Exp. Bot.*, 53 (374): 1603-1611.
- Van Tuyl, J. M. V., and M. G. Van Creij. 2007. Tulip. pp. 623- 641. *In*: N.O. Anderson (Ed.). *Flower Breeding and Genetics*. Springer, Dordrecht.
- Veldkamp, J., and B. Zonneveld. 2012. The infrageneric nomenclature of *Tulipa* (*Liliaceae*). *Plant Systematics and Evolution* 298: 87-92.
- Vvedensky, A.I., and S. S. Kovalevskaya. 1971. Rod 151, (7) *Allium* L. Luk zhua (kaz.) piez (tadzh.): 39 – 89, incl. "Appendix. Descriptiones plantarum novarum in tomo II Conspectus Florae Asiae Mediae commemoratum": 311–328. – *In*: A. I. Vvedensky & S. S. Kovalevskaya (eds.), *Opredelitel rastenij Srednej Azii. Kriticheskij konspekt flory*; 2. – Tashkent
- Yenikalaycı, A., N. Aybar Yalınkılıç ve A. Bayram, 2023. Muş Lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker)'nde farklı yetiştirme ortamlarının soğan gelişimi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi* 12 (1): 15-20.

Kekik Üretimi, Pazarlaması, Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Denizli İli Örneği#

Derya Nermin DERELİ¹ 

M. Metin ARTUKOĞLU^{2*} 

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Ankara/TÜRKİYE
²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir/TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0002-0192-0306> <https://orcid.org/0000-0003-4800-5209>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): metin.artukoglu@ege.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 15.09.2023 Accepted (Kabul tarihi): 12.10.2023 Online: 29.12.2023

ÖZ: Tıbbi ve aromatik bitkilerin içinde kekik, hem doğrudan tüketilerek hem de birçok sanayi dalı tarafından yoğun olarak kullanılabilen bir bitkidir. Ancak kekik ekonomisine ilişkin olarak yapılan çalışmalar son derece sınırlıdır. Çalışma, bu konudaki eksikliği alan bazlı çalışma ile gidermek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kekik üretim ve pazarlaması, sorunları ve çözüm önerileri genel olarak ve üretimin en yoğun olduğu Denizli örneğinde 256 üreticiden derlenen veriler yardımı ile ele alınmıştır. İşletmelerin büyük bölümünde 30 dekarın üzerinde kekik üretim alanı bulunmaktadır. Kekik üretiminin önemli bir bölümünün gerçekleştiği Denizli’de birim alana düşen verim ortalaması düşük kalmaktadır. Yapılacak AR-GE çalışmalarında kekik yetiştiriciliğinde kültürel uygulamaların ve yüksek verime sahip çeşitlerin geliştirilmesine odaklanılması dekar başına düşecek olan ürün miktarını arttırabilme dolayısıyla kaynakların etkin kullanımı konularında üreticilere ışık tutacaktır. Tüm bunların yanında üreticileri bilinçlendirmek için gerekli yayım çalışmalarının yapılarak üretim süreci hakkında nitelikli bir eğitimin verilmesinin kekik sektörünün gelişimi açısından etkili olacağı düşünülmektedir. Araştırma alanında kekik pazarlama kanalı incelendiğinde, kekik bitkisinin üreticiden ya yerel ya da büyük firmalar tarafından alınmakta olduğu görülmektedir. Kekikte son yıllarda fiyat artışları olmasına rağmen üreticilerin fiyat beklentilerinin karşılanamaması ve fiyatın daha çok düşmesi endişesini gidermek için sözleşmeli üretim ve kooperatifleşme bir çözüm yolu olabilir.

Anahtar kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitkiler, kekik, pazarlama, kekik pazarlaması.

Thyme Production, Marketing, Problems and Solution Suggestions: The Case of Denizli Province

ABSTRACT: Among medicinal and aromatic plants, thyme is a plant that can be consumed both directly and used extensively by many branches of industry. However, studies on the economy of thyme are extremely limited. The study was carried out with the aim of filling the gap in this regard with a field-based study. In this study, thyme production, marketing, problems and solution suggestions are discussed in general and analyzed with the help of data compiled from 256 producers in the case of Denizli, where production is most intense. The majority of the enterprises have thyme production areas of more than 30 decares. In Denizli, where a significant part of thyme production takes place, the average yield per unit area remains low. Focusing on the development of cultural practices and high-yielding varieties in thyme cultivation in research and development (R&D) studies will shed light on the the issues of increasing the amount of product per decares and also the effective use of resources for producers. In addition to all these, it is thought that necessary publication activities to raise the awareness of the producers and quality training for the producers about the production process will be effective in the development of the thyme sector. When the thyme marketing channel in the research area is examined, it is seen that the thyme plant is purchased from the producer either locally or by huge companies. Despite the increase in thyme prices in recent years, the price still cannot meet price expectations of the producers and despite the concern that the price will decrease further, contract production and cooperative formation may be a solution for producers.

Keywords: Medicinal and aromatic plants, thyme, marketing, thyme marketing.

İlk yazarın doktora tez çalışmasından türetilmiştir.

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler birçok farklı kullanım alanına sahiptir ve geniş bir alana yayılış gösteren bitkiler olmasına karşın, günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilere ilişkin standart hale getirilebilmiş bir gruplandırma bulunmamaktadır. Genel olarak familya, tüketim ve kullanım, yararlanılan organ ve farmakolojik etkilerine göre gruplandırılırlar da yine de en yaygın gruplandırma içerdikleri etken maddelere göre yapılmaktadır (Ceylan, 1995). Bu etken maddeler genellikle uçucu yağlar ve aromatik ekstraktlardır. Bunlar; parfüm, kozmetik ve ilaçların bileşiminde, gıdalara katkı maddeleri, temizlik ürünleri ve aroma kimyasallarının kaynağı olarak koku ve tat endüstrileri tarafından kullanılırlar (Başer, 1998). Ayrıca tedavi amaçlı ilaçlar, kozmetik ürünler, uçucu bitkisel yağlar, bitkisel sağlık ürünleri, renklendirici boyalar ve bitki koruma ürünleri de tıbbi ve aromatik bitkilerin başlıca kullanım alanları olarak belirtilmiştir (Lubbe ve Verpoorte 2011). Tıbbi ve aromatik bitkiler, manevi duyguları uyandırıcı derin hisleri tetiklemek için tütsü ve ayrıca banyo malzemelerinde aromaterapi olarak da tercih edilmektedir (Artukoglu ve ark., 2002).

Geçmişten günümüze kadar uzanan süreç içerisinde hastalık tedavilerindeki arayışlarda tıbbi ve aromatik bitkiler 1900'lerin başına kadar birincil farmasötik maddeler olarak saygınlığını korumuştur (Craker ve Gardner 2006). Özellikle bitki çaylarının tedavi edici olduğunun gözlemlenmesi ilaveten bunların modern tıpta da kullanılmaya başlaması insanların, tıbbi ve aromatik bitkilerle tedaviye olumlu bakmalarını sağlamıştır (Özçelik ve Balabanlı, 2005). Sanayileşme ile ilaç sektöründe sentetiklerin piyasaya çıkmasıyla bitkisel ürünlerin bu sektörde kullanımı azalmıştır fakat bu ilaçların istenmeyen yan etkilerinin fazlalığı insanların yüzünü tekrar bitkilere çevirmesini sağlamıştır (Bayramoğlu ve ark., 2009). Günümüzde yine sağlıklı yaşama verilen önemin artması ile iyi bir yaşam modeli oluşturma istekliliği kapsamında tıbbi ve aromatik bitkiler saygınlığını yeniden kazanmaya başlamıştır. Özellikle Covid 19 pandemisinden

sonra beslenme, tedavi yöntemlerinde ön planda tutulmaya başlanan tıbbi ve aromatik bitkiler giyim, kozmetik vd. sektörlerde de yerini almaktadır.

Türkiye zengin bir floraya ev sahipliği yapması ve dünya üzerinde bulunduğu konumu ile büyük bir tarımsal potansiyele sahiptir. Yaklaşık 4000 endemik türü barındıran Türkiye, uluslararası bitkisel ürün pazarında güçlü bir konumla yer almaktadır (Bayram ve ark., 2010). Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitki sektöründe daha güçlü bir konum alması için öncelikle bu bitkilerin tespiti ve sonrasında da hem tıp uygulamalarında hem de beslenme düzenlerinde yer alması gereklidir (Temel ve ark., 2018). Türkiye'de gıda, ilaç, kozmetik, parfümeri gibi farklı alanlarda tıbbi ve aromatik bitkilerin eski çağlardan beri kullanıldığı bilinmektedir (Tulukçu ve Sağdıç, 2011). Günümüzde, kimyasal ürünlerin olumsuz etkileri nedeniyle özellikle gıda ve sağlık sektöründe doğal ürünlere yönelik artan bir talep olduğu açıktır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim ve pazar hacmi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de artış göstermektedir (Gül ve ark., 2016).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin içinde kekiğin ayrı bir önemi vardır. Kekik birçok sanayi dalı tarafından yoğun olarak kullanılabilen bir bitkidir. Hatta dünya üzerinde en çok AR-GE yatırımı yapılan sektör olan ilaç sanayinin ham maddelerindedir. Kekik karaciğeri iyileştirici, akciğer kanserini tedavi edici, boğaz ve karın ağrılarını hafifletici, kalp ritmini düzenleyici, iltihap giderici ve virüslere karşı koruyucu faydalarının yanı sıra iştah açıcı ve yağ yakıcı gibi özelliklerinin olduğu da bilinmektedir. Hem öğütülmüş, hem öğütülmemiş hem de yağ formatıyla kullanılabilen bir ürün olan kekiğin her biçimi ayrı bir sanayide dalında kullanılmakta ve çeşitli faydalar sağlamaktadır.

Dünyanın neresinde ve hangi zamanında olursa olsun yerel toplumlarda kültürel ve ekolojik açıdan değerli bir rol oynayan kekiğe olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Literatür incelendiğinde daha çok kekik üretimini ele alan çalışmalar yapıldığı (Seidler-oykowska, ve ark., 2009; Bayram, 2018; Ceylan, 1998) görülmektedir. Özellikle kekik

ekonomisine ilişkin olarak yapılan çalışmalar son derece sınırlıdır (Kaplukan, 2013; Bozdemir, 2019; Aslan ve Gül, 2019; Dalgıç ve ark., 2020). Dolayısı ile bu çalışmanın hem bu alandaki literatür boşluğunu gidermeye katkı sağlayacağı, hem de Covid 19 pandemisi sonrası önemi giderek artan tıbbi ve aromatik bitkiler ekonomisi konusunda yeni çalışmalara olan ihtiyacı bir ölçüde gidereceği düşünülmektedir. Çalışmada kekik üretim ve pazarlaması konusu üretiminin en yoğun olduğu Denizli örneği ele alınarak üretimine, pazarlamasına ve sürdürülebilirliğine yönelik politika önerileri geliştirilmesine de katkı sağlanmış olacaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmanın ana materyalini Denizli ilinin Pamukkale, Güney ve Çal ilçelerinde kekik üretimi yapan üreticilerden anket yoluyla elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil verilerini ise Tarım ve Orman Bakanlığı Denizli İl ve İlçe Müdürlükleri, Tarımsal Araştırma Enstitüleri, FAO, OECD, TÜİK gibi ilgili kamu ve özel kuruluşların yayınladığı istatistiklerden oluşturmaktadır. Ayrıca Türkiye ve dünyada daha önce yayımlanmış olan raporlar ve bilimsel çalışmalardan da yararlanılmıştır.

Yöntem

Denizli ilinde mevcut 19 ilçeden 18'inde tıbbi ve aromatik bitkiler ve bu kapsamda kekik üretimi yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Denizli İl Müdürlüğü'nün 2020 yılı Çiftçi Kayıt Sistemi verilerine göre il genelinde kekik, adaçayı, lavanta, anason ve haşhaş üretimi yapan işletmelerin yoğun olduğu üç ilçe Pamukkale, Güney ve Çal'daki işletmeler araştırmanın ana kitlesini oluşturmuştur (Anonim, 2020). Araştırma alanına giren ilçelerde bulunan tüm üreticilerin anket kapsamına alınması mümkün olmadığından örnekleme yöntemiyle seçilecek olan üreticilerle anket yapılmasına karar verilmiştir. Anket yapılması gereken çiftçi sayısını belirlemek için oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Newbold, 1995).

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

Formüle;

n = Örnek hacmi

N = Toplam üreticisi sayısı (4409)

p = Tıbbi ve aromatik bitki üretimi yapan üreticilerin oranı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için 0,5 alınmıştır.)

σ_{px}^2 = Varyanstır.

Araştırmada % 90 olasılık ile % 5 hata payı esas alınarak hesaplama yapılmış ve örnek hacmi 256 olarak saptanmıştır. Her ilçede anket kapsamına alınacak üretici sayısının belirlenmesinde toplam üretici sayısı içerisinde o ilçedeki üretici oranı esas alınarak, üreticiler aşağıdaki şekilde dağıtılmıştır (Çizelge 1). Görülecek üreticilerin belirlenmesinde ise tesadüfi sayılar cetveli kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin analizinde yüzde ve ortalamalar kullanılmıştır.

Bu çalışma E.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulu tarafından 30.05.2022 tarihli, 05/03 toplantı/karar ve 1501 protokol no ile oybirliği ile onaylanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'de kekik üretimi ve Denizli ilinin yeri

Türkiye'de üretimi yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler içinde kekik, üreticilerin ilk tercihinde yer almaktadır. Ülkemizde kekik üretim alanlarının giderek artış gösterdiği görülmektedir. Türkiye'de kekik üretim alanları 2018 yılında 139.061 dekar iken 2022 yılında % 57'lik artışla 218.330 dekar ulaşmıştır. Türkiye genelinde 2018-2022 yılları arasında Denizli'nin, üretim alanı ve üretim miktarı açısından ilk sırada olduğu görülmektedir. Üretim alanlarının her yıl arttığı gözlemlenen kekik üretiminde; Denizli ili 2022 yılı için 199.822 dekar üretim alanı ile Türkiye'nin üretim alanlarının %91,52'lik kısmını oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Seçilen ilçelerde anakitle ve örneğe giren üretici sayıları.

Table 1. Population and number of producers in the sample in selected districts.

İlçeler	Anakitle Üretici Sayısı	Toplam içindeki payı (%)	Örneğe Giren Üretici Sayısı
Güney	1713	38,85	100
Çal	1401	31,78	81
Pamukkale	1295	29,37	75
TOPLAM	4409	100,00	256

Çizelge 2. Türkiye’de kekik üretim alanları (da) ve payları (%).

Table 2. Thyme production areas (da) and shares (%) in Türkiye.

İller	Yıllar									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%
Denizli	129.095	92,83	145.280	92,49	172.461	93,37	184.871	92,63	199.822	91,52
Manisa	2.120	1,52	3.575	2,28	3.813	2,06	6.680	3,35	9.908	4,54
Uşak	2.110	1,52	2.140	1,36	2.285	1,24	1.910	0,96	1.910	0,87
Diğer*	5.736	4,12	6.079	3,87	6.152	3,33	6.112	3,06	6.690	3,06
TÜRKİYE	139.061	100	157.074	100	184.711	100	199.573	100	218.330	100

* Kütahya, Aydın, Antalya, Hatay ve Muğla vd.

Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye kekik üretimi incelendiğinde, 2022 yılı için üretimin tamamına yakın bir kısmı (%92,11) Denizli ilinde üretilmektedir. Denizli ilini Manisa ve Uşak illeri sırasıyla %4,55 ve %2,49’luk paylarla takip etmektedir. Bu üç il dışında kalan diğer iller ise (Kütahya, Aydın, Antalya, Hatay ve Muğla) Türkiye kekik üretim miktarının %3,18’ini oluşturmaktadır (Çizelge 3).

Türkiye’de kekik veriminin gelişimi incelendiğinde, 2018 ve 2019 yıllarında yaşanan durgunluk sonrası verimin yükselişe geçtiği

gözlenmektedir. Türkiye genelinde 2018 yılında 114 kg/da olarak kaydedilen kekik verimi 2019 yılında da aynı düzeyde kalmış, daha sonra 2020 yılında bir önceki yıla göre %13,1’lik bir artış ile dekara 129 kg/da olmuştur. 2021 yılında düştüğü gözlenen verim, 2022 yılında 203 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Denizli ili üretim alanı ve üretim miktarı açısından ilk sırada yer almasına rağmen, verim açısından oldukça geride kalmıştır. Ele alınan dönemde Denizli ili sadece 2022 yılında Türkiye ortalamasını yakalamıştır (Çizelge 4).

Çizelge 3. Türkiye’de kekik üretim miktarları (ton) ve payları(%).

Table 3. Thyme production amount (ton) and shares (%) in Türkiye.

İller	Yıllar									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%
Denizli	14.009	88,13	15.729	87,55	21.324	89,35	18.245	86,17	40.858	92,11
Manisa	724	4,55	733	4,08	755	3,16	1.209	5,71	1.778	4,01
Uşak	396	2,49	670	3,73	710	2,97	488	2,3	313	0,71
Diğer	766	4,82	833	4,64	1.077	4,51	1.232	5,82	1.409	3,18
TÜRKİYE	15.895	100	17.965	100	23.866	100	21.174	100	44.358	100

Kaynak/ Source: TÜİK, 2023.

Çizelge 4. Türkiye’de kekik verimi (kg/da).
Table 4. Thyme yield in Türkiye (kg/da).

İller ve Türkiye Sırası	Yıllar									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	Verim (kg/da)	İndeks	Verim (kg/da)	İndeks	Verim (kg/da)	İndeks	Verim (kg/da)	İndeks	Verim (kg/da)	İndeks
Denizli (13)	109	95,6	108	94,7	124	96,1	99	93,4	204	100,5
Manisa (1)	342	300	343	300,8	384	297,7	510	481,1	500	246,3
Eskişehir(2)	333	292,1	250	219,3	330	255,8	500	471,7	422	207,9
TÜRKİYE	114	100	114	100	129	100	106	100	203	100

Kaynak/Source: TÜİK, 2023.

Denizli ilinde kekik tarımı 1990’lı yıllarda Pamukkale ilçesine bağlı Gözler Mahallesi’nde tütüne alternatif olarak başlamış ve yıllar geçtikçe üretim alanları genişlemiştir. Günümüzde Gözler Mahallesi başta olmak üzere Uzunpınar, Güzelpınar ve Kurtluca Mahallelerine ek olarak Çal ve Güney ilçelerinin dağ köylerinde de yoğun bir şekilde kekik tarımı yapılmaktadır. Araştırma sırasında görüşülen üreticilerin kekik üretimi konusundaki kararlarının mecburi olduğunu, bölgenin toprak yapısının ve iklim koşullarının onları kekik üretimine mecburi bıraktığını belirtmişlerdir. Ayrıca yöre halkı kekik üretiminin geçimlerini sağlama konusunda iyi bir ürün olduğunu belirtse de fiyatların tüccarlar tarafından belirlenmesi konusunda şikâyetlerini dile getirmişler ve alıcıların, onları zorladığı

fiyatlara razı olmak zorunda bırakılmalarından dolayı emeklerinin tam karşılık bulamadığını belirtmişlerdir. Yıllar geçtikçe Çal ve Güney ilçelerine de yayılan kekik ekimi, bu ilçelerin özellikle dağ köylerindeki üreticilerin de dikkatini çekmiş ve kekik üretimine başlamalarını sağlamıştır. Denizli ili için bir değerlendirme yapıldığında ilde kekik üretim alanı ve miktarı açısından Pamukkale, Güney ve Çal ilçelerinin öne çıktığı görülmektedir (Çizelge 5 ve Çizelge 6).

Verimlilik açısından ise farklı bir durum söz konusu olup 2022 yılı hariç Çardak, Honaz, Bozkurt, Buldan ve Çameli ilçeleri öne çıkmaktadır. Üretim alanı ve miktarı açısından önde olan ilçeler verimlilik açısından ancak 2022 verileri ile öne geçmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 5. Denizli’de kekik üretim alanı (da) ve payları (%).
Table 5. Thyme production areas (da) and shares (%) in Denizli.

İlçe	Yıllar									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan(da)	%	Alan (da)	%
Pamukkale	50.500	39,12	50.000	34,42	61.200	35,49	61.200	33,1	62.600	31,33
Güney	38.416	29,76	46.453	31,97	52.882	30,66	56.020	30,3	61.200	30,63
Çal	22.010	17,05	24.200	16,66	27.000	15,66	30.000	16,23	35.000	17,52
TOPLAM	129.095	100	145.280	100	172.461	100	184.871	100	199.822	100

Kaynak/Source: TÜİK, 2023.

Çizelge 6. Denizli’de kekik üretim miktarları (ton) ve payları (%).

Table 6. Thyme production amount (ton) and shares (%) in Denizli.

İlçe	Yıllar									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%	Üretim (ton)	%
Pamukkale	4.798	34,25	5.000	31,788	8.457	39,66	6.162	33,77	15.650	38,3
Güney	4.226	30,17	4.645	29,531	4.284	20,09	4.896	26,83	12.240	29,96
Çal	2.641	18,85	2.904	18,463	4.050	18,99	3.285	18	6.125	14,99
TOPLAM	14.009	100	15.729	100	21.324	100	18.245	100	40.858	100

Kaynak/Source: TÜİK, 2023.

Çizelge 7. Denizli’de başlıca üretici ilçelerde kekik verimi (kg/da).

Table 7. Thyme yield in main producing districts in Denizli (kg/da).

2018		2019		2020		2021		2022	
Çardak	200	Çardak	205	Çardak	200	Honaz	156	Güney	250
Honaz	156	Honaz	156	Güney	160	Çameli	153	Buldan	200
Bozkurt	154	Bozkurt	153	Çameli	160	Buldan	150	Pamukkale	200

Kaynak/Source: TÜİK, 2023.

Türkiye’de kekik pazarlaması

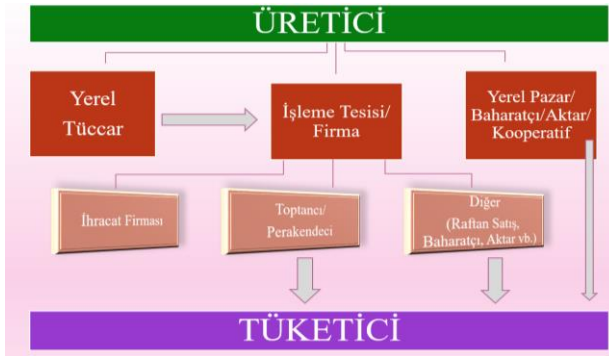
Türkiye’de kekik tarımında üç farklı işletme tipi mevcuttur. Bunlar aile, orta ve büyük işletme şeklindedir. 1-20 dekarlık küçük alanlarda faaliyet gösteren işletmeler ortalama 4-5 kişilik hane halkı sayıları ile aile işletmeleri olarak değerlendirilmektedir. Bu tarz küçük alanlarda faaliyet gösteren üreticiler arazinin bakım ve hasadını ailesi ile beraber kendisi yapmaktadır. Orta ölçekte olan işletmeler 20-100 dekar alanlarda, büyük ölçekte olan işletmeler ise 100 dekarın üzerindeki alanlarda faaliyet gösteren işletmeler olarak belirtilmektedir (BAKA, 2021). Büyük ölçekli işletmelerde bakım ve hasat işleri için tarım işçisine ve mekanizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür işletmelerde AR-GE’ye önem verilir, üretim kütleli olur ve uzman veya danışman ile yapılır. Türkiye’de kekik üretilen işletmelere bakıldığında genellikle aile ve orta ölçek tipindedir. Bu da Türkiye’nin genel tarım işletmeleri modeline benzerlik göstermektedir.

Kekik üreticileri ürünlerini ya kendileri doğrudan yerel pazarlara götürmekte ya da iki farklı alıcıya verebilmektedirler. Bu alıcılar; yörede bulunan yerel tüccarlar ve yöreye gelen firma temsilcileridir. Yerel tüccarlar ise topladıkları ürünleri piyasanın durumuna göre büyük firmalara pazarlamaktadır. Firmalar ürünleri kendi tesislerinde kalite kontrollerini yapıp işleyerek her pazarın isteğine uygun hale getirmektedir. Daha

sonra bu ürünleri pazarın istek ve beklentilerine uygun olarak paketleyerek ya ihracat firmaya ya perakendeciye ya da yerel pazarlara satmaktadır. (Şekil 1). Denizli ilinde kekik pazarlaması ele alındığında, kekik bitkisinin üreticiden ya yerel ya da büyük firmalar tarafından alınmakta olduğu görülmektedir.

Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri

Ankete katılan üreticilerin genellikle 46-29 yaş aralığında ve genel olarak ilköğretim düzeyinde eğitime sahip oldukları görülmektedir. Üreticilerin tarımsal deneyimi çoğunlukla 10 yılın üzerindedir (Çizelge 8). Araştırma alanında yapılan bir başka çalışmada üreticilerin bitkisel üretim deneyimleri ortalama 25,57 yıl ve kekik üretimi deneyimleri ise ortalama 17,05 yıl olarak tespit edilmiştir (Dalgıç ve ark., 2020). Aynı yörede yapılan bir başka çalışmada da üreticilerin tarımsal deneyimi 28,1 yıl ve kekik üretim deneyimi 8,79 yıl bulunmuştur (Aslan ve Gül, 2019). Diğer yandan üreticilerin tıbbi ve aromatik bitkiler yetiştirme deneyimi ise, tarımsal yetiştiricilik deneyimine göre daha azdır (Çizelge 9). Saha gözlemlerimize göre, son yıllarda Denizli Tarım ve Orman Müdürlüğü’nün yayım çalışmaları ve üreticilerin diğer yetiştiricilerin deneyimlerinin de etkisi ile tıbbi ve aromatik bitkiler yetiştiriciliğine eğilimlerinin arttığı ifade edilebilir.



Şekil.1. Türkiye’de kekik pazarlama kanalları
Figure 1. Thyme marketing channels in Türkiye
Kaynak/Source (Çelik ve Gül, 2022)

Üreticilerin tarım dışında gelir elde etme durumları incelendiğinde üreticilerin 171’inin işletmesi dışında çalışmalarıyla da gelir elde ettikleri (%66,79) görülmektedir. Bunlardan 62’si (%36,04) işletmeleri dışında tarımsal faaliyetlerde çalışarak gelir elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Diğer yandan üreticileri kekik üretimine yönelten nedenler incelendiğinde genel olarak üretim karlılığının öne çıktığı görülmektedir(Çizelge 9).

Çizelge 9. Üreticilerin kekik üretme nedenleri.
Table 9. Reasons for producers to produce thyme.

İfadeler	Evet*	Üretici (%)
Aileden kalma bir işletme olması	114	44,53
Karlı bir yetiştiricilik olması	249	97,27
TAB yetiştiriciliğinin hobim olması	20	7,81
Ham maddenin bulunabilme kolaylığı	226	88,28
Satış kolaylığı	231	90,23
TAB yetiştiriciliği konusunda eğitim almış olmam	59	23,05
Diğer	32	0,13

*Üreticilerden birden fazla seçeneği işaretlemişlerdir.

Üretim ile ilgili veriler

İşletmelerin ortalama 77,81 da üretim alanına sahip oldukları görülmektedir. Genel olarak mülk arazilerde üretim yapılmakta olup, toplam parsel sayısı 8,50 Adet/işl. dir (Çizelge 10).

Diğer yandan işletmelerin önemli bir kısmı 30 dekarın üzerinde kekik üretim alanına sahiptir (Çizelge 11). Bölge için işletmelerin daha önce ifade edilen veriler çerçevesinde genellikle orta ölçekte işletmeler olduğu ifade edilebilir.

İşletmelerde kekik üretim durumuna bakıldığında Pamukkale ilçesinde işletme başına üretim miktarının daha yüksek olduğu ve işletmeler

Çizelge 8. Üreticilerin bazı özellikleri.
Table 8. Some features of producers.

Yaş Grupları	Sayı	%
≤30	8	3,11
31-45	67	29,18
46-59	116	45,14
60≤	66	25,68
Toplam	256	100,00
Eğitim Grupları (Yıl)	Sayı	%
1-5	133	51,75
6-8	31	12,06
9-11	2	0,78
12≤	91	35,41
Toplam	256	100,00
Üreticilerin Tarımsal Deneyimi (Yıl)	Sayı	%
≤10	67	26,17
11-25	60	23,44
26≤	129	50,39
Toplam	256	100,00
TAB Yetiştiriciliği Deneyimi (Yıl)	Sayı	%
≤5	83	32,42
6-10	61	23,83
11≤	112	43,75
Toplam	256	100,00

genelinde ortalama üretimin 9005,19 kg/işl. olduğu görülmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 10. İşletmelere İlişkin Genel Bilgiler.
Table 10. General Information About Farms.

	Ortalama
Toplam arazi (da)	77,81
Kiralanan arazi (da)	18,35
Parsel Sayısı (Adet/İşl)	8,50
Sulanan arazi (da)	6,55

Çizelge 11. İşletmelerde kekik üretim alanı.
Table 11. Thyme production area in farms.

Kekik Üretimi Yapılan Alan (da)	Sayı	%
≤10	14	5,47
11 - 29	64	25,00
30≤	178	69,53
Toplam	256	100,00

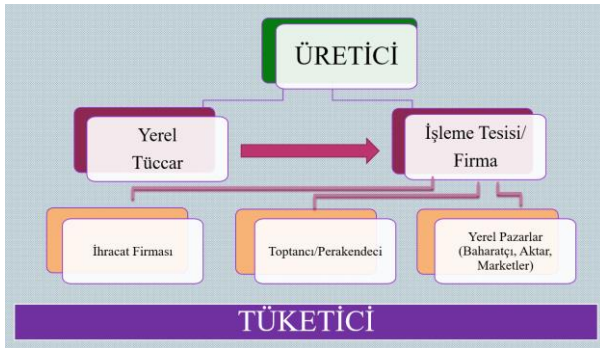
Çizelge 12. İşletmelerde kekik üretim ve verim durumu.
Table 12. Thyme production and yield in farms.

	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (kg)	İşletme Başına Üretim (kg)	Verim(kg/da)
Çal	2942	533185	6582,53	181,23
Güney	5680	962530	9625,3	169,46
Pamukkale	4216	809615	10794,87	192,03
Genel	12838	2305330	9005,19	179,57

Kekik pazarlaması

Araştırma alanında kekik pazarlama kanalı incelendiğinde, kekik bitkisinin üreticiden ya yerel ya da büyük tüccarlar (firmalar) tarafından alınmakta olduğu görülmektedir. Bunun en büyük etkeni yörede üreticiye, kooperatife ya da yerel tüccara ait herhangi bir işleme tesisi olmamasıdır.

Kekik üreticiden tüketiciye ulaşana kadar ya yörede bulunan yerel tüccarlar tarafından satın alınarak firmalara ulaşmakta, ya da yöreye gelen büyük tüccarlar (firma temsilcileri) tarafından satın alınmaktadır. Yerel tüccarlar topladıkları ürünleri piyasanın durumuna göre büyük tüccarlara satmaktadır. Firmalar satın aldıkları ürünlerin kalite kontrollerini yaparak, piyasanın istek ve beklentilerine uygun olarak paketlemekte, ardından ihracat firması, toptancı, perakendeci, ya da yerel pazarlara satış yapmaktadırlar (Şekil 2).



Şekil 2. Denizli'de Kekik Pazarlama Kanalları.
Figure 2. Thyme Marketing Channels in Denizli.

Araştırma alanında kekik ürününün tüccarlar tarafından üreticiden alış fiyatı dalgalı bir seyir izlemekte olup, verilerin elde edildiği 2022 yılı içerisinde 28 TL/kg ile başlayan alış fiyatı 31 TL/kg'a kadar değişim göstermiştir. Bazı dönemlerde talebe bağlı olarak fiyatların 12 TL/kg'a kadar gerilediği de üreticilerce ifade edilmiştir. Taban fiyat belirlenmemesinden kaynaklı olarak alış

fiyatlarındaki dalgalanma fazla olduğu sık sık dile getirilmiştir. Araştırma alanında yapılan bir başka çalışmada da üreticilerin %41,38'i fiyatı tüccarın belirlemesini, %32,76'sı ise girdilerin pahalı olmasını, %34,48'i ise hiçbir sorun olmadığını ifade etmiştir (Dalgıç vd, 2020). Araştırma verilerine göre ortalama üretici maliyeti 19,44 TL/kg. hesaplandığında, ortalama satış fiyatı olarak görülen 24 TL/kg ile 4,56 TL. kâr görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kekik tarımında elde edilen ürünler hem yurt içi hem de yurt dışı pazarda gıda, baharat, kozmetik, ilaç, aromaterapi gibi sektörlerde yerini almaktadır. Baharat endüstrisinde büyük ölçekli işletmeler, üretim miktarının büyüklüğü avantajı ile ürünlerini yurt dışına ihraç edebilirken, orta ve küçük ölçekli işletmeler genellikle iç pazara ürün arz etmektedir.

Kekik yetiştiriciliğinin en büyük sorunlarından bir tanesi yabancı otlardır. Yetiştiricilik esnasında gerek elle gerek makine ile çapa yapılsa da ürün köküne çok yakın olan yabancı otlar çapalanmadan tarlada kalmaktadır. Bu da hasat sırasında kekik ürününe karışmaktadır. Hasat sonrası ürünün işlenmesi esnasında da yabancı otların ayıklanması oldukça güçtür ve bu durum kekik kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yabancı otlar insan ve hayvan için yararlı olmayan bazı fenolikler, alkaloidler içermektedir. Bu alkaloidlerden biri olan Pirolozidin alkaloidleri (PA)'dir. Avrupa Birliği, gıda maddelerindeki belirli kontaminantlar için maksimum seviyeleri belirleyen 1881/2006 (EC) Sayılı Komisyon Tüzüğü, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'nin "Gıda Zincirindeki Kirlenmeye İlişkin Bilimsel Paneli (CONTAM Paneli)" nde, gıdalarda pirolizidin alkaloidlerin varlığının halk sağlığı üzerinde oluşturduğu riskler hakkında yayınladığı bilimsel bir görüşe dayanarak düzenlemeye gitmiştir. 2020/2040 (EC) Sayılı yeni

düzenlemede kekik için belirlenen PA yasal limiti 1000 µg/kg olmuştur. Buna göre ihraç edilen kekiklerin alıcı ülke tarafından tabii tutuldukları analizlerde yasal limiti aşanların ürün iadesi olacaktır. Bu da ihracatçı firmalar için çok büyük maddi kayıplar anlamına gelmektedir. Bu kayıpların önüne geçmek isteyen bazı firmalar ise PA değeri yüksek olan ürünlerini satabilmek adına PA içermeyen zeytin, çilek, mersin vb. bitkilerin yapraklarını kekik ile karıştırarak alkaloid seviyesini azaltmaya çalışmaktadırlar. Bu durum tağşişe sebep olmaktadır. Bu sebeple saflığı bozulan kekiklerin ihracatı yapılamadığı gibi bu durum alıcılarda güven kaybına neden olmaktadır. Bu da ülkemizin imajını uluslararası düzeyde zedelemektedir.

Kekik üretiminde hasat sonrası katma değere dönüşen diğer bir çıktı ise uçucu yağdır. Uçucu yağ üretmek için kullanılacak olan yaprak ve çiçekler fabrikalara götürülür ve damıtılma işlemleri burada gerçekleştirilir. Bu aşamanın ardından elde edilen kekik yağları plastik veya alüminyum kaplara konular daha sonra kara ve hava yolu ile ilgili yerlere ulaşımı sağlar. Dış pazarın baharat ve uçucu yağ sektörüne olan talebi kekik tarımına ve endüstrisine olumlu katkılar sağlamıştır. Kekiğin hem baharat sektöründe hem de uçucu yağ sektöründe standartlar belirlenmiştir ve bu standartlara uygun üretim yapılması dış pazarın gözlerini Türkiye'ye çevirmesini sağlayacaktır. Dolayısıyla standardizasyonu sağlanmış ürünlerin dış pazarda satış başarısı yüksek olacaktır. Bu standardizasyonu yakalayabilen işletmeler dış pazarda güven sağlayarak özellikle kendi markalarını oluşturabilir bu markalar eşliğinde gıdaları paketleyerek ürünlerin gıda güvenliğini sağladıktan sonra piyasaya sunabilirler. Gıda güvenliği azaldıkça ürün ihracının zorlaştığı bir gerçektir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin pazara sunumu çoğunlukla kurutulmuş, bazen taze, bütün, parçalanmış veya kesilmiş bitki veya bitki parçaları (drog) şeklinde olmaktadır. Türkiye'de kekik fiyatlarını belirleyen alıcılar, temiz ürün ile çöplü ürün arasında fiyat farkı oluşturmadıkları için kekik üreticilerinin birçoğu kekiği temiz üretme gayretine girmekten kaçınmaktadır. Ürün ister çöplü olsun ister temiz, ister kalıntı olsun isterse

olmasın diyerek her ürüne aynı fiyat veren alıcıları denetleme konusunda da herhangi belirleyici bir aktör kurum ya da mevzuat henüz yapılandırılmamıştır. Fakat imalatçıların drog şeklinde ihracatını yapmak yerine bu parçaların temizleme, ayıklama, tasnifleme, toptan ve perakende paketleme işlemleri yaparak katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülerek piyasaya sunulması Avrupa pazarlarında yerlerini alma şanslarını yükseltmelerini sağlama konusunda önemlidir (Karık ve Öztürk, 2009).

Araştırmanın yapıldığı bölgede kekik hasadı ya traktörler aracılığıyla hasat makineleri ile mekanik olarak ya da manuel formatta elle yapılmaktadır. Hasattan sonra kuruması için birkaç gün boyunca tarlada bırakılan kekikler güneşte kurutulması halinde yapraklarında oluşan kararmalar nedeni ile kalite kaybına uğramaktadır. Kuruyan kekiklerin daha sonra halk dilinde kara patoz ya da savrum makinası olan bilinen makine ile harmanı yapılır. Bitkiye vurmak suretiyle tohumları sap ve kabuğundan ayırarak öğüten bu patoz makinesi aslında hububat harmanı için kullanılmaktadır. Kekik harmanı için kullanılabilecek ürüne özel herhangi bir harman, çapa ya da hasat makinası olmadığı için üretici kendi ellerinde bulunan makinaları kullanarak kekik harmanını yapmaktadır. Üreticinin harmanını yaptığı kekiklerini ya yerel tüccarlara ya da büyük tüccarlara (firmalara) satarlar. Tüccarlar ise kekikleri herhangi bir analize tabi tutmadan ve bir ölçüt belirlemeden, ihtiyaç duydukları miktarda alırlar. Bu da üreticinin pazarlama sürecinde PA engeline takılmadığını düşündürmektedir. Üreticiler için pazarlama konusundaki en büyük sorun kekik alış fiyatlarının dengesiz olmasıdır. Satış konusunda herhangi bir taban fiyatın belirlenmemesi, tüccarların ihtiyaç duydukları miktarlarda kendi belirledikleri fiyat üzerinden ürünleri satın almaları üreticilerinin en çok dile getirdikleri sorundur. Görüşülen üreticiler, kekiğin bir taban fiyata sahip oluşmayışından ve yıl içindeki aşırı fiyat dalgalanmalarından yakınmaktadırlar. Araştırma alanında yapılan bir çalışmada kekik üretimindeki ana sorunlar teknik bilgi eksikliği, hasat sorunları ve kekik fiyatlarının dalgalı seyri olarak sıralanmıştır (Aslan ve Gül, 2019).

Üretim sürecinin gıda güvenliği gözetilerek yapılması, taban fiyat oluşturulması ve fiyatların yıl içerisinde dengede kalması kekiğin markalaşabilmesi açısından önem arz etmektedir. Markalaşmanın sağlayacağı prestij ise Türkiye'nin ihraç gücünün arttırmasındaki en önemli etkenlerdendir.

Kekikle ilgili üreticilerin görüşlerinden ve maliyet hesaplarından yola çıkarak kekik üretiminin kârlı bir üretim olduğunu söylemek mümkündür. Kekik üretim sürecinin kısıtlılığı ve kekiğin dış piyasanın varlığı üreticileri cezbetmektedir. Üreticilerin buldukları bölgelerin iklim ve toprak yapıları da üreticilerin üretim faaliyetlerinde ürün olarak kekiğe yönelmelerini destekleyici doğal unsurlardır. Fakat kekik üretim alanlarının artması kekikte arz fazlasının oluşmasına sebep olarak satış fiyatlarının düşme riskini yaratmaktadır. Ama yine de iç ve dış pazarda kekiğe olan talep yıldan yıla artmaktadır ve ülkemiz kekik sektöründe dış pazardaki önemli aktörlerdendir. Geçmişten günümüze uzanan tıbbi ve aromatik bitkisel materyallere olan talebin gelecekte de dünya pazarlarında sürmesi beklenmektedir (Craker, 2007). Bu sebeple tıbbi ve aromatik bitkilerin ülke ekonomisine katkı sağlayacak şekilde katma değerli ürünlere dönüştürülerek pazara sunulması ve bunu yaparken floranın tahrip edilmeden türlerin korunarak yapılması tıbbi ve aromatik bitkilerin sürdürülebilir üretimine katkı sağlayacaktır.

Dolayısıyla Türkiye'de kekik üretiminin sürdürülebilir olması ve ticaret hacminin arttırılması sağlayabilmek için üretim süreci ve sonraki aşamalarını kapsayan hedef pazarlara yönelik bir takım detaylı kurallar belirlenerek bunların standardizasyonu sağlanmalıdır. Belirlenen bu kuralların üretim basamaklarına entegre edilerek zorunlu hale getirilmesi halinde Türkiye, kekik sektöründe küresel ölçekte hedef pazarlara istenilen standartlar ve verimlilikte ürünün sunulmasını sağlamış olacaktır. Tüm bu etkenler doğrultusunda yurt içi ve yurt dışında ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin detaylı bir listesi, aracıları, toplayıcısı, ticareti yapan firma vb. bilgiler derlenerek bir veri tabanı oluşturulmalıdır. Ayrıca tıbbi ve aromatik bitkiler konusunda öncelikler ve standartlar belirlenerek dünya pazarındaki arz-talep durumu ile fiyatlar konusunda bilgilerin alınabileceği disiplinler arası

bir komitenin kurulması gereklidir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Ürün fark etmeksizin üretim aşamasının ilk maddesinin sağlıklı bir materyal olması üretim sürecinin sağlıklı devam edebilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda sertifikalı ve sağlıklı üretim materyali sağlanması için gerekli AR-GE çalışmalarının yapılması sağlıklı, kaliteli ve yüksek verimli ürünler elde edilebilmesini sağlayacaktır. Dolayısıyla tıbbi ve aromatik bitkiler konusundaki saha çalışmalarına da öncelik verilmelidir.

Ülkemizde kekik üretiminin yaklaşık %90'ına yapıldığı il olan Denizli'de birim alana düşen verim ortalaması düşük kalmaktadır. Yapılacak AR-GE çalışmalarında kekik yetiştiriciliğinde kültürel uygulamaların ve yüksek verime sahip çeşitlerin geliştirilmesine odaklanılması dekar başına düşecek olan ürün miktarını arttırabilme dolayısıyla kaynakların etkin kullanımı konularında üreticilere ışık tutacaktır. Tüm bunların yanında üreticilerin bilinçlendirmek için gerekli yayım çalışmalarının yapılarak üreticilere, üretim süreci hakkında nitelikli bir eğitimin kekik sektörünün gelişimi açısından etkili olacağı düşünülmektedir.

Kekik sektöründe son yıllarda fiyat artışı olmasına rağmen, üreticilerin fiyat beklentilerini karşılayamaması ve fiyatın daha da düşmesi endişesine karşın sözleşmeli üretim bir çözüm niteliği taşımaktadır. Ayrıca sözleşmeli üretim yapılması kekiğin üretim sürecinde karşılaşılan bazı sorunların ortadan kalmasına fayda sağlayacaktır. Kekikğin üretim sürecinde yapılan işlemlerin toprağın yapısını bozması, bilinçsiz kimyasal kullanımı, olumsuz iklim şartları, işçiliğin temiz yapılmaması gibi sorunlar baş göstermektedir. Bu durum istenilen miktarda ve kalitede ürün elde edebilme konularında sorunlara sebep olmaktadır. Sözleşmeli üretim ile bu sorunlar şarta bağlanarak üretim süreci planlanacaktır. Buna bağlı olarak hem istenilen miktarda ve kalitede ürün elde edebilme şansı yakalanacak hem de üreticilere alım garantisi verileceğinden dolayı üreticinin ürünü elinde kalmayacaktır. Böylece üreticinin pazar sorununun kaldırılması kısmen sağlanacaktır. Ayrıca kekik üretiminde, üretimin ilk aşamasından son aşaması olan pazarlamaya kadar bir zincir oluşturulması gereklidir. Bunun yanında üreticilerin pazar gücü elde edebilmeleri için örgütlenmeleri şarttır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2020. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. 2020. Tarımsal Kayıtlar.
- Artukoglu, M. M., A. Uzman, ve A. Olgun, 2002. An evaluation of medicinal and aromatic plant trade in the world, in the EU and in Turkey, *Agro Food Industry Hi-Tech*, 13(6):19-22.
- Aslan, O. ve M. Gül, 2019. Economic structure and the problems of thyme producer farms in Denizli. *International Journal of Social and Economic Sciences* 7(1): 64–69.
- BAKA. 2021. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı. Kekik (*Origanum onites*, *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*) Tarımı ve Endüstrisi Fizibilite Raporu. <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/kekik-tarimi-ve-endustrisi-fizibilite-raporu/2688> (Erişim: 13.05.2023).
- Başer, H.C.1998. Tıbbi ve aromatik bitkilerin endüstriyel kullanımı. *TAB Bülteni* 13-14:19-43.
- Bayram, E, S. 2018. Denizli ili koşullarında organik yetiştirilen İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinin beslenme durumları ve bazı kalite öğeleri arasındaki ilişkiler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 22 (2):225-235.
- Bayram, E., E. Kırıcı, S. Tansi, G. Yılmaz, O. Arabacı, S. Kızıl, İ. Telci. 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler Kitabı-1. s. 437-457.*
- Bayramoğlu, M. M., D. Toksoy ve G. Şen. 2009. Türkiye’de tıbbi bitki ticareti. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi. 19-21 Şubat 2009. SDÜ-Isparta, s. 89-98.
- Bozdemir, Ç. 2019. Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences* 29 (3): 583-594.
- Çelik, A. D. ve A. Gül. 2022. Hatay yöresinde tıbbi ve aromatik bitkilerde pazarlama organizasyonunun etkinliğinin ve üretici memnuniyetinin belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 25 (6): 1465-1478.
- Ceylan, A. 1995. Tıbbi Bitkiler-I. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No:312. Bornova, İzmir.
- Ceylan, M. A. 1998. Salihli’de yeni bir tarım ürünü; kekik ekimi ve üretimi. *Marmara Coğrafya Dergisi* (2), 185-196.
- Craker, L. E., and Z. E. Gardner. 2006. Medicinal plants and tomorrow’s pharmacy. pp. 29–41. *In: R. J. Bogers, L. E. Craker, and D. Lange (Eds). Medicinal and Aromatic Plants. Springer. Dordrecht, Netherlands. (13) (PDF) Medicinal Plants-Nature’s Pharmacy. Available at: https://www.researchgate.net/publication/261724646_Medicinal_Plants-Nature's_Pharmacy [accessed Oct 27, 2023].*
- Craker, L.E. 2007. Medicinal and Aromatic Plants-Future Opportunities Reprinted from: *Issues in New Crops and New Uses.* J. Janick and A. Whipkey (eds.). ASHS Press.
- Dalgıç, A., Z. Demir ve B. Karlı. 2020. Denizli ilinde kekik üretimi yapan işletmelerin sosyo - ekonomik yapısı ve sorunları. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 15 (2): 151-160.
- Faydaoğlu, E. ve M.S. Sürücüoğlu. 2011. Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1):52–62.
- Gül, M., M.C. Ormeci Kart ve B. S. Sirikci. 2016. Determining costs and profitability of lavender farms in Isparta province of Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 19(3): 686-692.
- Kapluhan, E. 2013. Bekilli’de (Denizli) alternatif ziraat faaliyetlerine bir örnek: Kekik yetiştiriciliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28): 194-210.
- Karık Ü. ve M. Öztürk. 2009. Türkiye dış ticaretinde tıbbi ve aromatik bitkiler, *Bahçe Dergisi*, 38 (2): 21-31.
- Lubbe, A., and R. Verpoorte. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products* 34: 785–801.
- Newbold, P.1995. *Statistics for Business and Economics.* Prentice-Hall. New Jersey.
- Özçelik, H. ve C. Balabanlı. 2005. Burdur ilinin tıbbi ve aromatik bitkileri. 1. Burdur Sempozyumu. Cilt 1: 1127-1137.
- Seidler-oykowska,K.,R. Mordalski, W. Kucharski, A. Golcz, E. Kozik, and J. Wójcik. 2009. Economic and qualitative value of the raw material of chosen species of medicinal plants from organic farming. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 8(3): 23-28.
- Temel, M. ve A.B. Tınmaz, M. Öztürk, O. Gündüz. 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *KSÜ Tar Doğa Dergi* 21(Özel Sayı): 198-214.
- Tulukçu, E. ve O. Sağdıç. 2011. Konya’da aktarlarda satılan tıbbi bitkiler ve kullanılan kısımları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 27(4):304-308.
- TÜİK. 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>(Erişim: 13.05.2023).

Buğday Yetiştiriciliğinin Mevsimsel İklim Değişkenliğinden Etkilenebilirlik Derecesi ve Uyum Kapasitesinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma

İdris USLU^{1*} **Zerrin ÇELİK²** **Gözen YÜCEERİM³**
Vural KARAGÜL⁴ **Ash ÖZDARICI OK⁵**

^{1,2,3,4} **Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE**

⁵ **Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Tapu Kadastro Yüksekokulu, Ankara/TÜRKİYE**

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

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

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

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

Received (Geliş tarihi): 19.09.2023

Accepted (Kabul tarihi): 16.10.2023

Online: 29.12.2023

Öz: Son yıllarda bitki yetiştiriciliği sıcaklık ve yağış gibi iklime etki eden meteorolojik değişkenlerden olumsuz olarak etkilenmektedir. Tarımsal üretimin sürdürülebilmesi için bitki yetiştiriciliğinde yapılan sezon içi işlemlerin neler olduğu ve üretim ortamının bölgesel olarak iklim risklerine ne derecede hassas ya da dayanıklı olduğunu belirlemek önem kazanmaktadır. Bu araştırmada 2023 yılında Menemen Ovası'nda 130 buğday üreticisi ile yapılan yüz yüze anket çalışması ile mevcut buğday yetiştiriciliği bilgisi, sezon içi hava durumunu izleme alışkanlıkları ve yeni durumlara karşı yapılan yetiştiricilik işlemleri incelenmiştir. Bu araştırmada ekim zamanı, toprak işleme, ekim yöntemi, yetiştirilecek buğday çeşidi, gübreleme gibi uygulamalara göre mevsimsel iklim değişkenliğine hassasiyet ve dayanıklılık değerlendirilmiştir. İklim olaylarının aynı anda ve geniş alanlarda meydana gelmesi nedeniyle araştırma verileri Ters Mesafe Ağırlık (IDW) yöntemi ile elde edilen haritalar ile değerlendirilmiştir. Araştırma alanındaki gübreleme uygulamaları ve çeşit sayıları çakıştırma analizleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, olumsuz çevre koşullarına hassasiyeti artıran aşırı azotlu gübre kullanımı, düşük fosforlu gübre kullanımı ve yaygın çeşit sayısının az olması mevsim içi iklim değişkenliğine karşı hassasiyeti artıran başlıca etmenler olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mevsim içi iklim değişkenliği, etkilenebilirlik derecesi, uyum kapasitesi, buğday yetiştiriciliği, IDW

A Study on Evaluation of Vulnerability and Adaptation Capacity of Wheat Farming to Seasonal Climate Variability

Abstract: In recent years, plant production has been negatively impacted by climatic variables, such as temperature and precipitation. To sustain agricultural production, it has become increasingly important to determine plant cultivation practices and whether a region's plant-growing environment is vulnerable to or tolerant to climatic risks. In this study, a face-to-face questionnaire was administered to 130 wheat producers on the Menemen Plain in 2023 to determine their cultivation knowledge, behavior in response to weather conditions, and alterations in their growing practices in response to new weather conditions. Within the research, sowing time, cultivation, sowing method, wheat varieties, fertilization practices, etc. were evaluated for vulnerability and resistance to seasonal climate variability. Due to the fact that climatic events occur simultaneously and over extensive areas, the research data were analyzed spatially on maps which were produced by Inverse Distance Weighting (IDW) method. Fertilization and crop variety maps were studied by overlay analysis. According to the results, overuse of nitrogen fertilizer, which increased vulnerability of crops against adverse environmental conditions, the underuse of phosphorus fertilizer and limited number of wheat varieties were identified as the most significant vulnerability factors to seasonal climate variability.

Keywords: Seasonal climate variability, vulnerability degree, adaptation capacity, wheat farming, IDW.

GİRİŞ

Atmosferde artış gösteren sera gazları küresel sıcaklık artışlarına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimler kuraklık, seller, taşkınlar gibi afet boyutunda etkilere neden olmaktadır (Aydın ve Sarptaş, 2018). Bu nedenlerle tarımsal adaptasyon açısından çiftçilerin ürettikleri ürünleri değiştirme zorunluluğu yaşayabileceği, hatta ekim-dikim zamanlarının değiştirilmesi gibi yetiştiricilik işlerinde değişikliklere neden olabileceği ve özellikle ülkemizde buğday gibi ürünlerin üretiminde verim düşüklükleri yaşanabileceği bildirilmektedir (Öztürk, 2002).

Tarım sektörü, iklim değişikliği etkilerine olan hassasiyetin en yüksek olduğu alanlardan biridir (Neset ve ark., 2019). Bir üretim ortamında bu hassasiyetin analiz edilerek azaltılması, sürdürülebilir tarım için anahtar bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, iklim değişkenliğinin olumsuz etkilerinin arkasında yatan gerçeğin anlaşılması ve sezon içi iklim değişkenliğine karşı duyarlı noktaların tespiti giderek önem kazanmaktadır.

Bitkiler, iyi bir büyüme ve gelişim için bitki besin maddelerine olduğu kadar sıcaklık, su ve gün ışığına da ihtiyaç duyarlar. Erişilebilir verim, bitki genotipi ve çevre koşullarına (yetiştirme işlemleri dâhil) göre belirlenir ve bitkinin belirli dönemlerinde yetersiz kuru madde birikimi olduğunda sezon sonundaki verim beklenen değer altına düşebilir. Verim azalmasına neden olan meteorolojik olaylar düşük sıcaklık, don, yüksek sıcaklık, aşırı yağış, az yağış, aşırı rüzgâr hızı ve düşük güneşlenme (Amien, 2006).

İklim faktörlerinin ve çevresel faktörlerin verim üzerine etkisi çok güçlüdür. Yüksek sıcaklık koşulları altında birçok tarla bitkisi ve sebze türlerinde biyo kütle ve verim azalması rapor edilmiştir (Mina ve ark., 2018). Buğday için verimde %16-35 azalma aralığı belirlenmiştir (Lawlor ve Mitchel, 2000). İklim değişikliği nedeniyle 2050 yılında Türkiye buğday ve arpa üretiminde %7,6 verim azalması olacağı hesaplanmıştır (Dellal ve ark., 2011).

Oden ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada Ege Bölgesinde 140 ilçeye ait 1970-1998 yılları arasında 28 yıllık bir dönem için günlük ve aylık iklim verisi, fiziksel koşullar, sosyo ekonomik indeksler ve gübre uygulamaları ile bir veri tabanı oluşturmuşlardır. Çalışmada 298 parselden alınan 8-18 değişken ile aylık, 2 aylık ve mevsimsel yağış miktarları ve buğday verimleri adimsal regresyon modeliyle incelenmiştir. Sonuçlara göre, buğday verimindeki yıllar arası değişiminin %82'sini -23 kg da⁻¹ standart hata ile açıklanabilmiştir. Verimi açıklayan en önemli değişkenler yağış, toprak nemi stresi, toprak, sosyo ekonomik koşullar ve gübre uygulamaları olmuştur. Buğday verimini artırabilmek için Ege Bölgesinde en uygun ekim zamanının 10-20 Kasım olduğu, her bir günlük gecikmenin 5,6 kg da⁻¹ verim azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Optimum N ihtiyacının 12 kg da⁻¹ olduğu, 5 kg da⁻¹ ekimle beraber, 2,5-8,5 kg da⁻¹ ise şubat sonunda uygulanması önerilmiştir. Yine pamuk bitkisiyle ekim nöbetine giren buğdaya 50-60 mm su verilmesi 12,5-15 kg da⁻¹ verim artışına neden olmaktadır.

Bitki ve toprak verimliliğinin konu olduğu bölgesel çalışmalarda üretici verilerinden yararlanıldığı görülmektedir. Tittonell ve ark. (2006) Batı Kenya bölgesinde azot kullanımına bağlı bitki ve toprak yönetimindeki değişimleri inceledikleri çalışmada, Schultes ve ark. (2013) Bangladeş'te bölgesel mısır verim potansiyelini değerlendirmede, Şatır ve Berberoğlu (2016) Adana'da toprak tuzluluğunun etkisi ve buğday verim tahminini incelemede üretici verilerini kullanmışlardır. Benzer şekilde Menemen'de yürütülen mısır bitkisi ekim alanları ve dane veriminin incelendiği bir çalışmada (Uslu ve ark., 2021) üretici verilerinden yararlanıldığı görülmektedir.

Tarımsal üretimin iklim koşullarına bağımlı olması, hava durumlarının izlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. Sezon içindeki hava durumunun izlenmesi ekim zamanı, gübreleme, ilaçlama gibi yetiştiricilik uygulamalarının zamanlamasına karar vermekte önemlidir. Gelecek sezon için yapılan tahminler ise ekilecek ürün türünün ve çeşidinin değiştirilmesine neden olabilmektedir.

Olumsuz hava koşullarının geniş alanları etkilemesi dolayısıyla, üretim sisteminin değerlendirilmesi ve alınacak tedbirlere karar verilmesinde üretimi etkileyen etmenlerin alansal dağılımının dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda, üretim sistemi ve iklim değişkenliği hakkında mevcut durumun ortaya konulması, sorunların ve fırsatların bulunması ve yeni kararların konumsal dağılıma göre verilmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemleri kullanılmaktadır.

CBS yöntemlerinin, karar alma sürecindeki yüksek etkisi, zaman, iş yükü ve maliyet tasarrufu sağlaması, verilerin mekânla ilişkilendirilebilmesi, yönetim verilerinin güncellenebilmesi ve analiz sonuçlarının harita ve grafik olarak sunulabilmesi önemini artırmaktadır. Aynı zamanda, CBS mevcut verilerden yeni bilgiler üreterek bilinmezliğin azaltılmasında mekân bazlı stratejik karar verme ve operasyonel amaçlar için kullanılmaktadır (Cansel ve Özdarıcı Ok, 2022).

CBS ve tarımın bir araya gelmesi, doğa olaylarının olumsuz etkilerini değerlendirme, önleme ve azaltılmasına yardımcı olabilmektedir. Aynı zamanda, geçmiş kuraklık, soğuk zararı, yatma, vb zararlara ait envanterin oluşturulması, bu olaylara etki eden etmenlerin önem derecelerinin ortaya çıkarılması ve karar vericiler için analiz sürecinin optimize edilerek hızlı ve verimli bir karar alma süreci geliştirilmesi için önemlidir.

Tarımsal üretim ve verimlilik çevresel faktörler ile agronomik faaliyetlere çok sıkı bağlıdır. Küresel ve bölgesel olarak izlenen hava durumlarının olumsuz etkileri yerel olarak yetiştiricilerin verdiği tepki ve üretim ortamının sahip olduğu özelliklere göre farklılık göstermektedir. Bitki yetiştiriciliğinde sezon içi iklim değişkenliğinin olumsuz etkilerinin son yıllarda artması Menemen Ovasında seçilecek bitki türü, bitki çeşidi ve yetiştiricilik işlemlerinin önemini daha da artırmıştır. Bu amaçla araştırmada, tarımsal faaliyetlerin iklim değişikliğine karşı hassasiyet ve dayanıklılık derecesi belirlenerek tarımda sürdürülebilirliğe katkı sağlamak hedeflenmiştir. Bu araştırmada, yetiştirme sezonunda meydana gelen olumsuz hava olaylarının

bitki yetiştiriciliği üzerine etkileri yüz yüze görüşmelerle elde edilen verilerin CBS yöntemleri kullanılarak “ne, nerede, ne kadar” sorularını da açıklayacak şekilde analiz edilerek buğday yetiştiriciliğinin iklim değişkenliğinden etkilenme durumu değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

MATERYAL

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

Araştırma alanının iklim özellikleri: Ege Bölgesi, makro iklim özelliği yönünden Akdeniz iklim tipine girmektedir. Yazların sıcak ve kurak, kışların ise ılık ve yağışlı olduğu Menemen’de 1954-2022 yılları iklim verileri ile toplam yıllık yağışın 544,7 mm olduğu hesaplanmıştır. Bu yağışın %50,7’si kış, %24,0’ü ilkbahar, %22,5’i sonbahar ve %2,8’si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklığın 17,1 °C, en sıcak ayın ortalaması 27,1 °C ile Temmuz ve en soğuk ayın ortalaması ise 7,9 °C ile ocak ayıdır. Ortalama nispi nem %58,8, en yüksek ve en düşük değerler ise %68,4 ve %47,4 sırasıyla aralık ve temmuz aylarında gerçekleşmiştir. Toplam buharlaşma 1567,2 mm olurken en yüksek ve en düşük aylık buharlaşma değerleri 264 ve 50 mm ile temmuz ve ocak aylarında gerçekleşmiştir (Çizelge 1), (Anonim, 2023a).

Çalışma alanının konumu: Araştırmanın yürütüldüğü Menemen Ovası 38°26’ ile 38°40’ kuzey enlemleri ve 26° 40’ ile 27° 07’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyden Bakırçay, güneyden Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarınınca sınırlanan vadinin aluviyal tabanı Manisa’nın batısındaki Emiralem Boğazı ile ikiye bölünmüştür. Boğazla deniz arasında kalan aşağı kısım Menemen Ovası olup 33545 ha alanı kapsamaktadır. Denizden yüksekliği 10,3 m’dir (Anonim, 1971). Araştırma alanının kuzey batısında Foça ilçesine bağlı 3 mahalle (Bağarası, Geren ve Ilıpınar) yer alırken diğer 22 mahalle (Ahıhdır, Alaniçi, Bozalan, Buruncuk, Camiikebir, Çavuş,

Çukur, Doğa, Göktepe, Görece, Günerli, Hatundere, İğnedere, Kesik, Koyundere, Maltepe, Musabey, Seyrek, Telekler, Tuzçullu, Türkelli, Yanık) Menemen ilçesine bağlıdır. Araştırma alanının sol

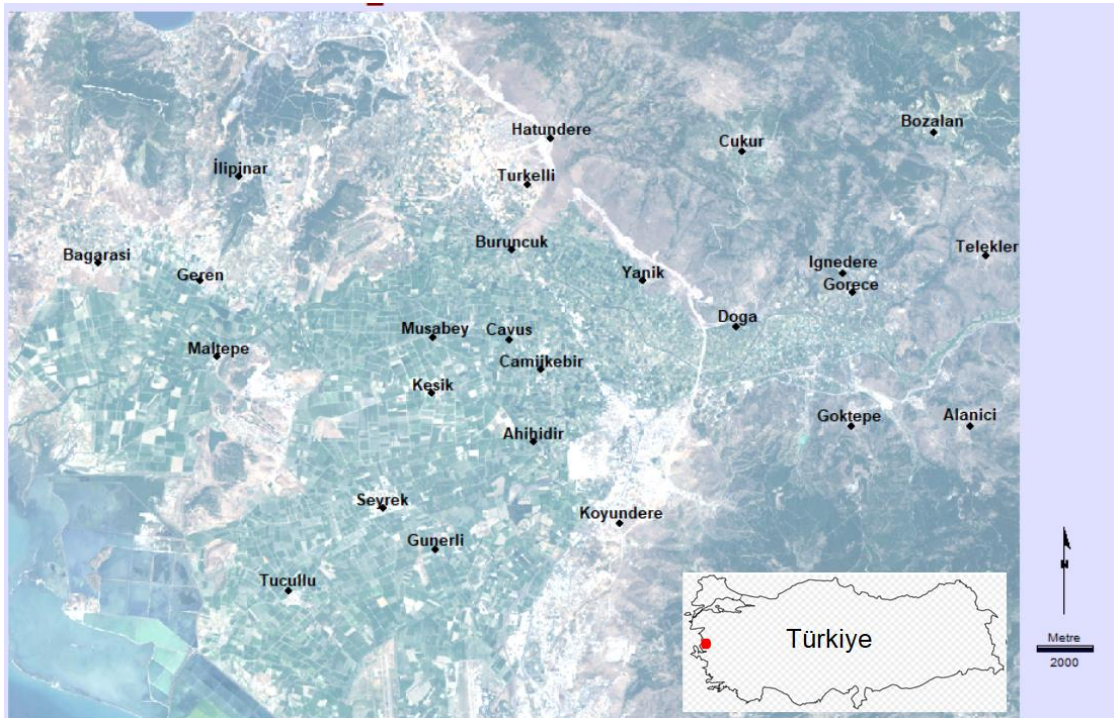
üst köşe koordinatı 487377 4283856, sağ alt köşe koordinatı ise 518925 4266819 ve projeksiyonu UTM (WGS84)'dir (Şekil 1).

Çizelge 1. Menemen iklim verileri (1954-2022)

Table 1. The Climate data of Menemen (1954-2022)

Ay Month	Sıcaklık Değerleri (°C) Temperature Values			Nem Humidity (%)	Yağış Precipitation (mm)	Buharlaşma Et# (mm)	Rüzgâr Hızı Wind speed (m s ⁻¹)
	Ort. Mean	Mak. Max	Min. Min				
Ocak	7,9	22,3	-6,9	67,0	97,2	50,0	3,7
Şubat	9,0	25,8	-4,8	64,5	73,7	55,0	3,6
Mart	11,1	30,7	-3,7	62,5	62,7	80,5	3,2
Nisan	15,1	33,2	-0,6	59,3	41,0	116,8	2,7
Mayıs	20,1	39,5	3,7	55,8	26,8	172,0	2,5
Haziran	24,8	42,3	7,7	49,9	10,3	224,2	2,5
Temmuz	27,1	41,9	11,6	47,4	2,5	264,0	2,7
Ağustos	26,6	43,6	11,7	49,4	2,5	219,2	2,6
Eylül	22,5	40,6	6,8	55,1	12,0	166,4	2,4
Ekim	17,6	38,4	2,2	61,1	38,3	103,6	2,3
Kasım	13,1	30,5	-1,1	65,2	72,2	64,3	2,7
Aralık	9,7	24,7	-3,8	68,4	105,5	51,3	3,4
Ort.	17,1			58,8			2,9
Top.					544,7	1567,2	
Min., Mak.		43,6	-6,9				

#: Evapotranspiration



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

Çalışma alanında buğday üretimi: İzmir İli Menemen ve Foça ilçelerinin buğday ekiliş durumu Çizelge 2’de gösterilmiştir. Son 5 yıl içerisinde buğday ekiliş alanları ve üretim miktarında İzmir il geneli, Menemen ve Foça ilçesinde artışlar görülmektedir. Birim alan başına alınan buğday verimleri (kg da⁻¹) ise Menemen ve Foça ilçelerinde aynı düzeylerde seyrederken özellikle son iki yılda İzmir ili ortalamasından daha yüksektir. Araştırma alanı, buğday ekim alanı bakımından İzmir ilinin yaklaşık beşte birini (%19), üretim miktarı bakımından da yaklaşık dörtte birini (%24) oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Araştırmada Menemen Ovası’nda yapılan buğday yetiştiriciliğinin çevre koşullarına karşı dayanıklılık durumunu belirlemek için yetiştiricilik bilgileri bir anket çalışması ile toplanarak bölgesel olarak incelenmiştir. Anket çalışması Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Etik Komisyonundan alınan 16.12.2022 tarih ve 148791 sayılı onay belgesi ile yürütülmüştür. Araştırmanın yöntem aşamaları Şekil 2’de görülmektedir.

Araştırma kapsamında anket yapılan üreticiler rastgele seçilerek belirlenmiştir. Örnek sayısı çiftçi kayıt sistemine kayıtlı üreticilerin oluşturduğu sonlu ana kitle için %95 güven aralığı ve 0,10 hata payı ile belirlenmiştir. Örnek sayısının belirlenmesinde kullanılan eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$n = N S^2 t^2 / (N-1) d^2 + S^2 t^2 \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Eşitlikte:

n= Örnek hacmi,

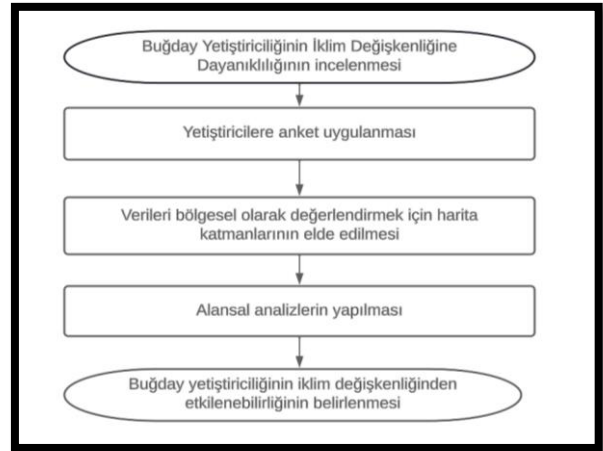
N= Toplam birim sayısı,

S= Standart sapma,

t= Güven sınırı,

d= Kabul edilebilir hata (Oğuz ve Karakayacı, 2017).

Anket yolu ile elde edilen verilerin frekansları ve yüzdelik değerleri bulunarak karşılaştırmalar yapılmıştır (Karagöz ve Bardakçı, 2020). Aynı zamanda, buğday yetiştiriciliği faktörleri CBS ortamında interpolasyon (ara değer kestirimi) yöntemi ile de incelenmiştir. Mekânsal analizler ve haritalamalar TerrSet v18.21 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Araştırmanın yöntem aşamaları
Figure 2. The Stages in the method of the research

Çizelge 2. Buğday üretim durumu (2018- 2022)
Table 2. Wheat production statistics (2018- 2022)

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

Kaynak: TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2023.

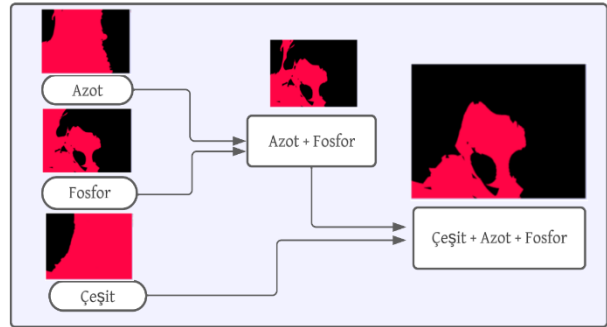
Noktasal özellikte olan bilgiler ile bilinen değerlerden yola çıkarak bilinmeyen noktaların tahmin edilmesi için “Ters Mesafe Ağırlık (IDW)” yöntemi kullanılarak harita katmanları oluşturulmuştur. IDW, basit bir ara değer kestirim yöntemi (interpolasyon) olarak günlük birçok durum için kullanılabilen ve yeterli olabilen bir analizdir (Steinberg ve Steinberg, 2015). Çalışma alanından toplanan verilerin alansal dağılımını incelenmek ve verileri görselleştirme kapasitesinden yararlanmak için IDW yönteminden yararlanılmıştır.

Bu yöntemde ilgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar için mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesaplanır. Tahmin edilen değerler, komşu noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemle verilerin genel dağılımı, eğilimi ve kümelenmesi gibi özellikleri incelenmektedir (Korkmaz ve ark., 2008). IDW tahmincisi Eşitlik 2’de gösterildiği gibidir (Demircan ve ark., 2011);

$$Z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(X_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}} \text{ Eşitlik (2)}$$

Tahminlerin yapıldığı X_0 lokasyonu komşu ölçümleri n 'nin bir fonksiyonudur ($Z(X_{0i})$ ve $i=1,2,...,n$); r gözlemlerin her birinin atanma aralığını belirleyen üsttür, d gözlem lokasyonu X_i ile tahmin lokasyonu X_0 'ı ayıran mesafedir. Üs büyüdükçe, uzak mesafedeki gözlemlere atanan ağırlık küçülür. Dolayısı ile büyük üs değerleri ile yapılan tahminler en yakındaki gözlemlere daha çok benzer (Demircan ve ark., 2011). Bu yöntem, yeterli örnek sayısı olduğunda (en az 14) ve örneklerin lokal ölçekte uygun bir dağılım göstermesi durumunda iyi sonuçlar verir. En yaygın olarak kullanılan p değerleri 1, 2, 3, 4 ve 5'tir. IDW enterpolasyonunun doğruluğu kullanılan verinin miktarı ve seçilen üstel katsayısına bağlıdır (Aydın ve Çiçek, 2013). Bu çalışmada üs değeri haritalardaki renk geçişlerine göre deneme yanılma yöntemi ile 3 olarak bulunmuştur.

Araştırmada yerleşim yerlerine göre ortalamaları alınan verilerin alansal dağılımları incelenmiştir. Bitki verimi ve çevresel faktörlere karşı dayanıklılığı etkileyen azotlu gübre kullanımı, fosforlu gübre kullanımı ve çeşit sayısının dağılım haritaları çakıştırma yöntemiyle birleştirilmiştir. Üretim sistemine ait mevcut verilerden yeni bilgiler üretmek ve bu bilgilerin konumsal dağılımına göre kararlar vermek için çakıştırma analizleri kullanılmaktadır (Işık, 2016). Araştırma bölgesindeki uygunluk alanlarının bulunması amacıyla öncelikle azot ve fosforlu gübre kullanım özellikleri birleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen harita ile buğday çeşit haritası birleştirilmiş ve söz konusu bu 3 özellik kapsamında çevre koşullarına uygunluk analizi yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Çakıştırma analizi.
Figure 3. Overlay analysis.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanından toplanan verilerle üreticiler tarafından buğday yetiştiriciliğinin nasıl yapıldığı, iklim ve hava olaylarının ne şekilde izlendiği ve sürdürülebilir bir tarım için üretici yaklaşımları değerlendirilmiştir.

Menemen Ovası için buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı Ekim-Haziran dönemine ait son 10 yıla ait meteorolojik verileri içeren değerler Çizelge 3’te verilmiştir. Buna göre son 10 yılda bu dönemde ölçülen en yüksek toplam yağış 2019 yılında 759,4 mm gerçekleşmiştir. En yüksek ortalama sıcaklık 27,3°C ile 2020 yılında ölçülmüştür. 2020 yılı aynı zamanda buğday yetiştiricilik dönemini kapsayan, 2022 yılından sonra en düşük yağışlardan birinin de ölçüldüğü yıl olmuştur ve toplamda 471,6 mm yağış

ölçülmüştür. Maksimum ve minimum sıcaklıklar bakımından yapılan değerlendirmede en yüksek sıcaklıklar genel olarak Haziran ayında ölçülürken, en düşük sıcaklıklar genel olarak Ocak ayında tespit edilmiştir. Dikkat çeken bir durum sadece 2020 yılında yaşanmış, en yüksek sıcaklık mayıs ayında ve en düşük sıcaklık da şubat ayında ölçülmüştür. 2023 yılı meteorolojik yönden değerlendirildiğinde ise, genel olarak bu yılda ölçülen toplam yağışın (Ekim-Haziran dönemi), son 10 yılda değerlendirilen yağış miktarından büyük bir farklılık göstermediği ve 573,0 mm olarak kaydedildiği görülmüştür.

2023 yılı buğday ekiminin başlangıç dönemi olan 2022 yılı Eylül ve Ekim aylarında ovada hiç yağış ölçülmemiş, bu durum bu sene özelinde ekimde gecikmelere neden olmuştur. Buğday gelişiminde

ilk aylarda 5-10°C sıcaklık ve %60 nem, sapa kalkma döneminden itibaren 10-15 °C sıcaklık ve %65 ve üzeri nem olması gerektiği (Yürür, 2017) düşünülürse araştırma bölgesinde kasım ve aralık aylarında ortalama sıcaklıklar ve nispi nemin yüksek olduğu görülmektedir. Kasım-haziran ayları arasındaki maksimum sıcaklık değerleri 35°C derece ve üzerinde olmadığından (Sudmeyer ve ark., 2016) buğday verimini azaltacak bir risk oluşmamıştır. Toplam yağış miktarı Ekim-Haziran ayları için uzun dönem ortalaması 527,7 mm iken bu sezonda 573 mm; buharlaşma değerleri ise sırasıyla 917,7 mm ve 1926 mm olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca Haziran ayında ölçülen yaklaşık 70 mm'lik yağış bazı bölgelerde hasadın gecikmesine neden olmuştur. Ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklar bakımından ise ekstrem bir durum gözlenmemiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. 2012-2023 Arası buğday yetiştiricilik dönemine ait meteorolojik veriler (Anonim, 2023a)

Table 3. Meteorological data of wheat growing season between 2012 and 2023 (Anonim, 2023a)

Yıllar Years	Toplam Yağış (mm) Total Precipitation (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C) Mean Temperature (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C) Max. Temperature (°C)	Minimum Sıcaklık (°C) Min. Temperature (°C)
2012	624,0	13,2	37,4	-2,7
2013	692,6	15,5	36,8	-3,7
2014	510,4	14,3	37,5	-2,1
2015	744,3	14,2	35,5	-5,4
2016	547,3	15,6	41,4	-3,8
2017	522,4	14,0	40,4	-4,2
2018	596,8	15,8	36,6	-0,2
2019	759,4	26,2	37,9	-2,1
2020	471,6	27,3	39,7	-2,1
2021	608,6	15,5	37,9	-2,4
2022	462,2	14,9	37,2	-2,4
2023	573,0	15,5	36,2	-0,6

Çizelge 4. 2023 Su yılına ait meteorolojik elemanların aylık ortalama değerleri (Anonim, 2023a).

Table 4. Monthly means of meteorological elements of water year 2023 (Anonim, 2023a).

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

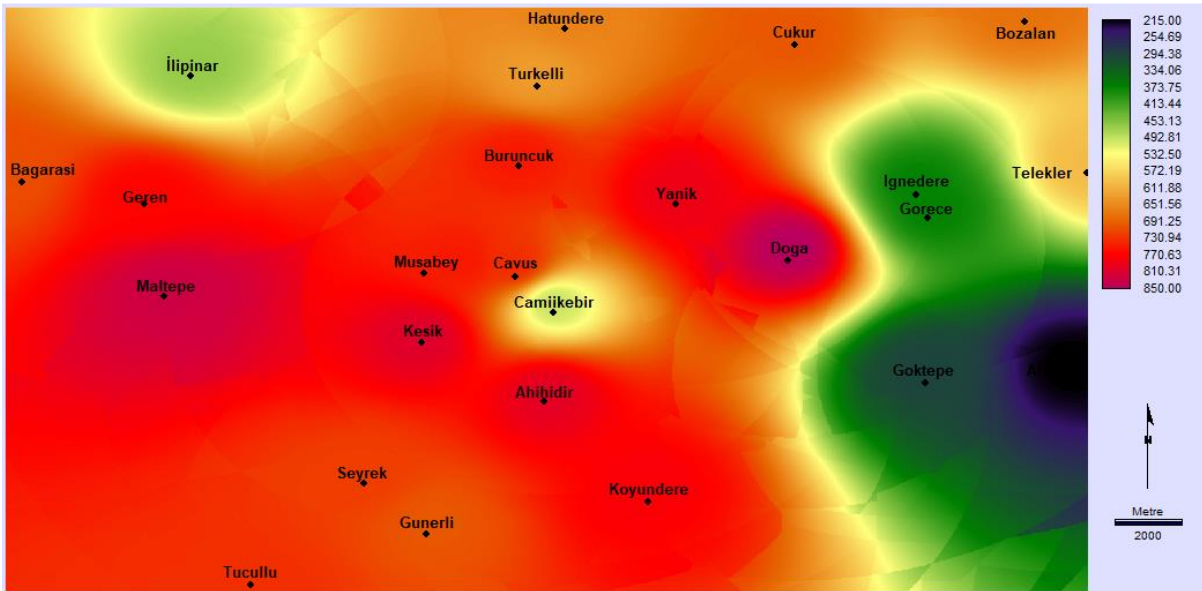
Araştırma alanında yer alan 25 mahalle/ köyde buğday ekimi denizden yüksek yerlerde daha erken olmak üzere 2022 yılının Ekim (3 üretici), Kasım (74 üretici), Aralık (51 üretici) ayları ve 2023 yılının Ocak (11 üretici) ayında yapılmıştır. Oden ve ark. (2002)'nin Ege Bölgesi'nde 1970-1998 yılları arasındaki buğday yetiştiriciliğinin incelediği araştırmada en uygun buğday ekim zamanı olarak belirlenen 10-20 Kasım dönemine göre üreticilerin % 48'i için ekim zamanında gecikme yaşandığı görülmektedir. Üreticilerin %45'i kasım ve aralık aylarında yağmuru beklemeden yani kuruya ekim yaptığını beyan etmiştir. Buğday ekiminde serpmeye ve mibzerle ekim yapan üreticiler yarı yarıya ve eşit bulunmuştur. Tohumluk miktarının mibzerle ekim yönteminde 18-23 kg da⁻¹, serpmeye ekim yönteminde 28-30 kg da⁻¹ olarak kullanıldığı görülmüştür. Araştırma bölgesinde 13 buğday çeşidinin yetiştirildiği belirlenmiştir. Üreticilerin % 73'ü kullanılan buğday çeşidini son 5 yılda değiştirmiştir.

Fosforlu ve azotlu gübrelere hiç gübreleme yapmayan üreticiler olduğu gibi miktar olarak çok fazla kimyasal gübre kullanan, oran olarak 41 kg da⁻¹

1 saf azot ve 21 kg da⁻¹ saf fosfor uygulayan üreticilere de rastlanmıştır. Üreticilerin %94'ü ekim zamanı ve üst gübreleme sırasında azotlu gübreyi fazla kullanmıştır. Üreticilerin %79'u ekim esnasında taban gübresi olarak verilen fosforlu gübreyi yetersiz miktarda uygulamıştır.

Yabancı ot ve pas için birer ilaçlama yaygın olarak yapılırken, bazı yerlerde pas hastalıkları için 2-3 ilaçlama ve süne zararlısı için de 1 ilaçlama yapıldığı belirlenmiştir. Araştırma alanında buğday için mevsimin durumuna göre gerektiğinde 1 sulama yapıldığı belirlenmiştir. Bu üretim sezonunda yağışların yeterli olması dolayısıyla sulama yapılmamıştır.

Şekil 4'te araştırma alanında buğday dane veriminin alansal dağılımı görülmektedir. Mavi ve yeşil renk tonları araştırma verilerinde daha düşük verimli alanları gösterirken (<500 kg da⁻¹), sarı ve kırmızı renk tonları daha yüksek verimli alanları (500-850 kg da⁻¹) göstermektedir. Verimin daha düşük olduğu yerlerde üreticilerin küçük üretici ve daha çok öz tüketim amacıyla buğday yetiştirdikleri görülmüştür.



Şekil 4. Dane verimi (kg da⁻¹)
Figure 4. Grain yield (kg da⁻¹)

Mevsim içi hava durumunun izlenmesi ve alınan önlemler: Araştırmada buğday üreticilerinin hava durumunu izleme alışkanlıkları belirlenmiştir. “Günlük hava tahminini öğrenir misiniz” sorusuna üreticilerin neredeyse tamamı (%98)’i, olumlu yanıt vermiştir. Hava durumunu izleme kanalları olarak üreticilerin %68’i internet, %16’sı TV ve internet, %10’u TV, %12’si de diğer kanalları kullandığını bildirmiştir. Üreticilerin yaklaşık yarısı hava durumunu/mevsimi izlemede yerel ve geleneksel bilgileri kullanmadığını bildirmiştir. Yerel ve geleneksel olarak, rüzgâr yönü, bulutların geldiği yön, hayvan davranışları ve ayın şekline göre hava durumu tahmini yapıldığı belirlenmiştir. Üreticilerden %59’u ileriye dönük (1-2 hafta) hava durumunu araştırdığını bildirmiştir. Aynı zamanda üreticilerin %85’i sezon için yapılan tahminlere önem verdiğini ifade etmiştir (Çizelge 5).

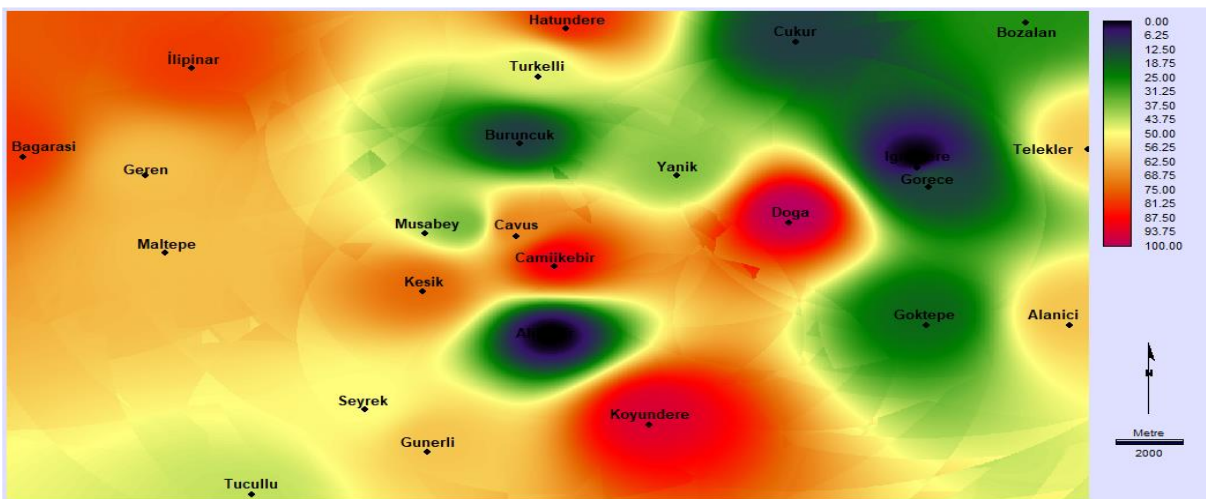
“Aşırı yağış uyarısı yapılırsa tarlada nasıl bir önlem alırsınız?” sorusuna üreticilerin %78’i tarlada fazla suyun boşaltılması için su çıkışlarının

açılması ve gerekirse pompayla boşaltılması önlemlerini aldığını bildirirken, diğerleri pas hastalığı için ilaçlama ve ek üst gübreleme yaptığını bildirmiştir. “Kuraklık uyarısı yapılırsa tarımsal faaliyetlerde değişiklik yapar mısınız?” sorusuna ise üreticilerin %53’ü kışlık ekim alanlarını artırdığını, bitki tür ve çeşitlerini değiştirdiğini bildirmiştir. Araştırma alanında son yıllarda buğday ekili alanların artış göstermesi bununla ilgilidir.

Üreticiler “gelecek yaz sulama suyunun yeterli olmayacağı uyarısı” üzerine buğday ekimini artırmaktadır. Şekil 5’te buğday alanlarının tüm işletme arazisine olan oranları görülmektedir. Sulu tarım alanları ile çakışan sarı ve kırmızı renk tonları, buğday alanlarının tüm işletme arazisine olan % 50 ve üzeri oranlarını göstermektedir. Sarğın ve ark. (2022) Van’da CBS yöntemleri ile yaptıkları bir araştırmada 2013-2021 yılları arasında iklim değişikliğine bağlı olarak toplam buğday ekili alanlarda %49 azalma, arpa ekim alanlarında ise %464’lük bir artış olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Üreticilerin hava durumunu izleme alışkanlıkları.
Table 5. Methods of weather forecast monitoring of producers.

Sorular /Questions	Cevaplar /Answers	
Günlük hava tahminini öğrenir misiniz?	Evet:128	Hayır: 2
Hava olaylarını tahmin etmek için geleneksel, yerel bilgileri kullanır mısınız?	Evet: 71	Hayır: 69
Bir- iki haftalık meteorolojik tahmin için araştırma yapar mısınız?	Evet: 77	Hayır: 63
İlçe tarım müdürlüğü/ ziraat odasından hava tahmini ya da aşırı hava olaylarına ilişkin uyarı alır mısınız?	Evet: 90	Hayır: 40
Sezon için yapılan hava tahminlerine önem verir misiniz?	Evet:110	Hayır: 20



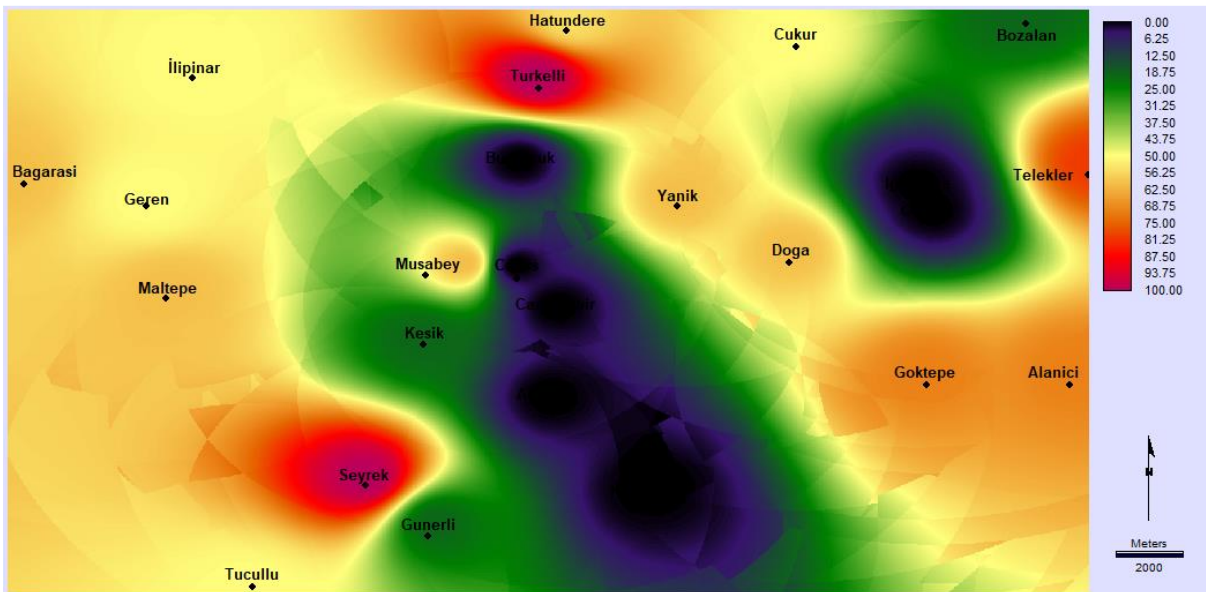
Şekil 5. Buğday alanlarının işletmelerin sahip olduğu toplam arazi varlığına oranları (%).
Figure 5. The proportion of wheat area to whole farming area in a farm holding (%).

Görüşme yapılan üreticilerin 51'i buğdayın aşırı hava olaylarından zarar gördüğünü beyan etmiştir. Şekil 6'da buğday yetiştiren üreticilerin son 5 yıl içinde yaşadığı kuraklık, soğuk zararı, su basması ve yatma kaynaklı verim kaybı oranları görülmektedir. Haritada mavi ve yeşil renk tonları düşük zararlanma oranlarını (<%50) gösterirken sarı ve kırmızı renk tonları yüksek zararlanma oranlarını (>%50) göstermektedir.

Bitki besin maddeleri (Gübreleme): Bitkinin sağlıklı yetişmesi ve verimi, topraktan yeterli ve dengeli besin maddesi almasına bağlıdır. Yeterli ve dengeli gübreleme bitkilerin hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklılığını artırır. Toprakta fazla azot bulunması bitkilerin hızlı büyümesine, dokuların gevşek olmasına ve bitkinin soğuk ve kurağa dayanıklılıklarının azalmasına neden olur. Fosforlu gübreleme ise yeteri kadar yapılmadığında kök gelişimde gerileme ve sap gelişiminde zayıflamaya neden olur (Demirci, 2016). Araştırma alanında büyük oranlarda aşırı azotlu gübreleme ve yetersiz fosforlu gübreleme yapıldığı belirlenmiştir.

Araştırma alanında buğdayın ekim zamanında taban gübresi olarak; kardeşlenme başlangıcında ve

başaklanma öncesinde de üst gübre olarak toplam 3 dönemde azotlu gübre uygulaması yaygın olarak görülmekle birlikte dördüncü bir azot uygulaması da yapılabilmektedir. Görüşme yapılan üreticilerden %25'i üst gübre uygulamasını 1 kez, % 55'i 2 kez, % 19'u 3 kez uygularken %5'i hiç uygulama yapmamıştır. Bu uygulamaların sonucunda bölgede aşırı azotlu gübre kullanımı olduğu belirlenmiştir. Şekil 7'de araştırma alanında uygulanan saf azot miktarları gösterilmektedir. Buğdayda her 100 kg dane ürünü için 1-2 kg da⁻¹ saf N kullanılması önerilmektedir (Kün, 1996). Araştırma sonuçlarına göre diğer kaynaklarda ise kuru tarım ve sulu tarım koşulları için değişik şekillerde ifade edilmiştir. Buğdaya uygulanması önerilen saf azot miktarları kuru koşullarda 7-13 kg da⁻¹ arasında değişirken sulu koşullar için bu oran 14-18 kg da⁻¹ arasında olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2014). Menemen'de 1992-1994 yıllarında Cumhuriyet-75 çeşidi ile yapılan denemelerde 450 mm yağış miktarı için 12-13 kg da⁻¹ saf azot miktarı en uygun oran olarak bulunurken, 600 mm yağış miktarı için 15 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur (Oden ve ark., 2002). Yağışı 600 mm olan bölge koşullarında buğday yetiştiriciliği için önerilen saf azot dozu 16-20 kg



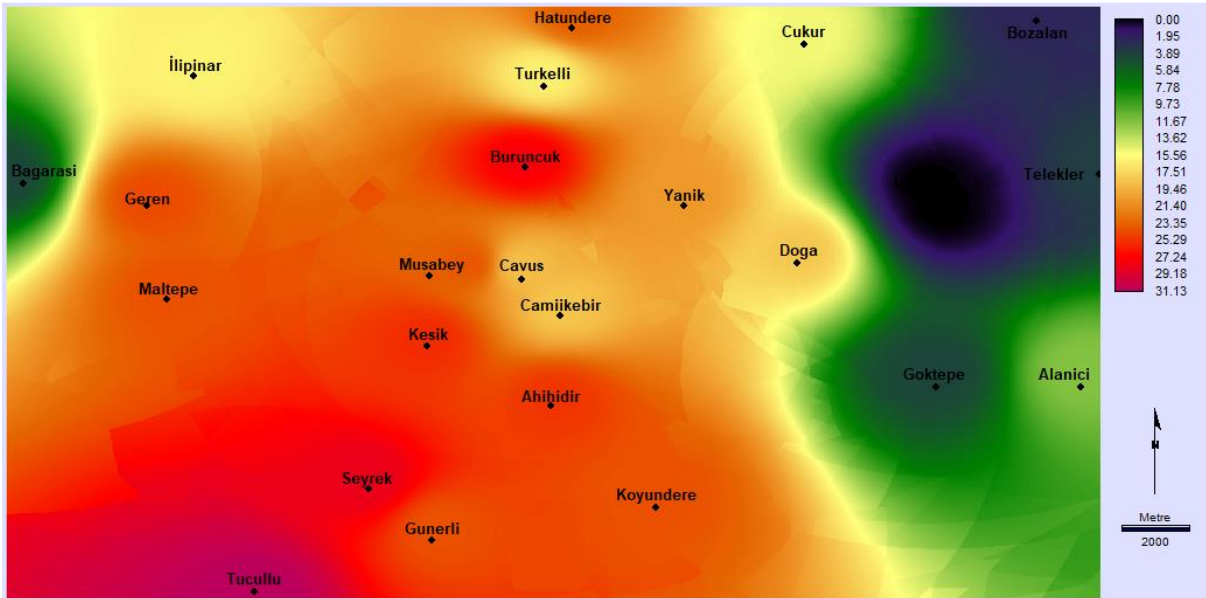
Şekil 6. Zararlanma (%).
Figure 6. Damage rate (%).

da⁻¹ (Yürür, 2017) baz alındığında sarı ve kırmızı renk tonları fazla uygulama yapılan alanları göstermektedir. Azotlu gübreleme, araştırma alanındaki sulu tarım yapılan alanlarda 31 kg da⁻¹'a kadar yükselmektedir. Sezon içi bitki gelişimi, bitki ve toprak azot durumu, toprak nem durumunun düzenli olarak izlenmesi (White ve ark., 2005) ve azotlu gübrelerin topraktan yıkanma, buharlaşma gibi kayıpları göz önüne alınarak yavaş salınımlı gübre formları hem bitkiyi daha uzun süre besleyecek (McLaren ve Cameron, 2006), hem de gübre ve uygulama masraflarını azaltacak bir çözüm olarak görülmektedir.

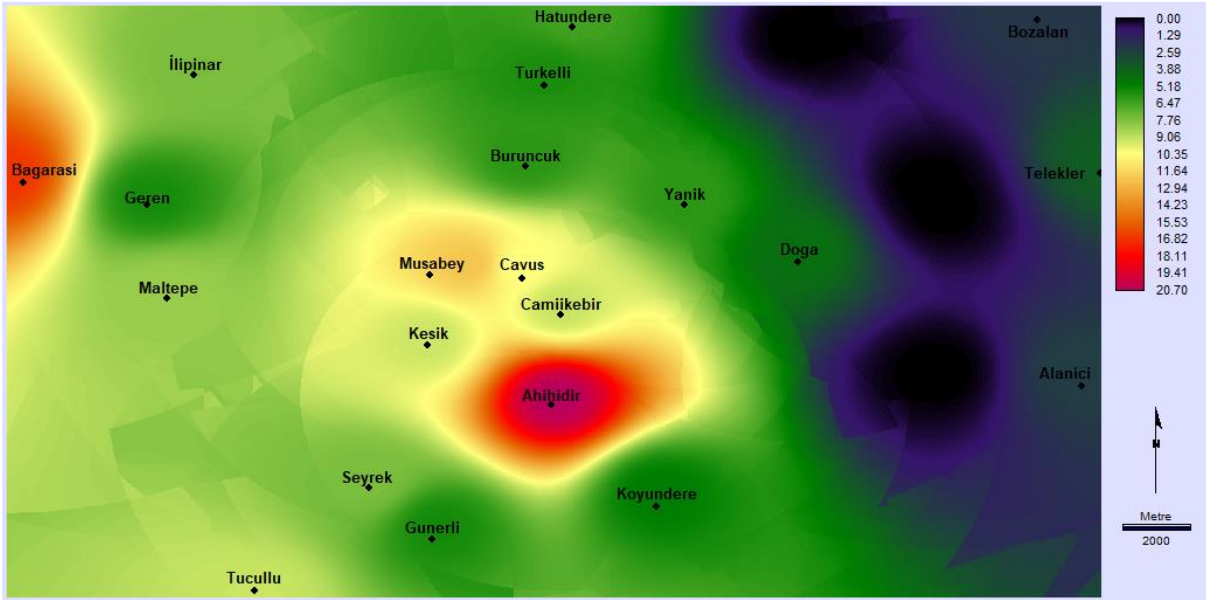
Görüşme yapılan üreticilerden %19'u hiç fosforlu gübre uygulamazken %45'i yetersiz, %27'si yeterli, %9'u ise gereğinden fazla fosforlu gübre uygulamıştır. İzmir İli tarım topraklarının verimlilik potansiyelinin değerlendirildiği bir çalışmada toprakların %28.09'unda fosforun yetersiz olduğu belirlenmiştir (Özden ve ark., 2020). Şekil 8'de mavi ve yeşil renkler buğday yetiştiriciliğinde kullanılan fosforlu gübre miktarlarının düşük olduğu görülmektedir. Buğdayda her 100 kg dane ürünü için 2 kg da⁻¹ P₂O₅ kullanılması önerilmiştir (Kün, 1996). Buğday için kuru şartlarda 6 kg da⁻¹,

sulu şartlarda ise 8-10 kg da⁻¹ fosfor uygulaması (Kacar ve Katkat, 2014; Yürür, 2017) önerilmektedir. Yine Menemen'de sulu koşullarda yapılan bir deneme sonucuna göre buğday için önerilen ortalama saf fosfor oranı 8-12 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur (Oden ve ark., 2002).

Görüşme yapılan üreticilerden %19'u hiç fosforlu gübre uygulamazken %45'i yetersiz, %27'si yeterli, %9'u ise gereğinden fazla fosforlu gübre uygulamıştır. İzmir İli tarım topraklarının verimlilik potansiyelinin değerlendirildiği bir çalışmada toprakların %28.09'unda fosforun yetersiz olduğu belirlenmiştir (Özden ve ark., 2020). Şekil 8'de mavi ve yeşil renkler buğday yetiştiriciliğinde kullanılan fosforlu gübre miktarlarının düşük olduğu görülmektedir. Buğdayda her 100 kg dane ürünü için 2 kg da⁻¹ P₂O₅ kullanılması önerilmiştir (Kün, 1996). Buğday için kuru şartlarda 6 kg da⁻¹, sulu şartlarda ise 8-10 kg da⁻¹ fosfor uygulaması (Kacar ve Katkat, 2014; Yürür, 2017) önerilmektedir. Yine Menemen'de sulu koşullarda yapılan bir deneme sonucuna göre buğday için önerilen ortalama saf fosfor oranı 8-12 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur (Oden ve ark., 2002).



Şekil 7. Azotlu gübre kullanım durumu haritası (kg da⁻¹).
Figure 7. Map of nitrogenous fertilizer use (kg da⁻¹).



Şekil 8. Fosforlu gübre kullanım durumu haritası (kg da⁻¹).
Figure 8. Map of phosphorous fertilizer use (kg da⁻¹).

Bitki çeşidi: Bitkiler kendileri için optimum koşullar altında en iyi şekilde gelişirler. Böyle bitkilerin çevre koşullarına karşı dayanımı da en üst seviyededir. Çevre koşulları bitki için olumsuz ise bitkiler zayıf gelişirler (Demirci, 2016). Araştırma alanında yetiştirilen bazı buğday çeşitlerine ait özellikler Çizelge 6'da verilmiştir. Yetiştirilen çeşitler orta ve yüksek verimlidir. Yetiştirme dönemi uzunluğu bakımından 3 çeşit erkenci, 5 çeşit orta erkenci ve 1 çeşit ise orta geççidir. Gelişme tabiatı olarak 5 çeşit yazlık, 1 çeşit kışlık/ alternatif, 1 çeşit alternatif ve 1 çeşit de kışlıktır. Pas hastalıklarına karşı 1 çeşit dayanıklı, diğerleri ise değişen derecelerde dayanıklılık göstermektedir. Kışa dayanıklılık bakımından 1 çeşit dayanıklı, 3 çeşit orta derecede dayanıklı, 1 çeşit ise toleranslıdır. Yatmaya dayanıklılık bakımından 8 çeşit dayanıklı, 1 çeşit orta derece dayanıklıdır. Kuraklığa dayanıklılık bakımından ise 1 çeşit dayanıklı, 1 çeşit iyi derece dayanıklı, 3 çeşit ise orta derecede dayanıklıdır.

Araştırma alanında 14 mahallede tek bir buğday çeşidine, 11 mahallede ise 2- 6 çeşide rastlanmıştır. En yüksek çeşit sayısı ile araştırma alanının kuzeybatısında yer alan Ilıpınar, Bağarasi, Geren ve Maltepe mahallelerinde görülmüştür. Veri toplanan

17 mahallede anket yapılan üreticilerin %82'si tarafından yüksek verimi, soğuğa ve yatmaya dayanıklı olduğu bilinen Masaccio çeşidinin yetiştirildiği belirlenmiştir. Kurağa dayanıklılık ve erkencilik özelliği olan 5 çeşidin ise 16 üretici (%12'si) tarafından yetiştirildiği belirlenmiştir. Buğday üreticilerinden %73'ü son 5 yılda ekim yaptığı buğday çeşidini değiştirmiştir. Ancak, çeşit değiştirmede tercihinin daha kısa sürede yetişen (erkenci) ya da kuraklığa dayanıklı çeşitler yönünde yapılmadığı ortaya çıkmıştır. Bir çiftliğin, bir köyün veya bir ovanın tamamında tek bir buğday çeşidi yetiştirmenin kuraklık, soğuk, hastalık, böcek zararı gibi beklenmeyen etmenler ile önemli verim kayıplarına neden olabileceği için 2-3 buğday çeşidi ekilerek çok yıllık ortalamada yüksek verim ve kaliteye ulaşılacağı bildirilmektedir (Kanbertay, 1997). Yine Ahmad ve ark. (2015) APSIM ve DSSAT bitki modelleri ve üretici verileri yardımı ile Pakistan'da buğday-çeltik üretim sistemi üzerine iklim değişikliğinin etkilerini incelediği çalışmasında üretim sisteminde erkenci ve strese dayanıklı bitki türü ve çeşitlerinin önemini vurgulamıştır.

Çizelge 6. Araştırma bölgesinde yetiştirilen buğday çeşitlerinin özellikleri
Table 6. Specifications of wheat varieties grown in the research area

Çeşit Adı Name of variety	Yaygınlık Prevalence	Verimlilik Productivity	Erkencilik Earliness	Gelişme Tabiatı Life form	Pasa Dayamlılık Resistance against rust disease	Kışa Dayamlılık Winter hardiness	Yatmaya Dayamlılık Lodging resistance	Kuraklığa Dayamlılık Drought resistance	Kaynaklar References
Altın dane	1	Yüksek	Orta erkenci	Yazlık	Dayamlı	Orta derece	Dayamlı		Anonim, 2023b
Ceyhan 99	1	Orta	Orta erkenci	Yazlık	Sarı pas ve septoryaya dayamlı, kahverengi pasa orta derece	Orta derece	Dayamlı	Orta derece	Anonim, 2023c
Cumhuriyet 75	5	Orta	Erkenci	Yazlık	Sarı, kahve, kara pasa orta dayamlı	Dayamlı	Orta derece	Orta derece	İnal, 2012
Falado	7	Yüksek	Orta erkenci	Kışık/ Alternatif	Toleranslı	Dayamlı	Dayamlı		Anonim, 2023d
Galil	1	Yüksek	Orta geççi		Kahverengi pas ve septoryaya dayamlı		Dayamlı	Dayamlı	Anonim, 2023e
Kayra	8	Orta	Erkenci	Yazlık	Orta derece		Dayamlı		Kahraman vd. 2018
Masaccio	107	Yüksek	Orta erkenci	Alternatif	Toleranslı	Toleranslı	Dayamlı	Dayamlı	Anonim, 2023f
Tekirdağ	4	Orta	Orta erkenci	Kışık	Külleme, kahverengi pasa toleranslı	İyi	Dayamlı	Dayamlı	Anonim, 2023g
Ünsal 35	1	Yüksek		Yazlık	Orta derece		Dayamlı		Anonim, 2023h
Ziyabey 98	1	Yüksek	Erkenci		Orta derece	Orta derece	Dayamlı	Orta derece	İnal, 2012

Yetiştirme yöntemlerinin değerlendirilmesi:

Bitkilerin iklim değişkenliğinden etkilenebilirliği, bitkinin maruz kaldığı stresin derecesine, bitkinin kendi özellikleri ve üretim ortamının özelliklerine göre değişmektedir. Araştırmada üreticilere üretim ortamının sürdürülebilirliğini artıran iyi tarım uygulamaları olarak isimlendirilebilecek yetiştiricilik işlemleri hakkındaki yaklaşımları sorulmuştur. Evet/ hayır şeklinde sorulan sorularla üreticilerin üretim ortamını sezon içi hava olaylarına karşı nasıl yönettiği belirlenmiştir.

Çizelge 7’de araştırma alanında incelenen yetiştirme uygulamaları ve uygulanma sıklıkları görülmektedir. Bu özelliklerden 2, 6, 7 ve 11. sırada yer alan maddeler kuraklık eylem planlarında yer alan iyi tarım uygulamalarıdır (Anonim, 2018). İklim değişkenliğine bağlı olarak kurak ve yağışlı dönemlerde yapılacak yetiştiricilik işlemleri Zuma-Netshiukhwi (2013) tarafından özetlenmiştir: Kurak sezon için tohum sıklığının %25-50 azaltılması, gübre miktarının azaltılması, kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin tercih edilmesi, malçlama, arazide bitki artığı bırakma, toprak nemini muhafaza önlemlerinin alınması ve ekilen arazinin azaltılmasıdır. Yağışlı sezon için ise kullanılan tohum ve gübre miktarının artırılması ile ekim alanlarının artırılmasıdır. Ayrıca her iki durumda sezon içi hava tahminlerinin izlenmesi ve yabancı otların sık sık kontrol edilmesi önerilmektedir.

Benzer şekilde White ve ark. (2005) yüksek verim elde etmek için bitki gelişme aşamalarını izlemek, yabancı ot, hastalık ve zararlı gelişimini erken dönemde belirlemek için bitki gözlemlerinin düzenli olarak haftalık olarak ya da daha sık yapılmasının, gerektiğinde toprak nemi, toprak veya bitkide azot durumunun ölçülmesinin etkili kararlar verme açısından önemli olduğu vurgulamışlardır. Ahmad ve ark. (2015) iklim değişikliği etkisi altındaki buğday-çeltik üretim sisteminde iyi tarım uygulamalarını iklim değişikliğine uyum için önde gelen araçlar olarak sıralamışlardır.

Tarımsal yetiştiricilik işlemlerinin yeteri kadar ve zamanında yapılmasının girdi kullanımı yüksek olan günümüz tarım sistemlerinde ekolojik denge ve sürdürülebilirlik için büyük önemi bulunmaktadır. Tarımsal girdilerden en fazla karbondioksit salınımına neden olan azotun üretiminde kg başına 3.9 kg karbondioksit açığa çıkmaktadır. Benzer şekilde diğer girdilere ait oranlar motorin 3,3 kg l⁻¹, insektisit 22,8 kg l⁻¹, fosfor 0,91 kg kg⁻¹, herbisit 16,5 kg l⁻¹ ve potasyum için 0,54 kg kg⁻¹’dır (Camargo ve ark., 2013).

Şekil 9’da buğday çeşitliliği, azotlu gübreleme ve fosforlu gübreleme bakımından uygun özellik gösteren alanlar kırmızı renk ile gösterilen bölge daha “dayanıklı” olarak bulunurken, sarı renk ile gösterilen bölgeler olumsuz çevre koşullarına daha “hassas” olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7. Yetiştiricilik işlemlerinde yapılan değişiklikler ve uygulanma oranları (Anonim 11, 2018; Zuma-Netshiukhwi 2013).

Table 7. Changes and application rate of agronomic applications (Anonim 11, 2018; Zuma-Netshiukhwi 2013).

Sıra No Item no	Tarımsal Uygulamalar Agronomic Applications	Uygulanma Oranı (%) Implementation rate (%)
1	Arazi tesviyesi, hendek ya da sedde yapmak	99
2	Yetiştirilen bitki türü veya çeşitlerini değiştirmek	81
3	Tarım sigortası yaptırmak	68
4	Gübre miktarını azaltmak ya da artırmak	66
5	Tohum miktarını azaltmak ya da artırmak	65
6	Tarlada bitki artığı bırakmak	61
7	Hayvansal gübre kullanmak	60
8	Ekili alanları artırmak ya da azaltmak	60
9	Yakıt tasarrufu yapmak	51
10	Toprak analizi yaptırmak	50
11	Azaltılmış toprak işleme uygulamak	49
12	Karışık bitki (arpa + fiğ, vb.) yetiştirmek	43
13	Geliştirilmiş azotlu gübre kullanmak	41
14	Toprak yüzeyini boş bırakmamak	38
15	Organik tarım yapmak	19



Şekil 9. Buğday yetiştiriciliğinin olumsuz çevre koşullarına dayanıklı (kırmızı) ve hassas (sarı) olduğu alanlar
Figure 9. Areas of sensitivity (yellow) and resistance (red) against adverse environmental conditions in wheat farming.

SONUÇ

Araştırma sonucunda buğday üretim alanlarında son yıllarda başta kuraklık, su basması ve soğuk zararlarının yaşandığı belirlenerek ilgili etmenler mekân bazlı değerlendirilmiştir. Üreticiler sezon içinde günlük hava tahminlerine göre tarla işlerini yönetirken, sezon için yapılan tahminlere göre de yetiştirdiği ürün türü ve çeşidini değiştirmektedir. Son yıllarda kuraklık riski ile buğday birçok üretici için yeniden tercih edilen bir ürün olmuş ve araştırma alanındaki buğday ekili alanlar artmıştır. Araştırma kapsamında aşırı azotlu gübre uygulaması, düşük fosforlu gübre uygulaması ve buğday çeşit sayısının az olması çevre koşullarına karşı dayanıklılığı azaltan etmenler olarak belirlenmiştir. Üreticilerin başta azot ve fosforlu gübreleri uygun dozda

kullanmaları ve kuraklığa, soğuğa ve yatmaya dayanıklı buğday çeşitlerinin yaygın olarak yetiştirmesinin verimli ve kaliteli bir buğday yetiştiriciliği açısından önemli olacağı sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada araştırma yöntemi olarak alansal analizlerin kullanılmasının, üretim alanları ve çevre faktörlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak tanınmasına ve üretim ortamının etkili bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü tarafından 5384 proje numarası ile desteklenmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Ahmad, A., M. Ashfaq, G. Rasul, SA. Wajid, and others. 2015. Impact of climate change on the rice-wheat cropping system of Pakistan. Pp 219-258. In: C. Rosenzweig and D. Hillel (Eds). Handbook of Climate Change and Agroecosystems. Imperial College Press, London.
- Amien, I. 2006. Current and potential functions of national agrometeorological services: The agricultural demand side. Pp 156-170. R. P. Motha, M.V.K. Sivakumar, and M. Bernardi (Eds.). Strengthening Operational Agrometeorological Services at the National Level. Proceedings of the Inter-Regional Workshop, March 22-26, 2004, Manila, Philippines. Washington, D.C., USA: United States Department of Agriculture; Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization; Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technical Bulletin WAOB-2006-1 and AGM-9, WMO/TD No.1277.
- Anonim. 1971. Menemen Ovası Temel Toprak Etüdü. Toprak Genel Müdürlüğü Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi Raporları, Seri No: 24, Ankara.
- Anonim. 2018. Türkiye Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı 2018- 2022. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Anonim. 2023a. MGM Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Menemen Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- Anonim. 2023b. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Altindane.pdf>
- Anonim. 2023c. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/25/Bugday-_Ekmeklik-_-Makarnalik
- Anonim. 2023d. <https://www.alfatohum.com/falado/>
- Anonim. 2023e. http://www.tdag-ticbor.org.tr/tr/beyaz_2
- Anonim. 2023f. https://www.progenseed.com/images/upload/2450_2728.pdf
- Anonim. 2023g. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=30>
- Anonim. 2023h. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/Tescilli%20C3%87e%C5%9Fitler/ETAE%20Yeni%20BU%20C4%9EDAY%20VE%20TR%C4%B0T%C4%B0KALE%20C3%87E%C5%9E%C4%B0TLER%C4%B0.pdf>
- Aydın, F. ve H. Sarptaş. 2018. İklim değişikliğinin bitki yetiştiriciliğine etkisi: Model bitkiler ile Türkiye durumu. Pamukkale Univ. Müh. Bilim Derg., 24(3), 512-521.
- Aydın, O. ve İ. Çiçek. 2013. Ege Bölgesinde yağışın mekânsal dağılımı. Coğrafi Bilimler Dergisi, 2013 CBD 11 (2), 101-120.
- Camargo, G. G. T., M. R. Ryan, and T. L. Richard. 2013. Energy use and greenhouse gas emissions from crop production using the farm energy analysis tool. BioScience, Volume 63, Issue 4, 263-273.
- Cansel, A. ve A. Özdarıcı Ok. 2022. İşletme biliminde coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları. s. 161-183. I. Sümer ve E. Sümer (Ed.). Dijital Çağda İşletme Yönetimi. Gazi Kitabevi. Ankara.
- Dellal, İ., B. A. Mccarl, and T. Butt. 2011. The Economic assessment of climate change on Turkish agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology, 12(1), 376-385.
- Demircan, M., İ. Alan, ve S. Şensoy. 2011. Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Demirci, F. 2016. Bitkilerde hastalığa neden olan çevresel faktörler. s. 78. F. S. Dolar (Ed.). Fitopatoloji. Anadolu Üni. Yay. No: 2293. Eskişehir.
- Işık, Ö. 2016. Dünyayı modelleme ve CBS projelerinde karar üretimi. s. 212-237. A. Çabuk, H. Uyguçgil (Ed.). Coğrafi Bilgi Sistemleri. Anadolu Üni. Yay. No: 3161. Eskişehir.
- İnal, A. 2012. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tescilli Çeşitleri. İzmir: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Kacar, B. ve V. Katkat. 2014. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 21. Ankara.
- Kahraman, A., A. Altunok Memiş ve E. Karagöz. 2018. Ege Tarımsal Araştırma Müdürlüğü Tescilli Çeşit Kataloğu. Yayın No: 192. İzmir.
- Kanbertay, M. 1997. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Geliştirdiği ve Halen Üretilen Buğday Çeşitlerinin Özellikleri ve Yetiştirme Önerileri. Çiftçi Broşürü No: 86. Menemen, İzmir.
- Karagöz, Y. ve S. Bardakçı. 2020. Bilimsel Araştırmalarda Kullanılan Ölçme Araçları ve Ölçek Geliştirme. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 3040. Ankara.
- Korkmaz, B., K. Çakın ve A. Satman. 2008. Türkiye'nin yeraltı sıcaklık haritası ve tahmini ısı içeriği, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. 17-19 Aralık 2008. İstanbul. s. 635-643.
- Kün, E. 1996. Tahıllar I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.. Yayın No: 1451. Ankara.
- Lawlor, D. W. and Mitchell, R. A. C. 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: Wheat. In: K.R. Reddy and H.F. Hodges. (Ed.). Climate Change and Global Crop Productivity. CABI Publications. U.K.
- McLaren, R. G. and K. C. Cameron. 2006. Soil Science. Second Edition. Oxford University Press. Bookpac Production Services Singapore.
- Mina, U., U. Singh and P. Kumar. 2018. Climate change impacts on plants population and community ecological attributes mitigation strategies and policy interventions - A Review. Applied Ecology and Environmental Sciences, vol. 6, no. 3: 84-92.

- Neset T.S., L. Wiréhn, T. Opach, E. Glaas and B. O. Linnér. 2019. Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture, *Ecological Indicators*, 105, 571-580.
- Oden, O, M. Gürbüz, D. Kahraman, Ü. Özsoy, Y. Kayam, Y. Lomas, ve M. Mandel. 2002. İklim, Tarımsal Teknoloji, Toprak ve Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Buğday Verimine Etkileri. Türk-İsrail Ortak Araştırma Projesi Raporu. Menemen, İzmir.
- Oğuz, C. ve Z. Karakayacı. 2017. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Metodolojisi. Atlas Akademi. Konya.
- Özden, N., İ. Uslu, Ö. Sökmen ve F. Metinoğlu. 2020. İzmir ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikro element kapsamlarının belirlenerek haritalanması, *Toprak Su Dergisi*, 2020, (Özel Sayı): 31-40.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1), 47-65.
- Sarğın, B., K. Karaca ve B. Özdemir. 2022. iklim değişikliğine bağlı olarak buğday-arpa üretimindeki değişiminin CBS kullanılarak değerlendirilmesi: Van Merkez İlçeleri. s. 151-172. N. Ersoy (Ed.). Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler. Platanus Yayınevi. Ankara.
- Schultes, U., J. Timsina, J. M. Herrera, A. and A. McDonald. 2013. Mapping field-scale yield gaps for maize: An example from Bangladesh. *Field Crops Research* 143, 143-156.
- Steinberg, S. L. and J. S. Steinberg. 2015. GIS Research Methods Incorporation Spatial Perspectives. ESRI Press, Redlands, California, US.
- Sudmeyer, R., A. Edward, V. Fazakerley, L. Simpkin and I. Foster. 2016. Climate change: Impacts and adaptation for agriculture in Western Australia, Bulletin 4870, Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth.
- Şatır, O. and S. Berberoglu, 2016. Crop yield prediction under soil salinity using satellite derived vegetation indices. *Field Crops Research* 192, 134-143.
- Tittonell, P. A., P. A. Leffelaar, B. Vanlauwe, M. T. van Wijk, and K. E. Giller. 2006. Exploring diversity of crop and soil management within smallholder African farms: A dynamic model for simulation of N balances and use efficiencies at field scale. *Agricultural Systems*, 91(1-2), 71-101.
- TÜİK. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>
- Uslu, İ., Z. Çelik, S. Aras, V. Karagül, M. Etöz ve A. Özdarıcı Ok. 2021. Mısır ekim alanları ve dane veriminin uzaktan algılama ve hybrid- maize bitki modeli ile belirlenmesi. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31 (2), 202-211.
- White, J.G.H., J. Millner and D. J. Moot. 2005. Cereals. p. 223. J. White and J. Hodgson (Ed.). *New Zealand Pasture and Crop Science*. Oxford Uni. Press. Bookpac Production Services Singapore.
- Yürür, N. 2017. Buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale, s. 62-71. K. Yağdı (Ed.). *Tarla Bitkileri I*. Anadolu Üni. Yay. No: 2256. Eskişehir.
- Zuma-Netshikhwi, G.N., 2013. The use of operational weather and climate information in farmer decision making exemplified for the South Western Free State, South Africa. PhD thesis. University of Free State, Bloemfontein, South Africa.

Traditional Foraged Spice, Sauce, and Egg-Painting Plants of Hatay, Türkiye: Bringing the Traditional into Commerce

Yelda GÜZEL¹*  **Samim KAYIKÇI²** 

¹ *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Antakya/TÜRKİYE*

² *Hatay Büyükşehir Belediyesi Expo 2021 Hatay Sitesi, Antakya/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-7975-3130>

²<https://orcid.org/0000-0002-2722-9847>

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

Received (Geliş tarihi): 21.05.2023

Accepted (Kabul tarihi):25.10.2023

Online: 29.12.2023

Abstract: In this study, seasoning and coloring plants traditionally obtained from the wild, mainly through foraging and used in the cuisine of Hatay (Türkiye), which is listed as the City of Creative Gastronomy by UNESCO, were researched and 68 local plant species used as spices, sauces or egg coloring in various religious rituals were compiled. Some, such as **Laurus nobilis** and **Thymbra spicata**, have been gathered extensively from nature due to their significant cultural value. **Thymbra spicata** has started to be cultivated due to increasing demand with the influence of gastronomy tourism, and has even become one of the important agricultural products of Hatay/Antakya in recent years. This development has increased the economic value of the species while reducing the pressure on its natural populations. This is a successful example of alternative agricultural products traditionally obtained by foraging that may be adapted to agriculture and the local economy. Some plants presented here are used in Antakya's unique religious and cultural practices, such egg painting plants used by spring fests of various ethno-religious populations. Thirteen original plant uses that are not mentioned in the literature and are only found in Hatay are presented, such as using **Melilotus** species as a bread spice, **Laser trilobum** as a spice in local dishes and **Pistacia** species as ingredients in za'atar mixtures and the flavoring of the local soup known as "kishk". The variety of wild plants used as sour sauce and the fact that they were used as an alternative to the tomato sauces that dominate the culinary culture today are interesting in terms of showing the change in culinary culture over time. Hatay was the province that suffered the most destruction in the earthquake of February 6, 2023. We hope that this article, written just before the earthquake, will provide socio-economic guidance in the rebuilding of the city. Some of the people from whom this information was compiled unfortunately lost their lives in the earthquake, and a significant number of them were forced to migrate from the destroyed city. This situation is a striking example of the need to compile ethnobotanical knowledge without losing it.

Keywords: Wild edible plants, spice, sauce, natural food colorants, alternative agriculture products, Easter eggs, za'atar.

Hatay'ın Geleneksel Toplayıcılık Yoluyla Elde Edilen Baharat, Sos ve Yumurta Boyama Bitkileri: Gelenekselin Ticarete Taşınması

Öz: Bu çalışmada, UNESCO tarafından Yarattıcı Gastronomi Şehri olarak listelenen Hatay (Türkiye) mutfağında, geleneksel olarak, genelde yabandan, toplayıcılık yoluyla elde edilen çeşni ve renk verici bitkiler araştırılmış ve baharat, sos veya çeşitli inançsal ritüellerde yumurta boyası olarak kullanılan 68 yerli bitki türü derlenmiştir. **Laurus nobilis** ve **Thymbra spicata** gibi bazıları, yüksek kültürel değerlerinden dolayı, doğadan yoğun bir şekilde toplanagelmışlerdir. **Thymbra spicata**, gastronomi turizminin de etkisiyle artan talep nedeniyle tarım yoluyla da elde edilmeye başlanmış, hatta son yıllarda Hatay/Antakya'nın önemli tarım ürünlerinden biri haline gelmiştir. Bu gelişme, türün doğal popülasyonları üzerindeki baskıyı azaltırken ekonomik değerini artırmıştır. Bu, geleneksel olarak, toplayıcılık yoluyla elde edilen fakat tarıma ve yerel ekonomiye kazandırılabilir alternatif tarım ürünlerine başarılı bir örnektir. Çeşitli etik dinsel toplulukların bahar bayramlarında kullanılan yumurta boyama bitkileri gibi bazı bitkiler, Antakya'nın kendine özgü dini ve kültürel uygulamalarında

kullanılmaktadır. *Melilotus* türlerinin ekme baharatı olarak, *Laser trilobum*'un yöresel yemeklerde baharat olarak ve *Pistacia* türlerinin zahter karışımlarında, ayrıca "kişk" adı verilen yerel çorbalarda çeşni verici olarak kullanılması ya da gibi literatürde yer almayan ve sadece Hatay'dan tespit edilen 13 orijinal bitki kullanımı da sunulmuştur. Ekşi sos olarak kullanılan yabancı bitkilerin çeşitliliği ve bunların eskiden, günümüzde mutfak kültüründe hakim durumda bulunan domates soslarına alternatif olarak kullanıldığının belirtilmesi, mutfak kültürünün zaman içerisinde geçirdiği değişimi göstermesi bakımından ilginçtir. Hatay, 6 Şubat 2023 depreminde en çok yıkıma uğrayan il olmuştur. Depremin hemen öncesinde yazılan bu makalenin, şehrin yeniden inşasında sosyoekonomik açıdan yol gösterici olacağını umuyoruz. Bu bilgilerin derlendiği kişilerin bazıları ne yazık ki depremde yitirilmiştir, önemli bir kısmı da yıkılan şehirden zorunlu olarak göç etmiştir. Bu durum, etnobotanik bilgisinin yitirilmeden derlenmesi gerektiğine çarpıcı bir örnektir.

Anahtar kelimeler: Yenebilir yabancı bitkiler, baharatlar, soslar, doğal gıda boyaları, alternatif tarım ürünleri, Paskalya yumurtaları, za'atar.

INTRODUCTION

Despite thousands of years of agricultural history that began with the cultivation of wild plants, traditionally used wild edible plants continue to represent a wealth of unexplored biological resources that may be alternative agricultural products. These wild edible plants, which are self-growing members of the local flora, have long provided free, easily accessible, and healthy food for local peoples. Due to the increasing human population, global warming and related reductions in freshwater resources and arable land, it is necessary to better utilize plants that are already members of local habitats and can therefore be easily grown with minimal water resources. In this context, the necessity of determining the natural resources that local communities benefit from is becoming increasingly clear. Local communities benefit from plants that grow naturally in the surrounding habitats, with such information being passed down by their ancestors through history. These plants do not need extra interventions such as irrigation and fertilization if they are cultivated in the natural habitats to which they are well adapted. There is also no need to introduce such plants to the local community, as would be the case for exotic fruits that are being newly cultivated in a region, as these plants already have long been present in the living practices of local human communities. In short, every natural resource used by local communities with traditional knowledge is a potential source of economic and sociocultural wealth.

The Hatay province of Türkiye, where mainly Turkish and Arabic (North Levantine dialect) languages are spoken and where different sects of

Christianity, Judaism and Islam are found, has hosted about 20 civilizations since its establishment in 300 BC. It was located on the Silk Road and was also an important center of the Greco-Roman world. It remains a cosmopolitan city that has become one of the main centers of the Eastern Orthodox Church (Demir, 2016; Iwas, 2008). Today, different ethnic groups live in tolerance and peace while influencing each other with their traditions. Just as Christians celebrate Easter by painting eggs, Arab Alawites practice a similar tradition for Eid al Sabatash.

Hatay was recognized as a UNESCO Creative City of Gastronomy in 2017 with its richly diverse cuisine that fuses traditions of the Middle East, Anatolia, and the Mediterranean (UNESCO, 2017). In this respect, gastronomy has a dominant place in the tourism of the province (DOGAKA, 2022). Plants such as *Thymbra spicata* L, which have a very important place in the cuisine of the region with many different uses as spices and herbs, appetizers (mezes), and salads, were obtained only by foraging until recently. However, increasing demand for *Thymbra spicata* has led to its widespread cultivation. This is a concrete, up-to-date example of the cultivation of edible plants obtained from the wild.

It is possible to find examples of wild plants used as vegetables or fruits in many cultures, but when we reviewed the relevant literature, we saw that spice and sauce plants obtained from nature by foraging are not very common and are mostly found in tropical areas. In this respect, the variety of wild spice and sauce plants in Hatay, a

Mediterranean province, is interesting. In the present study, we aimed to record this diversity before it could be forgotten and to document an example of bringing an edible plant previously obtained only by foraging into the local economy. We investigated how traditional knowledge about the use of spices/sauces has changed over the years and how vegetation has influenced them. We also aimed to discuss the social, economic, and ecological benefits of lists such as the UNESCO Creative Cities of Gastronomy, which highlights the identity of the city, based on the example of *Thymbra spicata*, which was introduced into agriculture and therefore into the economy. The commonalities in unusual plant usage traditions such as egg painting among different ethnic groups that have lived together in the city for centuries are among the data we aim to document with our study as a concrete indicator of cultural interaction. Although many more spices are used in the culinary traditions of the province than those mentioned here, tropical and imported plants such as *Myristica fragrans* Houtt., *Piper nigrum* L. and *Zingiber officinale* Roscoe or purely agricultural ones such as peppers and tomatoes are not addressed because they are outside the scope of this study.

MATERIALS AND METHODS

Study area and people

The province of Hatay, where this study was conducted, is located in the south of Türkiye, in the country's Eastern Mediterranean region. To the west of Hatay, between it and the Mediterranean, lie the Amanos Mountains, an important biodiversity hotspot. To the southeast is the Kuseyr Plateau. Between these two elevated areas, wide plains (Amuq, Antakya and Samandağ Plains) irrigated by the Asi River open to the Mediterranean. The province borders Syria in the east. Although there are plants from the Mediterranean phytogeographic region, Euro-Siberian enclaves are found in the valleys of the Amanos mountain range, as well as Irano-Turanian

phytogeographic elements in the steppes around the Amuq Plain and on the Kuseyr Plateau. This study was carried out by examining samples from all of these geographical regions (Figure 1).

Within the scope of this study, 150 people were interviewed in 42 villages selected by considering differences in geographical-ecological and sociocultural aspects of all districts of Hatay province to ensure that they reflected the characteristics of all Hatay in general. A total of 85 people provided information about sauces, spices, and egg-painting traditions. 55% of the informants were women and 45% were men. Education, age and occupation distributions are given in Figure 2.

The interviews were held in the mother tongue of the interviewees in which they could express themselves most comfortably, in Arabic and/or Turkish, by the first author who could natively speak both. Villagers were contacted through local administrative authorities (i.e., neighborhood representatives or mayors). Following the principles of the International Society of Ethnobiology (ISE) Code of Ethics (Anonymous, 2006), the purpose of the study was explained to each participant before the interviews and their verbal consent to participate was obtained. For all photos, videos, sound recordings and other recordings, permission was also obtained for future publication. No recordings were made without permission. Care was taken throughout the study to respect all ethnic and religious traditions. Interviews were conducted using a face-to-face, semi-structured interview technique. People were asked to show the researcher the plants they mentioned in the field or in their homes as collected for use. The plants were identified by the authors, their current taxonomic statuses were confirmed from The Plant List (2022), and they were preserved as herbarium specimens and stored in the MKU herbarium.

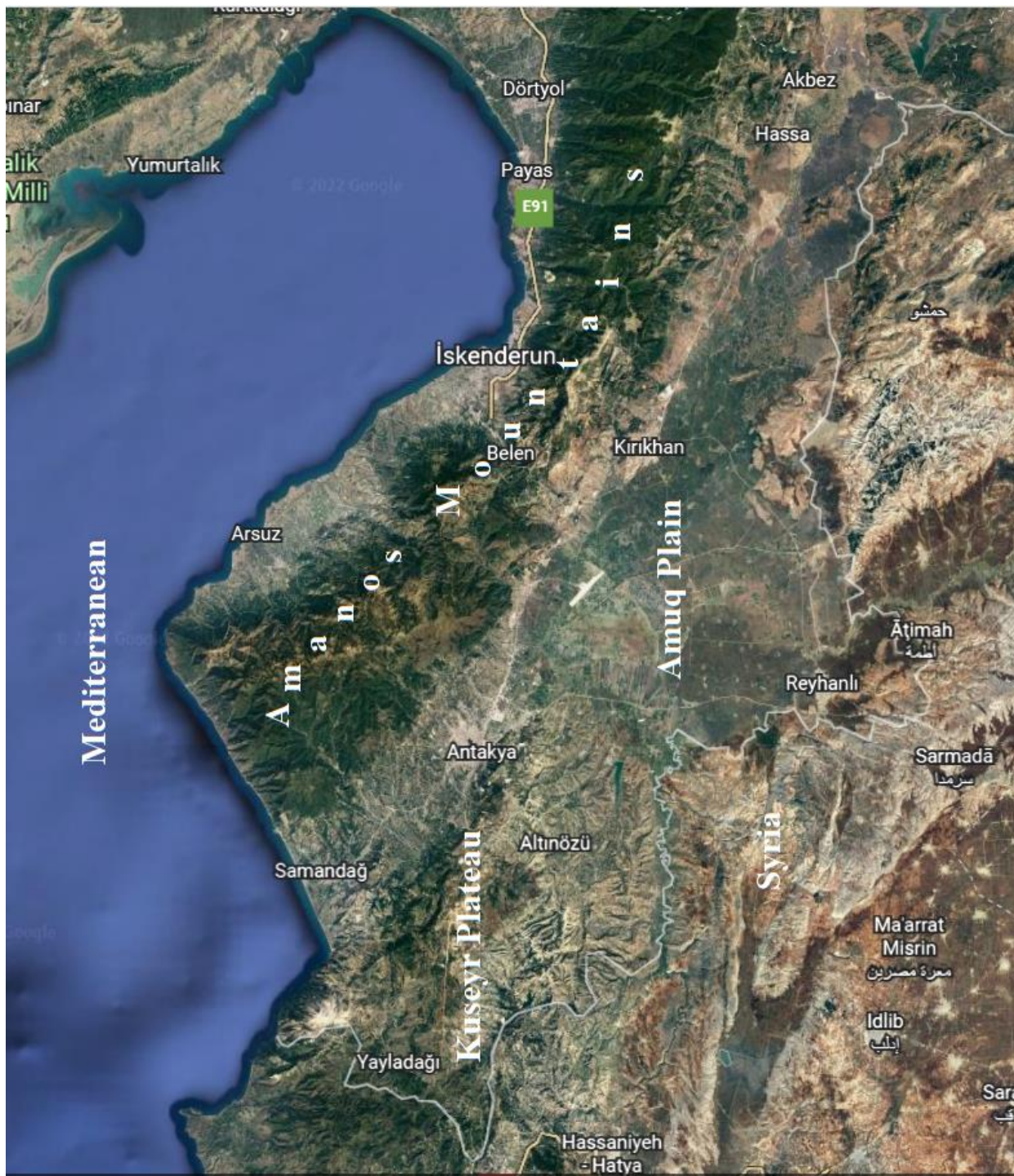


Figure 1. Google Earth map of the study area: Hatay (data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Landsat/Copernicus © 2022 Google).

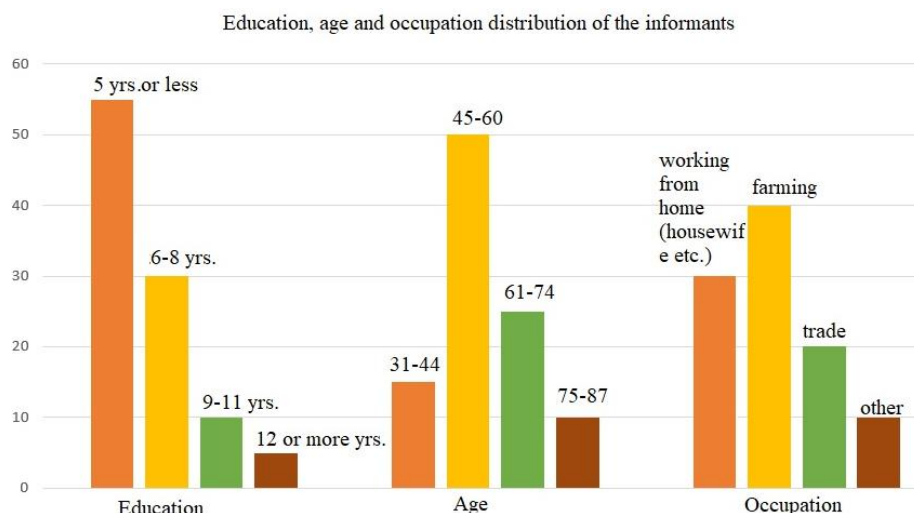


Figure 2. Education, age and occupation distribution of the informants.

Data analysis

After the plant uses were determined by field studies, the production statistics of the plants that have started to be cultivated and introduced into trade were obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK, 2022).

Use values (UVs) were calculated for all reported uses. The UV is the relative importance of a use as mentioned by participants and it was determined using the following calculation (Phillips *et al.*, 1994):

$$UV = \frac{\sum U}{n}$$

where UV is the use value, U is the number of participants who reported uses for a plant species and n is the total number of individuals interviewed. Higher UVs suggest that plants are frequently used and popular, while lower UVs indicate that plants are not widely recognized. The UV of each plant was calculated for Hatay in general (UV_g = general UV) as well as for the narrower region where its use was reported (Amanos Mountains, Amuq-Antakya-Samandağ Plains and Kuseyr Plateau = UVM, UVP and UVKP respectively). In the calculation of UV_g, U is the number of participants in the whole province who reported uses for a plant species and n is the total number of participants interviewed in the

whole province. In the calculation of regional UV values, U is the number of participants in the specific region who reported uses for a plant species and n is the total number of participants interviewed in that region.

Because habits of plant usage are directly related to the flora and because the used plants are not necessarily common, some plants that do not seem to be very important when we take the whole Hatay as a basis, are used more commonly in the narrower geographical region where they are found.

The average number of plant usage reports for each geographic region was also calculated because, during the fieldwork, it was realized that the number of plants and uses reported by participants were closely related to the area in which they lived and the plant diversity of that area.

The ratio of use reports compiled from each geographic region (A) to the number of participants from that geographic region (B) yielded the average number of plant usage reports (X) for each geographic region.

In addition, whether the compiled uses were previously reported from other regions was also investigated through a review of the literature.

RESULTS

A total of 55 flavoring plants, including 41 spices, 4 sweeteners, and 10 sour sauce, and 14 dye plants, (pomegranate is considered both dye plants and flavoring plants) were identified yielding a total of 63 plants. Although 13 of the spice plants (such as *Foeniculum vulgare*/fennel) are members of the Flora of Turkey, they are obtained agriculturally and therefore commercially. However, it is still collected from nature in regions where populations occur frequently. The compiled spice and sauce plants are given in Table 1 and the egg-dyeing plants are given in Table 2.

The use of *Melilotus* (L.) Mill. species as a bread spice, *Pistacia* L. and *Vitis* L. species as spices in the soup known as “kishk,” *Pistacia* species and *Laser trilobum* (L) Borkh. fruits as component of za’atar, *Celtis* L. species as sweeteners, *Chaerophyllum libanoticum* Boiss. & Kotschy as a pickle spice, and *Thymus kotschyanus* Boiss & Hohen as meat seasoning are original uses that we did not encounter in the literature.

The spice most widely used by far is *Thymbra spicata* (0.96 UV in general), followed by *Rhus coriaria* L, *Origanum syriacum* L, *Ocimum basilicum* L and *Punica granatum* L. (0.9 UV).

Za’atar (or “zahter”) is the name given to both thymol-scented herbs such as *Thymbra spicata* and *Origanum syriacum* and to a popular spice mixture in Hatay. Za’atar, as a spice mix, is served with olive oil, especially for breakfast. The bread is first dipped in olive oil and then into the powdered za’atar mixture and eaten. Sometimes the mixture is spread on rolled dough and baked in tandoor ovens, and “katıklı ekmeğ” (a pizza-like traditional pastry) is thus made. Similar to Hatay, it is common in the Middle East, and especially in Lebanon, Israel, and Syria, to call both thymol-scented herbs and the spice mixtures containing them “za’atar.” However, the types of herbs and the contents of the za’atar mix differ from country to country. The Lebanese za’atar mix typically consists of *Origanum syriacum*, *Thymbra spicata*,

Rhus coriaria and *Sesamum indicum* L (Khalil *et al.*, 2022). In Hatay, in addition to the aforementioned plants, the ground fruits of *Pistacia* sp. are among the main ingredients of the mixture. In addition, spices such as *Coriandrum sativum* L, *Carum carvi* L and *Laser trilobum* (L.) Borkh. can also be included in the mixture. Besides spices, crushed roasted chickpeas and melon and watermelon seeds are also found in za’atar in Hatay (Figure 3).

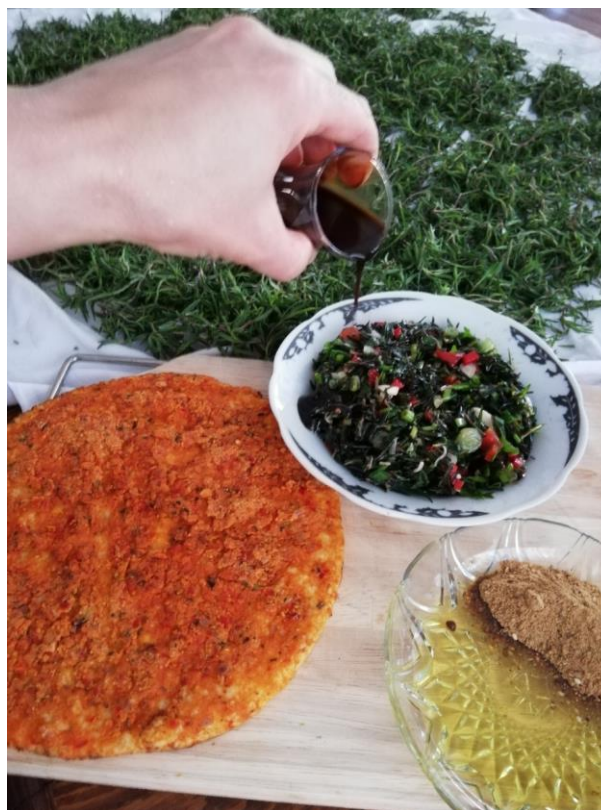


Figure 3. Various traditional foods containing the main wild spices of Hatay. In the back, za’atar (*Thymbra spicata*) is laid out to dry for the winter. In the middle, za’atar salad is one of the characteristic appetizers or mezes of Hatay cuisine and pomegranate syrup (“nar ekşisi” or “hamed rimmen”) is poured on it to give it a sour taste. To the left, “katıklı ekmeğ” is a traditional kind of pizza that contains za’atar (*Thymbra spicata*) and various other local spices. To the right, za’atar mix includes *Pistacia* spp. fruits as well as other wild spices like *Origanum syriacum*, *Thymbra spicata*, *Rhus coriaria*, *Coriandrum sativum*, *Carum carvi* and *Laser trilobum*.

In the production of “kishk,” which is a local tarhana soup, we also encountered the use of unique spices. Tarhana is a type of soup common in Anatolia that differs in its contents depending on

the region. It is prepared and fermented in the summer, dried in the sun, and ground, and then cooked in winter by boiling the mixture with water. The most common types of tarhana contain yoghurt, flour, onions, tomatoes and peppers. “Kishk,” the local tarhana prepared in Hatay and especially on the plains of Samandağ and Antakya and the Kuseyr Plateau, is plainer and is prepared from yogurt, bulgur, and ground or boiled wheat.

Chili powder and/or cumin can be added optionally. These ingredients are kneaded and made into a dough, which is covered with *Pistacia* spp. or *Vitis* spp. leaves. These leaves both give an aroma to the dough and allow it to ferment. After waiting a few days for fermentation, the leaves covering the dough are removed, and the dough is shaped into disks and dried in the sun (Figure 4).



Figure 4. Production of traditional “kishk” soup. Top: Covering the dough with *Vitis* sp. shoots and leaves (*Pistacia* sp. can be used alternatively). Bottom: After waiting a few days for fermentation and the development of the aroma, the leaves are removed and the dough is dried. The cooked soup may be served with spices like cumin and chili.

Table 1. Spice and sauce plants compiled from Hatay in light of traditional knowledge, their local names, the parts used and usages.

Family Species Voucher number	No. of informants G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr-Plateau	UV G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr-Plateau	Vernacular names		Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> 2015 and Yinel <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
			T: Turkish A: Arabic	KP: Kuseyr-Plateau			
Amaryllidaceae							
1. <i>Allium ampeloprasum</i> L. Y. Güzel-2088	4P, 5KP	0.11G 0.14P, 0.2KP	Yabani pirasa / T Yabani sarımsak / T Körmen / T Kömürgen / T Kerbec / T Kırret / A	Leaves and bulbs	Alternative to <i>Allium cepa</i>	As vegetable and medicinal uses	
2. <i>Allium scorodoprasum</i> L. Y. Güzel-2072	5P, 6KP	0.13G 0.17P, 0.24KP	Deli pirasa / T Körmen / T Kırret / A	Leaves and bulbs	Alternative to <i>Allium cepa</i>	As vegetable and medicinal uses	
Anacardiaceae							
3. <i>Pistacia terebinthus</i> L. Y. Güzel-2073	1. 3P	1. 0.04G 0.1P	Young shoots: Murç / T T Terbin / A	Leaves and young shoots 2. Fruits	1. **It is used as a flavoring agent in the production of a kind of local tarhana called "kishk," which is prepared from wheat, bulgur, and yoghurt 2. **It is one of the main flavorings in za'atar mixtures	Twigs are used as vegetables in the traditional dish "sakız murcu"; they are dipped in boiling water and the juice is squeezed out, so that the bitterness is removed; they are then cooked with olive oil and onions and later eggs are added. Fruits are used as snacks Coffee is made from the fruits There are also medicinal uses As chewing gum	
4. <i>Pistacia lentiscus</i> L. Y. Güzel-2074	15M 18P 12KP	0.5G 0.5M 0.6P 0.5KP	Sakızacağı / T Mastik sakızı / T Misk / A	Resin	It is one of the main spices of "Antakya kömbesi," a kind of traditional cookie		
5. <i>Rhus cortaria</i> L. Y. Güzel-2075	27M 24P 22KP	0.9G 0.9AM 0.8P 0.9KP	Sumak / T Simmek / A	Fruits	Widely used in local cuisine to give a sour taste, especially in stuffed vegetables ("dolma"), salads, and fish dishes One of the main ingredients of za'atar mixtures	Medicinal uses	
Apiaceae							
6. <i>Coriandrum sativum</i> L.* Y. Güzel-2076	6M 6P 8KP	0.2G 0.2M 0.2P 0.3KP	Kışniş / T Kızbara / A	Fruits (mericarps)	In traditional pastries like "katıklı ekmeç" and in "Antakya kiftü stürkü"	Medicinal uses	

Family Species Voucher number	No. of informants			Vernacular names		Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> 2015 and Yipel <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
	G: General	M: Mountain	P: Plain	UV	T: Turkish			
7. <i>Carrum carvi</i> L.* Y. Güzel-2077	20M			0.7G				Medicinal uses
	22P			0.6M	Kemün / A	Fruits (mericarps)	Widely used in local cuisine	
	19KP			0.8P 0.7KP			Also used in traditional dishes such as "Hatay oruğu" and ** "Antakya küflü sürtki"	
8. <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.* Y. Güzel-2078	16M			0.7G	Rezene / T	Fruits (mericarps)	One of the main spices of the oily pastry named "Antakya küleşti"	Medicinal uses
	21P			0.5M	Şumra / A			
	19KP			0.7P 0.7KP	Şimura / A			
9. <i>Laser trilobum</i> (L.) Borkh. Y. Güzel-2079	14M			0.2G 0.5M	Kefe kimyonu / T Geyik sırası / T	Fruits (mericarps)	In place of cumin wherever cumin is used	Only as spice
				0.1G	Menlik / T	Leaves	** Used in za'atar mixtures, in "Hatay oruğu," and in "Antakya küflü sürtki"	
				0.3M			** Used as a flavoring in pickles	
10. <i>Chaerophyllum libanoticum</i> Boiss. & Kotschy Y. Güzel-2080	8M			0.1G	Baldırgan / T	Leaves	** Used as a flavoring in pickles	Also consumed raw and cooked as a vegetable
				0.3M				
				0.1G				
11. <i>Smyrniolum olusatrum</i> L. Y. Güzel-2137	3P			0.04G 0.1P	Çiğdem / T M6s / A	Fruits	** Crushed and mixed with nuts as sweetener	As fruit and medicinal uses
				0.02G	Dardağan / T	Fruits	** Crushed and mixed with nuts as sweetener	
				0.1KP	Dağın / T M6vz / A			
13. <i>Celtis tournefortii</i> Lam Y. Güzel-2082	2KP			0.07G 0.07M 0.07P 0.08KP	Kanari / T Keber / T Kibbar / A	Flower buds	In meat dishes	As a pickle
				0.07G				
				0.07M				
14. <i>Capparis spinosa</i> L. Y. Güzel-2133	2M			0.07G				As a pickle
	2P			0.07M				
	2KP			0.07P 0.08KP				
15. <i>Melilotus indicus</i> (L.) All. Y. Güzel-2083	5P			0.1G	Eşek yoncası / T	Seeds	**Seeds, ground with wheat to give flavor to bread	In addition to being used as a spice due to its characteristic smell, the whole plant is dried and placed in closets or in the entrance of the houses as a fragrance and to keep moths away; it can also be used against the evil eye, as incense or by placing it under a child's pillow
	1KP			0.2P	Puhur otu / T			
				0.04KP	Handkuk / A			
16. <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr. Y. Güzel-2129	2P			0.02G	Eşek yoncası / T	Seeds	**Seeds, ground with wheat to give flavor to bread	In addition to being used as a spice due to its characteristic smell, the whole plant is dried and placed in closets, between clothes, to keep moths away; it can also be used against the evil eye, as incense or by placing it under a child's pillow
	1KP			0.07P	Puhur otu / T			
				0.04KP	Handkuk / A			

Family Species Voucher number	No. of informants G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	UV G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	Vernacular names T: Turkish A: Arabic	Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> 2015 and Yipel <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
<i>17. Cercis siliquastrum</i> L. Y. Güzel-2084	4M 2P	0.07G 0.13M 0.07P	Erguvan / T Sencirik / A	Flowers	Flowers are added to meals and salads to give a sour taste	Medicinal uses
<i>18. Ceratonia siliqua</i> L. Y. Güzel-2085	6M 4P 1KP	0.13G 0.2M 0.14P 0.04KP	Keçibonuz / T Harnup / A	Fruits	Molasses is used as a sweetener; especially in years when refined sugar was not common, it was reported that local sweets such as "künefe" were made with grape or carob molasses instead of sugar syrup in rural areas	Molasses is mixed with tahini and eaten for breakfast Medicinal uses
<i>19. Trigonella foenum-graecum</i> L. Y. Güzel-2138	2M 2P 2KP	0.07G 0.06M 0.07P 0.08KP	Boyutu / T Hilbe / A	Seeds	Dried and ground seeds are used in meat, fish, and chicken dishes	The whole plant is dried and placed in closets or in the entrance of the houses as a fragrance and to keep moths away
Geraniaceae						
<i>20. Pelargonium graveolens</i> L'Hér. * Y. Güzel-2086	6M 6P 2KP	0.16G 0.22M 0.2P 0.1KP	İtur / T, A	Leaves	Leaves are kept in the dessert for a while to give flavor and aroma to milky desserts such as rice pudding and other puddings	Medicinal uses
Lamiaceae						
<i>21. Mentha longifolia</i> subsp. <i>thyphoides</i> Y. Güzel-2087	10M 8P 6KP	0.3G 0.3M 0.3P 0.24KP	Dere nanesi / T	Leaves	An alternative to mint wherever mint is used	Medicinal uses
<i>22. Thymbra spicata</i> var. <i>spicata</i> * Y. Güzel-2071	30M 29P 23KP	0.96G 0.97M IP 0.92KP	Zahter / T Za'atar / A	Leaves, twigs	One of the widely used spices of the local cuisine; the main spice of many local products, especially "katıklı ekmeç," "Antakya küflü sürkü," and additives Also found in za'atar mix	Medicinal uses As traditional herbal tea For evil eye: the plant is burned on embers and the individual is exposed to its smoke Its salad is a popular appetizer of the local cuisine As tea Medicinal uses
<i>23. Thymus cilicicus</i> Boiss. & Balansa Y. Güzel-2089	4M	0.05G 0.13M	Kılıç kekigi / T Dağ kekigi / T	Leaves, twigs	In meat dishes and "katıklı ekmeç"	Medicinal uses
<i>24. Thymus sipyliensis</i> Boiss Y. Güzel-2090	3KP	0.04G 0.12KP	Sipil kekigi / T Limon otu / T	Leaves, twigs	In meat dishes and "katıklı ekmeç"	Medicinal uses
<i>25. Thymus kotschyanus</i> Boiss. & Hohen. Y. Güzel-2091	2M 0.06M	0.02G 0.06M	Kekik / T Dağ kekigi / T	Leaves, twigs	**In meat dishes and "katıklı ekmeç"	Medicinal uses

Family Species Voucher number	No. of informants G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	UV G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	Vernacular names T: Turkish A: Arabic	Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> 2015 and Yıpele <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
26. <i>Thymus leucotrichus</i> subsp. <i>leucotrichus</i> Halácsy Y. Güzel-2092	4M	0.05G 0.13M	Kekik / T Dağ kekigi / T	Leaves, twigs	In meat dishes and "kattıkl ekmeğ"	Medicinal uses
27. <i>Origanum syriacum</i> subsp. <i>bevanii</i> (Holmes) Creuter & Burdet Y. Güzel-2093	25M 24P 27KP	0.9G 0.8M 0.8P 0.9KP	Hababa / T Halil İbrahim kekigi / T Zahter Halil / A	Leaves, twigs, inflorescences	One of the widely used spices of the local cuisine; has a softer taste than <i>Thymbra spicata</i> and is used as an alternative to it Also used in zaatar mixtures	As tea As appetizer, salad, in omelets
28. <i>Salvia aramiensis</i> Rech.f. Y. Güzel-2131	2M 2P 2KP	0.07G 0.06M 0.07P 0.08KP	Pohur / T Kıvaystilan / A	Leaves Flowers	In meat dishes If milk is boiled over a fire of its bush, the smoke gives a pleasant aroma to the milk	Medicinal uses As traditional herbal tea For the evil eye: the plant is burned on embers and the individual is exposed to its smoke Medicinal uses
29. <i>Satureja thymbra</i> L. Y. Güzel-2094	5M 5P 2KP	0.14G 0.16M 0.17P 0.08KP	Halil İbrahim zahteri / T Zğeytra / A	Leaves, twigs	In meat dishes and "kattıkl ekmeğ"	Medicinal uses
30. <i>Satureja cuneifolia</i> Ten. Y. Güzel-2095	2M 1P	0.04G 0.06M 0.04P	Kaya kekigi / T Zğeytra / A	Leaves, twigs	In meat dishes and "kattıkl ekmeğ"	Medicinal uses
31. <i>Clinopodium vulgare</i> subsp. <i>arundanum</i> (Boiss.) Nyman Y. Güzel-2132	6M 2KP	0.1G 0.2M 0.07KP	Kamış İsleşgen / T Şumaya / A	Leaves, twigs	Used as animal feed to flavor milk and dairy products	Medicinal uses
32. <i>Clinopodium serpyllifolium</i> subsp. <i>barbatum</i> (P.H.Davis) Bräuchler Y. Güzel-2096	2M 3KP	0.06G 0.06M 0.12KP	Naneli çay / T Vüks otu / T Çay nanesi / T	Leaves, twigs	In meat dishes	As tea
33. <i>Ocimum basilicum</i> L.* Y. Güzel-2097	27M 24P 28KP	0.9G 0.9M 0.96P 0.97KP	Fesleşgen / T Reyhan / T Habak / A	Leaves, twigs, flowers	Widely used as a spice in local cuisine ** Used in traditional dishes such as "Hatay oruğu" and "Antakya küffü sürköl"	Medicinal uses
Lauraceae 34. <i>Laurus nobilis</i> L. Y. Güzel-2098	20M 21P 20KP	0.7G 0.6M 0.7P 0.8KP	Defne / T Gar / A	Leaves	In meat, fish, and chicken dishes Bay leaves are placed between dried tomatoes and dried figs to give them aroma and to protect them from insects and mold	Leaves: Medicinal uses Leaves and fruits: Traditional laurel soap: "gar sabunu"

Family Species Voucher number	No. of informants G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	UV G: General M: Mountain P: Plain KP: Kuseyr Plateau	Vernacular names T: Turkish A: Arabic	Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> , 2015 and Yipei <i>et al.</i> , 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
Lythraceae						
33. <i>Punica granatum</i> L.* Y. Güzel-2099	28M 27P 25KP	0.9G 0.9M 0.9P 1KP	Nar / T Rimmen / A	A widely used sour sauce, "nar ekşisi" or "hamed rimmen," is prepared by boiling fruit juices until they thicken and turn brown-black	"Nar ekşisi" or "hamed rimmen" is one of the most important sour sauces of the local cuisine, used in many traditional foods	Medicinal uses
Orchidaceae						
36. <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. Y. Güzel-2101	2M 2KP	0.05G 0.06M 0.08KP	Sivrisalep / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep Salep or sahiab is the flour of the boiled and sundried tubers of these wild orchid species; it has a sweet, characteristic aroma and is mixed with milk as a beverage of the same name or used in milk-based desserts Tubers are used to make salep	
37. <i>Dactylorhiza osmanica</i> (Klinge) P.F. Hunt & Summerrh. Y. Güzel-2102	2M 1KP	0.4G 0.06M 0.04KP	Osmanlı salebi / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep	
38. <i>Ophrys umbilicata</i> subsp. <i>umbilicata</i> Desf. Y. Güzel-2103	3KP	0.04G 0.1KP	Göbekli salep / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep	
39. <i>Orchis anatolica</i> Boiss. Y. Güzel-2104	2M	0.02G 0.06M	Dildamak / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep	
40. <i>Orchis simia</i> Lam. Y. Güzel-2105	3KP	0.04G 0.12KP	Salep püskülü / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep	
41. <i>Neotinea tridentata</i> (Scop.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase Y. Güzel-2106	3KP	0.04G 0.12KP	Katranalacası / T Zahleb / A	Tubers	Tubers are used to make salep	
42. <i>Serapias orientalis</i> subsp. <i>levantina</i> (H. Baumann & Künkele) Kreutz Y. Güzel-2107	2M 2KP	0.05G 0.06M 0.08KP	Sağırkulagi / T	Tubers	Tubers are used to make salep	
Polygonaceae						
43. <i>Rheum ribes</i> L. Y. Güzel-2108	4M	0.05G 0.13M	İşgn / T	Flowers and stems	Dried flowers used as flavoring Stems used in food to give a sour taste	Medicinal uses

Family Species Voucher number	No. of informants				Vernacular names		Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay (for medical uses, see Güzel <i>et al.</i> 2015 and Yipel <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Güzel and Güzelşemme, 2018)
	G: General	M: Mountain	P: Plain	KP: Kuseyr. Plateau	UV	T: Turkish			
Ranunculaceae									
44. <i>Nigella sariva</i> L.* Y. Güzel-2134	12M 10P 9KP				0.45G 0.4M 0.3P 0.4KP	Çörekotu / T Habhtisseydi / A	Seeds	In pastries, especially traditional ones like "Antakya kılçesi" or "kaytaz böreği" In traditional cheeses like "Antakya küflü sürkü" or "carra peyniri"	Medicinal uses
45. <i>Nigella damascena</i> L. Y. Güzel-2135	2M 2P 2KP				0.07G 0.07M 0.07P 0.08KP	Çörekotu / T Habhtisseydi / A	Seeds	In pastries, especially traditional ones like "Antakya kılçesi" or "kaytaz böreği" In traditional cheeses like "Antakya küflü sürkü" or "carra peyniri"	Medicinal uses
Rosaceae									
46. <i>Cerasus mahaleb</i> var. <i>mahaleb</i> (L.) Mill. Y. Güzel-2109	7M 10P 13KP				0.35G 0.2M 0.34P 0.5KP	Mahlep / T, A	Seeds	One of the main spices of "Antakya kömbesi," a kind of traditional cookie, and of the oily pastry named "Antakya kılçesi"	Medicinal uses
47. <i>Cornus mas</i> L. Y. Güzel-2110	8M				0.1G 0.3M	Kızılelek / T	Fruit juices are boiled until thickened to prepare the sour sauce named "kızılçelik ekşisi"	Sour sauce prepared from boiled fruit juices are used in meat dishes and stuffed vegetables ("dolma")	As fruit
48. <i>Malus pumila</i> Mill.* Y. Güzel-2112	3M 8P 2KP				0.13G 0.1M 0.3P 0.08KP	Elma / T Tuftah / A	Fruits	As reported by elderly participants (over 75 years old), in their parents' time, tomatoes were not a common vegetable and dishes that are made with tomatoes or tomato paste today were made by grating sour apples; a kind of rice porridge called "tuftahiye" is an example of this type of food and its name means "with apple" Same as <i>M. pumila</i>	As fruit
49. <i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill. Y. Güzel-2111	3M 6P 2KP				0.13G 0.1M 0.2P 0.08KP	Yaban elması / T Tuftah cebel / A	Fruits		As fruit
50. <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. (Syn.: <i>Prunus divaricata</i> var. <i>divaricata</i>) Y. Güzel-2136	6M				0.07G 0.2M	Dağ eriği / T	Fruit juices are boiled until thickened to prepare the sour sauce named "erik ekşisi"	As sour sauce in various dishes	As fruit
51. <i>Prunus domestica</i> L.* Y. Güzel-2113	8M				0.09G 0.3M	Erik / T	Fruit juices are boiled until thickened to prepare the sour sauce named "erik ekşisi"	As sour sauce in various dishes	As fruit

Family	No. of informants	UV	Vernacular names	Used parts	Usage	Uses other than spices or sauces in Hatay
Species	G: General	G: General	T: Turkish			(for medical uses, see Gützel <i>et al.</i> 2015 and Yipei <i>et al.</i> 2017; for uses as tea, see Gützel and Gützelşemme, 2018)
Voucher number	M: Mountain	M: Mountain	A: Arabic			
	P: Plain	P: Plain				
	KP: Kuseyr Plateau	KP: Kuseyr Plateau				
52. <i>Rosa × damascena</i> Herrm.*	4M	0.14G	Isparta gülü / T	Flowers	Used as flavoring by adding petals to various salads, such as "kisir"	Ornamental use
Y.Gützel-2114	6P	0.13M	Verd niyseni / A		Rose water obtained by distillation is added to desserts	
	2KP	0.2P			Same as <i>V. vinifera</i>	As fruit
53. <i>Vitis sylvestris</i> C.C.Gmel.	2M	0.08KP	Deli asma / T	Same as <i>V. vinifera</i>		Medicinal uses
Y.Gützel-2115		0.02G				
		0.06M				
54. <i>Vitis vinifera</i> L.*	9M	0.3G	Asma / T	Juice of raw, green berries is boiled until thickened to prepare the sour sauce named "konuk ekşisi"	Sour sauce is used in various dishes	As fruit
Y.Gützel-2116	11P	0.3M	Diyale / A		Molasses is used as a sweetener; especially in the years when refined sugar was not common, it was reported that local sweets such as "kinefe" were made with grape or carob molasses instead of sugar syrup in rural areas	As molasses
	5KP	0.4P	İnbe / A			Medicinal uses
		0.2KP				
Rutaceae						
55. <i>Citrus aurantium</i> L.*	7M	0.14G	Turuñ / T	Fruit juices are boiled until thickened to prepare the sour sauce named "turunç ekşisi"	Sour sauce is used in various dishes	Traditional orange jam is prepared from the peels
Y.Gützel-2117	5P	0.2M	Trınc / A			
		0.17P				

* Plants that are members of the flora and are also cultivated

** First record of this use

Table 2. Plants used for egg painting.

Family <i>Species</i> Voucher number	Vernacular names T: Turkish A: Arabic	Used part	Painting method	Color obtained	Ethnicity of the reporters C:Christian A:Alawite
Amaranthaceae					
56. <i>Amaranthus retroflexus</i> L. Y.Güzel-2118	Kızılback / T Kittayfe / A	Leaves	Boiled with the eggs	Pale green	2A
57. <i>Spinacia oleracea</i> L. Y.Güzel-2119	Ispanak / T Sbeneğ / A	Leaves	Boiled with the eggs	Pale green	2A
Amaryllidaceae					
58. <i>Allium cepa</i> L. Y.Güzel-2120	Soğan / T Basal / A	Peel	Boiled with the eggs	Brown onions: pale to dark brownish orange Red onions: brownish red	15C/10A
Apiaceae					
59. <i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) A.W.Hill Y.Güzel-2121	Maydanoz / T Bakdunes / A	Leaves	Boiled with the eggs	Eggs are wrapped in the plants with a thread or a thin cloth to create patterns	5C/3A
60. <i>Daucus carota</i> L. Y.Güzel-2122	Havuç / T Cezar / A	Roots	Grated and boiled with the eggs	Purple with purple carrots Yellow with orange carrots	1C/2A
Brassicaceae					
61. <i>Brassica oleracea</i> L. (red cabbage cultivar) Y.Güzel-2123	Mor lahana / T Milfuf ahmar / A	Leaves	Boiled with the eggs	Blue	4A
Fabaceae					
62. <i>Trifolium</i> L. sp. Y.Güzel-2124	Yonca / T Cleybine / A	Leaves	Boiled with the eggs	Eggs are wrapped in the plants with a thread or a thin cloth to create patterns	5C
Juglandaceae					
63. <i>Juglans regia</i> L. Y.Güzel-2125	Ceviz / T Cövz / A	Inflorescences	Boiled with the eggs	Navy green	4C/7A
Lythraceae					
64. <i>Punica granatum</i> L. Y.Güzel-2126	Nar / T Rimmen / A	Flowers	Boiled with the eggs	Yellow	2C/4A
Oxalidaceae					
65. <i>Oxalis pes-caprae</i> L. Y.Güzel-2127	Ekşi yonca / T	Leaves	Boiled with the eggs	Eggs are wrapped in the plants with a thread or a thin cloth to create patterns	2A

Table 2. Continued.

Family <i>Species</i> Voucher number	Vernacular names T: Turkish A: Arabic	Used part	Painting method	Color obtained	Ethnicity of the reporters C:Christian A:Alawite
Papaveraceae					
66. <i>Papaver rhoeas</i> L. Y.Güzel-2128	Gelincik / T Gelin eli / T Şkayyek / A	Flowers	Boiled with the eggs	Grayish blue	3A
Rubiaceae					
67. <i>Coffea arabica</i> L.	Kahve / T Kahva / A	Roasted and ground coffee seeds	Boiled with the eggs	Brown	3C/1A
68. <i>Rubia tinctorium</i> L. Y.Güzel-2130	Yumurta boyası / T Sıbbeğbovd / A (both Turkish and Arabic names mean “egg dye”)	Roots	Boiled with the eggs	Red	3A
Theaceae					
69. <i>Camellia sinensis</i> (L.) KUNTZE	Çay / T Çöye / A	Tea leaves	Boiled with the eggs	Brown	1C/3A

Sour sauces have a very important place in the local cuisine. The most common sour sauce used in stuffed vegetables (“dolma”), salads, soups, and meat dishes is a sour pomegranate sauce known as “nar ekşisi” in Turkish and “hamed rimmen” in Arabic (Figure 3). Sour sauces prepared from *Cornus mas* and from *Prunus*, *Citrus* and *Vitis* species are encountered as alternatives to pomegranate sauce, especially in the villages of the Amanos Mountains. *Malus* species, on the other hand, are used in applications other than sour sauces, but again are used to impart a sour taste to foods. Especially in villages close to the Syrian border, where Middle Eastern cuisine is dominant, sour-tasting “tuffahiye” dishes are prepared by grating or chopping sour apples into rice porridge with meat or chicken. Interviewees stated that sour sauces such as pomegranate, cranberry and plum

sauces, as well as sour apples, were frequently used in the time of their grandparents, when tomatoes were less known in the region, but today they have been replaced by tomatoes and tomato paste in many dishes. It is culturally important for us to record such details of traditional culinary culture before they are forgotten.

Plants used for dyeing eggs, on the other hand, are examples of the cultural interaction of different ethnoreligious populations living together in peace for centuries in a multicultural, cosmopolitan city. In the first weeks of April, the Christians of the city dye eggs for Easter, while the Arab Alawites dye eggs for Eid al Sabatash with the same plants and using the same methods. Colored eggs are distributed to children to play with (Figure 5).



Figure 5. A: Eggs dyed with onion peel, parsley and clover leaves. B: Eggs dyed with pomegranate flowers. C: Eggs dyed with poppy above, red cabbage below.

DISCUSSION

Pressure from increasing demand: It is still possible to introduce new herbal products from the wild into agriculture:

After being selected as a UNESCO Creative City of Gastronomy, gastronomy tourism gained importance in Hatay province (DOGAKA, 2022). This caused an increase in the demand for local cuisine products and accelerated the processes of

obtaining certain traditional raw materials such as *Thymbra spicata* through agriculture instead of foraging. This alternative agricultural product has become a new source of income in rural areas. In addition, geographical indications (GIs) of various traditional foods such as “Hatay oruğu” (“kibbeh” in local Arabic), “Hatay kaytaz böreği” (“kaytuzet”), “Antakya carra peyniri” (“cibin carra”) and “Antakya küflü sürkü” (“sürki mistiviy”) (Figure 6) have been granted by the

Turkish Patent and Trademark Office. GI studies of many products are still being carried out by universities and various public institutions. The spices that give the characteristic flavors of these products have gained even more importance. *Thymbra spicata*, used in za'atar, is a successful example of a plant formerly foraged in the wild being brought into the local economy via cultivation (Figure 7). Almost all informants mentioned that *Thymbra spicata* was collected from the mountains up until ten years ago, but since then it has been cultivated in recent years and can be found in abundance in markets, greengrocers, peddlers' stalls, and even in shops selling touristic products (Figure 7). Indeed, it is possible to find *Thymbra spicata* being sold all over the city in the spring and early summer months. The cultivation of this plant, which is widely used in the local cuisine, has been supported by various public and non-governmental organizations and it has become one of the most

important agricultural and commercial products of Hatay province today. According to TUIK (2022) statistics, while the agricultural area of *Thymbra spicata* in Hatay was 4 hectares in 2004, it reached 100 hectares in the late 2010s when gastronomic tourism activities increased, and 134.3 hectares were planted in 2021. In the last ten years, many women's cooperatives dealing with *Thymbra spicata* agriculture have been established, resulting in a positive change in terms of women's employment.

Hatay province is also one of the main exporters of *Laurus nobilis*, or bay laurel, in the world (TUIK, 2022). In addition to being used for flavoring, bay laurel leaves have been heavily collected from nature in recent years for the growing laurel soap industry. Wild harvesting cannot keep up with the demand and *Laurus nobilis* is thus a candidate to follow *Thymbra spicata* in being adapted to cultivation.



Figure 6. “Antakya küflü sürkü,” also known as “sürki mistiviy” in local Arabic. Left: Cheeses being kept to mold and mature. Middle and right: Moderately ripened and fully ripened cheeses, respectively.



Figure 7. A: A *Thymbra spicata* field. B: *Thymbra spicata* sold by a peddler C: *Thymbra spicata* seedlings for sale in front of a store selling local products in the city center. D: Dried *Thymbra spicata* in a spice shop E: Preserved *Thymbra spicata* for sale in a market.

Mixed culture = Mixed spice preferences. The effects of geography and vegetation are undeniable

We have seen that the cultural identity of the city, which is a mixture of both the Mediterranean and the Middle East, is also reflected in spice preferences. We did not find any literature on the edible use of *Melilotus* species in other provinces in Türkiye or in other Mediterranean countries. We saw that it was used in Antakya with a name similar to the one in Jordan. *Melilotus indicus* (L) All is called “handaakok,” in Jordan (handkuk in Hatay), and its leaves are used in cheese-making, as well as for a tea infusion as an appetizing medicinal plant (Aburjai *et al.*, 2007). In Pakistan, it is called “sinji” and is consumed as a vegetable (Ahmed *et al.*, 2014), but we did not find its use as a bread spice elsewhere in the literature.

Again, we saw that the Za’atar mixture, which is not found in other provinces in Türkiye but is popular in the Middle East, is used in Hatay, albeit

with some differences in its content. In addition to typical Middle Eastern spices such as za’atar, pomegranate sauce, and sumac, typical Mediterranean spices such as basil (*Ocimum basilicum*), bay (*Laurus nobilis*), cumin (*Carum carvi*), coriander (*Coriandrum sativum*), oregano and sage (Bower *et al.*, 2016; Motti, 2021) are also commonly used in the city. While *Origanum majorana* is used as oregano and *Salvia officinalis* is used as sage in the Western Mediterranean, the use of *Origanum syriacum* and *Salvia aramiensis* instead in Antakya is a good example of the effect of phytogeography on culinary culture.

The average number of plant usage reports for each geographic region were calculated as M, P and KP values, respectively. The M region (Amanos Mountains) is a region with high plant diversity. It is seen that traditional plant use knowledge is directly proportional to plant diversity. The average number of plant usage reports for the plains and the plateau (P and KP) were similar to each other (Figure 8).

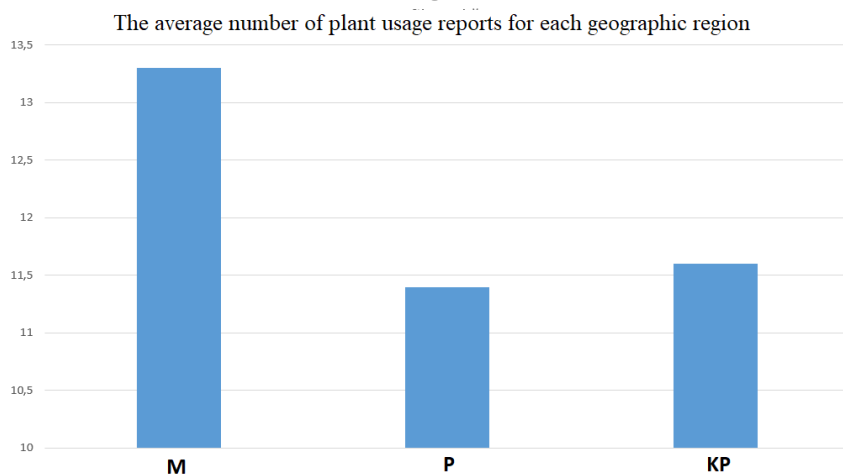


Figure 8. The average number of plant usage reports for each geographic region.

Plant use traditions that living together made similar: Easter Egg and Eid al Sabatash Egg-Painting Traditions

There is only one source in the literature examining the common egg-painting traditions of Arab Alawites and Arab Christians, and it examines the tradition from an anthropological point of view (Cengiz *et al.*, 2016). Our study is the first to approach this tradition from an ethnobotanical point of view. Although there are similarities in egg dyeing and tapping rituals, anthropological research shows that the Easter and Eid al Sabatash traditions have different origins and became similar over time as a result of the groups' living together. In Easter traditions, the egg and egg tapping represent the resurrection of Jesus after his crucifixion, whereas in the Alawite tradition, as in other Islamic sects, prophets are believed to be immortal, so the egg does not symbolize the rebirth of Jesus, as it is not believed that he died. However, the anthropological approach speaks of a birth symbolism inspired by the awakening of nature in Eid al Sabatash, as in other spring festivals such as Nawruz. As a matter of fact, the explanations given by people we interviewed about the meaning of Eid al Sabatash were "spring festival" and "the feast of the birth of Imam Ali". The plants used in the dyeing, and hence the colors chosen, prove that the similar egg

feast traditions of the two ethnoreligious groups actually came from different origins. The color red represents the blood of Jesus in the Christian faith and Easter eggs are often dyed shades of red. Plants that produce other colors are used much less by the Christian community. However, in the Alawite community, we encountered a much more diverse color/plant scale. This variety of colors/plants shows that the meaning of the egg-painting ritual is to celebrate a fest, especially to make children happy, rather than its symbolic meanings at Easter, and indeed is a tradition acquired over time as a result of living with the Christian community.

The present and future of traditional knowledge

We saw that spice usage habits changed over time with the introduction of different commercial products and different cultural interactions. The fact that grape molasses or *Celtis* fruits were used as sweeteners before refined sugar became widespread, while nowadays these uses are almost completely forgotten, except by a few elderly people, is a concrete example of this change. Another example is the widespread use of sour sauces instead of tomato paste, for example the existence of tuffahiye dishes prepared from sour apple sauces before tomato was widely cultivated, and the fact that these dishes are almost completely forgotten today. Today, tomato paste is so

important in the local cuisine that most of the participants stated that there cannot be Antakya cuisine without tomato paste. Very few old people could say that tomato paste was not as common a hundred years ago, and other sour sauces were used.

When compared with the literature, we recorded very high wild spice diversity in Hatay. Fifty-five species is a high number for only a city when compared to 78 for the whole of Italy (Motti, 2021), 31 for Aceh, Indonesia (Navia *et al.*, 2020) and 52 for Arunachal Pradesh, India (Bharali *et al.*, 2017) (both of which are located in the tropics, so the variety of spices is high) and 58 for Nkonkobe Municipality, an Eastern Cape Province of South Africa (another important and rich plant biodiversity center) (Asowata-Ayodele *et al.*, 2016)

Although there is a rich variety of wild plants used for spices and other flavorings in the province of Hatay, the fact that many of those uses are reported by very few people shows that this traditional knowledge is prone to being forgotten. All uses with a UV of 0.5 or lower, representing uses that are not very well known, were reported by participants over 65 years of age. Younger participants' knowledge was limited to commonly used spices. This is another indication that traditional knowledge tends to be forgotten and is not adequately conveyed. Therefore, it is important that this information be put into writing and published without being completely forgotten.

CONCLUSION

The changes in the supply routes of *Thymbra spicata*, which is the most prevalent ingredient in the culinary culture of the city and which has been

obtained by foraging for years, show that the transition from foraging to agriculture can take place and that it is still possible to obtain an agricultural product that is cultivated from a wild plant. It also clearly shows that this process can take place in a very short time.

Of course, this transformation has taken place not only with the efforts of the people, but also with the efforts of various public institutions. The UNESCO Creative City of Gastronomy list, followed by the efforts of municipalities, universities, and chambers of commerce, enabled the traditional elements of the city to be introduced into tourism and thus into the economy. In this way, an economic revival was achieved in the city, where business opportunities were limited. We think that this type of sustainable economic development model in harmony with nature and culture can be successfully applied in economically distressed local communities around the world.

Hatay was the province that suffered the most destruction in the earthquake of February 6, 2023. We hope that this article, written just before the earthquake, will provide socioeconomic guidance in the rebuilding of the city. Some of the people from whom this information was compiled unfortunately lost their lives in the earthquake, and a significant number of them were forced to migrate from the destroyed city. This situation is a striking example as it shows the fragility of ethnobotanical knowledge in the face of ordinary or extraordinary situations that societies experience over time. Ethnobotanical knowledge is a valuable resource that has the potential to provide new medicines, new food plants, new industrial plants, and it must be compiled and protected before it is lost.

REFERENCES

- Aburjai, T., M. Hudaib, R. Tayyem, M. Yousef, and M. Qishawi. 2007. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Jordan, the Ajloun Heights region. *Journal of Ethnopharmacology*, 110: 294-304. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.09.031>
- Ahmed, D., S. Younas, and Q.M.A. Mughal. 2014. Study of alpha-amylase and urease inhibitory activities of *Melilotus indicus* (Linn.) All. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 27: 57-61.
- Anonymous, 2006. International Society of Ethnobiology Code of Ethics (with 2008 additions). <http://ethnobiology.net/code-of-ethics/Iwas, M. Z. I. 2008. The Syrian Orthodox Church of Antioch at A Glance. Damaskus: Bab Touma Press House.>
- Asowata-Ayodele, A. M., A. J. Afolayan, and G. A. Otunola. 2016. Ethnobotanical survey of culinary herbs and spices used in the traditional medicinal system of Nkonkobe Municipality, Eastern Cape, South Africa. *South African Journal of Botany*, 104:69-75. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.01.001>
- Bharali, P., M. Sharma, C. L. Sharma, and B. Singh. 2017. Ethnobotanical survey of spices and condiments used by some tribes of Arunachal Pradesh. *Journal of Medicinal Plant Studies*. 5:101-9. <https://doi.org/10.7439/ijasr.v3i1.3843>
- Bower, A., S. Marquez, and E. G. de Mejia. 2016. The health benefits of selected culinary herbs and spices found in the traditional Mediterranean diet. *Critical reviews in food science and nutrition*. 56: 2728-2746. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.805713>
- Cengiz, A.K., Ş. Can, Ş. Mimaroglu. 2016. It Is Not Just An Egg: Play, Influence and Power Among Arab Communities in Samandağ Hatay. *Asos Journal: The Journal of Academic Social Science*. 4: 295-313. <https://doi.org/10.16992/ASOS.1269>
- Demir, A. 2016. Çağlar İçinde Antakya. *Dafne* kitap.
- DOGAKA. 2022. Hatay Gastronomy Strategy And Action Plan for 2021-2023 Report, Eastern Mediterranean Development Agency and The Ministry of Industry and Technology of Republic of Turkey. 55 p. https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/dogaka_hataygaststrplanweb.pdf (22 April 2022).
- Güzel, Y., and M. Güzelşemme. 2018. Wild plants used as herbal tea in Antakya and Defne provinces of Hatay. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28: 1-5.
- Güzel, Y., M. Güzelşemme, and M. Miski. 2015. Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: A multicultural district in Hatay Province of Turkey. *Journal of ethnopharmacology*. 174: 118-152. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.07.042>
- Iwas, M. Z. I. 2008. *The Syrian Orthodox Church of Antioch at A Glance*. Damaskus: Bab Touma Press House.
- Khalil, M., G. R. Caponio, F. Diab, H. Shanmugam, A. Di Ciaula, H. Khalifeh, L. Vergani, M. Calasso, M. Angelis, and P. Portincasa. 2022. Unraveling the beneficial effects of herbal Lebanese mixture "Za'atar". History, studies, and properties of a potential healthy food ingredient. *Journal of Functional Foods*, 90: 104993. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104993>
- Motti, R. 2021. Wild plants used as herbs and spices in Italy: An ethnobotanical review. *Plants*. 10: 563. <https://doi.org/10.3390/plants10030563>
- Navia, Z. I., D. Audira, N. Afifah, K. Turnip, N. Nuraini, and A. B. Suwardi, 2020. Ethnobotanical investigation of spice and condiment plants used by the Taming tribe in Aceh, Indonesia. *Biodiversitas. Journal of Biological Diversity*, 21: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211001>
- Phillips, O., A. H. Gentry, C. Reynel, P. Wilkin, and B. C. Gálvez - Durand. 1994. Quantitative ethnobotany and Amazonian conservation. *Conservation biology*, 8: 225-248. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010225.x>
- The Plant List. 2022. A working list of all plant species. www.theplantlist.org (22 April 2022).
- TUIK. 2022. Turkish Statistical Institute, <https://www.tuik.gov.tr/> (22 April 2022).
- UNESCO, 2017. Hatay. Creative Cities Network. Available at <https://en.unesco.org/creative-cities/hatay>.
- Yipel, M., F. A., Yipel, I. O. Tekeli, and Y. Güzel. 2017. Ethnoveterinary uses of medicinal plants in Mediterranean district, Turkey. *Revista de Chimie-Bucharest*, 68: 411-416. <https://doi.org/10.37358/RC.17.2.5465>

Türkiye’de Kiraz Üretiminde Fiyatlar ve Pazarlama Marjları Üzerine Bir Değerlendirme

Zerrin ÇELİK¹ 

Salih GÖKKÜR² 

Hakan ADANACIOĞLU³ 

¹Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Tarım Ekonomisi Bölümü, Menemen, İzmir/TÜRKİYE

²Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Meyvecilik Şubesi, Menemen, İzmir/TÜRKİYE

³Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-8439-8524>

²<https://orcid.org/0000-0002-0217-0420>

³<https://orcid.org/0000-0002-9478-9414>

*Corresponding author(e-mail): zerrin.celik@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 05.10.2023 Accepted (Kabul tarihi): 17.11.2023 Online: 29.12.2023

ÖZ: Kiraz, Türkiye'nin dış pazarda üstün olduğu ve dünya üretiminde ilk sırayı koruduğu bir üründür. Özellikle yetiştirildiği çoğu bölgede, diğer birçok ürüne göre nispeten yüksek getiriyeye sahip olması nedeniyle üreticiler için önemini korumaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de 2010-2021 yılları arasında kiraz üretim-tüketimi, dış ticareti, üretici-tüketici fiyatları ile girdi fiyatları incelenmiştir. İkincil verilerin kullanıldığı çalışmada bulgular, rakamların yanı sıra oran, indeks, trend analizi, pazarlama marjı, parite değişim yöntemleri aracılığıyla yorumlanmıştır. Bu kapsamda, Türkiye’de incelenen dönemde kiraz alanlarında, meyve veren ağaç sayısı, üretim miktarı ve verim ile tüketim miktarında artış olmuştur. Üretilen kirazın dışarıya dönüşüm oranı ortalama %13,8 olarak gerçekleşmiştir. Kiraz üretim miktarı 5 yıllık yakın gelecek için tahmin edilmiş olup, üretim miktarının artış eğiliminin devam edeceği belirlenmiştir. Söz konusu dönem için kiraz üretici ve tüketici fiyatlarında dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Üretici fiyatlarında ortalama dalgalanma oranı %11,1 iken, tüketici fiyatlarında %16,1 olmuştur. Cari kiraz fiyatları yaklaşık 4 kat artmışken, reel bazda %20,4 oranında azalmıştır. Hesaplanan pazarlama marjlarına göre çiftçi eline geçen oranlar düşük, aracılardan eline geçen oranlar ise yüksektir. Son yıllarda tüketicilerin ödediği kiraz fiyatlarının %50’den fazlası aracılarda kalmıştır. Ayrıca kiraz fiyatları ile girdi fiyatları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla incelenen parite değişimlerine göre; kiraz fiyatları, mazot fiyatları ile işgücü ücretlerinin altında kalmıştır.

Anahtar kelimeler: Kiraz, üretim- tüketim, fiyat, pazarlama marjı, girdi fiyatları, Türkiye.

An Evaluation of Prices and Marketing Margins for Cherry Production in Türkiye

ABSTRACT: Cherry is a fruit for which Türkiye is superior in the foreign market and maintains first place in world production. It is an important crop for producers, especially in most regions where it grows, as it has relatively higher gains than many other crops. In this research, cherry production-consumption, foreign trade, producer-consumer prices and input prices in Türkiye between the years of 2010 and 2021 were examined. In the study using secondary data, the findings were interpreted through ratio, index, trend analysis, marketing margin, parity change methods as well as numbers. In this context, there has been an increase in the number of fruit-bearing trees, production amount, yield and consumption in cherry areas in Türkiye for the period examined. The conversion rate of produced cherries to export was 13.8% on average. Cherry production amount has been estimated for the 5-year near future, and it has been determined that the increasing trend in production amount will continue. There were fluctuations in cherry producer and consumer prices in the same period. While the average fluctuation rate in producer prices was 11.1%, it was 16.1% in consumer prices. While there was an approximately 4-fold increase in current cherry prices, it was observed that there was a 20.4% decrease in real terms. According to the calculated marketing margins, the rates received by farmers are low and the rates received by intermediaries are high. In recent years, more than 50% of the cherry prices paid by consumers have remained with intermediaries. In addition, according to the parity changes examined in order to reveal the relationship between cherry prices and input prices, cherry prices remained below diesel prices and labor wages.

Keywords: Cherry, production-consumption, price, marketing margin, input prices, Türkiye.

GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu iklim ve ekolojik avantajlarla başta meyveler olmak üzere birçok ürünün üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Özellikle ılıman meyve türleri büyük bir çeşit zenginliği ile yaygın olarak yetiştirilebilmektedir. Bu meyve türleri arasında kiraz (*Prunus avium* L.) önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda ihracatta yaşanan olumlu gelişmeler ve geliştirilen yeni çeşitler kiraz üretiminde hızlı artışlar gerçekleşmesine neden olmuştur. Diğer meyvelere göre sıcaklık ve hava olaylarına oldukça duyarlı olmasına karşın, günümüzde neredeyse her ilde kiraz yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Ekonomik değeri yüksek olan kiraz, meyvesinin yanı sıra sapı, yaprağı, çekirdeği, kerestesi ile değerlendirilmekte olup, dünyada üretimi en fazla yapılan ülke Türkiye'dir. Kirazın ticari boyutu ve ihracat ürünü olması dikkate alındığında yetiştiricilikte önde gelen iller; İzmir, Manisa, Amasya, Denizli, Çanakkale, Bursa, Isparta, Afyonkarahisar, Niğde ve Konya'dır.

2020 yılında dünya genelinde 445 068 hektarlık bir alanda kiraz üretimi yapıldığı belirtilmektedir. Türkiye'de yaklaşık 82 729 hektar alanda kiraz üretimi yapılmakta olup, dünya kiraz üretim alanlarının yaklaşık %19'u Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'yi sırasıyla Şili, ABD, İtalya, İspanya ve İran izlemektedir (FAO, 2022). Türkiye, 724 944 ton ile kiraz üretiminde dünyada birinci sırada yer almakta iken, ABD, 294 900 ton ile ikinci sırada, Şili ise 255 471 ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Kiraz ihracat değeri olarak dünya ülkeler sıralamasında ise Türkiye dördüncü sıradadır. 2022 yılında Türkiye'nin kiraz ihracat değeri 134 milyon 46 bin dolar iken, birinci sırada bulunan Şili'nin 2 milyon 127 bin 906 dolar, ikinci sırada bulunan Hong Kong'un 1 milyon 288 bin 806 dolar ve üçüncü sıradaki ABD'nin kiraz ihracat değeri 334 milyon 246 bin dolardır (TRADEMAP, 2022). Bu durum Türkiye'nin kiraz üretiminde ve ihracatında dünyada en önemli ülke olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, kirazın üretici ve tüketici cari ve reel fiyatları ayrı ayrı dikkate alınarak yıllar itibariyle ortaya çıkan dalgalanmalar incelenmiştir. Bunun yanı sıra yıllar itibariyle tüketicinin ödediği cari ve reel fiyatların çiftçi eline geçen oranları hesaplanarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, cari fiyatlara göre üretici ve tüketici zincirleme indeksleri hesaplanıp enflasyon oranı ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla son on iki yılın (2010-2022) verileri kullanılmıştır.

Tarım ürünlerinin özellikle de üretim ve dış satım açısından üstün olunan ürünlerin fiyatlarının irdelenmesi, pazarlama yapısının incelenmesi, üretim ve dış ticaretin planlaması, üretim ve pazarlama davranışlarının anlaşılması bakımından önemlidir. Bu çalışmanın kiraz üreticileri, iç ve dış ticareti ile ilgilenen paydaşlar ile karar vericilere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyali; Türkiye'de 2010-2021 yılları arasındaki kiraz dikim alanı, üretim miktarı, tüketimi, gübre fiyatları, mazot fiyatları, tarımsal işgücü ücretleri, üretici fiyatları ve tüketici fiyatlarına ilişkin verilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada kullanılan kiraz dikim alanı ve üretim miktarı verileri Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO); ağaç sayıları, kayıp ve tüketim miktarları ile çiftçi eline geçen fiyatlar (üretici fiyatları) ve tüketici fiyatları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK); dış ticaret verileri ise Uluslararası Ticaret Merkezi (ITC-TRADE MAP) veri tabanından elde edilmiştir.

Metot

Çalışmada elde edilen veriler, rakamsal ifadelerin yanı sıra oransal olarak yorumlanmıştır. Veriler çizelgeler ve grafik olarak gösterilmiştir. Kiraz dikim alanları, üretim, tüketim ve kayıp miktarı ile dış ticaret değişim durumu incelenmiştir. Kiraz dikim alanları ve üretim miktarının bir önceki yıla göre ne oranda arttığı ya da azaldığını anlamak

amacıyla değişken esaslı (zincirleme) indeksten yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra, kiraz üretim miktarı değişim eğilimleri ile yakın gelecek tahmin değerleri, MS Excel programının trend analizi tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Trend tahmininin güvenilirliği için 22 yıllık (2000-2021 yılları) veri kullanılmıştır.

Kiraz fiyatları ile girdi fiyatlarının değişimi cari ve reel olarak incelenmiştir. Bu kapsamda, kirazda üretici eline geçen fiyatlar, gübre fiyatları, mazot fiyatları, tarımsal işgücü ücretleri gibi değişkenler tarımsal üretici fiyat endeksi (ÜFE) (2003=100) yardımıyla; tüketici fiyatı değişkeni ise tüketici fiyat endeksi (TÜFE) (2003=100) yardımıyla reel olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada, kiraz üreticilerinin pazarlama marjları da analiz edilmiştir. Pazarlama marjları, mutlak ve nisbi olmak üzere iki şekilde hesaplanmıştır. Tüketicilerin satın aldığı son ürüne ödeyecekleri fiyat ile üreticilerin ürettikleri hammaddeler için elde ettikleri fiyat arasındaki fark mutlak pazarlama marjı olarak ifade edilmektedir (İnan, 2006). Pazarlama marjları, genellikle üretici ve tüketici fiyatları arasındaki farklılıkları incelemek için kullanılmaktadır. Bu marj; satın alma, paketleme, ulaşım, depolama ve işleme gibi hizmetler için araçlar tarafından istenilen fiyatı temsil etmektedir. Nisbi marj ise, tüketicilerin ödediği fiyatın oransal olarak ne kadarının araçlarda kaldığını ortaya koymaktadır (Zeb ve ark., 2007; Adanacioğlu, 2012).

Nisbi marj hesaplanırken aşağıda gösterilen formül kullanılmıştır (Smith, 1992):

Nisbi marj = [(perakende fiyat – üreticinin eline geçen fiyat) / (perakende fiyat) x 100]

Kiraz tüketici fiyatları, 3 aylık kiraz fiyatlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada kiraz fiyatları ile girdi fiyatları arasındaki ilişkiyi

ortaya koymak amacıyla parite oranı yöntemi kullanılmıştır. Parite oranı, çiftçilerin sattıkları ürünlerin satın alma gücünü satın alma güçleriyle karşılaştırarak ölçmektedir. Parite oranları, girdiler ile ürün arasındaki fiyat ilişkilerinin az ya da çok elverişli hale gelip gelmediğini ortaya koymaktadır. Oran, değer olarak bir birim tarımsal ürününün çiftlik fiyatına eşit olan girdi miktarını göstermektedir (USDA, 2022). Kiraz fiyatı ile tarımsal girdi fiyatları arasındaki parite oranı, bir kilogram kiraz eşit olan girdi miktarını ölçmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kiraz üretim, tüketim ve dış ticaret durumu

Türkiye'nin 2010-2021 döneminde kiraz üretim alanlarındaki değişim Çizelge 1'de verilmiştir. Kiraz dikili alanlar 2010 yılında yaklaşık 670 bin dekar iken, 2021 yılında 815 bin dekardır. İncelenen dönemde kiraz alanlarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Toplu meyvelik alanlarda ve üretim miktarında 2010-2017 döneminde artış olmuştur. Toplu meyvelik alanlarda 2018-2021 döneminde, 2018 yılından bu yana azalış olmakla birlikte, 2018 yılı dışında meyve veren ağaç sayısında artış olduğu için üretim miktarında da artış gerçekleşmiştir. Türkiye kiraz üretiminde, meyve veren ağaç sayısı 2021 yılında 2010 yılına göre yaklaşık %50 artış gösterirken, aynı dönemde meyve vermeyen ağaç sayısı %27 civarında azalmıştır.

Türkiye 2000-2021 yılları arası kiraz üretim miktarı değişim durumu ve 5 yıllık yakın dönem gelecek tahmini Şekil 1'de gösterilmiştir. Yapılan trend analizinde kurulan modelin açıklama gücünü temsil eden regresyon katsayısı R² değeri %97,83 olarak hesaplanmıştır. Gelecek 5 yıl için kiraz üretim miktarında artış eğiliminin devam edeceği tahmin edilmiştir.

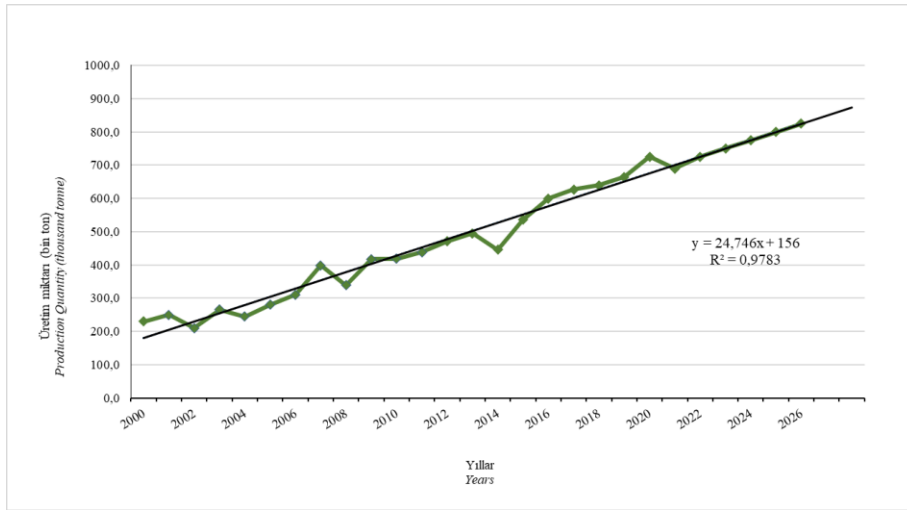
Çizelge 1. Türkiye kiraz dikim, üretim miktarı ve ağaç sayılarının değişimi (2010-2021).

Table 1. Change in Türkiye cherry planting, production amount and number of trees (2010-2021).

Yıllar Years	Ağaç sayısı (adet) Number of trees (Number)		Toplu meyvelik alanı (da) Area of fruits (decare)	Zincirleme indeks Chained index	Üretim miktarı (ton) Production quantity (tonne)	Zincirleme indeks Chained index	Verim (kg/ağaç) Yield (Kilogram/Numbe r of bearing tree)
	Meyve V. Bearing trees	Meyvesiz Non-Bearing trees					
2010	14740131	7409434	670459	100	417905	100	28
2011	15836172	7553126	699846	104	438550	105	28
2012	16916568	7264177	744138	106	470887	107	28
2013	17922171	7235721	764594	103	494325	105	28
2014	19086745	7232162	790420	103	445556	90	23
2015	20615760	6614204	814078	103	535600	120	26
2016	21313912	6447491	847461	104	599650	112	28
2017	21587185	6332426	854009	101	627132	105	29
2018	20879763	6059980	840866	98	639564	102	31
2019	21114922	5917070	834474	99	664224	104	31
2020	21805193	5579321	827294	99	724944	109	33
2021	22154903	5378448	815468	99	689834	95	31

Kaynak: Anonim, 2022a; FAO, 2022, yazar tarafından hesaplanmıştır.

Ağaç: Meyve veren ağaç sayısı



Şekil 1. 2000-2021 Türkiye kiraz üretim miktarı değişimi ve 2022-2026 yılları projeksiyonu.

Figure 1. 2000-2021 Türkiye cherry production amount change and 2022-2026 projections.

Türkiye, kiraz üretiminde dünyada lider konumdadır ve en önemli dış satım ürünleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, üretimin %88'i iç pazarda tüketilmektedir. İncelenen dönemde üretilen kirazın dışsatıma dönüşüm oranı ortalama %13,8 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin kiraz ithalatı yıllara göre dalgalı bir durum göstermekle birlikte oldukça düşüktür. Çizelge 2'de yıllara göre kiraz tüketim ve dış ticaret verileri sunulmuştur. 2014 yılında birçok bölgede etkili olan dolu, don ve aşırı yağış olayları zarara neden olmuş ve tarımsal üretimde önemli kayıplar yaşanmıştır. Üretim miktarında, 2014 yılında bir önceki yıla göre %10,

tüketimde %10, kişi başı tüketimde %2'lik ve ihracatta da %7'lik bir azalma meydana gelmiştir. Kiraz üretimi, 2021 yılında 2010 yılına göre %65 artarken, kayıplarda da %73 oranında artış gerçekleşmiştir. On iki yıllık süreçte üretim kayıplarının, toplam kayıplar içerisindeki oranının ortalama %75 olduğu görülmektedir. Bunu önlemek için iç ve dış pazarda talebi olan kirazın sürdürülebilir üretim teknikleri kullanılarak gerek insan gerekse çevre sağlığına duyarlı, sertifikalı üretimin yaygınlaştırılması ve benimsenmesi sağlanmalıdır (Bayraktar ve Saner, 2016).

Çizelge 2. Türkiye kiraz tüketim, kayıp ve dış ticaret durumu (2010-2021).
Table 2. Türkiye cherry consumption, loss and foreign trade situation (2010-2021).

Yıllar Years	Üretim miktarı (ton) Production quantity (tonne) (A)	Tüketim (ton) Human consumption (tonne) (B)	Kayıplar [¥] (tonne) Losses (tonne) (C)	Yurt içi kullanım (tonne) Domestic use (tonne) (B+C)	İhracat miktarı (tonne) Export (tonne) (D)	Üretimin dış satıma dönüşüm oranı (%) Conversion rate of production to export (%) (D*100/A)	İthalat miktarı (tonne) Import (tonne)	Kişi başı tüketim (kg yıl ⁻¹) Human consumption on per capita (kg year ⁻¹)	Üretim kayıpları (tonne) Harvest losses (tonne)	Toplam kayıplar içerisinde üretim kayıpları oranı (%) Rate of harvest losses in total losses (%)
2010	417905	303160	26362	329522	67937	16,3	31	4,1	20477	78
2011	438550	331874	28859	360733	56411	12,9	83	4,4	21489	74
2012	470887	352438	30647	383085	64788	13,8	59	4,7	23073	75
2013	494325	374412	32558	406969	63190	12,8	56	4,9	24222	74
2014	445556	337802	29374	367176	56550	12,7	2	4,3	21832	74
2015	535600	387880	33729	421609	87778	16,4	31	4,9	26244	78
2016	599650	440995	38347	479342	91068	15,2	143	5,5	29383	77
2017	627132	471468	40997	512466	84359	13,5	422	5,8	30729	75
2018	639564	487604	42400	530004	78587	12,3	366	5,9	31339	74
2019	664224	499116	43401	542517	89327	13,4	167	6,0	32547	75
2020	724944	542638	47186	589824	99995	13,8	397	6,5	35522	75
2021	689834	523201	45496	568697	87646	12,7	311	6,2	33802	74

Kaynak: Anonim, 2023.

Dış ticaret verileri "genel ticaret sistemi" ne göre verilmiştir.

¥ Kayıplar, ürünün hasat edildikten sonraki dönemde taşınması, işlenmesi ve depolanması sırasında meydana gelen piyasa kayıplarıdır.

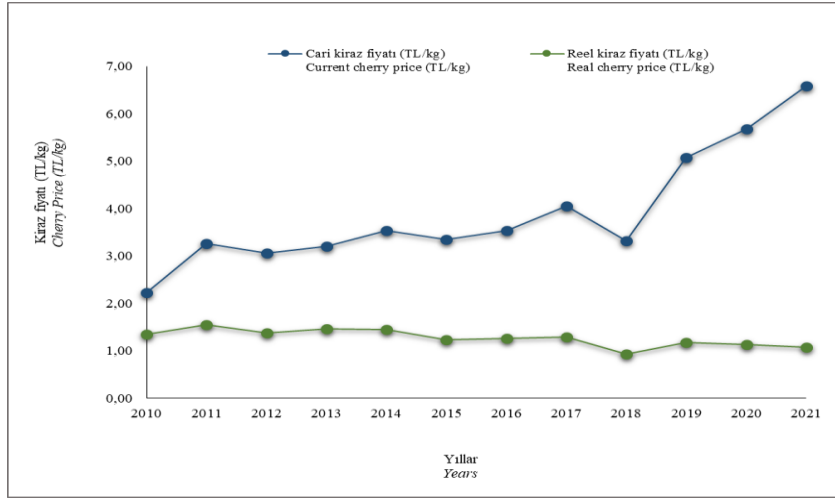
Kiraz fiyatlarındaki değişim ve pazarlama marjı

Söz konusu dönem boyunca Türkiye'de kiraza ilişkin cari fiyatların enflasyonun etkisiyle yükseldiğini görülmektedir. Şekil 2'de yıllara göre cari ve reel kiraz üretici fiyatları gösterilmiştir. Kirazın cari fiyatlara göre 2010 yılı üretici fiyatı 2,23 TL kg⁻¹ iken 2021 yılında %196 oranında artışla 6,59 TL kg⁻¹'a ulaşmıştır. Kirazın üretici eline geçen fiyatlarında en büyük düşüş 2018 yılında gerçekleşmiş olup, bir önceki yıla göre %18 oranında bir azalış ile 3,32 TL kg⁻¹ olarak gerçekleşmiştir.

Cari fiyatlardaki bu artış, üretici refahındaki değişimi tam olarak göstermemektedir. Fiyatlardaki değişimi tam olarak anlayabilmek için fiyatları enflasyonun etkisinden arındırarak değişimi, başka bir deyişle reel fiyatları hesaplamak gerekmektedir. Bu kapsamda cari fiyatlar 2003 baz yılı TÜFE kullanılarak reel

fiyatlara dönüştürülmüştür. Reel fiyatlar incelendiğinde; 2010 yılından 2021 yılına kadar fiyatlarda genellikle bir düşüşün yaşandığı ve 2018 yılı kiraz fiyatının bir liranın altında olduğu görülmektedir. Kiraz reel fiyatı 2018 ve 2021 yılında en düşük düzeyde iken, 2011 yılında en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Reel fiyatlardaki düşüşler, cari fiyatların artış oranının enflasyon oranından az olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda 2010-2021 döneminde cari kiraz fiyatlarında yaklaşık 4 kat artış gerçekleşirken, reel bazda %20,4 azalış olduğu gözlemlenmiştir.

Ürün fiyatlarının aylara göre dağılımı Çizelge 3'te gösterilmiştir. Kiraz reel fiyatları on iki yıllık dönemde mayıs ayında son 6 yıl boyunca mayıs ayı ortalamasının altında gerçekleşmiştir. Diğer aylar için 2017 yılı hariç 2015 yılından bu yana periyodun söz konusu ayların ortalamasının altında kalmıştır. 2018 yılında da 12 yıllık dönemin en düşük fiyatları oluşmuştur.



Şekil 2. Türkiye kiraz üretici fiyatları (2010-2021 yılları).

Figure 2. Türkiye cherry producer prices (2010-2021 period.)

Çizelge 3. Türkiye kiraz fiyatlarında aylara göre değişim durumu (2010-2021).

Table 3. Changes in Türkiye cherry prices by month (2010-2021).

Yıllar Years	Cari fiyatlar (TL kg ⁻¹) Current price (TL kg ⁻¹)				Reel fiyatlar (TL kg ⁻¹) Real price (TL kg ⁻¹)			
	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August
2010	3,03	2,05	1,96	1,83	1,70	1,15	1,10	1,03
2011	3,65	3,16	3,19	3,34	1,92	1,66	1,68	1,76
2012	3,00	3,28	3,11	2,88	1,45	1,59	1,50	1,39
2013	3,42	3,16	3,16	3,22	1,54	1,42	1,42	1,45
2014	3,34	3,58	3,46	3,46	1,38	1,48	1,43	1,43
2015	5,16	3,15	2,75	2,75	1,98	1,21	1,06	1,06
2016	3,88	3,53	3,40	3,41	1,38	1,26	1,21	1,21
2017	3,78	4,11	4,07	4,07	1,21	1,32	1,30	1,30
2018	3,79	3,16	3,19	2,95	1,04	0,87	0,88	0,81
2019	5,02	4,95	4,99	5,25	1,20	1,18	1,19	1,26
2020	6,25	5,91	5,43	5,51	1,33	1,26	1,16	1,17
2021	7,28	6,27	6,49	6,53	1,30	1,12	1,16	1,16
Ortalama	4,30	3,86	3,77	3,77	1,45	1,29	1,26	1,25

Kaynak: Anonim, 2022b.

Diğer taraftan Çizelge 4'te de izlenebildiği gibi söz konusu dönem için kiraz üretici ve tüketici fiyatlarında dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Üretici fiyatlarında ortalama dalgalanma oranı %11,1 iken, tüketici fiyatlarında %16,1 olmuştur. Dalgalanmalardaki artış ve azalışlar hem üreticiler hem de tüketiciler için aynı yönde gerçekleşmiştir.

Tüketicinin ödediği fiyat ile üretici eline geçen fiyat arasındaki fark mutlak pazarlama marjı olarak ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, mutlak pazarlama marjı aracılardan eline geçen değerdir. Kirazdaki mutlak pazarlama marjı 2010-2021

arasında 2015 ve 2018 yılları haricinde artmıştır. Nisbi pazarlama marjına bakıldığında ise, son on iki yıllık dönemde tüketicilerin kiraz için ödediği fiyattan üreticilerin eline geçen oranda azalış olmuştur. Son yıllarda tüketicinin kiraz için ödediği fiyatın yaklaşık %50'si aracılara kalmıştır. 2010-2021 döneminde üretici marjına göre, çiftçi eline geçen minimum ve maksimum oranlar ise yaklaşık %50 ile %80 arasında değişkenlik gösterirken, aracılardan eline geçen minimum ve maksimum oranlar %20 ile %50 arasında değişmektedir. Yapılan araştırmalar tarım ürünlerinin birçoğunda tüketicilerin ödediği fiyatın

%50'sinden fazlasının çiftçi eline geçmediğini ve aracılarda kaldığını ortaya koymaktadır (Kadanalı ve ark., 2010; Canan ve ark., 2017; Küzeci ve ark., 2019; Ertek ve ark., 2020a, Ertek ve ark., 2020b; Kumbasaroğlu ve ark., 2021).

Kiraz fiyatları enflasyondan arındırılmış şekilde incelediğinde, hem reel üretici hem de tüketici fiyatlarında dalgalanma olduğu görülmektedir. 2010 yılında kiraz üretici reel fiyatı 1,34 TL kg⁻¹ iken 2021 yılındaki fiyatı 1,07 TL kg⁻¹'dir. Tüketici fiyatlarında da benzer bir düşüş yaşanmıştır. Kiraz tüketici fiyatı 2010 yılında 2,01TL kg⁻¹ iken 2021 yılında enflasyondan arındırılmış fiyatı 1,85 TL kg⁻¹'dir. Üreticinin 12 yıllık süreçte kiraz fiyatları üzerinden eline geçen fiyatlar %20,4 azalırken, tüketicinin de satın alma gücü %7,6 oranında azalmıştır.

Kiraz fiyatları ile bazı girdi fiyatlarının karşılaştırması

Gübre, mazot ve işgücü kiraz yetiştiriciliğinin en önemli maliyet unsurlarındandır. Üretici eline geçen kiraz fiyatları ile yetiştiriciliğinde kullanılan kompoze (20.20.0) ve kalsiyum amonyum nitrat (CAN26) veya diğer bir ismi ile %26'lık amonyum nitrat ile mazot gibi bazı önemli girdi fiyatları ile özellikle hasatta kullanılan işgücü ücretlerinin 2010-2021 yılları arasındaki gelişim seyri Çizelge 6'da gösterilmiştir. Söz konusu dönem için kiraz fiyatlarının, mazot fiyatı ve işgücü ücretinin altında kaldığı görülmektedir. Özellikle 2021 yılında yaşanan büyük fiyat artışları ile birlikte, kiraz yetiştiriciliği için önemli olan tüm girdiler ve kiraz fiyatları arasındaki makas daha da açılmıştır.

Çizelge 4. Cari fiyatlara göre kiraz pazarlama marjı (2010-2021 dönemi).

Table 4. Cherry marketing margin according to current prices (2010-2021 period).

Yıllar Years	Üretici fiyatı Farmer price (TL kg ⁻¹)	Tüketici fiyatı Consumer price (TL kg ⁻¹)	Mutlak marj Absolute margin	Nispi marj Relative Margin (%)	Üretici marjı Farmer margin (%)
2010	2,23	2,78	0,55	19,78	80,22
2011	3,26	4,38	1,12	25,57	74,43
2012	3,06	4,36	1,30	29,82	70,18
2013	3,21	4,56	1,35	29,61	70,39
2014	3,53	6,53	3,00	45,94	54,06
2015	3,35	4,83	1,48	30,64	69,36
2016	3,53	5,99	2,46	41,07	58,93
2017	4,06	7,96	3,90	48,99	51,01
2018	3,32	6,63	3,31	49,92	50,08
2019	5,08	8,77	3,69	42,08	57,92
2020	5,68	9,74	4,06	41,68	58,32
2021	6,59	12,74	6,15	48,27	51,73

Kaynak: Anonim, 2022c, yazar tarafından hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Reel kiraz fiyatları (Üretici ve tüketici) (2003=100).

Table 5. Real cherry prices (Producer and consumer) (2003=100).

Yıllar Years	Üretici fiyatı Farmer price (TLkg ⁻¹)	Tüketici fiyatı Consumer price (TLkg ⁻¹)
2010	1,34	2,01
2011	1,55	3,87
2012	1,38	2,05
2013	1,46	1,99
2014	1,45	2,64
2015	1,24	1,79
2016	1,27	2,05
2017	1,29	2,43
2018	0,94	1,68
2019	1,17	1,99
2020	1,14	1,93
2021	1,07	1,85

Kiraz fiyatları ile söz konusu girdi fiyatları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan parite değişimlerinin incelenmesi ve fiyatların üreticiler lehine gelişim gösterip göstermediğinin ortaya konulması kiraz yetiştiriciliğinin ekonomik sürdürülebilirliği bakımından önemlidir. Çizelge 6'da da izlenebildiği gibi son dönemlerde gübre fiyatlarındaki büyük artışlar ve kiraz fiyatlarındaki istikrarsızlık üreticilerin alım gücünü zayıflatmakta ve gelecek açısından kiraz yetiştiriciliği açısından risk oluşturmaktadır.

Kiraz ve 20.20.0 kompoze gübre fiyatı paritesine göre; gübre fiyatının kiraz fiyatı aleyhine arttığı görülmektedir. Söz konusu durumun şiddeti özellikle 2018 yılından bu yana artmıştır. 2010 yılında 1 kg kiraz ile 3,28 kg kompoze gübre alınabilirken, 2018 yılında bu miktar 2,09 kg'a; 2021 yılında ise 0,79 kg'a düşmüştür. Benzer durum kiraz ve CAN26 gübresi arasındaki fiyat paritesinde de gerçekleşmiştir. 2010 yılında 1 kg kiraz ile 4,62 kg CAN26 alınabilirken, 2021 yılında 0,59 kg alınabilmıştır.

Kiraz ve mazot paritesinde 2010 yılında 1 kg kiraz ile 0,75 l mazot alınabilirken, 2018 yılında 0,57 l'ye düşmüş, 2021 yılında ise 0,86 l'ye yükselmiştir.

Yine kiraz ve işgücü paritesinde 2010 yılında bir işçi çalıştırabilmek için 14,35 kg kiraz satmak gerekirken, 2018 yılında 23,41 kg; 2021 yılında da 22,61 kg kiraz satmak gerekmektedir.

Son on bir yıl içerisinde 1 kg kiraz ile alınabilecek kompoze gübre miktarının %76 oranında, CAN26 gübre miktarının %87 oranında azaldığı; mazot miktarının ise %15 oranında arttığı görülmektedir. İşgücü çalıştırabilme durumu da %37 oranında azalmıştır.

SONUÇ

Türkiye mevcut durumda kiraz üretimde dünya lideri, dış satımda da ilk sıralarda yer almaktadır. Uluslararası ticaret açısından "Türk kirazı" bir marka olmuştur. Çalışmada incelenen 2010-2021 dönemi içinde kiraz üretim, verim, ihracat, toplam tüketim ve kişi başına tüketimde yıllara göre dalgalı bir seyir olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte 2010 yılına göre 2021 yılında kiraz dikim alanında %5'lik, üretim miktarında ise %1'lik azalış gerçekleşmiş olup, verimde yaklaşık %10 oranında artış ortaya çıkmıştır. Gelecek beş yılı kapsayan yakın dönemde kiraz üretim miktarındaki artış eğiliminin devam edeceği tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Kiraz ve bazı girdi fiyatları arasındaki parite değişimleri (2010-2021 dönemi).
Table 6. Parity changes between cherry and some input prices (2010-2021 period).

Yıllar Years	Kiraz fiyatı Cherry price (TL kg ⁻¹)	Kompoze gübre fiyatı Compound fertilizer price (TL kg ⁻¹)		Mazot fiyatı Diesel price (TL l ⁻¹)	İşçi fiyatı Labor price (TL gün ⁻¹)#	Kiraz/Kompoze gübre paritesi Cherry/Compound fertilizer parity	Kiraz/CAN26 paritesi Cherry/CAN26 parity	Kiraz/mazot paritesi Cherry/diesel parity	Kiraz/işgücü paritesi Cherry/labor parity
		Kiraz fiyatı Cherry price (TL kg ⁻¹)	CAN26 gübre fiyatı CAN26 fertilizer price (TL kg ⁻¹)						
2010	2,23	0,68	0,48	2,97	32,00	3,28	4,62	0,75	0,07
2011	3,26	1,06	0,62	3,57	35,50	3,08	5,28	0,91	0,09
2012	3,06	1,05	0,76	3,93	38,00	2,90	4,02	0,78	0,08
2013	3,21	0,96	0,81	4,26	45,00	3,34	3,95	0,75	0,07
2014	3,53	1,06	0,88	4,36	51,00	3,32	4,02	0,81	0,07
2015	3,35	1,26	0,85	3,86	52,50	2,66	3,93	0,87	0,06
2016	3,53	1,06	0,79	3,84	60,00	3,32	4,47	0,92	0,06
2017	4,06	1,10	0,87	4,70	54,00	3,70	4,69	0,86	0,08
2018	3,32	1,59	0,98	5,80	78,00	2,09	3,40	0,57	0,04
2019	5,08	1,89	1,22	6,43	84,50	2,68	4,16	0,79	0,06
2020	5,68	2,80	1,38	5,99	124,50	2,03	4,12	0,95	0,05
2021	6,59	8,32	11,20	7,65	149,00	0,79	0,59	0,86	0,04

Kaynak: Anonim, 2022c; TOB istatistikleri, 2023.

Kiraz hasat işçiliği için kadın ve erkek mevsimlik işçilere ödenen günlük ücretin ortalaması kullanılmıştır.

12 yıllık süreçte reel fiyatlara göre kiraz üretici fiyatları üreticilerin aleyhine azalış gösterirken, tüketicilerin de kiraz fiyatları üzerinden satın alma gücü azalmıştır. Yapılan pazarlama marjı hesabında; incelenen dönemde tüketicilerin kiraz için ödediği fiyattan üreticilerin eline geçen oranda azalış olmuş, buna karşın araçların etkisi ve ağırlığı artmıştır. Diğer taraftan söz konusu dönem için kiraz fiyatları ile girdi fiyatları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan parite değişimlerinin genelde üretici aleyhine geliştiği saptanmıştır.


Fiyat hareketlerinin üreticiler aleyhine bir seyir izlemesi gelir açısından sorunların derinleşmekte olduğunu, çiftçilerin giderek zorlaşan üretim

koşullarıyla karşı karşıya kaldığını göstermektedir. Bu durumun yaratacağı sosyo-ekonomik sorunların çözümüne yönelik politikaların uygulanması üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Düşük fiyatların önüne geçebilmek ve üreticilerin bu durumdan olumsuz etkilenmesini engelleyebilmek amacıyla üreticilerin etkin ve etkili örgütlenmelerinin desteklenerek, doğrudan tüketicilere ulaşabilecekleri pazarlama sistemlerinin yaygınlaşmasının sağlanması önemli stratejiler olarak görülmelidir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Adanacioğlu, H. 2012. Çiftçilerin doğrudan pazarlama kararlarını etkileyen unsurlar: İzmir ili Kemalpaşa ilçesi kiraz üreticileri üzerine bir araştırma. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayınları, Yayın No: 2012/1, ISBN: 978-605-63439-1-9, s. 130, İzmir.
- Anonim. 2022a. Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi:10 Mart 2022).
- Anonim. 2022b. Tarımsal istatistikler, meyve fiyatları. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi:26 Nisan 2022).
- Anonim. 2022c. Tarımsal ürün fiyatları ve üretim değerleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi:28 Nisan 2022).
- Anonim. 2023. Bitkisel ürün denge tabloları. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi:19 Nisan 2023).
- Bayraktar, Ö.V. ve S. G. Saner. 2016. İzmir-Kemalpaşa yöresinde GlobalGap uygulayan ve uygulamayan kiraz üreticilerinin bilgi gereksinimleri ve görüşleri. Tarım Ekonomisi Dergisi 22(1): 41-47.
- Canan, S., N.İ. Abacı ve K. Demiryürek. 2017. Samsun ili Çarşamba ilçesinde yetiştirilen kivi'nin pazarlama kanalları ve pazarlama marjı. Bahçe Dergisi 46(2): 31-38. (Erişim tarihi:12 Eylül 2023).
- Ertek, N., V. Dağdemir ve A. Keskin. 2020a. Türkiye'de mandalina piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 51 (2): 119-125.
- Ertek, N., O. Demir ve A. Keskin. 2020b. Türkiye'de portakal piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 51 (2): 51 (1): 1-7.
- FAO. 2022. Crop product statistics. United Nations Food and Agriculture Organization. <http://www.faostat.org>. (Erişim 25 Temmuz 2022).
- İnan, İ. H. 2006. Tarım ekonomisi ve işletmeciliği. Genişletilmiş 7. Baskı, ISBN: 975-93281-0-0, Tekirdağ, s. 372.
- Kadanalı, E., R. Kızıloğlu ve V. Dağdemir. 2010. Türkiye'de limon fiyatlarının analizi ve pazarlama marjları. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi. 22-24 Eylül 2010. Şanlıurfa. s. 326-333.
- Kumbasaroğlu, H., E. Aşkan ve V. Dağdemir. 2021. Türkiye'de domatesin ekonomik analizi. Mediterranean Agricultural Sciences 34(1): 47-54.
- Küzeci, U., V. Dağdemir ve O. Demir. 2019. Türkiye'de kuru fasulye piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. ÇOMÜ Zir. Fak. Dergisi 7(2): 379-386.
- Smith, L.D. 1992. Costs, margins and returns in agricultural marketing. Marketing and Rural Finance Service, Agricultural Services Division, FAO, Rome. s. 34.
- TRADEMAP. 2022. Trade statistics for international business development. <https://www.trademap.org>. (Erişim 10 Temmuz 2022).
- TOB. 2023. Çeşitli yıllar tarımsal istatistikler. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/>. (Erişim 10 Temmuz 2022).
- USDA. 2022. Parity prices, parity ratio, and feed price ratios. Chapter Four, https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Prices/Chapter%20Four%20Parity%20and%20Feed%20Price%20Ratios%20v10.pdf
- Zeb, J., Z. Khan, G. Nabi ve K. Nawaz. 2007. Marketing margins for onion in swat, Sarhad J. Agric., Vol.23, No.3, 793-801.

Investigating the Impact of Climate Parameters on Honey Yield under Migratory Beekeeping Conditions through Decision Tree Analysis: The Case of İzmir Province

Zekiye ŞENGÜL¹ *  Banu YÜCEL²  Gamze SANER³  Çiğdem TAKMA⁴ 

¹*Department of Agricultural Economics, Siirt University, Siirt/TÜRKİYE*

^{2,4}*Department of Animal Science, Ege University, İzmir/TÜRKİYE*

³*Department of Agricultural Economics, Ege University, İzmir/TÜRKİYE*

¹ <https://orcid.org/0000-0002-2496-2867>

² <https://orcid.org/0000-0003-4911-7720>

³ <https://orcid.org/0000-0002-2897-9543>

⁴ <https://orcid.org/0000-0001-8561-8333>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): zekiye.sengul@siirt.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 23.11.2023

Accepted (Kabul tarihi):13.12.2023

Online: 29.12.2023

ABSTRACT: This study has investigated how climatic parameters affect honey yield in İzmir Province under the conditions of migratory beekeeping. The climate parameters of the years 1990-2020 obtained from the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) and the General Directorate of Meteorology were used in this research. The data were analyzed considering the routes used by migratory beekeepers in İzmir province to transport their colonies, and the effects of climatic parameters in these regions on honey yield were determined using a decision tree algorithm. The average minimum temperature was identified as the first effective factor for honey yield. This was followed by average wind speed, average relative humidity, average maximum temperature, total precipitation and average temperature. Based on results the average honey yield per hive is predicted to be 26.29 kg in climatic conditions where the average minimum temperature is greater than 10.81°C, the relative humidity is more than 66.03% and the average temperature is more than 18.36°C.

Keywords: Beekeeping, climate change, decision tree, honey yield.

İklim Parametrelerinin Gezgin Arıcılık Modeli Koşullarında Bal Verimi Üzerine Etkisinin Karar Ağaçları Yöntemi ile Araştırılması: İzmir İli Örneği

ÖZ: Bu çalışmada göçer arıcılığın yapıldığı İzmir ilinde iklim parametrelerinin bal verimini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler 1990-2020 yıllarına ilişkin olup, Türkiye İstatistik Kurumu ve Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Verilerin analizinde İzmir ilinde göçer arıcıların, kolonilerini taşıdıkları güzergahlar dikkate alınarak bu bölgelerdeki iklim parametrelerinin İzmir ili bal verimine etkisi Karar ağacı algoritması ile ortaya konulmuştur. Sonuçlara göre bal verimine ilk etkili faktörün ortalama minimum sıcaklık değişkeni olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla ortalama rüzgâr hızı değişkeni, nispi nem, ortalama maksimum sıcaklık, toplam yağış ve ortalama sıcaklık izlemiştir. Sonuçlara göre ortalama minimum sıcaklığın 0,81 dereceden yüksek, nisbi nemin %66,03'ten fazla ve ortalama sıcaklığın 18,36 dereceden fazla olduğu iklim koşullarında kovan başına bal verim ortalamasının 26,29 kg olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, iklim değişikliği, karar ağacı, bal verimi.

INTRODUCTION

Beekeeping is a globally significant agricultural activity that economically and environmentally supports sustainable rural development (Novelli *et al.*, 2021). It provides employment, income, and

healthy food options to rural communities, contributing to their livelihoods through the production of honey and other value-added bee products (Chanie *et al.*, 2019). Additionally, bees, as insect pollinators, are essential for over 80% of

wildflower species and crops, with the estimated value of ecosystem services provided by insect pollination exceeding 150 billion euros annually worldwide (Vercelli *et al.*, 2021).

Türkiye is one of the leading countries in beekeeping, with 8,733,394 hives and honey production of 96,344 tons in 2021 (TURKSTAT, 2022). Migratory beekeeping accounts for approximately 75% of beekeeping in Türkiye. Around 25,000 beekeeping farms, with an average of 129 hives, cover a distance of 2,000 km per year per apiary and visit an average of three different production regions (Yeninar, 2018). Migratory beekeepers move from overwintering and spring apiaries to the transitional regions, the Central Anatolian plateau, and in the following months to plateaus in Eastern and Southeastern Anatolia, depending on the season, pesticide use, pollination needs of crops, ecological conditions, and nectar-bearing plant development. Bees are transported to the Aegean region for pine honey production in September (Yeninar, 2018). Migratory beekeeping takes various forms, including intra-provincial, intra-regional, and inter-regional beekeeping in the province of İzmir. Beekeepers travel an average distance of 645 km to conduct their beekeeping operations. They transport their colonies to İzmir, Aydın, Muğla provinces from February to April, to İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Uşak, Afyon, Kütahya, Bursa, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli provinces from May to September, and to İzmir, Aydın, and Muğla provinces for pine honey production from October to January (Şengül, 2020).

However, in recent years, factors such as climate change, pesticides, the chemicals used for bee disease and pest control, and pollution have resulted in significant losses of bee colonies. Climate change is a complex global phenomenon that has a profound impact on the distribution and population levels of ecosystems and organisms. This includes plants and pollinators that are crucial for maintaining biodiversity and ecosystem functioning (Pătruică *et al.*, 2021; Vercelli *et al.*, 2021). Global warming caused by increased greenhouse gas emissions is predicted to further exacerbate climate change in the future (Öztürk,

2002). Changes in climate factors such as precipitation, humidity, air movement, and drought have already been observed as a result of global warming (Doğan, 2005).

Climate change has a profound impact on honey bees at multiple levels, affecting flower development, nectar and pollen production, pollination activities, and overall productivity (Price *et al.*, 2008; Reddy *et al.*, 2012; Gajardo-Rojas *et al.*, 2022). Excessive rainfall and resulting flooding can lead to the loss of bee colonies, while droughts reduce water resources and create a more favorable environment for natural enemies of bees. Climate change also contributes to the emergence of new pests and pathogens that can adapt to changing environmental conditions. The increased incidence of infectious diseases and parasitic mites, such as *Varroa destructor*, has caused significant mortality in honey bee colonies (Klein *et al.*, 2007; Switanek *et al.*, 2015). Suboptimal temperatures prolong brood development time and increase the vulnerability of bee colonies to diseases and pests.

The influence of climate on bee populations has been observed in a comprehensive study across multiple European countries. Colonies in northern regions tend to have smaller brood populations, while colonies in Southern Europe have smaller adult bee populations. This suggests that bees in hotter climates have shorter lifespans, while brood rearing periods are generally shorter in colder regions (Hatjina *et al.*, 2014). Forest fires caused by extreme temperatures have also led to a decline in bee populations and honey production (Rahmad *et al.*, 2021).

In addition, climate change has a direct impact on bee behavior and physiology (Syed and Urooj, 2017). Although the climatic parameters of temperature and humidity play an important role in the nectar secretion of honey plants, they also influence the feeding behaviour of bee colonies (Pătruică *et al.*, 2021). For example, honey bees self-destruct by putting their heads in the comb eyes to leave the currently limited food sources for

the next generation in case the nectar and pollen sources in nature are not sufficient for the continuation of their generation (Yücel, 2008). The possible effects of climate change on bees are given in Figure 1.

Furthermore, climate change indirectly affects the socio-economic characteristics of beekeepers (Gallardo-López *et al.*, 2021). Migratory beekeeping, driven by the search for honey plants to prevent population loss due to nutrient deficiencies, has resulted in increased costs for beekeepers and loss of income (Topal *et al.*, 2016; Kutlu *et al.*, 2019; Yaşar *et al.*, 2021). In recent years, the impacts of climate change have resulted in unpredictable fluctuations in honey yields and a concerning decline in honey production, particularly in the significant honey-producing countries of Southern and Eastern Europe (Novelli *et al.*, 2021). High-value honeys, like acacia honey, have been adversely affected. Italy, for instance, has faced significant challenges in beekeeping due to climatic stresses such as droughts, late frosts, and high temperatures. These adverse weather conditions have had a profound impact on honey production, specifically acacia honey. The decline

in acacia honey production in several regions has resulted in substantial economic losses exceeding 55 million Euros in Italy alone in 2019. This highlights the vulnerability of beekeepers and underscores the urgent need to address climate change and its consequences on honey production (Novelli *et al.*, 2021).

Several studies have evaluated the impact of climate change on bees and beekeeping, as well as the management strategies employed by beekeepers to adapt to these climatic changes. These studies indicate that climate change is a significant factor affecting honey yield (Folayan and Bifarin, 2013; Şahin *et al.*, 2015; Aktürk and Aydın, 2019; Duru and Parlakay, 2021). Depending on changes in climatic conditions, various issues may arise, including weakened or lost bee colonies, scarcity of nectar and pollen, reduced or absent honey and other bee products, alterations in flowering and nectar secretion periods, increased Varroa infestation, decreased pollination, and decreased income for beekeepers (Bekret *et al.*, 2015; Syed and Urooj, 2017; Vercelli *et al.*, 2021; Degu, 2022; Pătruică *et al.*, 2021; Gajardo-Rojas *et al.*, 2022).

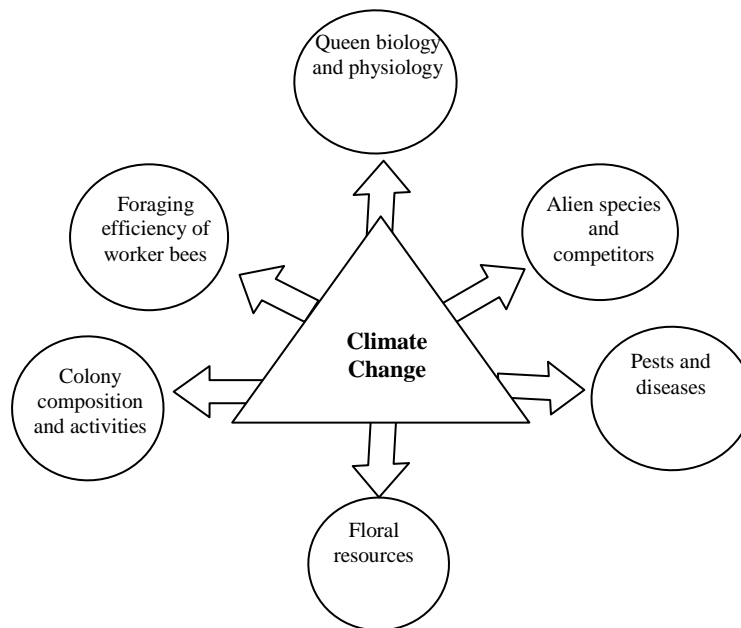


Figure 1. The effect of climate change on honey bees (Reddy *et al.*, 2012).
Şekil 1. İklim değişikliğinin bal arıları üzerindeki etkisi (Reddy *et al.*, 2012).

Studies also emphasize that climate change in beekeeping is a relational phenomenon and stress the need for adaptation strategies to sustain economic activity (Gallardo-López et al., 2021). Various adaptation strategies have been reported in response to climate change, including migratory beekeeping, hive relocation to nearby areas, colony reduction, improved hive sterilization, reforestation, cultivation of honey crops, replacement of old and unproductive queens, changes in apiary management, seeking technical assistance, increased work efforts, record-keeping of blooming periods, maintaining business records, adoption of good beekeeping practices, artificial feeding, and breeding (Bekret et al., 2015; Gallardo-López et al., 2021; Gajardo-Rojas et al., 2022). However, studies have identified barriers to the adoption of these strategies by beekeepers, such as inadequate financing and credit resources, insufficient support, limited land availability for suitable beekeeping crops, and bureaucratic challenges in migratory beekeeping. Recommendations include the prohibition of forest burning and pollutant release, utilization of modern technologies in honey production and marketing, and provision of credit through banks and microfinance institutions for honey producers (Syed and Urooj, 2017; Gallardo-López et al., 2021). A study on organic beekeeping in Romania has illuminated the sector's response to challenges like climate change, pesticide use, and the pandemic. It highlights a shift towards organic beekeeping, practiced by 5.2% of Romanian beekeepers, as a sustainable and eco-friendly approach. Despite the strong awareness of organic principles among the 433 beekeepers surveyed, organic certification was limited. The Romanian experience, emphasizing the potential for growth in organic beekeeping, advocates for greater support and encouragement for beekeepers to pursue organic certification (Pocol et al., 2021)

In agricultural research, a variety of methodologies are utilized to investigate the impacts of climate change. Initially, field experiments were predominantly employed, subjecting crops to

varying climatic conditions through both natural and controlled environmental factors, to examine their influence on crop development and yield. However, with the advent of technological progress, process-based crop models and empirical statistical models have gained prominence. Process-based models employ computer simulations for a quantitative evaluation of the physiological aspects and dynamic processes governing crop growth and yield. In contrast, empirical statistical models are designed to formulate mathematical correlations between climatic variations and crop yield, providing a more data-driven perspective (Feng et al., 2023). This study focuses on migratory beekeeping in the province of İzmir and utilizes decision tree techniques to evaluate the impact of climatic factors on honey yield. The methodology aligns with recent trends in apiculture research, where data mining and decision tree algorithms have been increasingly applied. These methods have been utilized in various contexts, including predicting honey production, estimating honey yields in different geographical areas, and understanding the factors influencing beekeeper behaviors and cooperative memberships (Karadas and Kadirhanogullari, 2017; Aksoy et al., 2018; Çukur and Çukur, 2022). Despite significant advancements in applying decision tree techniques in beekeeping, a clear understanding of how specific climatic variables impact honey yield, especially in the migratory beekeeping context, is still lacking in the existing literature. To bridge this knowledge gap, this study proposes the following research questions and hypotheses:

1. How do climatic factors such as temperature, humidity, and precipitation specifically influence honey yield within the migratory beekeeping context of İzmir? (Hypothesis: Specific climatic conditions have a measurable impact on honey yield in migratory beekeeping in İzmir).
2. What ideal climatic conditions favor maximum honey production in this region? (Hypothesis: There are optimal climatic conditions for honey production in İzmir, which can be identified and quantified through decision tree analysis).

MATERIALS AND METHODS

Research area

This study was conducted in İzmir province, which is located in the Aegean region. Balıkesir is located in the north of İzmir, Manisa in the east, Aydın in the south and the Aegean Sea in the west. The area of the province lies between 37° 45' and 39° 15' north latitude and 26° 15' and 28° 20' east longitude (Anonymous, 2009). According to the long-term (1938-2021) climate data, the average temperature in this province is 17.9 °C, the average maximum temperature is 22.7 °C, the highest temperature is 43.0 °C, the average minimum temperature is 13.6 °C, and the lowest temperature is -8.02 °C and the average total annual precipitation is 713.8 mm/year (MGM, 2022).

Data sets

The dataset of this study consists of monthly measurements of average climatic parameters and honey yield values of İzmir province at the migratory beekeeping route of İzmir province 1990-2020 (Table 1). Honey yield data for İzmir province were obtained from TURKSTAT and monthly climate data were obtained from the General Directorate of Meteorology. In order to obtain climate data on the migration route, the climate data of the provinces (İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Uşak, Kütahya, Bursa, Edirne, Tekirdağ, and Kırklareli) where the migratory beekeepers move their colonies were considered. The honey yield in İzmir was determined by dividing the total honey produced by the number of colonies.

Method

The effects of environmental conditions on honey yield per hive in İzmir were investigated using the decision tree technique, a data mining classification algorithm. This algorithm breaks down large datasets into significantly smaller groups of records by applying a set of decision rules. The division proceeds from top to bottom, creating various subgroups characterized by minimal variability within each grouping and maximal variation between different groups.

In addition, the decision tree algorithm visualizes the hierarchy and significance of the relationships between dependent and independent variables. Through the creation of a tree structure in the decision tree diagram, groups are represented at the leaf level, while the processes leading to these leaves are depicted on the branches. This division process continues until all members within a group share the same, homogenous label. Within the tree structure, the homogeneous subgroups where independent variables influence the dependent variables are termed 'child nodes.' Child nodes that do not undergo further subdivision into subsets are known as 'terminal nodes' (Hızlı *et al.*, 2022).

Within the realm of decision tree algorithms in the literature, various methods such as the Chi-square Automatic Interaction Detector (CHAID), Classification and Regression Trees (CART), and Quick Unbiased Efficient Statistical Tree (QUEST) are well-recognized for variable classification (Gunduz and Al-Ajji, 2022). For the purposes of this study, the CART algorithm was selected due to its alignment with the specific data characteristics encountered.

Table 1. List of variables used in the research.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan değişkenlerin listesi.

Variable	Description
HYield	Honey yield in İzmir province (kg/colony)
RH	Average relative humidity in migratory beekeeping route (%)
TMax	Average maximum temperature on the migratory beekeeping route (°C)
TMin	Average minimum temperature on the migratory beekeeping route (°C)
WS	Average wind speed on the migratory beekeeping route (m/s)
T	Average temperature on the migratory beekeeping route (°C)
TP	Total precipitation on the migratory beekeeping route (mm=kg/m ²)

The CART algorithm, established by Breiman *et al.* (1984), is a binary recursive partitioning method. It operates as a 'classification tree' for categorical dependent variables and as a 'regression tree' for continuous variables (Chang and Wang, 2006). In a regression tree, the algorithm segments variables based on their significance level. The variable exerting the most substantial influence on the dependent variable is positioned at the beginning of the tree structure. Subsequently, other variables are integrated into the tree based on their relative impact, dividing nodes in a similar manner. The process is guided by the 'coefficient of improvement', a metric without specific upper or lower limits, which decreases as the tree extends from top to bottom (Breiman *et al.*, 1984; Steinberg and Colla, 1997). The algorithm

commences by selecting a value, splitting the data into two subsets, and then calculating the mean square error (MSE) for each subset. The iteration continues until reaching a leaf node with the minimum MSE (Almahdi, 2020).

In this study, the decision tree was constructed using the Scikit-Learn package in Python. The independent variables were relative humidity, maximum temperature, minimum temperature, wind speed, overall temperature, precipitation, and the number of rainy days, with honey yield per hive as the dependent variable. The decision tree's branching criteria included a maximum tree depth of 4, a minimum of 5 samples for both the main and child nodes, and squared error as the regression criterion (Figure 2).

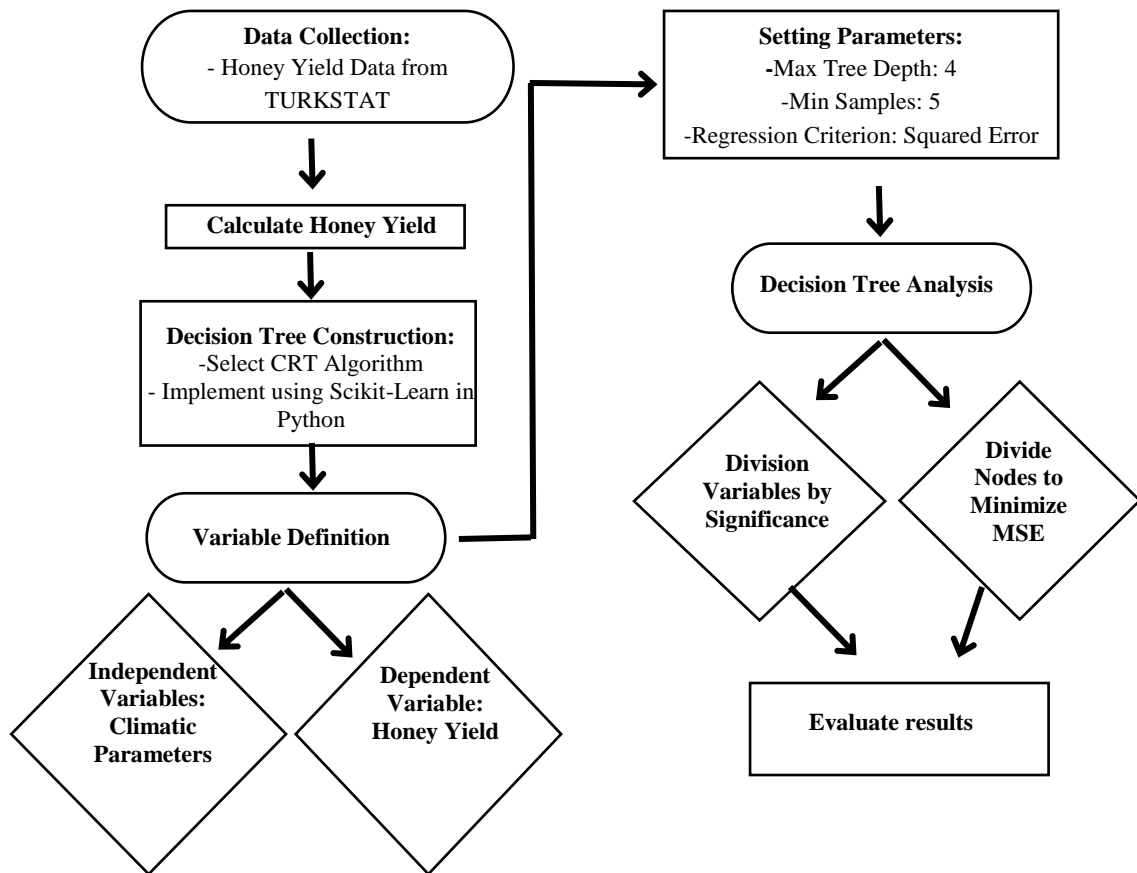


Figure 2. Decision tree analysis flowchart.
Şekil 2. Karar ağacı analizi akış diyagramı.

The application of the Decision Tree Method, offers a structured avenue for beekeepers to optimize their practices by gleanable actionable insights from complex climate data. By utilizing this method, beekeepers can ascertain the most favorable routes for migration, ensuring that they traverse locales offering optimal conditions for forage and nectar flow, which are quintessential for honey production. Moreover, the decision tree can provide pivotal guidance on the most opportune departure dates by analyzing historical and real-time climate data, thereby enabling beekeepers to synchronize their migrations with periods when forage resources are at their peak in different regions. In addition, the decision tree can guide supplemental feeding strategies by highlighting periods of forage scarcity occasioned by adverse climatic conditions. Through this, beekeepers can formulate and enact supplemental feeding regimes that ensure colonies have sufficient nutrition during such adverse periods. The iterative nature of the decision tree allows for an ongoing evaluation and refinement of migratory strategies with the inclusion of new data, fostering a dynamic approach to migratory beekeeping that is responsive to changing climatic conditions. Lastly, employing such a methodological approach engenders a culture of data-driven decision-making and promotes knowledge sharing and collaborative learning within the beekeeping community.

RESULTS AND DISCUSSION

The average values of climate parameters in relation to the migratory beekeeping route between 1990 and 2020 are given in Table 2.

The annual average relative humidity was 66.14%, the annual average maximum temperature was 20.95 °C, the annual average minimum temperature was 10.00 °C, the annual average wind speed was 1.86 m/sec, the annual average temperature was 15.04 °C, and the annual total precipitation was 686.87 mm.

The regression tree diagram created for honey yield per hive as a result of the study's analysis is shown in Figure 3. The CART diagram has the shape of an inverted tree with the root at the top, and the root node at the top is the variable of average minimum temperature. In other words, it was found that the first variable that best explains honey yield among the variables of climatic parameters is the average minimum temperature. Wind speed is shown to affect honey yield in climatic conditions where the average minimum temperature is equal to or lower than 10.81°C. When the minimum temperature exceeds 10.81°C degrees, relative humidity affects honey yield, and wind speed affects honey yield when it is low. Relative humidity was found to be effective in conditions where wind speed is equal to or less than 1.86 m/s.

Table 2. Average values of climatic parameters on the route of migratory beekeeping.

Çizelge 2. Gezici arıcılık güzergahındaki iklim parametrelerinin ortalama değerleri.

Months	RH (%)	TMax (°C)	Tmin (°C)	WS (m/sn)	T (°C)	TP (mm=kg/m ²)
Jan	76.548	9.204	1.445	1.837	4.801	95.701
Feb	73.154	11.059	2.295	1.992	6.114	82.559
Mar	68.972	14.674	4.398	1.980	9.045	67.012
Apr	65.789	19.281	7.933	1.887	13.221	54.350
May	62.720	24.730	12.409	1.829	18.292	47.264
June	57.781	29.536	16.637	1.898	22.927	33.855
July	53.575	32.553	19.308	2.046	25.766	19.652
Aug	54.837	32.649	19.457	2.012	25.744	16.076
Sept	59.921	28.212	15.262	1.802	21.258	29.912
Oct	68.787	22.437	11.115	1.616	16.126	60.759
Nov	74.000	16.240	6.533	1.639	10.697	75.657
Dec	77.644	10.770	3.249	1.803	6.504	104.587
Annual average	66.144	20.946	10.004	1.863	15.042	686.867
Average relative change per year (%)	-0.004	0.201	0.480	-0.477	0.280	0.176

RH: Average relative humidity, TMax: Average maximum temperature, Tmin: Average minimum temperature, WS: Average wind speed, T: Average temperature, TP: Total precipitation.

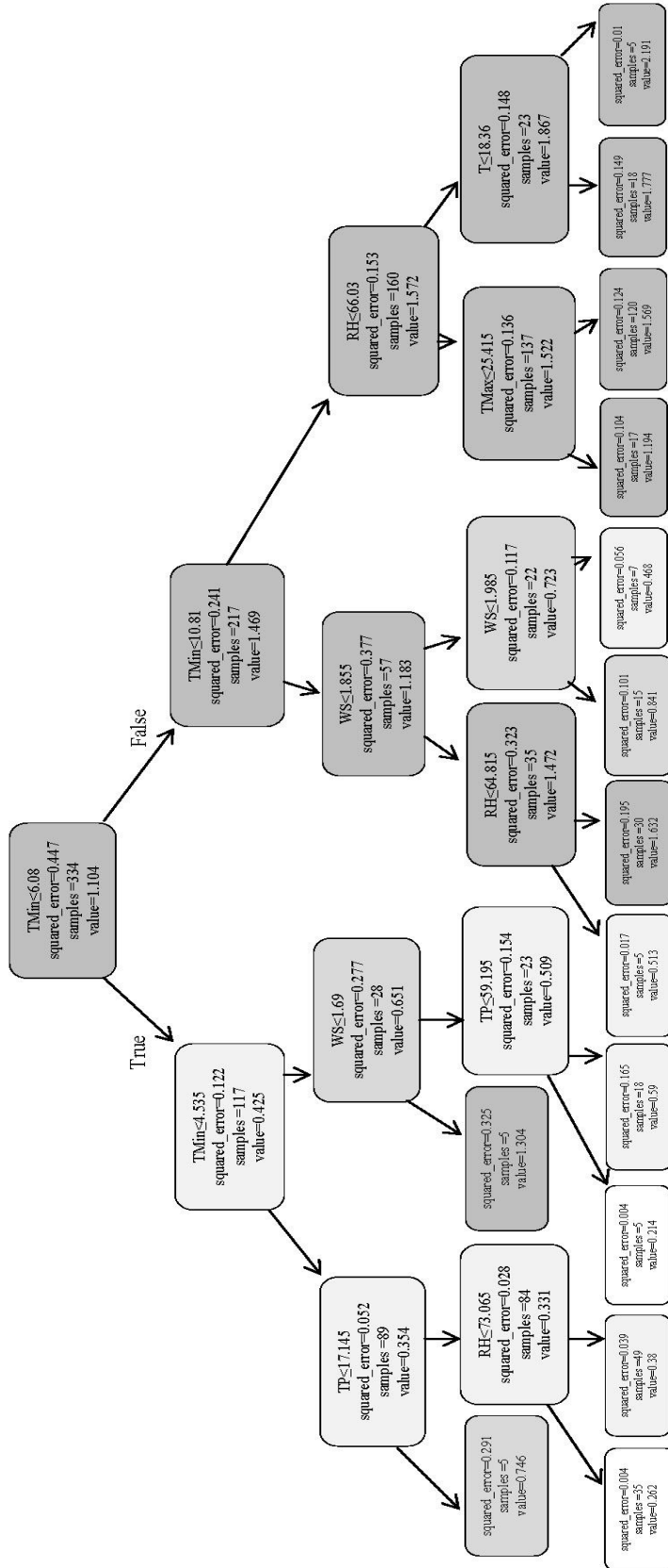


Figure 3. Decision tree for honey yield per hive (CART method).
Şekil 3. Kovan başına bal verimine ilişkin karar ağacı (CART yöntemi).

It was found that total precipitation is effective when the average minimum temperature is less than or equal to 4.54°C degrees, and wind speed is effective when it is greater than this value. Relative humidity affects honey yield when total precipitation is less than or equal to 17.15 mm. Total precipitation was found to affect honey yield when wind speed was equal to or less than 1.69 m/s. It was found that the average maximum temperature was effective when the relative humidity was 66.03% or less, and that the annual average temperature was effective on honey yield when it was higher. As a result of classifying all climatic parameters according to the regression tree, the average honey yield per hive is expected to be 26.29 kg per year in climatic conditions where the average minimum temperature is above 10.81°C, relative humidity is above 66.03%, and the average annual temperature is above 18.36 °C.

Temperatures below 10°C prevent the flight activity of honeybees (Joshi and Joshi, 2010). On the other hand, honey bee eggs, larvae and pupae require a constant temperature between 33 and 36 °C during their development, with the optimal temperature being 35 °C. Exposure of honey bees to lower than optimal temperatures (e.g., 20 °C) during development leads to various developmental abnormalities such as malformation of wings or legs, higher mortality, or abnormal stinger and wing development (Szentgyörgyi et al., 2018). On the other hand, extreme temperatures adversely affect the bees' foraging activities (Abou-Shaara et al., 2012). In the study conducted by Langowska et al. (2017), it was found that the annual honey yield is significantly and positively related to the temperature value in the period April-August. In particular, during spring, honeybee hives exhibit higher daily relative changes in weight when the temperature is at its optimum of 17°C. Similarly, the temperature optimum for these changes in hive weight is 26°C in summer. On the other hand, Honeybee productivity increases within a temperature range of 14 to 28°C daily. However, when temperatures exceed this range, productivity tends to decrease, showing negative values (Gounari et al., 2022). High humidity is often required for

brood development, and a relative humidity of about 75% is considered suitable for the immature stages of colonies (Abou-Shaara et al., 2012). The importance levels of the factors influencing honey yield per hive according to the results of the decision tree analysis are shown in Table 3 and Figure 4. The average minimum temperature variable was determined as the first and 100% effective factor on honey yield. This was followed by the variable of average wind speed (11.91%), relative humidity (8.77%), average maximum temperature (2.29%), total precipitation (1.50%) and average temperature (0.73%). A study using data from Pennsylvania beekeepers assessed the influence of weather, topography, land use, and management factors on overwintering mortality. This research identified growing degree days and precipitation during the warmest quarter as key predictors of survival (Calovi et al., 2021).

The results of this study are consistent with the results of other studies (Schweitzer et al., 2013; Hillyová et al., 2022; Gounari et al., 2022). Temperature, solar radiation or sunlight, wind and precipitation are considered the most effective factors for honey bee productivity, and the effects of these factors can be positive or negative. On the other hand, relative humidity is considered an effective factor for honey productivity, as it affects the ripening of honey in the hive (Gounari et al., 2022). Environmental factors, such as air temperature and humidity, have a significant impact on various aspects of the bee life cycle. These factors influence the metabolism of bees, their growth rate, and the overall quality of the colony.

Additionally, temperature and humidity levels affect important activities such as nectar and pollen foraging by worker bees, as well as queen rearing and mating processes (Hillyová et al., 2022). The results of the study by Oluwaseyi et al. (2022) show that temperature and relative humidity affect honey production in the modern hive. This result means that environmental conditions must be taken into account when setting up a modern hive for optimal honey production, as bees are more likely to thrive at high temperature and low relative humidity.

Table 3. Importance levels of the independent variables obtained as a result of the regression tree.

Çizelge 3. Regresyon ağacı sonucunda elde edilen bağımsız değişkenlerin önem düzeyleri.

Independent variables	Importance of factors	Normalized importance of factors (%)
Average minimum temperature (TMin)	0.799	100
Average wind speed (WS)	0.095	11.91
Average relative humidity (RH)	0.070	8.77
Average maximum temperature (TMax)	0.018	2.29
Total precipitation (TP)	0.012	1.50
Average temperature (T)	0.006	0.73

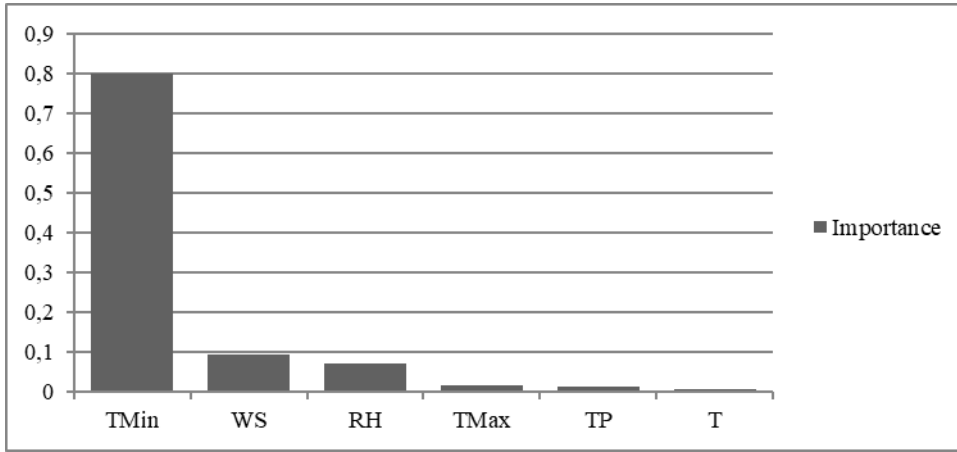


Figure 4. Importance levels of variables based on decision tree regressor.

Şekil 4. Karar ağacı regresörüne göre değişkenlerin önem düzeyleri.

As for the wind speed, which is of secondary importance in the study, since strong winds can negatively affect the flight of bees, it also affects the productivity of the hive. Daily average wind speed values of less than 7 km/h support hive productivity. When winds become stronger, productivity decreases at a rate of -0.080% per 1 km/h increase in average daily wind speed (Gounari *et al.*, 2022).

While relative humidity affects the ripening process of honey, moisture loss from nectar (through transpiration) is greatly reduced under conditions of high relative humidity (Schweitzer *et al.*, 2013). A study by Hillayová *et al.* (2022) has shown that relative humidity in outdoor hives at a certain temperature is an important abiotic factor for the decline of Varroa mite.

In terms of precipitation, Malisa and Yanda (2016) observed that nectar production is directly proportional to precipitation. The results of the study by Uffia *et al.* (2021) showed higher concentrations

of vitamins and sugars in the nectar of honey plant species during the dry season than during the rainy season, suggesting that high temperatures and radiation increase nectar production.

CONCLUSIONS

Climate change and unstable climatic events affect the dynamics of vegetation and compromise the potential of bees to produce honey and other bee products, leading to instability in beekeepers' income. The aim of this study was to reveal the important climatic parameters affecting honey yield in migratory beekeeping in İzmir province. In the study, based on the years 1990-2020, the decision tree algorithm was used, which is a data mining classification algorithm.

According to the results, the average minimum temperature, average wind speed and average relative humidity were identified as the three most important climatic parameters affecting honey yield in İzmir province on the migratory

beekeeping route. As a result of classifying all climatic parameters according to the regression tree, the average honey yield per hive is expected to be 26.29 kg per year in climatic conditions where the average minimum temperature is above 10.81°C, relative humidity is above 66.03%, and the average annual temperature is above 18.36 °C.

The yield of honey, as this study indicates, can be significantly influenced by climatic conditions, both positively and negatively. It is imperative for beekeepers to adopt practices that minimize the negative impacts of these climatic factors. Traditional beekeeping often relies on conventional practices, which may not be flexible enough to adapt to the unpredictability of climatic events. For instance, a beekeeper who migrates his colonies annually for specific harvests like blackthorn or chasteberry honey could face a failed harvest and bear high transportation costs due to unforeseen climatic changes like unpredictable north winds. In response to such instability, adopting a more adaptable management approach is crucial. This includes situating bee colonies in diverse apiaries with varied flora to reduce the risk of income loss and planting successive honey plants to ensure a steady food source for bees, thus supporting consistent honey production.

Moreover, given the reliance of honey production on natural conditions, it is advisable for producers to diversify into other high-value bee products. This diversification not only buffers against the uncertainties of honey production but also enhances the overall resilience of their beekeeping operations.

To maximize the utility of this study, translating the insights from decision tree analyses into practical, operational strategies is essential. By doing so, beekeepers will be endowed with enhanced decision-making capabilities, enabling them to proactively adapt to and mitigate the varied impacts of climatic changes on honey production. Specialized training programs and interactive workshops can be established to educate beekeepers on the nuances of decision tree

analysis and provide hands-on experience in integrating these tools into their daily management practices. Such initiatives will foster a more resilient beekeeping community.

On the social front, the results of this study obtained consider not only ecological but also social sustainability. Therefore, by analyzing the case of İzmir province, this study has helped to understand the complex relationships between climate change, beekeeping and social interaction, and to guide future sustainable beekeeping practices. In addition, the study underscores the need for increased community involvement and the establishment of comprehensive support structures for beekeepers. A collaborative approach, where beekeepers, farmers, environmental experts, and policymakers work together, is essential to develop sustainable and resilient beekeeping practices. This collective effort is critical to effectively address the challenges posed by climate change. Promoting beekeeping as an eco-friendly and sustainable practice can catalyze positive changes in local economies and support biodiversity conservation efforts. This holistic approach benefits not only individual beekeepers but also contributes to the health of broader ecological and economic systems.

Ultimately, the insights from this research offer tangible, action-oriented guidance for beekeepers and stakeholders, crucial in equipping them to navigate and thrive in the evolving landscape of environmental and climatic conditions. The study's findings thus serve as a guide, leading the beekeeping community towards sustainable practices and resilience in the face of climatic uncertainties.

This study, while providing crucial insights into the climatic impacts on honey yield in migratory beekeeping, may not fully represent the critical roles of economic, and policy factors in apiculture. Additionally, the climate change models utilized in this study are subject to the inherent uncertainties associated with long-term climate predictions. Given these limitations, future research could aim to integrate a more holistic approach that

encompasses economic and policy aspects of beekeeping alongside climatic factors. Furthermore, research efforts could be directed

towards employing a variety of predictive tools to account for the uncertainties and complexities in long-term climate forecasting.

REFERENCES

- Abou-Shaara, H. F., A. A. Al-Ghamdi, and A. A. Mohamed. 2012. Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients. *Environmental and Experimental Biology*, 10(4):133-138.
- Aksoy, A., Y.E. Ertürk, S. Erdoğan, E. Eyduran, and M.M. Tariq. 2018. Estimation of honey production in beekeeping enterprises from eastern part of Turkey through some data mining algorithms. *Pakistan Journal of Zoology* 50(6): 2199-2207.
- Aktürk, D., and B. Aydın. 2019. Structural characteristics of beekeeping enterprises and beekeeping activities in Çanakkale province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(10):618-1628.
- Almahdi, H. 2020. Predicting crops yield: Machine learning nano-degree capstone project data science-exercise. Available at: <https://towardsdatascience.com/predicting-crops-yield-machine-learning-nanodegree-capstone-project-e6ec9349f69> (Accessed on 17.08.2022).
- Anonymous.2009. İzmir Metropolitan Municipality. 2010-2017 Stratejik Planı. Available at: <http://www.izmir.bel.tr/> (Accessed: 17 June 2022)
- Bekret, A., S. Çankaya, and S. Silici. 2015. The effects of mixture of plant extracts and oils are added to syrup on honeybee colony development and honey yield. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(6).
- Breiman L., J. Friedman, R. Olshen, and C.J. Stone. 1984. *Classification and Regression Trees*. Chapman and Hall, Wadsworth Inc., New York, USA.
- Calovi, M., C. M. Grozinger, D. A. Miller, and S. C. Goslee. 2021. Summer weather conditions influence winter survival of honey bees (*Apis mellifera*) in the northeastern United States. *Scientific reports*, 11(1), 1553.
- Chang, L. Y., and H. W. Wang. 2006. Analysis of traffic injury severity: An application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis and Prevention*, 38(5): 1019-1027.
- Chanie, D., G. Melese, and H. Ayalew. 2019. Honey bee products marketing practices: Challenges and opportunities in and around Maksegnit Town, Amhara Region, Ethiopia. *AJAAR*, 10(3):1-8.
- Çukur, T., F. Çukur. 2022. Determining factors affecting cooperative membership of the beekeepers using decision tree algorithms, *Journal of Agricultural Sciences*, 28 (1): 25-32.
- Degu, T. K. 2022. Beekeeping in the face of climate change in Ada Berga District, Oromia, Ethiopia. *International Journal of Environmental Studies*, 79(3):450-461.
- Doğan, S. 2005. Türkiye'nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri. *Ç.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2): 57-73.
- Duru, S., ve O. Parlakay. 2021. Türkiye'de iklim değişikliğinin bal verimine etkisi: ARDL sınırlı testi yaklaşımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3):791-800.
- Feng, X., H. Tian, J. Cong, and C. Zhao. 2023. A method review of the climate change impact on crop yield. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6:1198186. doi: 10.3389/ffgc.2023.1198186.
- Folayan, J., and J. Bifarin. 2013. Profitability analysis of honey production in Edo North Local Government Area of Edo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 2(2):60-64.
- Gajardo-Rojas, M., A. A. Muñoz, J. Barichivich, K. Klock-Barría, E. M. Gayo, F. E. Fontúrbel, M. Olea, C. M. Lucas, and C. Veas. 2022. Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 1-20.
- Gallardo-López, F., B. P. Castellanos-Potenciano, G. Díaz-Padilla, A. Pérez-Vásquez, C. Landeros-Sánchez, and A. Sol-Sánchez. 2021. Cognitive dissonance in the face of climate change in beekeepers: A case study in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(1): 238-255.
- Gounari, S., N. Proutsos, and G. Goras. 2022. How does weather impact on beehive productivity in a Mediterranean Island? *Italian Journal of Agrometeorology*, (1): 65-81.
- Gunduz, M., and I. Al-Ajji. 2022. Employment of CHAID and CRT decision tree algorithms to develop bid/no-bid decision-making models for contractors. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(9): 3712-3736.
- Hatjina, F., C. Costa, R. Büchler, A. Uzunov, M. Drazic, J. Filipi, and N. Kezic. 2014. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, 53(2):233-247.
- Hızlı, H., Ç. Takma, and Ş. Ergül. 2022. Application of Classification and Regression Tree (CRT) method for predicting the some environmental factors affecting weaning weight of Awassi lamb. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 39(3):185-190.
- Hillayová, M. K., L. Korený, and J. Škvarenina. 2022. The local environmental factors impact the infestation of bee colonies by mite *Varroa destructor*. *Ecological Indicators*, 14, 109104.

- Joshi, N.C., and P.C. Joshi. 2010. Foraging behavior of *Apis* spp. on apple flowers in a subtropical environment. *New York Science Journal*, 3:71–76.
- Karadas, K., and H.I. Kadirhanogullari. 2017. Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture. *Pakistan Journal of Zoology* 49(5): 1611-1619.
- Klein, A.M., B.E. Vaissiere, J.H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S.A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *proc. r. soc. b. biol. sci.*, 274: 303–313.
- Kutlu M.A., F.A. Özdemir ve A. Gül, 2019. Küresel iklim değişikliğinin arıcılık faaliyetleri üzerine etkileri. *Uluslararası Arıcılık Araştırmaları ve Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Stratejileri Kongresi*, 11-13 Ekim, Bingöl, s.343-350.
- Langowska, A., M. Zawilak, T.H. Sparks, A. Glazaczow, P.W. Tomkins, and P. Tryjanowski. 2017. Long-term effect of temperature on honey yield and honeybee phenology. *International Journal of Biometeorology*, 61:1125-1132.
- Malisa, G.G., and P.Z. Yanda. 2016. Impacts of climate variability and change on beekeeping productivity. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, *African Journals Online*, 64(1): 49–55.
- MGM, 2022. Available at: <https://www.mgm.gov.tr/> (Accessed: 24 May 2022).
- Novelli, S., M. Vercelli, and C. Ferracini. 2021. An easy mixed-method analysis tool to support rural development strategy decision-making for beekeeping. *Land*, 10(7):675.
- Oluwaseyi, F.O., M.A. Mustapha, and I.G. Oluwaseyi. 2022. Effects of temperature and relative humidity on colonization of bees hives within Futa community. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 14(2):18-25.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65.
- Pătruică, S., I. Peț, and E. Simiz. 2021. Beekeeping in the context of climate change. *Scientific Papers; Series D; Animal Science*, Bucharest, Romania, 64, 2393-2260.
- Pocol, C. B., P. Ședík, I. S. Brumă, A. Amuza, and A. Chirsanova. 2021. Organic beekeeping practices in Romania: Status and perspectives towards a sustainable development. *Agriculture*, 11(4), 281.
- Price, M.V., D.R. Campbell, N.M. Waser, and A.K. Brody. 2008. Bridging the generation gap in plants: Pollination, parental fecundity, and offspring demography. *Ecology*, 89: 1596–1604.
- Rahmad, B., N. Damiri, and M. Mulawarman. 2021. Participation of beekeeping group on forest sustainability in Muara Enim Regency, South Sumatra Province. *Sriwijaya Journal of Environment*, 6(1):42-48.
- Reddy, P., A. Verghese, and V.V. Rajan. 2012. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 18:121–127.
- Schweitzer, P., I. Nombéré, and J. Boussim. 2013. Honey production for assessing the impact of climatic changes on vegetation. *Tropicultura*, 31: 98-102.
- Steinberg D., and P. Colla P. 1997. *CART–Classification and regression trees*, Salford Systems, San Diego, California.
- Switanek M., R. Brodschneider, K. Crailsheim, and H.Truhetz. 2015. Impacts of austrian climate variability on honey bee mortality. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 17, 9575.
- Syed, A., and A.J. Urooj. 2017. The effects of climate change on apiculture industry. *European Journal of Business, Economics and Accountancy*, 5(1):97–98.
- Szentgyörgyi, H., K. Czekońska, and A. Tofilski. 2018. Honey bees are larger and live longer after developing at low temperature. *Journal of Thermal Biology*, 78:219-226.
- Şahin, M., E. Topal, N. Özsoy Taşkıran, and E. Altunoğlu. 2015. The effects of climate change on fruit growing and beekeeping. *Journal of Anatolian Natural Sciences*, 6:147-154.
- Şengül Z. 2020. Ege bölgesinde arıcılık yapan işletmelerin sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilmesi, Doktora tezi. EÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bornova- İzmir.
- Topal, E., N. Özsoy, ve N. Şahinler. 2016. Küresel ısınma ve arıcılığın geleceği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1):112-120.
- TURKSTAT. 2022. Available at: <http://www.tuik.gov.tr> (Accessed: 24 May 2022).
- Uffia, I. D., C. O. Akachuku, O. E. Udofia, and I. B. Nsien. 2021. Meteorological influences on some melliferous plant species: Nectar nutritional composition and honey yield in mangrove vegetation zone of Akwa Ibom State, Nigeria. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 27(4):361-366.
- Vercelli, M., S. Novelli, P. Ferrazzi, G. Lentini, and C. Ferracini. 2021. A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. *Insects*, 12(3):228.
- Yaşar, İ., Ş. Kök, ve İ. Kasap. 2021. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin böcekler üzerindeki olası etkileri. *ÇOMÜ LJAR*, 2(4):67-75.
- Yeninar, H. 2018. Kadim topraklarda arı ve arıcının yolculuğu: Göçer arıcılık. *Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği Yayınları*, 36 p.
- Yücel, B. 2008. Çevresel sorunların bal arıları üzerine etkileri. *Hasad*, 279, 40-43.

Türkiye'de Sofralık Zeytin Fiyatlarındaki Dalgalanmalar: ARIMA-GARCH Yaklaşımıyla Volatilite Araştırması

Zekiye ŞENGÜL * 

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

**<https://orcid.org/0000-0002-2496-2867>*

**Corresponding author (Sorumlu yazar): zekiye.sengul@siirt.edu.tr*

Received (Geliş tarihi): 02.11.2023

Accepted (Kabul tarihi):15.12.2023

Online:29.12.2023

ÖZ: Bu çalışmada, Ocak 2008-Aralık 2022 döneminde Türkiye'de sofralık zeytin fiyatlarının volatilitesini analiz etmek amacıyla ARIMA-GARCH modeli kullanılmıştır. Çalışma zeytin piyasasının volatilitenin dinamiklerini derinlemesine anlamayı ve piyasa katılımcıları için stratejik yaklaşımlar geliştirmeyi hedeflemektedir. ARIMA modeli, finans ve ekonomi literatüründe zaman serilerinin ortalama yapısının tahmin edilmesi için, GARCH modeli ise volatilitenin tahmin edilmesi için sıkça başvurulan metotlardır. Bu iki modelin entegrasyonu hem ortalama hem de volatilitenin kapsamlı bir analizini sağlamaktadır. Analiz sürecinde farklı volatilitenin modelleme teknikleri kullanılarak optimal model, Akaike (AIC), Schwarz (SIC) Bilgi Kriterleri ve Log likelihood değeri ile belirlenmiştir. Seçilen modelin performansı, gerçekleşen volatilitenin değerleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, zeytin fiyatlarında belirgin bir düzeltme eğilimi gözlemlenmiş, bu da piyasa katılımcılarının fiyat hareketlerine hızla tepki verdiğini göstermiştir. Diğer taraftan zeytin piyasasında volatilitenin uzun süre devam edebileceği ve fiyat şoklarının uzun vadeli etkiler yaratabileceği belirlenmiştir. Kısa dönem tahminlerinde (3 ve 6 aylık), tahmin süresine bağlı olarak hata oranlarının arttığı, 1-2 aylık tahmin ufkunda modelin güvenilir sonuçlar verdiği saptanmıştır. Sonuçlara göre 9 aylık dönemde 2 aylık tahminler, orta vadeli planlamalar için güvenilir sonuçlar sunmuştur. 12 aylık tahminlerde ise, modelin uzun vadeli planlamalar için istikrarlı sonuçlar sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sofralık zeytin fiyatı, volatilitenin analizi, ARIMA-GARCH modeli, tahmin performansı.

Fluctuations in Table Olive Prices in Türkiye: Volatility Investigation with the ARIMA-GARCH Approach

ABSTRACT: In this study, ARIMA-GARCH model was used to analyze the volatility of table olive prices in Türkiye during the period 2008M01-2022M12. The study aimed to provide an in-depth understanding of the volatility dynamics of the olive market and to develop strategic approaches for market participants. The ARIMA model is widely used in the finance and economics literature for estimating the mean structure of time series and the GARCH model for estimating volatility. The integration of these two models provides a comprehensive analysis of both mean and volatility. In the analysis process, different volatility modeling techniques are used and the optimal model is determined by Akaike (AIC), Schwarz (SIC) Information Criteria and Log likelihood values. The performance of the selected model is evaluated by comparing it with the realized volatility values. According to the results, a significant correction trend was observed in olive prices, indicating that market participants react quickly to price movements. On the other hand, it was determined that volatility in the olive market may continue for a long time and price shocks may have long-term effects. In the short-term forecasts (3 and 6 months), it was found that the error rates increased with the forecast period, while the model gave reliable results at a forecast horizon of 1-2 months. According to the results, 2-month forecast horizon in the 9-month period provided reliable results for medium-term planning. In the 12-month forecasts, it was determined that the model provided stable results for long-term planning.

Keywords: Table olive price, volatility analysis, ARIMA-GARCH model, prediction performance.

GİRİŞ

Avrupa ve Asya'nın kesişim noktasında yer alan Türkiye, küresel zeytin sektöründe, özellikle sofralık zeytin açısından merkezi bir konuma sahiptir. Ülkenin zeytin yetiştiriciliği kökleri antik zamanlara dayanmakta olup, yüzyıllar boyunca zeytin tarımı pratiğini geliştirmiş, böylece küresel pazarda önemli bir oyuncu durumuna gelmiştir (Kaplan ve Karaöz Arıhan, 2012). Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) verilerine göre, global sofralık zeytin üretimi 2012/13 üretim sezonundan bu yana geçen on yıl içinde dalgalanmalar gösterse de genel bir artış eğilimi sergilemektedir. 2021/22 üretim sezonunda, dünya genelinde 2.88 milyon ton sofralık zeytin üretimi gerçekleştirildiği tahmin edilmektedir. İspanya ve Mısır'dan sonra, dünya sofralık zeytin üretiminde üçüncü sırada yer alan Türkiye'nin payı ise 2021/22 üretim sezonunda %15.59 olarak kaydedilmiştir (TEPGE, 2022).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2004 yılında 1.60 milyon ton olan zeytin üretimi 2022 yılında %86'lık bir artışla, 2.98 milyon tona yükselmiştir. Üretilen toplam zeytinin ise %31.53'ü sofralık zeytinden oluşmaktadır (TÜİK, 2023). Bu zeytin üretimindeki artış, sadece yerel tüketimi kapsamakta, aynı zamanda Türkiye'nin ihracat portföyünü genişletmekte ve uluslararası pazarda daha görünür kılmaktadır.

Türkiye'deki zeytin yetiştiriciliğinin coğrafi dağılımı geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır; 2022 yılında 81 ilin 38'inde zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytin üretiminin bölgesel dağılımı, ağırlıklı olarak Ege, Akdeniz Marmara bölgelerinde olup, zeytin üretiminin Marmara Bölgesinde %43.30'u, Akdeniz Bölgesinde %36.20'si ve Ege Bölgesinde %25.53'ü sofralık zeytinden oluşmaktadır. Bu durum Türkiye'nin zeytin endüstrisinde sofralık zeytinin önemini vurgulamaktadır (TÜİK, 2023).

İhracat açısından bakıldığında, 2021/22 pazarlama döneminde global sofralık zeytin ihracatı 719 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bu, son on yılda %7.31 ve bir önceki yıla kıyasla %1.55'lik bir artışı temsil etmektedir. Dünya sofralık zeytin ihracatında lider

konumda olan ülkeler arasında İspanya, Türkiye, Yunanistan, Fas ve Mısır bulunmaktadır. Türkiye, 110 bin tonluk ihracatla global ihracatın %15.30'unu karşılamaktadır (TEPGE, 2022).

Birçok tarım ürünü olduğu gibi sofralık zeytin fiyatları da çeşitli faktörlere bağlı olarak belirgin dalgalanmalar veya oynaklıklar göstermektedir. Bir değişkenin oynaklığı veya volatilesi, belirli bir ekonomik değişken ya da bu değişkenin bir fonksiyonunun potansiyel varyansını veya değişimini belirtmektedir (Piot-Lepetit ve M'Barek, 2011). Zeytin ve zeytinyağı gibi ürünlerin fiyatlandırılması; iklim koşulları, arz ve talep dinamikleri, küresel ticaret dinamiklerindeki değişiklikler, döviz kuru ve hükümet politikaları dahil olmak üzere bir dizi faktörden etkilenmektedir. Zeytin söz konusu olduğunda, agronomik faktörler, olumsuz hava koşulları, zararlılar ve hastalıklar verimi önemli ölçüde etkileyebilir, böylece arzı ve dolayısıyla fiyat seviyelerini etkilemektedir (Rallo ve ark., 2018; Acar, 2021). Talep ise tüketicilerin tercihlerinde, sağlık algılarında ve ekonomik koşullardaki değişikliklerle dalgalanabilmektedir. Tüketici talebi, üretim yeri, coğrafi köken belirtimi ve organik sertifikasyon gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir (Tempesta ve Vecchiato, 2019). Diğer taraftan birçok tarım ürününün fiyatı, hasat döneminde mevsimsel olarak en düşük seviyelere ulaşmakla birlikte, hasat sonrası süreçte karakteristik bir mevsimsel trend izleyerek artış göstermektedir (Dahal, 2020). Talepte fiyat esnekliğinin inelastik olması, arz değişikliklerinin etkilerini daha da belirgin duruma getirebilmektedir. Özellikle tarım ürünleri gibi, talebin fiyat esnekliğinin nispeten düşük olduğu durumlarda, piyasa arzındaki volatil hareketler, denge miktarı üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadan, denge fiyatında kayda değer dalgalanmalara yol açabilmektedir. Ek olarak, spekülörlerin piyasada gerçekleştirdiği faaliyetler, fiyat oynaklığını daha belirgin hale getirebilmektedir. Bu tür spekülatif hareketler, özellikle belirli emtiaların stoklarının sınırlı olduğu zamanlarda, fiyatların yukarı yönlü

hareketine ivme kazandırabilmektedir (Piot-Lepetit ve M'Barek, 2011).

IOC verilerine göre dünya çapındaki sofralık zeytin ithalatının önemli bir bölümü ABD, Brezilya ve Avrupa Birliği dahil olmak üzere beş pazar tarafından domine edilmektedir (IOC, 2022). Küresel ticaret dinamiklerindeki değişiklikler, bu pazarlarda fiyat dalgalanmalarına yol açabilmektedir. Tunalioglu ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışma, döviz kuru dalgalanmasının yanı sıra yerel ve küresel zeytinyağı fiyatlarının Türk zeytinyağı ihracatını olumlu bir şekilde önemli derecede etkilediğini vurgulamıştır. Ek olarak, girdi sübvansiyonları, destekleme alımları, prim ödemeleri, doğrudan ödemeler gibi hükümet politikaları fiyat dalgalanmasını etkilemektedir (Özden, 2006).

Yüksek fiyat oynaklığı, özellikle küçük ve orta ölçekli üreticiler için gelir belirsizliğine yol açmakta, tüccarlar ve işleyiciler açısından karlılığın azalmasına veya maliyetlerin artmasına neden olmakta ve ulusal ve uluslararası ticaret dengelerini etkilemektedir. Öte yandan, bu dalgalanmalar tüccarların çiftlik düzeyinde fiyat bilgilerini manipüle etme olanağı sağlamaktadır. Bu durum, tüketici pazarındaki fiyat değişimlerinin çiftçilere asimetrik bir şekilde iletilmesine neden olmaktadır. Eğer tüketici düzeyinde bir fiyat artışı gerçekleşirse, bu fiyat artışı tam ve hızlı bir şekilde çiftçilere yansıtılmamakta; aksine, fiyat düşüşü durumunda bu durum daha da belirginleşmektedir (Mgale ve Yunxian, 2021). Fiyat riskini yönetmek ve fiyat dalgalanmasına katkıda bulunan faktörleri anlamak, zeytin endüstrisinin sürdürülebilirliği ve karlılığı için hayati önem taşımaktadır. Vadeli işlem sözleşmeleri, opsiyonlar ve diğer finansal türevler gibi çeşitli risk yönetimi stratejileri, hükümet müdahalesi ve uluslararası anlaşmalar ile birlikte, fiyat dalgalanmasının olumsuz etkilerini hafifletmek amacıyla kullanılmaktadır (İlter Küçükçolak, 2022; Sediqi, 2021).

Tarımsal ürünlerdeki fiyat oynaklığını incelemek, gıda değer zinciri içerisindeki birçok aktörü doğrudan etkileyen karmaşık bir süreçtir. İncelenen

araştırmalar, bu konuyu farklı açılardan ele alarak, her biri kendine özgü metodolojik yaklaşımlarla ve çeşitli bulgularla bu konuyu çözümlenmektedir. Bazı çalışmalar, fiyat oynaklığına etki eden faktörleri ve bu oynaklığın tarımsal pazarlar için ne anlama geldiğini incelemiştir. Bir çalışmada, HAR-RV modeli kullanılarak, buğday ve mısır dahil olmak üzere 15 önemli tarımsal üründe iklim-risk faktörlerinin tarımsal emtia fiyat oynaklığını tahmin etmede ne ölçüde etkili olabileceğini incelemiştir. Araştırmanın temel bulgusu, iklim-risk faktörlerinin, özellikle daha uzun tahmin ufukları (bir ay veya daha uzun süreler) bakımından HAR-RV modelinin tahminleme performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir (Gupta ve Pierdzioch, 2023). Ojogho ve Egware (2014), Nijerya tarım ürünleri piyasasındaki fiyat oynaklığına etki eden faktörleri incelerken, fiyat oynaklığını tarım piyasalarının doğal bir özelliği olarak değerlendirmekte ve bu durumu mevsimsellik, fiyat esnekliği göstermeyen talep ve arz fonksiyonları, üretim belirsizliği ve birçok tarım ürününün çabuk bozulabilir niteliği gibi faktörlere bağlamaktadırlar. Gontijo ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, Uluslararası Para Fonu (IMF) istatistiklerinden toplanan aylık veriler kullanılarak zeytinyağı fiyatlarının oynaklığı Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelleri ile değerlendirilmiştir. Bulgular, zeytinyağı fiyatlarındaki oynaklığın uzun sürmediğini, bu nedenle zeytinyağı üretiminin, fiyat oynaklığından önemli ölçüde etkilenmediği için yeni üretici pazarları için cazip bir seçenek olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada, veri ve metodoloji sınırlamalarına işaret edilmiş ve daha kapsamlı araştırmaların gerçekleştirilmesi ile farklı istatistiksel yaklaşımların kullanılmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Fiyat oynaklığı iletim mekanizmaları, literatürde bu konuda incelenen anahtar konulardan birisidir. Yapılan bir çalışma, yüksek frekanslı veri setlerini kullanarak, Çin'de liçi meyvesi ve elma pazarlarındaki farklı pazar segmentleri arasında fiyat oynaklığının nasıl iletilildiğini derinlemesine

analiz etmiştir. Çalışmada çeşitli MGARCH modelleri ve oynaklık etki tepki fonksiyonları kullanılmıştır. Bu inceleme, üretim, toptan ve perakende aşamaları arasında fiyat oynaklığının iletiminin farklılık gösterdiğini, ürünün bozulabilirliği arttıkça fiyat oynaklığı iletiminin de arttığını ortaya koymaktadır (Pan ve Zheng, 2023). Bir diğer çalışma, Türkiye'de Ocak 2005'ten Aralık 2020'ye kadar olan dönemde badem, fındık ve antep fıstığı reel fiyatlarının oynaklık ve geçişkenlik dinamiklerini Diagonal BEKK-GARCH (1,1) denklem modeli aracılığıyla analiz etmiştir. Elde edilen bulgular, badem piyasasında meydana gelecek şokların, kendi piyasasındaki belirsizliği artırdığını ifade etmektedir. Benzer biçimde, fındık piyasasındaki bir şokun hem kendi piyasasındaki hem de antep fıstığı piyasasındaki belirsizliği artırdığı gözlemlenmiştir, buna karşın antep fıstığı piyasasındaki bir şok yalnızca kendi piyasasındaki belirsizliği artırmıştır. Ek olarak, badem ve fındık piyasalarındaki şokların etkileri, kısa ve uzun vadede bu piyasalarda kalıcı olarak tespit edilmişken, antep fıstığı piyasasındaki şokların kısa ve uzun vadede kalıcı bir etkisi belirlenmemektedir (Özdemir ve ark., 2022).

Diğer taraftan tarımsal ürün fiyatlarındaki oynaklık ve finansal piyasaların dinamikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi, ekonomi literatüründe önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'de buğday, arpa, benzin fiyatları ve reel döviz kuru getirileri arasındaki oynaklık ve geçişkenlik ilişkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada VAR(1) - Asimetrik BEKK - GARCH(1,1) modellemesi aracılığıyla kısa dönemde buğday, arpa, benzin ve reel döviz kuru getirilerinin koşullu varyanslarının doğrudan ve dolaylı şoklardan istatistiksel olarak etkilenmediği, ancak, uzun dönemde bu getiri serilerinin koşullu varyansları, diğer getiri serilerinin belirsizliğinden doğrudan ve dolaylı olarak etkilendiği ortaya konulmuştur (Urak ve ark., 2018).

Bu araştırmanın temel amacı ise Türkiye'deki sofralık zeytin fiyatlarındaki volatilité ve piyasa dengesizliğini, ARIMA-GARCH modelleri aracılığıyla değerlendirmek ve bu yöntemin fiyat

volatilitesi tahminindeki etkinliğini araştırmaktır. Zaman serisi verileri, genellikle hem ortalama hem de volatilité dinamiklerine sahip karmaşık yapılar içermektedir. ARIMA modeli, finans ve ekonomi literatüründe zaman serilerinin ortalama yapısının tahmin edilmesi için, GARCH modeli ise volatilitenin tahmin edilmesi için sıkça başvurulan metotlardır (Mutlu Çamoğlu, 2017; Urak ve ark., 2018; Saner ve ark., 2018; Gontijo ve ark., 2020; Göksu ve Saner, 2021; Çukur ve Çukur, 2021; Özdemir ve ark., 2022; Pan ve Zheng, 2023). Bu iki modelin birleştirilmesi, bu iki bileşeni de dikkate alarak daha kapsamlı bir analiz yapma olanağı sunmaktadır. Bu çalışma, istatistiksel analizlerin sunduğu derin bilgi ışığında, sofralık zeytin sektöründeki paydaşlara piyasa belirsizlikleri karşısında daha bilinçli ve stratejik kararlar almak için öneriler sunmayı hedeflemektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın ana materyalini, Ocak 2008- Aralık 2022 dönemine ilişkin TÜİK tarafından sağlanan Türkiye sofralık zeytin üretici fiyatları oluşturmaktadır. TÜİK'ten temin edilen bu veriler, Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (2003=100) referans alınarak reel değerlere dönüştürülmüştür. Volatilité analizinde, bu reel fiyatların getiri serisi esas alınmıştır. Reel fiyatların getiri değerleri aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla elde edilmiştir (Güler, 2021).

$$R_{i,t} = Ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

Bu denklemde, $R_{i,t}$: t zamanındaki reel fiyat getirisini ifade ederken, P_t : ilgili dönemin (t zamanındaki) reel fiyatlarını, P_{t-1} : ise bir önceki dönemin (t-1 zamanındaki) reel fiyatlarını temsil etmektedir.

ARIMA modeli: Zaman serileri analizi ve tahmini için yaygın olarak kullanılan bu model, bir zaman serisinin kendi geçmişi ile ilişkisini ve rastgele hataların etkisini tanımlamak için kullanılmaktadır. ARIMA modeli AR (Oto-Regressif), I (Entegre) ve MA (Hareketli Ortalama) bileşenlerinden

oluşmaktadır. AR (p) bileşeni zaman serisinin kendi geçmişini tanımlamakta olup; p derecesi, kullanılacak gecikme sayısını temsil etmektedir. I(d) bileşeni zaman serisini durağan hale getirmek için yapılan fark alma işlemlerinin sayısını temsil etmektedir. MA (q) bileşeni ise hatanın geçmiş değerleri ile ilişkisini tanımlayıp; q derecesi, kullanılacak gecikme sayısını temsil etmektedir (Saner ve ark., 2018). Bir ARIMA (p, d, q) modeli, bu üç bileşenin birleştirilmesiyle oluşmaktadır. d kere farkı alınarak durağanlaştırılan ARIMA modelinin genel denklemi aşağıda verilmiştir (Göksu ve Saner, 2021).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Bu denklemde Y_t : t zamanındaki gerçek değer, ε_t hata terimi, ϕ_p ve θ_q modeli parametreleridir.

Geleneksel zaman serisi modelleri, zamanla değişkenlik göstermeyen sabit bir varyans varsayımı üzerinde kuruludur. Ancak, finansal zaman serileri başta olmak üzere, birçok zaman serisi bu varsayımı karşılayamamaktadır. Bu bağlamda, ARCH ve GARCH gibi modeller, finans literatüründe riske ilişkin oynaklığı modellemek amacıyla başvurulan parametrik bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır (Çam ve ark., 2017). Bu modeller, finansal zaman serisi verilerinde sıkça gözlemlenen volatilité kümeleşmesi olgusunu tespit ve analiz etme noktasında kritik bir rol oynamaktadır. Volatilité kümeleşmesi, yüksek volatilité dönemlerinin düşük volatilité dönemlerini takip ettiği ve bu durumun tersinin de geçerli olduğu durumları temsil etmektedir (Deistler ve Scherrer, 2022).

ARCH Modeli: 1982 yılında Engle tarafından zaman serisi analizinde, hata terimleri olan u_t 'nin t dönemindeki varyansının, geçmiş dönemlerdeki u_t 'nin varyansı ile otokorelasyonlu olduğunu belirtmiş ve bu fikirle ARCH modelini geliştirmiştir (Özden, 2008). ARCH (q) modeli

$$\omega > 0; \alpha_i \geq 0; \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$$

Koşulları altında, aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir.

$$h_t = \text{Var}(u_{tq}) = \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$$

Bu denklemde h_t : t zamanındaki koşullu varyans, u_t : t zamanındaki hata terimi, $\omega, \alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_q$: model parametreleri ve q: ARCH modelinin derecesini göstermektedir.

GARCH Modeli: Tim Bollerslev tarafından 1986 yılında tanıtılmıştır ve ARCH modelinin bir genelleştirmesidir. GARCH modeli, geçmiş hata karelerinin yanı sıra, geçmiş koşullu varyansları da dikkate alarak koşullu varyansı tahmin etmektedir (Özden, 2008).

GARCH (p,q) modeli

$$\omega > 0; \alpha_i \geq 0; \beta_j \geq 0, \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Koşulları altında, aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir.

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$$

Bu denklemde h_t : t zamanındaki koşullu varyans, u_t : t zamanındaki hata terimi, $\omega, \alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_q$ ve $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_p$: model parametreleri ve p ve q: Sırasıyla GARCH modelinin geçmiş koşullu varyansları ve hata karelerini dikkate alma derecelerini göstermektedir.

TGARCH (Threshold GARCH) Modeli: Finansal zaman serilerinde pozitif ve negatif haberlerin veya şokların koşullu varyans üzerinde eşit olmayan etkilerini modellemek için tasarlanmıştır. Bu asimetric etkiyi modellemek için TGARCH modelinde D_{t-i} adında bir kukla değişkeni kullanılmaktadır (Özden, 2008).

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i D_{t-i} u_{t-i}^2$$

Bu denklemde D_{t-i} kukla değişkeni, $u_{t-i} < 0$ olduğunda 1 değerini, $u_{t-i} \geq 0$ olduğunda ise 0 değerini almaktadır.

Volatilité modellemesi yapmadan önce, analiz edilen veri setinin durağanlık özellikleri detaylı bir

şekilde incelenmiştir. Aylık logaritmik getiri verilerinin durağanlık analizi gerçekleştirilirken, ilk adım olarak birim kök testi uygulanmıştır. ARIMA-GARCH modelleme sürecinde, çeşitli ARIMA modelleri denenerek en uygun modelin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu aşamaların ardından, potansiyel ARCH etkisinin varlığını belirlemek amacıyla ARCH-LM testi uygulanmıştır. Volatilité modelleme sürecinde, ARIMA-ARCH, ARIMA-GARCH, ARIMA-TGARCH, ARCH, GARCH ve TGARCH gibi farklı modelleme teknikleri kullanılarak zaman serisinin ortalama ve koşullu varyans yapıları tahmin edilmiştir. Optimal model seçiminde, model parametrelerinin istatistiksel anlamlılığının yanı sıra Akaike (AIC), Schwarz (SIC) Bilgi Kriterleri ve Log olabilirlik değeri dikkate alınmış, en düşük AIC ve SIC değerlerine ve en yüksek Log olabilirlik değerine sahip model en uygun model olarak kabul edilmiştir (Gontijo ve ark., 2020). Tahmin edilen volatilité modelinin performansı, 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemlerdeki farklı tahmin ufukları için gerçekleşen volatilité değerleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Volatilité modellerinin performans değerlendirmesinde; Ortalama Mutlak Hata (MAE), Hata kareler ortalaması (MSE) ve Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) olmak üzere üç ölçüt kullanılmıştır (Güler ve ark., 2017; Aker, 2022). Bu ölçütlerin matematiksel ifadeleri aşağıda verilmiştir.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|, \quad MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Bu denklemlerde, örneklem kümesi N ile ifade edilmekte, y_i gözlemlenen değerleri ve \hat{y}_i ise tahmin edilen değerleri temsil etmektedir. Çalışmanın metodolojik çerçevesinde, volatilité modellerinin analizi için Eviews yazılımı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında incelenen sofralık zeytin fiyatları Ocak 2008- Aralık 2022 dönemini kapsamakta olup, 180 gözlemden oluşmaktadır.

Reel verilerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Sofralık zeytinin reel fiyatları, ortalama olarak 1.507 TL/kg’dır. Bu ortalamaya oldukça yakın olan medyan değeri (1.523 TL/kg), fiyat dağılımının dengeli olduğuna işaret etmektedir. Fiyatlar en düşük 0.755 TL/kg’dan en yüksek 2.149 TL/kg’a kadar değişmektedir. Standart sapma değeri 0.266 TL/kg olarak bulunmuş olup, bu fiyatların ortalamaya göre ne kadar değişken olduğunu gösterir ve bu değer orta seviyede bir değişkenliğe işaret etmektedir. Çarpıklık değeri 0.193’tir, bu negatif değer fiyat dağılımının hafifçe sola çarpık olduğunu göstermektedir. Basıklık değeri 2.966 ile dağılımın normal dağılıma göre biraz daha basık olduğunu ve kuyruklarının biraz daha ince olduğunu göstermektedir.

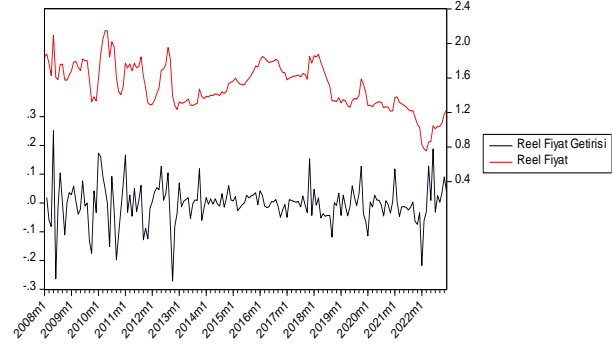
Sofralık zeytin reel fiyatları ve reel fiyat getirisinin zamana bağlı değerleri Şekil 1’de verilmiştir. 2008 yılından itibaren reel fiyat getirisinin oldukça dalgalı olduğu, bu dönemde yüksek pozitif ve negatif değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, bu dönemde getiri volatilitésinin yüksek olduğunu göstermektedir. 2014 ve 2018 yılları arasında getirinin daha stabil olduğunu, 2019’dan itibaren tekrar dalgalı bir hareket gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında sofralık zeytin fiyatına benzer bir şekilde zeytinyağı fiyatlarının da büyük dalgalanmalar gösterdiği belirtilmiştir (Maesano ve ark., 2021). Yapılan bir çalışmada, 1980-2017 yılları arasında zeytinyağı fiyatları ve getiri serileri incelenmiştir. Bu dönemde, zeytinyağı fiyatlarının yıllara göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle 1995-1996 ve 2004-2006 yıllarında iki belirgin zirve gözlemlenmiştir. 1995-1996 döneminde zirvenin, üretim ve talep arasındaki denge bozuklukları olarak belirlenmiştir (Gontijo ve ark., 2020).

Volatilité modellerinin doğru bir şekilde tahmin yapabilmesi için, öncelikle reel fiyat getirisinin durağan olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir (Göksu ve Saner, 2021). Bu bağlamda, durağanlık durumunun incelenmesi amacıyla Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi

uygulanmıştır. Bu test; sabitsiz, sadece sabitli ve hem sabit hem de trendli olmak üzere üç farklı model yapılandırmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Getiri serisinin grafiğine yapılan incelemede, belirgin bir trend bulunmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, ADF testi uygulanırken sabitsiz ve sadece sabitli model yapılandırmaları tercih edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen analiz sonuçlarına göre, modelde dışsal değişkenin (sabit terim) varlığı veya yokluğu durumu gözetilerek yapılan değerlendirmede, reel fiyat getirisinin durağan bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Fındık reel fiyat serisinin durağanlık durumunu test eden bir çalışmada, sabit terim içeren ADF testi uygulanmış ve test sonucuna göre fındık reel fiyatlarının kendi seviyesinde durağan olduğu tespit edilmiştir (Mutlu Çamoğlu, 2017).

ARMA-GARCH modellemesinin uygun parametrelerini belirlemek amacıyla, çeşitli p ve q

değer kombinasyonları için ARMA modelleri test edilmiştir. Model seçimi sürecinde parametrelerin anlamlılığı, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) temel alınmıştır. Bu kriterler temelinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda, en optimal değerleri ARMA (2,2) modelinin sağladığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3).



Şekil 1. Sofralık zeytin reel fiyatları ve reel fiyat getirisinin zamana bağlı değerleri.

Figure 1. Time series values of real table olive prices and real price returns.

Çizelge 1. Sofralık zeytin reel fiyatları ile ilgili tanımlayıcı istatistikler.

Table 1. Descriptive statistics related to real prices of table olives.

	Sofralık zeytin reel fiyatları (TL/kg) (Real table olive prices (TL/kg))
Ortalama (Mean)	1.507
Medyan (Median)	1.523
Maksimum (Maximum)	2.149
Minimum (Minimum)	0.755
Standart sapma (Standard Deviation)	0.266
Çarpıklık (Skewness)	-0.193
Basıklık (Kurtosis)	2.966
Jarque-Bera	1.130

Çizelge 2. Durağanlık analiz sonucu.

Table 2. Results of the stationarity analysis.

	Dışsal Değişken: Yok (Exogenous Variable: None)		Dışsal Değişken: Sabit (Exogenous Variable: Constant)	
	t-istatistiği (t-statistic)	Olasılık (Probability)	t-istatistiği (t-statistic)	Olasılık (Probability)
Reel Fiyat Getirisi (Real Price Return)	-12.053	0.000	-12.032	0.000

Çizelge 3. Uygun ARIMA modelinin tespiti.

Table 3. Determination of the appropriate ARIMA model.

Katsayı (Coefficient.)	ARMA (1,1)	ARMA (2,1)	ARMA (2,1)	ARMA (2,2)	ARMA (2,2)	ARMA (2,2)
Sabit	-0.0022	-2.4095*	-	-0.0023	-	-
AR (1)	0.1624	1.0323***	0.9872***	-	-	1.6488***
AR (2)	-	-0.1548***	-0.1760***	-0.4511	-0.1325	-0.7895***
MA (1)	-0.0663	-1.0000	-0.9225***	-	0.0933*	-1.6208***
MA (2)	-	-	-	0.5037	0.1737	0.6903***
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	-2.4384	-2.4852	-2.4815	-2.3611	-2.4388	-2.5020
Schwarz Bilgi Kriteri (SIC)	-2.3672	-2.3962	-2.4103	-2.3611	-2.3676	-2.4130

Volatilite modellerinde ortalama denklemin belirlenmesi sürecinde hem ARMA modellemesi için hem de önceki dönem getirisi serisi bağlamında ARCH etkisinin varlığına dair LM testi uygulanmıştır. Yapılan bu testler, her iki durumda da belirgin bir ARCH etkisinin mevcut olduğunu göstermektedir (Çizelge 4).

Sofralık zeytinin reel fiyat getirisinin volatilitesi analiz etmek amacıyla, çeşitli ARCH tipi modeller değerlendirilmiştir. Model seçiminde, en düşük AIC ve SIC değerleri ile en yüksek Log Likelihood değerini esas alarak ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 5). Benzer şekilde Ray ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada ARIMA-GARCH modeli, volatil tarım fiyat serilerini tahmin etmek için ARIMA modeline göre daha uygun bulunmuş ve ARIMA-GARCH modeli, ARIMA modeline göre daha düşük AIC ve SIC değerleri ile daha üstün performans göstermiştir. Türkiye’de buğday ve mısır fiyat oynaklığı araştıran çalışmanın sonucunda ise buğday ekmeçlik için ARMA (0, 2) - EGARCH (1,1), buğday makarnalık için ARMA (2, 0) - EGARCH (1,1) ve mısır için ARMA (0, 2) - EGARCH (1,1) modelinin en uygun model olduğu tespit edilmiştir (İlter Küçükçolak, 2022).

ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin tahmin sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir. Bu tahmin sonucunda ortalama denklemin, sofralık zeytin fiyatlarının getirisinin geçmiş getirilere ve hatalara bağlı olarak nasıl değiştiğini açıklamaktadır. Bu denklemden AR (1) ve AR (2) terimleri, geçmiş gözlemlerin (getirilerin) mevcut gözlem üzerindeki etkisini ifade etmektedir. Sonuçlara göre zeytin fiyatlarının getirileri, bir önceki dönemin getirisi ve iki dönem önceki getiri ile negatif ilişkilidir. Bu, fiyatların bir önceki dönemde artarsa, mevcut dönemde düşme eğiliminde olabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde Urak ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada buğdayın hem kendi hem de arpa getirisinin bir dönem gecikmesinden istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde etkilendiği ortaya konulmuştur.

MA (1) ve MA (2) terimleri, bir zaman serisinin ortalama denklemindeki hata terimlerinin (artıkların) geçmiş değerlerinin mevcut dönem üzerindeki etkisini temsil etmektedir. Pozitif MA terimleri, zeytin fiyatlarında beklenenden sapmaların (hataların) kısa vadeli momentum yaratabileceğini göstermektedir. Örneğin, fiyatlar beklenenden daha yüksek bir artış gösterdiyse, bu artışın bir sonraki dönemde de devam etmesi muhtemeldir.

Çizelge 4. Getiri serisi için ARCH etki test sonuçları.
Table 4. ARCH effect test results for the return series.

Ölçüt (Criterion)	ARMA Modellenmesi Üzerinden (Based on ARMA Modeling)		Önceki Dönem Getirisi Üzerinden (Based on Previous Period Return)	
	İstatistik değeri (Statistical value)	Olasılık (Probability)	İstatistik değeri (Statistical value)	Olasılık (Probability)
F istatistiği (F-statistic)	11.248	0.001	9.455	0.002
ObsxR ²	10.692	0.001	9.073	0.003

Çizelge 5. Farklı modellerin performans karşılaştırılması.
Table 5. Comparison of the performance of different models.

	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Schwarz Bilgi Kriteri (SIC)	Log likelihood
ARCH (1)	-2.537	-2.465	229.766
GARCH (0,1)	-2.626	-2.554	237.702
GARCH (1,1)	-2.633	-2.544	239.357
TGARCH (1,1)	-2.625	-2.518	239.651
ARMA (2,2)-ARCH (1)	-2.599	-2.492	236.034
ARMA (2,2)-GARCH (0,1)	-2.649	-2.541	240.420
ARMA (2,2)-GARCH (1,1)	-2.711	-2.585	246.917
ARMA(2,2)-TGARCH (1,1)	-2.670	-2.526	244.261

Çizelge 6. ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin tahmin sonuçları.

Table 6. Forecast results of the ARMA (2,2)-GARCH (1,1) model.

Değişken (Variable)	Katsayı (Coefficient)	Std. Hata (Standard Error)	z-İstatistiği (z-statistic)	Olasılık (Probability)
Ortalama Denklemi (Mean Equation)				
AR (1)	-1.4554	0.0360	-40.4048	0.0000
AR (2)	-0.8054	0.0393	-20.4785	0.0000
MA (1)	1.5905	0.0055	289.6335	0.0000
MA (2)	0.9725	0.0073	133.1451	0.0000
Varyans Denklemi (Variance Equation)				
ω	0.0005	0.0002	3.0731	0.0021
α	0.3434	0.1199	2.8652	0.0042
β	0.5763	0.1142	5.0444	0.0000
Tamı testleri (Diagnostic tests)				
Kalıcılık ($\alpha + \beta$)	0.9197	Log likelihood		246.9174
L-B Q (5)	4.5721**	L-B ² Q (5)		2.0546
L-B Q (10)	10.9500*	L-B ² Q (10)		4.4327
L-B Q (15)	13.1940	L-B ² Q (15)		9.8451
ARCH-LM	0.4497	Jarque-Bera		41.4284***

L-B Q: Kalıntılar için Ljung-Box Q istatistiği, L-B² Q: Kalıntı kareler için Ljung-Box Q istatistiği***, ** ve * sırasıyla %1 ve %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. L-B Q: Ljung-Box Q statistic for residuals, L-B² Q: Ljung-Box Q statistic for squared residuals, ***, **, and * indicate significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

AR ve MA terimlerinin karşıt işaretlere sahip olması fiyatların kısa vadeli dalgalanmalarını veya tepkilerini temsil edebilmektedir. Örneğin, bir haber veya olay nedeniyle fiyatlar ani bir artış gösterdiyse (pozitif MA etkisi), bu artışın bir sonraki dönemde kısmen düzeltildiğini (negatif AR etkisi) görülebilmektedir.

Varyans denklemi ise, zeytin fiyatlarının volatilitésinin nasıl değiştiğini ve bu değişikliklerin geçmiş fiyat şoklarına ve volatiliteye ne ölçüde bağlı olduğunu açıklamaktadır. Varyans denkleminde sabit terim, volatilité şokları olmaksızın (yani diğer faktörler sabitken) beklenen uzun vadeli volatilitenin bir ölçüsüdür. Anlamlı bir sabit, fiyat volatilitésinin zaman içinde bir temel seviyede olduğunu göstermektedir. Ayrıca 0.0005 değeri, oldukça düşük, bu da sofralık zeytin fiyatlarının genel olarak düşük bir volatiliteye sahip olduğunu göstermektedir.

ARCH Terimi (α), bir önceki dönemdeki fiyat şoklarının (artıkların karelerinin) bugünkü volatilité üzerindeki etkisini ölçmektedir. 0.3434 değeri, geçmiş fiyat şoklarının mevcut dönem volatilitésini üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

GARCH Terimi (β), bir önceki dönemin volatilitésinin bugünkü volatilité üzerindeki etkisini

ölçmektedir. 0.5763 değeri, geçmiş volatilitenin mevcut dönem volatilitésini üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu, volatilitenin zaman içinde oldukça kalıcı olabileceğini ve şokların etkisinin uzun süre devam edebileceğini göstermektedir.

Toplam Etki ($\alpha + \beta$): $0.3434 + 0.5763 = 0.9197$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer, volatilitenin kalıcılığını göstermektedir. Bu toplam 1'e yakınsa, volatilitenin şoklardan sonra uzun süre etkilenmeye devam edeceğini göstermektedir (Gontijo ve ark., 2020). 0.9197 değeri 1'e oldukça yakın ve bu, sofralık zeytin fiyatlarında bir şok yaşandığında bu etkinin uzun süre devam edebileceğini göstermektedir.

ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin tahmin sonuçlarının istatistiksel olarak güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli tanı testleri gerçekleştirilmiştir. Modelin kalıntılarında otokorelasyonun varlığını incelemek için Ljung-Box Q testi uygulanmış ve 7. gecikme (lag) sonrası için p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde bulunmuştur. Bu, 7. gecikmeden itibaren kalıntıların otokorelasyon içermediğini, yani birbirleriyle bağlantısız olduğunu göstermektedir. Kalıntı kareleri üzerinde yapılan Ljung-Box Q testi

anamlı bir sonuç vermemiştir, bu da modelin volatilitiyi uygun bir şekilde yakaladığını ve volatiliti dalgalanmalarını etkili bir şekilde tahmin ettiğini göstermektedir.

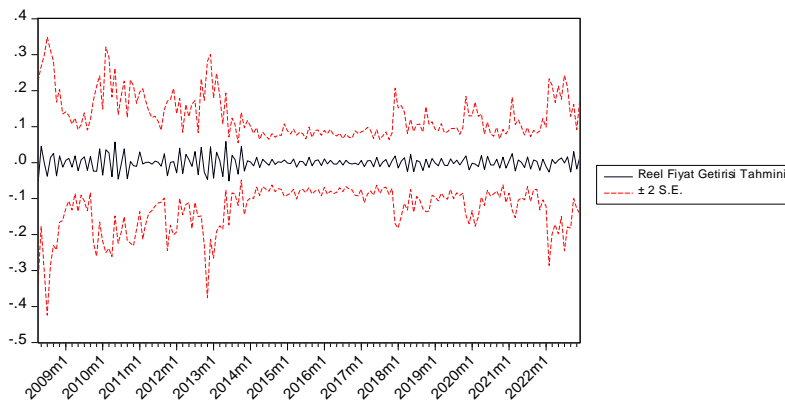
Kalıntılarda ARCH etkilerini tespit etmek için ARCH-LM testi uygulanmış ve bu testin p-değeri %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde çıkmıştır. Bu sonuç, modelin kalıntılarında volatiliti kümelenmesi veya ARCH etkileri olmadığını, yani GARCH modelinin veri setindeki volatiliti kümelenmesini başarıyla yakaladığını göstermektedir. Benzer şekilde Çam ve ark. (2017) tarafından petrol fiyatlarındaki oynaklığı inceleyen çalışmada GARCH (1,1) modelinin kalıntılarında değişen varyans ARCH testi uygulanmıştır ve GARCH modeli ile modellenen oynaklık değerlerinin kalıntılarında ARCH etkileri olmadığı tespit edilmiştir.

Jarque-Bera testi sonuçları, kalıntıların normal dağılımdan sapma gösterdiğini ortaya koymuştur; bu durum p-değerinin %1'den küçük olmasıyla belirlenmiştir. Finansal zaman serilerinde bu tür bir sapma yaygın olarak gözlemlenmektedir (Driksaki, 2018). Bu durum, modelin tahmin hatalarının belirli bir yapıya sahip olabileceğine işaret etmektedir.

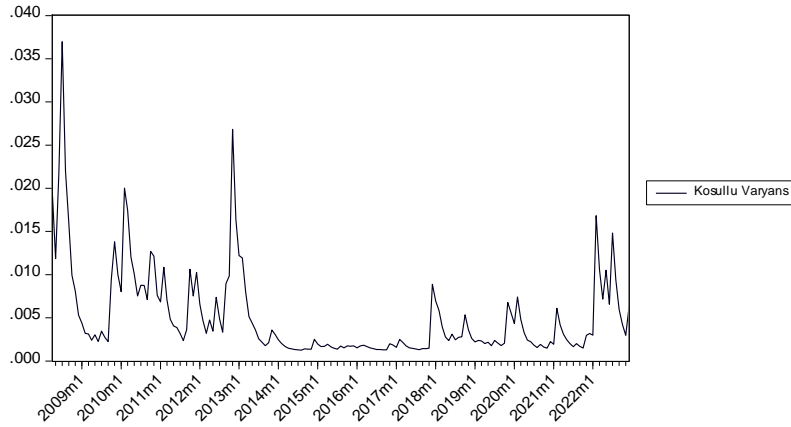
Sofralık zeytin reel fiyat getirisi için ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin tahmin edilmesinin ardından, bu model üzerinden "static forecast" yöntemiyle volatiliti tahminleri yapılmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3). Şekil 3, zeytin fiyat getirisinin koşullu varyansının zaman içerisindeki değişimini

ortaya koymaktadır. Bu şekilde, belirli zaman dilimlerinde volatilitenin arttığı, ancak sonrasında azaldığı açıkça görülmektedir. Finansal zaman serilerinde bu tür bir davranış oldukça yaygın bir durumdur. ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin volatiliti tahmin yeteneğini ölçmek için, bu modelle elde edilen volatiliti tahminleri; 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemlerde 1-6 aylık tahmin ufuklarında gerçekleşen volatiliti değerleriyle kıyaslanmıştır. Bu karşılaştırma, modelin volatilitiyi ne derece doğru tahmin edebildiğini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

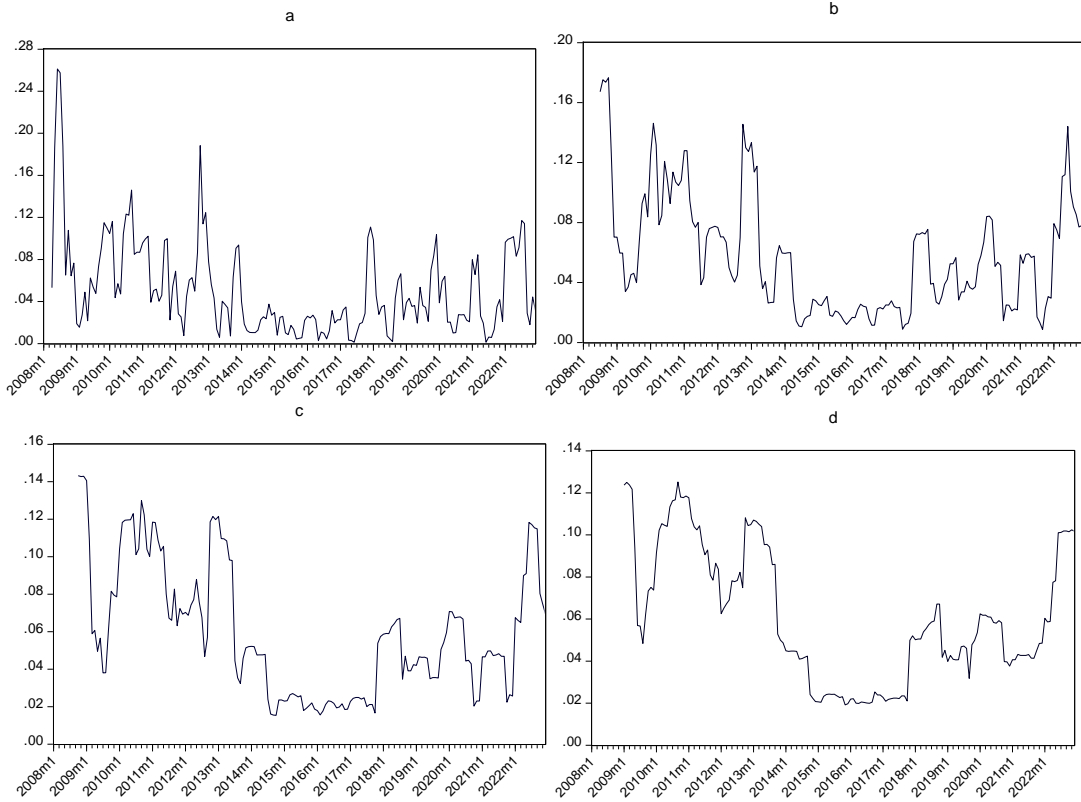
Aylık getiri verilerini temel alarak gerçekleşen volatiliti değerlerini belirlemek üzere 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemler için hareketli volatiliti hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 4). Bu hesaplamalarda, belirtilen dönem büyüklüklerine göre log getirilerin standart sapmaları kullanılmıştır. Kısa vadeli volatiliti değişimlerini tespit etmek amacıyla 3 veya 6 aylık dönem büyüklükleri önerilirken, uzun vadeli trend analizleri için 12 aylık dönem daha uygun sonuçlar verebilmektedir. Zaman aralığı seçimi, volatiliti hesaplamalarının istatistiksel doğruluğunda kritik bir rol oynamaktadır. Uzun aralıklar, kısa vadeli dalgalanmaları filtreleyip, daha stabil tahminler sunmaktadır; fakat hızlı değişimleri göz ardı edebilmektedir. Kısa aralıklar ise volatilitiye hızlı tepki vermekte, ancak ölçümde gürültü artışına neden olabilmektedir. Bu dengeyi sağlamak adına, çeşitli zaman aralıklarının değerlendirilmesi önem arz etmektedir (Sørensen, 2023).



Şekil 2. Static forecast yöntemiyle sofralık zeytin reel fiyat getirisinin tahmini.
Figure 2. Forecast of real table olive price returns using the static forecast method.



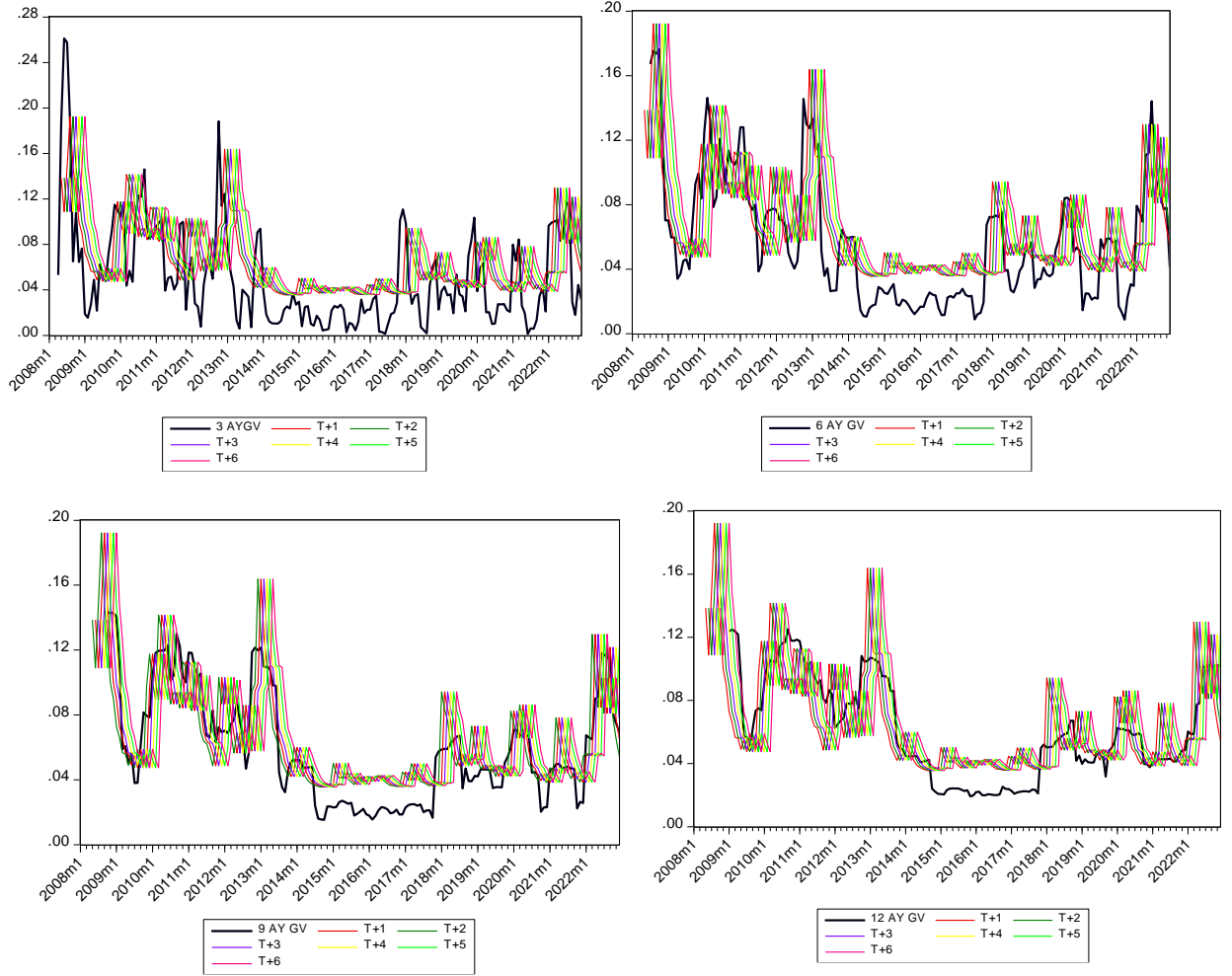
Şekil 3. Sofralık zeytin reel fiyat getirisinin koşullu varyansı.
Figure 3. Conditional variance of real table olive price returns.



Şekil 4. Sırasıyla a. 3 aylık, b. 6 aylık, c. 9 aylık ve d. 12 aylık gerçekleşen hareketli volatilité.
Figure 4. Moving volatility for a. 3-month, b. 6-month, c. 9-month, and d. 12-month periods, respectively.

1, 2, 3, 4, 5, 6 aylık tahmin ufukları için ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinden elde edilen koşullu volatilité tahminleri ile gerçekleşen volatilité (hareketli volatilité) değerlerinin karşılaştırılması Şekil 5'te verilmiştir. Bu karşılaştırmaya ilişkin performans kriterleri ise

Çizelge 7'de verilmiştir. Performans kriterlerinin hesaplanmasında 1 aylık tahmin ufku için, t zamanındaki tahmin edilen volatilité değeri ile $t+1$ zamanındaki gerçekleşen volatilité değeri arasındaki hata değeri dikkate alınmıştır (Sørensen, 2023).



Şekil 5. 3,6,9,12 Aylık dönemde, farklı tahmin ufuklarında tahmin edilen volatilité ile gerçekleşen volatilité.
Figure 5. Forecasted volatility versus realized volatility for 3, 6, 9, and 12-month periods at different forecasting horizons.

Çizelge 7. 3,6,9,12 Aylık dönemde, farklı tahmin ufuklarında ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modelinin tahmin performansı.
Table 7. Forecasting performance of the ARMA (2,2)-GARCH (1,1) model at different forecasting horizons for 3, 6, 9, and 12-month periods.

	3 Aylık Dönem (3-Month Period)			6 Aylık Dönem (6-Month Period)			9 Aylık Dönem (9-Month Period)			12 Aylık Dönem (12-Month Period)		
	MAE	MSE	RMSE	MAE	MSE	RMSE	MAE	MSE	RMSE	MAE	MSE	RMSE
1 Aylık Ufuk (1-Month Horizon)	0.0294	0.0013	0.0367	0.0188	0.0005	0.0220	0.0163	0.0004	0.0200	0.0173	0.0005	0.0221
2 Aylık Ufuk (2-Month Horizon)	0.0339	0.0018	0.0425	0.0202	0.0006	0.0241	0.0159	0.0004	0.0191	0.0164	0.0004	0.0206
3 Aylık Ufuk (3-Month Horizon)	0.0347	0.0018	0.0429	0.0227	0.0007	0.0266	0.0165	0.0004	0.0198	0.0159	0.0004	0.0197
4 Aylık Ufuk (4-Month Horizon)	0.0354	0.0019	0.0436	0.0259	0.0010	0.0309	0.0177	0.0004	0.0210	0.0153	0.0003	0.0187
5 Aylık Ufuk (5-Month Horizon)	0.0362	0.0021	0.0457	0.0300	0.0014	0.0374	0.0200	0.0006	0.0241	0.0160	0.0004	0.0192
6 Aylık Ufuk (6-Month Horizon)	0.0364	0.0021	0.0461	0.0313	0.0015	0.0389	0.0217	0.0007	0.0267	0.0168	0.0004	0.0207

3 Aylık dönem için tahmin ufku uzadıkça hem MAE, MSE, hem de RMSE değerleri artmaktadır. Özellikle, 1 aylık ufuktan 6 aylık ufka geçişte MAE %24, MSE %58 ve RMSE %26 artmıştır. Bu durum, kısa dönem tahminlerin daha uzun dönem tahminlere göre daha doğru olduğunu göstermektedir. 6 Aylık dönem de 3 aylık döneme benzer şekilde, tahmin ufku uzadıkça MAE, MSE ve RMSE değerleri artmaktadır. Ancak bu artış 3 aylık döneme göre daha belirgindir. 1 aylık ufuktan 6 aylık ufka geçişte MAE %67, MSE %213 ve RMSE %77 artmıştır.

9 Aylık dönemde, 2 aylık ufuk için en düşük hata hesaplanmıştır. Ancak, 1 aylık ufuktan 6 aylık ufka geçişte MAE %33.1, MSE %78 ve RMSE %33 artmıştır. 12 Aylık dönemde, 4 aylık ufuk için en düşük hata değeri hesaplanmıştır. Ancak, 1 aylık ufuktan 6 aylık ufka geçişte MAE %3 azalırken, MSE %13 ve RMSE %12 azalmıştır. Bu, modelin 12 aylık dönem için daha stabil tahminler yaptığını göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Ocak 2008- Aralık 2022 döneminde sofralık zeytin reel fiyatlarının volatilitesi ARMA (2,2)-GARCH (1,1) modeli kullanılarak incelenmiştir. Bulgular, fiyatların önceki dönem hareketlerine negatif bir düzeltme eğilimi gösterdiğini ve piyasa katılımcılarının hızlı tepki verdiğini ortaya koymuştur. Model, kısa vadeli şoklara ve uzun vadeli faktörlere duyarlılığı, özellikle mevsimsel ve çevresel faktörler açısından değerlendirmiştir. Başka bir ifadeyle çalışma sonuçları örneğin bir kuraklık veya hastalık salgını gibi beklenmedik bir olayın, sofralık zeytin piyasada hızla fiyat dalgalanmalarına neden olabileceğini göstermiştir. Modelin yüksek kalıcılık değeri, zeytin piyasasında volatilitenin uzun süreli olabileceğini ve fiyat şoklarının uzun vadeli etkileri olabileceğini göstermektedir. Bu durum, üreticilerin, tedarikçilerin ve tüketicilerin kararlarını şekillendirirken önem taşımaktadır.

Ayrıca, Jarque-Bera testi, fiyatların aşırı veya beklenmedik hareketler gösterebileceğini, bu yüzden risk yönetimi ve fiyat koruma stratejilerinin hayati olduğunu ortaya koymaktadır.

Diğer taraftan modelin volatilité tahmin performansı, 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemlerde, farklı tahmin ufuklarında değerlendirilmiştir. Kısa dönem tahminleri (3 ve 6 aylık) için modelin hata oranları, tahmin süresi uzadıkça artmakta; bu, kısa vadeli üretim ve pazarlama planlamalarında dikkate alınmalıdır. Özellikle 1 veya 2 aylık tahminler daha güvenilir bulunurken, 6 aylık ve üzeri tahminlerde risk artmaktadır. 9 aylık dönemde ise 2 aylık tahminler, orta vadeli planlamalar için güvenilir sonuçlar sunmaktadır. 12 aylık tahminlerde, model uzun vadeli planlamalar için istikrarlı sonuçlar sağlamaktadır.

Sonuç olarak, zeytin piyasasının hem kısa hem de uzun dönemli faktörlere duyarlı, dinamik ve reaktif bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, piyasa katılımcıları için hem fırsatlar hem de riskler yaratmaktadır. Zeytin üreticileri, tedarikçileri ve ihracatçıları, piyasa volatilitesine karşı etkili korunma stratejilerini geliştirmeli ve piyasa hareketlerini yakından izlemeliler.

Yüksek volatilité, fiyat dalgalanmalarına karşı hedging stratejilerinin önemini artırmakta, ileri tarihli sözleşmeler ve opsiyonlar gibi finansal araçlar bu stratejilerin bir parçası olabilmektedir. Uzun vadeli volatilité göz önüne alındığında, stok yönetimi ve sürekli piyasa izleme ve analizi, üreticiler ve distribütörler için kritik hale gelmektedir. Diğer taraftan hava koşulları ve uluslararası piyasalardaki gelişmeler gibi faktörlerin fiyatlar üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesi de önem taşımaktadır.

Bunlarla beraber üreticiler, riski azaltmak için ürün portföylerini çeşitlendirebilir. Eğitim programları ve hükümet tarafından uygulanan fiyat stabilizasyon programları, devlet destekli krediler veya sigorta mekanizmaları da bu süreçte yardımcı olabilmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Acar, N. K. 2021. Zeytin ve zeytinyağı piyasa fiyatı oluşumunda etkili olan faktörlerin belirlenmesi: Muğla ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. A. Ü. Fen Bil. Ens. Tarım Ekonomisi Bölümü. Bornova- İzmir.
- Aker, Y. 2022. Analysis of price volatility in BIST 100 index with time series: comparison of Fbprophet and LSTM model. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (35): 89-93.
- Çam, S., E. Ballı ve Ç. Sigeze. 2017. Petrol fiyatlarındaki oynaklığın Arch/Garch modelleri ve yapay sinir ağları algoritması ile tahmini. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi* 13(13): 588-597.
- Çukur, T. ve F. Çukur. 2021. ARIMA modeli ile Türkiye bal üretim öngörüsü, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7 (1): 31-39.
- Dahal, S. 2020. Seasonal price variability and temporal business opportunities for lime and sweet oranges in Nepal. *Economic Affairs* 65(3): 323-331.
- Deistler, M., and W. Scherrer. 2022. ARCH and GARCH Models. In: *Time Series Models. Lecture Notes in Statistics*, vol 224. Springer, Cham.
- Dritsaki, C. 2018. The performance of hybrid ARIMA-GARCH modeling and forecasting oil price. *Int. J. Energy Econ. Policy* 8: 14-21.
- 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.
- Göksu, E. ve G. Saner. 2021. Çam balı üretici satış fiyatlarının Box-Jenkins modeli ile öngörüsü. *Turkish Journal of Forestry* 22(2): 111-116.
- Gupta, R., and C. Pierdzioch. 2023. Climate risk and the volatility of agricultural commodity price fluctuations: A prediction experiment. In: D. Bourghelle, P. Grandin, F. Jawadi, P. Rozin (Eds.). *Behavioral Finance and Asset Prices. Contributions to Finance and Accounting*. Springer, Cham.
- Güler, D. 2021. Tarım sektörü hisse senetlerinden oluşan portföy riskinin Monte Carlo simülasyonu ile hesaplanması. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 11(1): 699-708.
- Güler, D., G. Saner ve Z. Naseri. 2017. Yağlı tohumlu bitkiler ithalat miktarlarının arıma ve yapay sinir ağları yöntemleriyle tahmini Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi. 3(1): 60-70.
- IOC. 2022. World Trade in Table Olives. From: <https://www.internationaloliveoil.org/world-trade-in-table-olives/#:~:text=MADRID%20%2F%2001,2021%2F2022>
- İlter Küçükçolak, N. 2022. Ürün ihtisas borsacılığının gıda fiyat istikrarına katkısı. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (49): 325-339.
- Kaplan, M. ve S. Karaöz Arıhan. 2012. Antik çağdan günümüze bir şifa kaynağı: Zeytin ve zeytinyağının halk tıbbında kullanımı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 52(2): 1-15.
- Maesano, G., G. Chinnici, G. Falcone, C. Bellia, M. Raimondo, and M. D'Amico. 2021. Economic and environmental sustainability of olive production: A case study. *Agronomy* 11(9): 1753.
- Mgale, Y. J., and Y. Yunxian. 2021. Price risk perceptions and adoption of management strategies by smallholder rice farmers in Mbeya region, Tanzania. *Cogent Food & Agriculture* 7(1).
- Mutlu Çamoğlu, S., 2017. Türkiye fındık üretici fiyatlarındaki dalgalanmaların analizi. *Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 1(2): 54-62.
- Ojogho, O., and R. A. Egware. 2014. Price generating process and volatility in the Nigerian agricultural commodities market. *Agro-Science* 13(2): 1-6.
- Özdemir, F. N., H. Ç. Kaymak, and A. Aksoy. 2022. Prediction of conditional variance volatility of real price of almond, hazelnut, and pistachio by the diagonal BEKK-GARCH (1,1) equation model. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development* 22(4).
- Özden, F. 2006. Türkiye'de zeytinyağı dış ticareti, uygulanan politikalar, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi. E. Ü. Fen Bil. Ens. Tarım Ekonomisi Bölümü. Bornova- İzmir.
- Özden, Ü. H., 2008. İMKB bileşik 100 endeksi getiri volatilitésinin analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 7(13): 339-350.
- Pan, Z., and X. Zheng. 2023. Price volatility transmission of perishable agricultural products: evidence from China. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja* 36(1): 2180058.
- Piot-Lepetit, I., and R. M'Barek. 2011. Methods to analyse agricultural commodity price volatility. pp. 1-11. In: *Methods to Analyse Agricultural Commodity Price Volatility*. Springer. e-ISBN 978-1-4419-7634-5, Chapter 1.
- Rallo, L., C. M. Díez, A. Morales-Sillero, H. Miho, F. Priego-Capote, and P. Rallo. 2018. Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia Horticulturae* 233: 491-509.
- Ray, S., A. Lama, P. Mishra, T. Biswas, S. S. Das, and B. Gurung. 2023. An ARIMA-LSTM model for predicting volatile agricultural price series with random forest technique. *Applied Soft Computing* 110939.
- Saner, G., H. Adanacioğlu, ve Z. Naseri. 2018. Türkiye'de bal arzı ve talebi için öngörü. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 24(1): 43-52.
- Sediqi, S. 2021. Vadeli işlem piyasalarının tarımsal ürün fiyatları üzerinde etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İ. K. Ü. İstanbul.

- Sørensen, N. H. 2023. Comparing GARCH and NN for forecasting TTF volatility. Master Thesis. Aalborg University Business School.
- Tempesta, T., and D. Vecchiato. 2019. Analysis of the factors that influence olive oil demand in the Veneto Region (Italy). *Agriculture* 9(7): 154.
- TEPGE. 2022. Zeytinyağı ve sofralık zeytin ürün raporu. Yayın No: 371. ISBN: 978-625-8451-84-9. 44s.
- Tunalioglu, R., O. O. Ozer, and Z. Bayramoglu. 2013. Effect of volatility in real exchange rates and price changes on Turkey's olive oil export: An empirical study. *Actual Problems of Economics* 3 (141): 448-458.
- TÜİK. 2023. From: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Urak, U. R. A. K., G. Bozma ve A. Bilgiç. 2018. Türkiye'de buğday, arpa, benzin reel fiyatlarının ve döviz kurunun koşullu varyanslarındaki oynaklığın VAR (1)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) modeli ile tahmin edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 21(4): 565-579.

Armut Islahında Güncel Gelişmeler

Melih AYDINLI¹* 

Fatma YILDIRIM² 

¹Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 32500, Eğirdir, Isparta, TÜRKİYE

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 32260, Isparta, TÜRKİYE

¹<http://orcid.org/0000-0002-1166-5791>

²<http://orcid.org/0000-0001-7304-9647>

*Corresponding author(Sorumlu yazar):melihaydinli1985@gmail.com

Received (Geliş tarihi):03.12.2023 Accepted (Kabul tarihi): 12.12.2023 Online: 29.12.2023

ÖZ: Meyve türleri içerisinde hem yetiştiricilik hem de ticari değer bakımından ön sıralarda bulunan armut (*Pyrus spp*), oldukça geniş bir coğrafyada ekonomik olarak yetiştirilmektedir. Diğer meyve türlerinde olduğu gibi armutta da tüketici istekleri, ekolojik koşullar ve yetiştiricilikte ortaya çıkan birtakım olumsuzluklar, ıslah programlarının başlatılmasını ve yeni çeşitlerin/anaçların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Her ne kadar armut ıslahının temeli 16. yüzyıla kadar uzansa da gerçek anlamdaki ıslah programlarının başlaması 20. yüzyıla denk gelmektedir. Beş ana karada *Pyrus* cinsine ait farklı türlerin yetiştirilebiliyor olması, oluşturulan ıslah programlarının amaçlarında değişikliklere yol açmaktadır. Bu çalışmada, yakın geçmişte gerçekleştirilen ve halen devam eden armut ıslah programları kıtalara ve ülkelere göre incelenmiş olup, ıslah amaçlarında oluşan değişiklikler belirtilmiştir. Ayrıca güncel ıslah programları kısaca tanıtılarak, programların durumu ve çıktıları hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus*, ıslah programları, çeşit, anaç.

Recent Developments in Pear Breeding

ABSTRACT: Pear (*Pyrus spp*) is an important species among fruit species. It is cultivated in a wide range of geographical locations for commercial trade. It has a good value for cultivation and trade. As with other fruit species breeding programmes for pear need to be developed because of ecological conditions, consumers preference and some negative features. For this reason, new pear varieties and rootstocks must be bred. Pear breeding studies date back to the 16th century but real pear breeding programmes began in the 20th century. *Pyrus spp.* can be cultivated on five continents, this fact makes differences between the pear breeding programmes which have been established. In this study, breeding studies done in the near past and continuing studies have been evaluated according to countries and continents, and differences in the breeding studies aims were determined. Also recent breeding studies are introduced and data and results are given about these programmes.

Keywords: *Pyrus*, breeding programme, cultivar, rootstock.

GİRİŞ

Tarih öncesi zamanlarda ortaya çıkan karakteristik bir ılıman iklim meyvesi olan armut, leziz hoş tadı ve pürüzsüzlüğü ile dünya çapında geniş kitleler tarafından sevilerek tüketilmektedir. Taze olarak tüketilebildiği gibi endüstri sanayinde işlenerek de değerlendirilebilen armut ayrıca düşük kalori

içermesi nedeniyle insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Kültüre alınan meyve ağaçlarının çoğu gibi Gülgiller (*Rosaceae*) ailesinin, Yumuşak Çekirdekli giller (*Pomoideae*) alt ailesi içerisinde yer alan *Pyrus* cinsinin, 3. Jeolojik dönemde (65-1.8 milyon yılları arası) bugünkü Çin'in batı kesimlerinde bulunan dağlık alanlarda ortaya

çıktığı (Serra, 2009; Silva ve ark., 2014; Quinet ve Wesel, 2019) buradan İtalya'nın güneyine, İsviçre, Yugoslavya, Almaya, Yunanistan, Moldova ve Ukrayna ile İran, Özbekistan, Çin, Japonya, Kore ve Butan Krallığı gibi doğu ülkelerine yayıldığı tahmin edilmektedir (Silva ve ark., 2014). Dağılım gösterdiği bölgelerdeki farklı toprak ve iklim koşullarına uyum sağlaması sonucu *Pyrus* cinsine ait farklı türler ortaya çıkmıştır (Silva ve ark., 2014). Orijin merkezleri; Çin (*Pyrus pyrifolia*, *P. ussuriensis* ve *P. calleryana*), Orta Doğu (Kafkasya bölgesi civarı *P. communis* L.'in ana vatanıdır) ve Orta Asya (*P. communis*, *P. heterophylla* ile çaprazlanmış ve *P. communis* × *P. bretschnideri*)'dır (Serra, 2009). Genel olarak *Pyrus* cinsine dahil türler diploid (2n=34) yapıdadır (Fideghelli, 2007' ye atfen; Serra, 2009). Ancak *P. communis* (Avrupa armutları) ve *Pyrus* × *bretschnideri*'nin bazı çeşitlerinin poliploidi olduğu bilinmektedir (Silva ve ark., 2014).

Geniş olarak tanınan 22 armut türü Avrupa'nın tamamında, Asya'nın ılıman bölgelerinde ve Kuzey Afrika'nın dağlık kesimlerinde doğal yayılış göstermektedir. Ayrıca en az 6 tane doğal olarak oluşan türler arası melezi ile yapay melezleme sonucu oluşan minimum 3 türü ile dünya üzerinde yaklaşık 30 armut türü bulunmaktadır (Bell ve ark., 1996). Ancak bunlar arasında esas olarak *P. communis*, *P. pyrifolia*, *P. × bretschnideri*, *P. ussuriensis* ve *P. sinkiangensis* yetiştirilmektedir (Quinet ve Wesel, 2019). *P. communis* Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika, Güney Afrika ve Avustralya'da ticari olarak yetiştirilen başlıca armut türüdür. Kar armudu olarak bilinen *P. nivalis* Jacq., Avrupa'nın sınırlı alanlarında şarap yapımında kullanılmaktadır. *P. communis* ve *P. pyrifolia* (Burm.) Nak. (syn. *P. serotina* Rehd.) Kuzey Amerika'nın bazı alanlarında endüstriyel amaçlı yetiştirilmektedir. Kum armutları, *P. pyrifolia*, Çin'in güneyi ile iç kesimlerinde ve Japonya'da başlıca yetiştirilen armut türüdür. Fakat *P. pyrifolia* ve *P. ussuriensis* melezi olan *P. ussuriensis* Max. ve *P. × bretschnideri* Çin ve Japonya'nın kuzey kesimlerinde yetiştirilmektedir. *P. pashia*'nın seleksiyonları ise Çin'in güneyinde ve Hindistan'ın

kuzeyinde yetiştirilmektedir. Meyveleri küçük türler olan *P. calleryana* Decne., *P. fauriei* Schneid., *P. betulaefolia* Bunge, *P. salicifolia* Pall. ve *P. kawakamii* Hayata gibi türler ise süs bitkileri amacı ile kullanılmaktadır. *P. betulaefolia*, *P. calleryana*, *P. elaeagrifolia*, *P. ussuriensis*, ve *P. communis* çöğürleri ve klon seleksiyonları ise Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın doğusunda anaç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca *P. pyraster* Burgsd., *P. amygdaliformis* Vill. ve *P. elaeagrifolia* Pall. nadiren Asya'nın sınırlı bir kesiminde kullanılmaktadır (Bell ve ark., 1996). *P. pyraster* (L), *P. elaeagrifolia* (Pallas), *P. spinosa* (Forssk), *P. syriaca* (Bois), *P. × nivalis* (Jacq) ve *P. caucasica* gibi yabani türlerin, kültürü yapılan çeşitlerin atası olduğu düşünülmekte ve *P. pyraster* (L)'in Avrupa armutlarının kültüre alınmasında çok önemli rol oynadığı bilinmektedir (Fischer, 2009). Kültüre alınan türler ya *P. communis* (Avrupa armudu) ya da *P. serotina* (Japon armudu) kökenlidir (Günen ve Mısırlı, 2003). Asya (Doğu armutları) ve Avrupa (Batı armutları) olarak iki büyük grup altında toplanmaktadır (Silva ve ark., 2014). Kültür armutlarının büyük çoğunluğunu oluşturan Batı armut türleri; Avrupa, Kuzey Afrika, Anadolu, İran, Afganistan ve Orta Asya'nın bir bölümünde yayılmıştır. Doğu armut türleri ise; Doğu Asya, Tien Shan, Hindi Kush dağları ve Japonya'da yoğunlaşmıştır (Silva ve ark., 2014). Çalışmalar, bu iki grup arasında geniş genetik varyasyonlar bulunduğunu göstermektedir. Asya armutlarının meyveleri iki karpelli, küçük ve gevrek yapılı iken, Avrupa armutlarının meyveleri ise beş karpelli, iri, kendine has tat ve aromaya sahiptir (Silva ve ark., 2014; Quinet ve Wesel, 2019). Doğu armutları soğuklara ve *Erwinia amylovora* etmeninin neden olduğu ateş yanıklığı hastalığına daha dayanıklı olmaları bakımından da dikkati çekmektedir.

Bugün Dünya'da ticari armut yetiştiriciliği kuzey ve güney yarım kürenin ılıman iklimlere sahip olan lokasyonlarında ve Akdeniz'in sıcak bölgelerinde yapılmaktadır. Son verilere göre dünyada yaklaşık 1.600.000 ha alanda 27 milyon ton armut üretimi gerçekleştirilmektedir (Quinet ve Wesel, 2019). Üretimde Çin, ABD, Arjantin ve dünya armut

üretimini yaklaşık % 2'sini karşılayan Türkiye söz sahibi ülkeler konumundayken Güney Afrika Cumhuriyeti İspanya, İtalya, Japonya, ve Şili diğer önemli üretici ülkelerdir (FAOSTAT, 2021).

Yetiştiriciliğini sınırlandıran ateş yanıklığı hastalığına rağmen, son yıllarda gerek dünyada gerekse ülkemizde armut üretiminde önemli artışlar kaydedilmektedir. Şüphesiz bu artışta modern yetiştirme tekniklerinin kullanılmasının yanı sıra ıslah çalışmaları ile yeni çeşit ve anaçların ortaya çıkarılmasının önemi büyüktür. İlk armut ıslahı çalışmalarında, taze tüketim için meyve kalitesi yüksek ve ağaç gelişimi kuvvetli olan yeni çeşitlerin geliştirilmesi amaçlanırken (Dondini ve Sansavini, 2012), günümüzde bilim ve teknolojideki ilerlemeler, tüketicilerin sağlıklı ve kaliteli ürüne ulaşma isteği ve çevreyi koruma bilincinin gelişmesi ile birlikte, ıslah amaçları da kısmen değişmiş ve genişlemiştir. Armut çeşit ıslahı programlarındaki başlıca hedefler; hastalık ve zararlılara toleranslı veya dayanıklı (Avrupa armutları için özellikle ateş yanıklığı ve *Cacopsylla pyri* (armut psillidi), çevresel faktörlere adapte olabilen, zayıf gelişme kuvveti gösteren, kendine verimli, düzenli meyve veren ve yüksek verimli, yüksek meyve kalitesine sahip, meyve eti az kum içeren (Avrupa armutları için) uzun süre depolanabilen, meyveye yatma süresi kısa olan ve hasat önu dökümü olmayan yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Ana hedeflere ilaveten kırmızı meyve kabuk rengine sahip ve fenolik bileşikler gibi antioksidanlar ile besin maddelerince zengin yeni çeşitlerin geliştirilmesi günümüz çeşit ıslahı programlarının özel amaçları arasında yer almaktadır. Anaç ıslahı programlarında ise bodur, erkenci, verimli, meyve kalitesi ve şeklini olumlu yönde etkileyen, uyumsuzluk göstermeyen, vejetatif yöntemler ile kolay çoğalabilen, biyotik/abiyotik stres koşullarına toleranslı ve/veya dayanıklı, kirecin neden olduğu demir klorozuna toleranslı, soğuğa dayanıklı yeni anaçların geliştirilmesi programların başlıca amaçlarını oluşturmaktadır.

Bu derlemede, armut ıslahındaki güncel gelişmeler incelenmiş ve özet haline getirilmiştir. Kıtalara ve

ülkelere göre armut ıslahı programlarındaki amaçlar vurgulanmış ve ortaya çıkarılan yeni çeşitler ve anaçlar kısaca tanıtılmıştır.

KITALARA GÖRE ARMUT ISLAHINDAKİ GELİŞMELER

Avrupa Kıtası

Armut ıslahındaki ilk çalışmaların bu ana karada yapıldığı bilinmektedir. *P. communis*' in ana vatani olması ve türün bölgeye çok iyi adaptasyon göstermesinden dolayı yapılan ıslah çalışmalarının büyük çoğunluğu bu tür üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca *P. nivalis* türünde de ıslah çalışmalarının olduğu bilinmektedir (Silva ve ark., 2014). Kıtada, armut ıslahı ile ilgili ilk çalışmaların Fransa ve Belçika'da başladığı bildirilmektedir (Bell ve ark., 1996). Nitekim 1628 yılında amatör meyve koleksiyoncusu Fransız Le Lectier'in bahçesinde 254 çeşit armut bulunduğu; 1800'lü yılların başlarında ise 900'den fazla çeşidin yetiştirildiği rapor edilmiştir (Bell ve ark., 1996). 18. yüzyılın başlarında ise Belçika'nın armut yetiştiriciliğinde ve yeni çeşitlerin geliştirilmesinde lider durumda olduğu, Nicolas Hardenpont ve Jean Baptiste Van Mons isimli ıslahçıların bugün bile hala önemini korumakta olan Beurre Bosc, Beurre d'Anjou ve Winter Nelis gibi açık tozlanma sonucu oluşan çeşitleri geliştirdikleri belirtilmektedir (Bell ve ark., 1996). Birçok Avrupa armudu çeşidi açık tozlanma sonucu elde edilmiştir ve bu meyveler yumuşaklık (tereyağı kıvamı) ve yeme kalitesine (taş hücrelerinin varlığı) göre seçilmiştir. Ayrıca bu armutlar tamamen kendine verimsiz olup ve kendi gen havuzu içerisinde *P. eleagrifolia*, *P. spinosa*, *P. nivalis* ve *P. syriaca* gibi diğer türlerin etkisi bulunmaktadır (Silva ve ark., 2014).

İtalya

ISF-FO (Istituto Sperimentale per la Frutticoltura) tarafından ateş yanıklığına toleranslı yeni çeşitlerin geliştirilmesi için başlatılan ıslah programında, ateş yanıklığına toleranslı Morgan, Dr. Molon, SIRRINE, US 309 çeşitleri ile ateş yanıklığına karşı düşük

toleransa sahip fakat meyve kalitesi iyi olan çeşitlerin ebeveyn olarak kullanıldığı melezlemelerde; Boheme (Rivalta ve ark., 2004a), Aida (Rivalta ve ark., 2004b) ve Tosca (Brewer ve Palmer, 2011) çeşitleri ortaya çıkmıştır. Yine aynı enstitü tarafından kaliteli ve erkenci çeşitlerin ıslahı için başlatılan diğer bir çalışmada; Turandot, Norma ve Carmen gibi erkenci armut çeşitleri de geliştirilmiştir (Rivalta ve ark., 2002).

Floransa'da, 1971 yılında Santa Maria Morettini × Doyenne du Comice çeşitleri arasında melezler yapılmış ve bunun sonucunda ağustos ayının ikinci yarısında olgunlaşan, albenisi ve meyve kalitesi iyi olan Sabina çeşidi geliştirilmiştir (Bellini, 2002).

İtalya'da, ayva anaçları ile Avrupa armutları arasında ortaya çıkan uyumsuzluklar, *Candidatus phytoplasma* (fitoplazma, armut geriye ölümleri) ve kireç kaynaklı demir klorozuna duyarlılık gibi sorunların giderilmesi amacıyla; 1979 yılında Bologna Üniversitesi tarafından bir ıslah programı başlatılmıştır. Programda açık tozlanma sonucu oluşan Mora di Faenza ve Volpina çöğürleri kullanılmıştır. Kuvvetli olan tipler ön seleksiyonda elenmiştir. Kalan bitkilerin ise üzerine Williams aşılansarak fidanlık performansları değerlendirilmiş ve vejetatif çoğaltılabilme yetenekleri araştırılmıştır (Wertheim, 1998). Programda öne çıkan anaçlar olan Fox 11 ve Fox 16 1996 yılında, Fox 9 ise 2008 yılında tescil edilmiştir. Ayrıca D46, D50 ve C91 numaralı anaç adaylarının arazi koşullarındaki denemeleri devam etmektedir (Quartieri ve ark., 2011).

Fransa

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) tarafından, geç olgunlaşan ve uzun süre depolanabilen yeni armut çeşitleri geliştirmeyi amaçlayan ıslah programında; geç olgunlaşan Doyenne d'Hiver çeşidi ile yüksek meyve kalitesine sahip Doyenne d' Comice çeşitlerinin melezlenmesi sonucu Angelys çeşidi geliştirilmiştir. Bu çeşidin Passe Crassane'nin yerini alabileceği öngörülmektedir. Angelys ateş yanıklığı hastalığına karşı toleranslı değildir ancak Passe Crassane gibi

ikinci çiçeklenmeye meyilli olmadığından etmenin bulaşmasına karşı büyük bir avantaja sahiptir (Le Lézec ve ark., 2002).

Diğer yandan INRA'da, 1966 yılında bodur armut anacı geliştirmek amacı ile ıslah programı başlatılmıştır. Fieudière 3, Kirchensaller-Mostbirne, Beurré Hardy ve Old Home'un açık tozlanmasıyla elde edilen çöğürler arasından Williams veya Passe-Crassane çeşitleri ile uyuşabilme ve verimlilik durumlarına göre uzun yıllar değerlendirilmişlerdir. Seçilen 9 genotipin, ateş yanıklığına dayanıklılığı ve çoğaltılabilme yeteneği gibi diğer kalıtsal karakterleri araştırılmıştır. Old Home'un açık tozlanması sonucu oluşan OH11 genotipinden en iyi sonuçlar alınmış ve 1997 yılında Pyriam adı ile tescil edilmiştir (Simard ve Michelesi, 2002).

1998 yılında ise INRA-IRTA iş birliği ile INRA'da; demir klorozuna ve su ile ilgili değişkenlere toleranslı, çoğalma ve uyuşma kabiliyeti iyi olan anaçlar geliştirmek amacıyla başlatılan ıslah programında; Pyriam ile *P. communis cordata*, *P. amygdaliformis*, *P. amygdaliformis persica* ve *P. elaeagrifolia* gibi Akdeniz *Pyrus* türleri arasında melezlemeler yapılmıştır. *P. communis cordata*, *P. amygdaliformis persica* ve *P. elaeagrifolia* bireylerinin yapraklarında daha az kloroz belirtisine rastlanılmıştır. Çalışmada ümit var bulgular görülmüştür (Asin ve ark., 2011).

Almanya

1961 yılında Naumburg/Saale'de Mildenerger tarafından bir ıslah programı başlatılmıştır. 1971 yılından itibaren ise Dresden-Pillnitz'de seleksiyonlara başlanmıştır. Seleksiyonun amaçları iyi meyve kalitesine, şekline ve albenisine sahip, erken meyveye yatan ve verimliliği yüksek, kara leke ve ateş yanıklığı hastalıklarına toleranslı, muhafaza süresi uzun olan çeşitlerin geliştirilmesidir. Çalışma sonucunda elde edilen tüm çeşitlerin ticari marka ismi SAXONIA'dır (Fischer ve Mildenerger, 2004). Isolda ve Uta ateş yanıklığına en toleranslı çeşitlerdir (Brewer ve Palmer, 2011). Meyve kalitesi iyi olan çeşitler; Herman, Hortensia, Eckehard, Gräfin Gega, Isolda,

meyve kalitesi mükemmel olan çeşitler; Uta, Gerburg, Graf Wilhelm, Thimo, verimi yüksek olan çeşitler; Gepa, Graf Dietrich, Gerburg, verimi çok yüksek olan çeşitler; Uta, Eckehard, Hortensia, Thimo'dur. İlaveten Thimo, Eckehard ve Uta şubat/mart aylarına kadar David ise nisan ayına kadar muhafaza edilebilmektedir (Fischer ve Mildemberger, 2004).

1980 yılından beri Geisenheim Araştırma Enstitüsü'nde, *P. communis* anaçlarının elde edilmesi amacıyla; Old Home × Bonne Louise d'Avranches arasındaki melezlemelerden elde edilen zayıf ve orta kuvvette gelişme gösteren yaklaşık 10 tip seçilmiştir. Çalışma sonucunda zayıf gelişme eğiliminde olan, erken yaşta meyve veren ve ürün etkinliği yüksek olan, uniform büyüklükte meyveler oluşturan, tüm çeşitler ile uyuşabilen, destek yapısı iyi olan ve soğuklara dayanıklı, dip sürgünü gelişimi ve kireç kaynaklı demir klorozu belirtisi göstermeyen bir anaç ortaya çıkarılmıştır. Varyete ismi Pyrodwarf olan bu anaçın patent ismi ise Rhenus 1'dir. Ayrıca yarı bodur özellikte bir anaç olan, üzerine aşılardan çeşitlerin meyve kalitesini geliştiren, bodur gelişme gösteren çeşitler ile kullanılması önerilen Rhenus 3 isimli farklı bir anaç daha geliştirilmiştir (Jacob, 2002).

1999 yılında ise Hallbergmoos (Bavarian Centre of Pomology and Fruit Breeding)'da demir eksikliğinin neden olduğu yaprak klorozuna toleranslı, bodur gelişme gösteren ve kış soğuklarına dayanıklı anaçların ıslahı için Taş armudu (*Amelanchier canadensis*) türü hem tür içi hem de türler arası melezlemelerde kullanılmıştır. Ortaya çıkan yeni anaç adaylarının verimliliği Quince A ve Quince C ile kıyaslandığında oldukça yüksek, vejetatif gelişmeleri ise oldukça düşük bulunmuştur (Neumüller ve ark., 2014).

Hollanda

Boomkwekerij Fleuron fidanlılığı, Romanya'dan getirilen soğuklara dayanıklı 5 farklı ayva klonunda ıslah çalışması başlatmıştır. Sonuçta yan dal oluşturmaz, yukarı doğru büyüme eğiliminde

olan, gelişme kuvveti Quince C'ye benzeyen ve -25°C'ye kadar dayanıklı olan bir klon seçilmiştir. Bu klon üzerine aşılardan çeşitler erken verime yatmakta ve birçok armut çeşidi ile iyi bir uyuşma göstermektedir (Anonymous, 2017). Ayrıca diğer anaçlara göre Conference çeşidinin paslılığı bu klon üzerinde azalmaktadır (Maas, 2008). 2008 yılında Eline adı altında tescil edilen bu anaç, 2013 yılında Q-Eline olarak markalaşmıştır. Avrupa'nın farklı yerlerinde üzerine Conference, BA Lucas ve Abate Fetel çeşitlerinin aşıları olduğu Q-Eline ile ilgili olarak araştırmalar yapılmış ve deneyimler kazanılmıştır. Günümüzde Q-Eline üzerine farklı armut çeşitlerinin aşıları olduğu yaklaşık 500.000 fidan yetiştirilmektedir (Anonymous, 2017).

Çek Cumhuriyeti

1955 yılında, Holovously'da (Research and Breeding Institute of Pomology) başlayan, sonrasında Meyve Islahı İstasyonun'da (Fruit Breeding Station) devam eden ıslah programında, 60 ebeveynenden oluşan 326 kombinasyonda melezlemeler yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda 1987 yılında ilk olarak Diana çeşidi geliştirilmiştir (Bouma, 1988). Ayrıca 1995'te Delta, Erika ve Omega, 1996'da Dita, 1997 yılında ise Bohemica, Dicolor çeşitleri geliştirilmiştir (Paprštein ve Bouma, 2000). Diğer yandan Max Red Bartlett × Conference melezi olan Karina; Beurré Bosc'un açık tozlanması sonucu oluşan Manon; Beurré Bosc × Président Drouard melezi olan Morava; Doyenné du Comice'in açık tozlanması sonucu oluşan Vonka; Nordhäuser Winterforelle × Grosdemange melezi olan Astra; Guyot × Doyenné du Comice melezi olan David ve Bartlett's Williams × Nordhäuser Winterforelle melezi olan Petra çeşitleri de elde edilmiştir (Paprštein ve ark., 2009).

İspanya

İspanya'da IRTA (Institute for Food and Agricultural Research and Technology) ve Yeni Zellanda'da PFR (Plant&Food Research) 2002 yılında, Avrupa'nın sıcak bölgelerine uyum sağlayabilen yeni armut çeşitlerinin geliştirilmesi

amacıyla bir ıslah programı başlatmışlardır. Elde edilen yeni armut çeşitlerinde meyve kalitesi yüksek, meyve etinin sulu ve lezzetli, meyve kabuk renginin yeşil olması istenmektedir. Ayrıca paslı veya kırmızı meyve kabuk rengine sahip olan tiplerin seçilmesi planlanmıştır. Ayrıca armutların iyi bir meyve büyüklüğüne sahip olmasının yanı sıra muhafaza ve raf ömrünün de uzun olması istenmektedir (Batlle ve ark., 2011).

Moldova

Moldova'da geliştirilen Xenia adı verilen çeşit (Triomphe de Vienne × Nicolai Krier) erkenci bir armut çeşididir. Yeme kalitesi ve muhafazasının çok iyi, raf ömrünün ise Conference çeşidine göre daha uzun olduğu belirtilmiştir. Elde edilen ilk bulgular ticari armut yetiştiriciliği için potansiyel bir çeşit olduğunu göstermektedir (Heijerman-Poppelman ve ark., 2009).

Romanya

İlk defa 1960 yılında Voinesti'de (Voinesti Fruit Research) başlayan ıslah çalışmalarında; ateş yanıklığına, kara lekeye ve zararlılara dayanıklı, ayrıca yüksek kalite özelliklerine sahip yeni armut çeşitlerini geliştirmek amaçlanmıştır. Bu çalışmaya Bistrita, Cluj ve Pitesti'deki Meyve Araştırma İstasyonları da dahil olmuşlardır. İlk melezlemeler *P. communis* ve *P. serotina* türleri arasında yapılmıştır (Branışte ve ark., 2008). Aralarında Aromata de Bistrita, Napoca, Aniversare, Republica, Doina, Corina, Orizont, Ervina, Trivale, Triumf, Argessis, Daciana, Carpica, Getica, Jubileu 50, Ina Estival, Virgiliu Hibernat, Milenium, Tudor, Euras, Untoasa de Geoagiu ve Arvena olarak adlandırılan çok sayıda çeşit geliştirilmiştir (Militaru, 2012).

Estonya

1945 yılında Polli'de (Research Institute for Horticulture and Apiculture) başlayan ıslah çalışmaları sonucunda, 2004 yılında yeme kaliteleri çok iyi olan aynı zamanda soğuklara da dayanıklı Kadi ve Polli Punane çeşitleri geliştirilmiştir (Kask ve ark., 2010).

Letonya

Letonya'da (State Institute of Fruit-Growing ve Pure Horticultural Reserch Centre) geliştirilen bir armut çeşidi 2003 yılında Paulina adı ile tescil edilmiştir. Ayrıca Latgale, Nova, Serija, Suvenira Bralis ve Vilma armutları tescile sunulmuştur (Kask ve ark., 2010). Diğer yandan IEDZENI'de bulunan Islah İstasyonu tarafından, meyve kalitesi yüksek, soğuklara dayanıklı ve kış dinlenme periyodu uzun olan çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla başlatılan uzun süreli ıslah programının sonucunda Kursa, Vidzeme, Suvenirs, Talismans, Zemgale ve AMD-42-5-28 çeşitleri geliştirilmiştir (Drudze, 2000).

Norveç

Kısa ve soğuk yetiştirme sezonuna sahip bölgelere adapte olabilecek armut çeşitlerinin ıslahı için Norveç'te, 1983 ile 1987 yılları arasında yapılan melezlemelerden seçilen 120 tip arasından; 2005 yılında Ingrid^{PVR}, 2010 yılında ise Celina^{PVR}-QTee[®] ile Kristina^{PVR} çeşitleri tescil edilmiş ve albenisi yüksek, meyve kalitesi çok iyi olan Colorée de Juillet ve Williams melezi olan Celina^{PVR}-QTee[®] 2013 yılında QTee[®] olarak markalaşmıştır (Hjeltnes ve ark., 2014).

Asya Kıtası

Bu kıtadaki ilk çalışmalar, Çin'de 1956'da (Wang, 1990); Kanato ve ark., (1982) atfen; Japonya'da ise 1915'te başlamıştır (Bell ve ark., 1996). Asya'nın doğusunda kültüre alınan başlıca türler; *P. pyrifolia*, *P. ussuriensis*, *P. × bretschnideri* ve *P. pashia*'dır. *P. pyrifolia* Güney ve Orta Çin, Japonya ve Güneydoğu Asya'da (Hancock ve Lobos, 2008), *P. × bretschnideri* Rehd. ise Kuzey Çin ve Japonya'da başlıca yetiştirilen armut türleridir (Bell ve ark., 1996). Bu kıtanın batısındaki ülkelerde ise *P. communis* türü üzerinde yoğunlaşmıştır. Asya armutlarının başlıca özelliklerinden biri meyvelerinin gevrek, tatlı ve sulu asitli bir pulpa sahip olmasıdır. Pulp, kumlu bir yapı kazandıran taş hücrelere sahiptir. Meyve şekli elma gibi yuvarlaktan Avrupa armutları gibi klasik armut şekline kadar değişebilmektedir. Meyveler hasat,

sınıflandırma ve muhafaza esnasında fiziksel zarara oldukça hassastır (Silva ve ark., 2014).

Türkiye

Türkiye bazı *Pyrus* türlerinin anavatanı konumunda bulunmasına ve dünya yetiştiriciliğinde söz sahibi olmasına rağmen çeşit ve anaç ıslahı konularında istenilen ivmeyi yakalayamamıştır. Yakın geçmişe kadar armut anaç ıslahı çalışması dışında herhangi bir ıslah programı bulunmamaktaydı. Günümüzde ise modern yetiştiricilik tekniklerine uygun, biyotik-abiyotik stres koşullarına toleranslı yeni armut çeşit ve anaçların geliştirilmesi amacıyla farklı ıslah programları yürütülmektedir.

Bildiğimiz kadarıyla Türkiye’de ilk armut ıslahı çalışması Ankara Üniversitesi’nde Sabahattin Özbek liderliğinde başlatılmıştır. 1969 yılında armut çeşitleri ile uyuşabilen ayva klonlarının geliştirilmesi amacıyla başlatılan ıslah programında uyuşma durumu, bahçe performansı ve gelişim karakterleri bakımından öne çıkan SÖ58315, SÖ59327, SÖ57314, SÖ 1882, SÖ 1669 ve SÖ 39200 klonları 2017 yılında tescil edilmiştir (Ayfer ve Çelik 1977, 1984’e atfen; Kesik, 2021; Anonim, 2017).

Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından Bursa’daki Santa Maria armut bahçelerinde yapılan gözlem ve incelemelerde bir bitkinin mutasyona uğradığı belirlenmiştir. Bu bitkiden aşı kalemi alınarak çoğaltma çalışmaları yapılmış ve tesis edilen bahçede on yıl boyunca değerlendirmeler yapılmıştır. Santa Maria çeşidine kıyasla hasat zamanı yaklaşık bir hafta erken olmakla beraber meyvelerin daha iri, pembe yanaklı, albenisinin ve aroma içeriğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çeşit Akçay 77® ismi ile 2011 yılında tescil edilmiş ve üretime kazandırılmıştır (Ekinçi ve Akçay, 2016).

2006 yılında, ateş yanıklığına dayanıklı, erken yaşta meyve vermeye başlayan, verimli, depolanabilme kabiliyeti olan ve ticari olarak kabul edilebilecek yeni armut çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla, Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma

İstasyonu (Meyvecilik Araştırma Enstitüsü) ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü iş birliği ile bir ıslah programı başlatılmıştır. Çalışmada, 11 farklı kombinasyondan elde edilen yaklaşık 10,000 genotip arasından yıllar itibari ile üstün nitelikte olan 320 genotip ileri düzey gözlem parseline aktarılmış (Öztürk ve ark., 2013; Anonim, 2020) ve yıllar boyunca değerlendirmeler yapılmıştır. Bu genotipler 2021 yılında Dönen-C, Gökdem, MarSalda, FiRest, ArTroya ve Seven olarak tescil edilmiştir (Anonim, 2023a). MarSalda; Ağustos ayı ortasında, FiRest ve Seven; Eylül ortasında, Dönen-C ve Gökdem; Ekim başında, ArTroya; Ekim ortasında hasat olgunluğuna ulaşmaktadır (Anonim, 2021).

2007 yılında, Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu ve Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü işbirliği ile ateş yanıklığına toleranslı ve meyve kalitesi üstün yeni armut çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla; Magness, Santa Maria ve Williams çeşitlerinin ana, Ankara, Akça Conference, Güz, Taş, Kieffer, Kaiser Alexander, Limon, Moonglow, Cleveland Select, Dancer çeşitlerinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlar ile melezleme yapılmıştır. Ateş yanıklığı hastalığına tolerans düzeyi farklı ve üstün meyve kalitesine sahip on genotip (I-15-24, II-13-1, II-13-19, II-13-34, II-13-73, II-27-21, II-27-55, II-32-44, III-22-638, III-27-590) belirlenmiştir (Evrenosoğlu, 2010; Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2018).

2023 yılında S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi tarafından ateş yanıklığı hastalığına toleranslı Samanyolu, Selçuk Bey, Sonbahar İncisi ve Ateş Kırmızısı armut çeşitleri geliştirilmiştir (Anonim, 2023a). Elde edilen çeşitlerin dünya genelinde ilgi gördüğü ve pazarlandığı belirtilmiştir (Anonim, 2023b).

Bu gelişmelerin yanı sıra ülkemizin farklı lokasyonlarında armutta çeşit ve anaç ıslahı çalışmaları devam etmektedir. TAGEM tarafından Malatya yöresi yerel armut çeşitlerinin seleksiyonu ve ateş yanıklığı hastalığına toleranslı armut anaç ıslahı çalışmaları yapılmaktadır.

Çin

Huangguan ve Jinhua çeşitleri arasında yapılan melezleme sonucunda Jishuo adı verilen çeşit geliştirilmiştir. Orta-geç sezonda olgunlaşan çeşidin ortalama meyve ağırlığı 344 gr'dır. Meyve eti beyaz renkte, gevrek ve tatlıdır. Küçük taş hücrelere ve %13 SÇKM içeriğine sahip olan Jishuo meyve kalitesi yüksek bir çeşittir (Wang ve ark., 2015).

CAAS (Chinese Academy of Agricultural Science-Institute of Pomology)'da 2003 yılında, Nanguoli (*P. ussuriensis* Maxim) × Jinsu (*P. bretschneideri* Rehd)'nun melezi olan Hanhong adında bir çeşit tescil edilmiştir. Ağaç gelişimi kuvvetli olan bu çeşidin soğuklara dayanımı çok iyidir. Meyve eti sertliği ve gevrekliği mükemmel, raf ömrü ise uzundur. Meyveleri ve yaprakları, kara leke ve siyah benek hastalıklarına dayanıklıdır (Zhang ve ark., 2007). Ayrıca Zaosu (*P. bretschneideri*) ve Yakumo'nun (*P. pyrifolia*) melezlenmesi sonucunda erken olgunlaşan, meyve kalitesi ve verimi yüksek, hastalıklara dayanıklı Huasu çeşidi geliştirilmiştir (Chengquan ve ark., 2002). Ayrıca *P. communis* Bartlett × *P. bretschneideri* Rehd. melezi olan Golden Pearl güzel tadı ile iri, kırmızı ve gevrek bir çeşittir. Eylül ayının sonlarına doğru olgunlaşmaktadır (Hongtao ve ark., 2002).

Çin armutları ile ayva anaçları arasında uyuşma sorunu bulunmaktadır. Bu yüzden ayva anaçları, Çin armutları için bodur bir anaç olarak kullanılamamaktadır. IOP (Institute of Pomology) tarafından PDR54 ve Zhongai 2 adlı bodur anaçlar ıslah edilmişlerdir. Üzerine aşılana çeşidi erken verime yatan verimli anaçlar olmalarının yanı sıra, armut kanseri (pear canker) ve halkalı benek hastalığına (ring spot diseases) dayanıklıdır (Ya ve HaoRu, 2004).

Japonya

Nagano'da (Nagano Nanshin Agricultural Experiment Station) 1973 yılında başlatılan

programda, *P. pyrifolia* Nakai. türüne ait Echigo ve Shinsui çeşitlerinin melezlenmesi sonucu geç olgunlaşan ve meyve yüzeyi paslı olan Nansui çeşidi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu çeşit Japon armutlarının başlıca üretim bölgesi olan Nagano Prefecture bölgesinde lokal adaptasyonu test edildikten sonra 1990 yılında tescil edilmiştir (Ogawa ve ark., 2002; Saito, 2016).

1990 yılında (Aichi-ken Agricultural Research Center) Niitaka ve Kousui çeşitleri arasında melezleme yapılmış ve 2001 yılında geç olgunlaşan ve paslı bir çeşit olan Yousui çeşidi ortaya çıkarılmıştır. (Uebayashi ve ark., 2002).

NIFTS (National Institute of Fruit Tree Science) tarafından 1935 yılında başlatılan ıslah programında bugüne kadar aralarında Kosui, Hosui, Akiakari, Shuurei, Akizuki ve Oushuu'nun bulunduğu 22 farklı çeşit ortaya çıkarılmıştır (Saito, 2016; Sawamura ve ark., 2002). Bu çeşitlerin hepsi yüksek meyve kalitesine, siyah benek hastalığına yüksek toleransa ve mükemmel meyve tadı ile uygun hasat zamanına göre sınıflandırılmıştır. Shuurei hariç diğerlerinin meyve yüzeylerinin paslı olduğu belirtilmiştir (Sawamura ve ark., 2002).

The Institute of Radiation Breeding (IRB) tarafından gama ışınları kullanılarak yapılan mutasyon ıslahı çalışmasında siyah benek hastalığına toleranslı çeşitler geliştirilmiş ve Gold Nijisseiki öne çıkan çeşit olmuştur (Saito, 2016).

Japonya'da yapılan başka bir ıslah çalışmasında (Kanagawa Horticultural Experiment Station) Shinsui çeşidi ile 42-6 genotipi arasında melezlemeler yapılmıştır. Bu çalışmada Akemizu adı verilen erken olgunlaşan ve ortalama meyve ağırlığı 320 gr civarında olan çeşit geliştirilmiştir (Shibata ve ark., 2002). Yeni Japon armudu çeşitleri olan Wakahikari ve Natsuhikari Chiba'daki ıslah programından elde edilen çeşitlerdir. Shinsui × Housui melezi olan Wakahikari'nin 1992 yılında, Shinsui × Chousui melezi olan Natsuhikari'nin ise 1995 yılında tescil edildiği bildirilmiştir (Kitaguchi, 2002; Iwata ve ark., 2013).

NARO (Institute of Fruit Tree Science)'da 1935 yılında başlatılan ıslah programında, meyve kalitesini iyileştirmek ve *Alternaria kükuchiana* Tanaka hastalığına dayanıklı çeşitler geliştirmek amaçlanmıştır. Programın günümüz amacına ise kendine verimlilik ve armut kara lekeli hastalığına dayanıklılık hedefleri ilave edilmiştir. 2010-2013 yılları arasında 6983 melez bitkinin 4480 tanesi henüz birkaç aylıkken markör yardımcı ile seleksiyondan (MAS) yararlanılarak elemine edilmiştir. Geriye kalan 2503 adet melez bitki seleksiyon parsellerine aktarılmış ve değerlendirmeler devam etmektedir (Kato ve ark., 2014).

1992 yılında Shinshu Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, bodur gelişme gösteren yeni armut klon anacı elde etmek için *P. calleryana* ve *P. betulaefolia* türlerine ait açık tozlanma sonucu oluşan çöğürlerden istenilen özelliklere göre seleksiyonlar yapılmıştır. Söz konusu çalışmada *P. betulaefolia* türüne ait seçilen 4 çöğür ile *P. calleryana* türüne ait seçilen 6 çöğürde ilk gözlemler sonucunda ümit var sonuçlar elde edilmiştir (Robbani ve ark., 2006).

Güney Kore

1920'li yıllarda başlayan çalışmalar, 1967 yılından itibaren NHRI (National Horticultural Research Institute) tarafından erkenci, hastalık ve zararlılara dayanıklı, bodur veya spur tiplerin geliştirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Çok yüksek meyve kalitesine sahip Whangkeumbae, Whasan ve Wonwhang çeşitleri geliştirilmiştir (Shin ve ark., 2002). Ayrıca 1998 yılında, meyve kalitesi yüksek ve erkenci olarak geliştirilen çeşitlerden Shincheon, Niitaka ve Chuwhangbae çeşitlerinin (Hwang ve ark., 2001), Sinhwa ise Niitaka ve Whasan çeşitlerinin melezi (Kang, 2013).

Hindistan

19. yüzyılın sonlarında ülkeye giren Williams ve Red Bartlett çeşitlerinin meyve kalitesinde ve verimliliğinde farklılıklar görülmüştür. Bu nedenle

varyasyon gösteren bu çeşitlerden üstün tiplerinin seçilmesi amacı ile başlatılan klon seleksiyonunda; Red Bartlett'in 3 klonu (003, 004, 027), Williams'ın 2 klonu (017, 023) seçilmiştir (Gautam ve Sharma, 2002).

Hindistan'ın kuzey kesimlerinde yoğun olarak yetiştirilen Patharnakh (*P. pyrifolia*) armudunun; verim, düzenli meyve verme, meyve büyüklüğü, şekli, kabuk rengi ve kalitesinde farklılıklar görüldüğü için başlatılan surveyde 19 üstün tip seçilmiştir. Çalışma sonucunda Red Blush, Punjab Gold ve Punjab Nectar çeşitleri geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu çeşitlerin seçildikleri bölgede bir çok zararlıya ve hastalığa karşı tolerans gösterdiği bulunmuştur (Sandhu ve ark., 1994).

Suriye

Suriye'de doğal olarak bulunan ve kireçli topraklara ve kurak koşullara karşı toleranslı yabani armut türü olan *P. syriaca*'nın 6 genotipi seçilmiş ve Coscia, Santa Maria, Spadona ve Starkrimson armut çeşitleri ile uyuşabilme durumları incelenmiştir. Bu bağlamda *P. syriaca*'nın çeşitler ile arasındaki uyuşma durumları çok iyi bulunmuş ve kireçli topraklara da tavsiye edilmiştir (Al Maarri ve ark., 2007).

Amerika Kıtası

Kuzey Amerika'ya ilk göçmenler tarafından getirilen Avrupa armutları başlangıçta tohumla yetiştirilmiştir. Böylelikle zengin bir genetik çeşitlilik oluşmuştur. Daha sonraları (19. yy'ın sonlarında) ıslahçılar, soğuklara ve yaygın olan ateş yanıklığı hasatlığına karşı dayanımı artırmak amacıyla, 1800'lü yıllarda kıtaya getirilen Çin armutları ile kıtada oluşan yabani armutları arasında melezlemeler yapmışlardır. Bu çalışmada ateş yanıklığı hastalığına toleranslı Le Conte (1846), Kieffer (1873) ve Garber (1880) çeşitleri geliştirilmiştir. Ancak bu çeşitlerin meyve kalitelerinin Avrupa armutlarına göre düşük olduğu bilinmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri

ARS (Appalachian Fruit Research Station)'de 1978 yılında başlatılan USDA ıslah programının en

büyük amaçlarından biri ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı veya toleranslı yeni armut çeşitleri geliştirmektir. Dayanıklılık kaynağı olarak *P. communis*'ten Seckel, Old Home ve Maxine, *P. ussuriensis*'ten Illinois 76, Illinois 65, Ba Li Hsiang, *Pyrus × bretschnideri*'den Pai Li ve *P. pyrifolia*'dan Kieffer ve NJI çeşitleri ebeveyn olarak kullanılmıştır. Yüksek derecede dayanıklılık gösteren ve iyi meyve kalitesine sahip olan tiplerden; 1992'de Potomac (Bell ve ark., 1996), 1998'de Blake's Pride (Bell ve ark., 2002), 2003'te Shenandoah (Bell ve Van der Zwet, 2008), 2006'da Sunrise (Brewer ve Palmer, 2011) ve 2013'te Gem çeşitleri tescil edilmiştir (Einhorn ve ark., 2012).

Aynı araştırma istasyonunda, armut psillidine karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek için ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan ıslah çalışmalarında *P. ussuriensis* Max. veya *P. pyrifolia* (Burm.) Nakai türlerine ait seçilen tipler ve çeşitler, 4 farklı *P. communis* klonu ile çaprazlanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. En dayanıklı klonların Doğu Avrupa'da yerel çeşitler olan Batjarka ve Zelinka olduğu belirlenmiştir. Seçilen 4 adet *P. ussuriensis* × *P. communis* melezi (NJ B9 R1 T117, NJ A2 R21 T89, NY 10355 ve NY 10359) ve bir tane *P. pyrifolia* × *P. communis* melezi (NJ ROCK R25 T238) kontrol olarak kullanılan Bartlett'e göre daha az duyarlı bulunmuştur. Bu klonların armut psillidine karşı yapılacak dayanıklılık çalışmalarında genetik kaynak olarak kullanılabilmesi ifade edilmektedir (Bell, 2012).

1911-1980 yılları arasında, Southern Oregon Deneme İstasyonu'nda, ebeveyn olarak Comice ve Max Red Bartlett'in kullanıldığı melezlemelerden 1986 yılında Cascade çeşidi geliştirilmiştir. Ayrıca yeme kalitesi çok iyi olan Paragon, ve BestEver (Comice x Louis Pasteur) çeşitleri tescil edilmişlerdir (Hilton ve Sugar, 2015).

Kanada

Ontario'da (Vineland Research and Innovation Centre) yürütülen ıslah programında ateş yanıklığına toleranslı armut çeşitleri geliştirmek

üzerine odaklanılmıştır. Dayanıklılık kaynağı olarak *P. communis*'e ait çeşitlerinden Seckel, Waite, Maxine, Old Home ve Farmingdale, *P. pyrifolia* çeşitlerinden ise Kieffer ve NJI, *P. ussuriensis* türünden ise Illinois 76 çeşitleri kullanılmıştır. Programda ilk geliştirilen çeşitler Harrow Delight, Harvest Queen ve Harrow Sweet çeşitleridir (Hunter, 1993). Ayrıca sonraki yıllarda AC Harrow Gold (Hunter ve ark., 2002a) ve AC Harrow Crisp (Hunter ve ark., 2002b), AC Harrow Delicious ve Harovin Sundown (Hunter ve Layne, 2004; Hunter, 2009) çeşitleri geliştirilmiştir (Brewer ve Palmer, 2011).

Brezilya

Instituto Agronômico (IAC) tarafından subtropikal alanlara uygun çeşitlerin ıslahı için 1992-1998 yıllarında, Asya (*P. pyrifolia* (Burm.f.) Nakai) ve Avrupa (*P. communis* L.) armutları arasında melezlemeler yapılmıştır. Aralarında Alegria ve Limeira'nın bulunduğu 13 tipin, tropikal ve subtropikal koşullardaki denemeleri halen devam etmektedir. Elde edilen ilk verilere göre sanayilik özellikleri bakımından bu armutların büyük bir potansiyel gösterdiği saptanmıştır (Barbosa ve ark., 2008). Yine IAC tarafından Hood ve Packham's Triumph çeşitlerinin melezi olan Princesinha (Chagas ve ark., 2008a.) ve Culinária (Chagas ve ark., 2008b) çeşitleri ortaya çıkarılmıştır.

Epagri/Çaçador Experimental Station tarafından başlatılan Asya armudu ıslah programı kapsamında 1998 yılında Kousui ve Osanijisseiki çeşitlerinde yapılan melezlemeler sonucunda soğuklama ihtiyacı 550 saatin altında olan SCS421 Carolina çeşidi geliştirilmiş ve 2017 yılında üretime kazandırılmıştır (Faoro, 2017; 2021).

Meksika

2001'de başlatılan çalışmalarda, soğuklama ihtiyacı düşük fakat meyve kalitesi kötü olan Hood ile meyve kalitesi güzel fakat soğuklama ihtiyacı yüksek olan Anjou arasındaki melezlemelerden ümit var sonuçlar elde edilmiştir (Rumayor ve ark., 2005).

Afrika Kıtası

Bu kıtada armut ıslah çalışmalarının yapıldığı ülke Güney Afrika Cumhuriyeti'dir. ARC (Agricultural Research Council) tarafından yapılan ıslah çalışmalarının amaçlarını; yeme ve muhafaza kalitesi yüksek, meyve kabuğu kırmızımtırak ya da tamamen kırmızı olan ve şekil olarak yeşil meyve kabuğuna sahip meyvelerin şekline benzeyen yeni çeşitlerin geliştirilmesi oluşturmaktadır (Human, 2005). Bugüne kadar 1990 yılında Rosemarie, 1993 yılında Flamingo ve son olarak da 2009 yılında Cheeky çeşitleri geliştirilmiştir (Human, 2013). Sahada elde edilen verilere göre Cheeky çeşidinin potansiyeli oldukça yüksek görülmektedir.

Avustralya Kıtası

Yeni Zelanda ve Avustralya'daki ıslah çalışmalarında, diğer ülkelere ihraç edilebilecek yeni çeşitlerin geliştirilmesi başlıca hedefdir. Yeni Zelanda'da 1983 yılında başlatılan programda, Maxie ve Crispie çeşitleri elde edilmiştir (Fischer, 2009).

SONUÇ

Armut dünyada ekonomik öneme sahip ılıman iklim meyve türlerinden biridir ve dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilmektedir. Beraberinde armut ıslah çalışmaları da yapılagelmektedir. Dünyada yapılan ıslah programlarının amaçları birçok noktada benzerlik göstermekle birlikte, özellikle bölgelere göre farklılıklar göstermektedir. Tüm armut ıslah programlarında meyve kalitesinin geliştirilmesi çok önemli bir amaçtır. Ancak Avrupa armutları ile Asya armutlarında aranan büyüklük, şekil, renk, yapı ve tat gibi kalite faktörleri değişkenlikler

göstermektedir. Yine erken meyveye yatma, düzenli ürün alınması, tozlayıcı çeşitler ile çiçeklenme zamanlarının örtüşmesi, orta kuvvette gelişme ve sık dikim yetiştiricilik için uygunluk istenilen ortak özelliklerdir (Bell ve ark., 1996). Diğer bir ortak amaç ise yetiştirildikleri bölgelerdeki iklim koşullarına yüksek adaptasyon kabiliyetidir. Ilıman iklimli bölgelerde sıcaklık isteği düşük ve kurak koşullara adapte olabilmeye aranan özellik iken, kuzey bölgelerde soğuklara dayanıklılık başta gelmektedir. Yine subtropikal bölgelerde, soğuklama ihtiyacı düşük çeşitlerin ıslahı başta gelmektedir. Bir diğer değişkenlik ise hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık üzerine yapılan çalışmalarda görülmektedir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da armudun en tahripkâr hastalık ve zararlısı olan ateş yanıklığına ve armut psillidine karşı dayanıklı/toleranslı yeni çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli hedef iken, Asya kıtasında siyah benek ve armut kara lekesi hastalıklarına dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi ön plandadır. Sonuç olarak Dünya genelindeki ıslah programlarında yaklaşık iki yüzü Avrupa, yüzü Asya armudu olmak üzere üç yüzün üzerinde armut çeşidi (Dondini ve Sansavini, 2012) ile onu aşkın yeni anaç geliştirilmiştir. Her ne kadar geliştirilen çeşitler özellikle biyotik ve abiyotik koşullara tolerans yeteneği bakımından öne çıksa da Musacchi ve ark. (2021) belirttiği gibi armut tüketicileri geleneksel ve belirli çeşitleri satın almaya alışmıştır. Bu nedenle geliştirilen çeşitlerin pazarda yer bulabilmesi, aynı sınıfta yer aldığı elma örneğindeki gibi kolay olmadığından çeşitlerin tanıtımı için yenilik ve ekstra çaba gereklidir (Iglesias ve ark., 2015).

LİTERATÜR LİSTESİ

- Al Maarri, K., S. Haddad, and I. Fallouh. 2007. Selections of *Pyrus syriaca* as promising rootstocks for pear cultivars. *Acta Hort.* 732: 217-220.
- Anonim. 2017. SÖ klon ayva anaçlarımız tescillendi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
- Anonim. 2020. Ateş Yanıklığı Hastalığına Toleranslı Armut Çeşit İslahı. 2020. 2020 yılı proje değerlendirme toplantıları ılıman iklim meyveleri araştırma özetleri. Erişim: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/pdgt/bbad/2020_BBAD_OZETLER.pdf. Ankara, Türkiye.
- Anonim. 2021. Ateş yanıklığı hastalığına toleranslı yeni armut çeşitleri. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. 2023a. Meyve ve asma çeşit listesi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. 2023b. İslah çalışmalarımız. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi. İzmir.
- Anonymous. 2017. <https://www.q-eline.net/test/>.

- Asín, L., I. Iglesias, R. Dolcet-Sanjuan, E. Claveria, P. Vilardell, J. Bonany, and M.H. Simard. 2011. Intra-Irta pear rootstock breeding program: aiming for tolerance to iron chlorosis. *Acta Hort.* 903: 207-213.
- Ayfer, M. ve Çelik, M. 1977. Akça, Ankara ve Williams armut çeşitleri ile S.Ö. ayva anaçlarının uyumları üzerinde araştırmalar. T.B.T.A.K. VI. Bilim Kongresi 17-21 Ekim 1977. Ankara. s. 111-122.
- Ayfer, M. ve Çelik, M. 1984. Şeker armut çeşidi için en uygun S.Ö. ayva anacı seçimi. A. Ü. Zir. Fak. Yıll. 32 (1-2-3-4):82-91.
- Barbosa, W., R. F. A. Veiga, C. V. Pommer, R. Pio., and E. A. Chagas. 2008. Asian pear breeding in Brazil: Characterization of new selections. *Acta Hort.* 800: 503-506.
- Battle, I., C. Fontich, L. Lozano, I. Iglesias, J. Carbó, J. Bonany, A. G. White, R. K. Volz, and L. R. Brewer. 2011. The Irta-Pfr pear scion breeding programme for high fruit quality. *Acta Hort.* 909: 121-125.
- Bell, R. L., T. Van der Zwet, and R. C. Blake. 2002. 'Blake's Pride' pear. *HortScience*. 37: 711-713.
- Bell, R., and Van der Zwet, T. 2008. 'Shenandoah' pear. *HortScience*. 43 (7): 2219-2221.
- Bell, R.L. 2012. Resistance of breeding program selections and cultivars to pear psylla (Abstract). P. 64. In: ASHS Annu. Conf., Florida, USA, July 31-August 3.
- Bell, R.L., T. Van der Zwet, R. C. Blake, C. K. Chandler, and J. C. Scheerens. 1996. 'Potomac' Pear. *HortScience*, 31: 884-886.
- Bellini, E. 2002. 'SABINA': A New summer pear cultivar. *Acta Hort.* 596: 271-274.
- Bouma, J. 1988. Breeding of new pear varieties at the fruit breeding station techobuzice. *Acta Hort.* 224: 257-262.
- Brañiște, N., N. Andrieș., and V. Ghidra. 2008. Pear genetic breeding to improve the Romanian varieties. *Acta Hort.* 800: 491-496.
- Brewer, L. R., and J. W. Palmer. 2011. Global pear breeding programmes: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. *Acta Hort.* 909: 105-119.
- Chagas, E. A., F. A. Campo Dall'Orto, M. Ojima, W. Barbosa, and R. Pio. 2008a. Pear 'Iac Princesinha': new European type cultivar for subtropical climate. *Acta Hort.* 800: 507-510.
- Chagas, E. A., F. A. Campo Dall'Orto, M. Ojima, W. Barbosa, and R. Pio. 2008b. 'Iac Culnária': A new canning cultivar of European Pear (*Pyrus communis* L.) suitable for subtropical climates. *Acta Hort.* 800: 511-514.
- Chengquan, F., C. Xinye, and L. Shenghua. 2002. Breeding of new pear cultivar 'Huasü'. *Acta Hort.* 587: 285-290.
- Dondini, L., and S. Sansavini. 2012. European pear. pp. 369-413. In: Badenes, M. L., and D. H. Byrne (Ed.) *Fruit breeding*. Springer Science+Business Media. NY, USA.
- Drudze, I. 2000. Studies on perspective apple and pear hybrids of breeding station "Iedzeni" in Latvia. *Acta Hort.* 538: 729-734.
- Einhorn, T., S. Castagnoli, J. Turner, and R. L. Bell. 2012. An exciting new European Pear cultivar is coming. *Good Fruit Grower*. 63 (14):25-26.
- Ekinci, N., and M. E. Akçay. 2016. Yeni armut çeşidi Akçay 77®. *ÇOMÜ. Zir. Fak. Derg.* 4 (2):51-57.
- Evrenosoğlu, Y., A. Mısırlı, H. Saygılı, A. Ünal, N. Özdemir, E. Günen, and M. E. Akçay. 2010. Ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) dayanıklı armut tiplerinin melezleme yoluyla ıslahı. TÜBİTAK Proje No: 1060719, 157s.
- Evrenosoğlu, Y., and K. Mertoğlu. 2018. Evaluation of pear (*Pyrus communis* L.) hybrid combinations for the transmission of fire blight resistance and fruit characteristics. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 54 (2):78-85.
- Faoro, I. D. 2017. 'SCS421 CAROLINA', First Japanese Pear cultivar developed in Brazil. *Rev Bras Frutic.* 39.
- Faoro, I. D. 2021. New Asian pear cultivar developed in Brazil: 'SCS421 Carolina'. *Acta Hort.* 1303: 121-126.
- FAOSTAT. 2021. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi, 24.10.2023).
- Fideghelli, C. 2007. Origine ed evoluzione. Il pero. Ed. Script-Bayer CropScience. 2-17.
- Fischer, 2009. Pear Breeding. pp. 135-160. In: Jain, S. M., and P. M. Priyadarshan (Ed.) *Breeding plantation tree crops. temperate species*. Springer Science+Business Media. NY, USA.
- Fischer, M., and G. Mildenerger. 2004. New pear cultivars from Dresden-Pillnitz. *Acta Hort.* 663: 899-902.
- Gautam, D.R., and N. Sharma. 2002. Selection of superior clones of European Pears in Himachal Pradesh, India. *Acta Hort.* 596: 243-245.
- Günen, Y., ve A. Mısırlı. 2003. Armut ateş yanıklığı ve dayanıklılık ıslahı. EÜ. Zir. Fak. Derg. 40 (3):25-32.
- Hancock, J. F., and G. A. Lobos. 2008. Pears. pp. 299-336. In: Hancock, J. F. (Ed.) *Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics*. Dordrecht: Springer. Netherlands.
- Heijerman-Pepelman, G., V. Bucarciuc, H. Kemp, and O. Pasat. 2009. 'Xenia', A new pear cultivar from Moldova, first results in the Netherlands. *Acta Hort.* 814: 305-308.
- Hilton, R.J., and D. Sugar. 2015. 'PARAGON' and 'BESTEVER', two 'Comice' hybrid pear cultivars developed in Southern Oregon. *Acta Hort.* 1094: 149-151.

- Hjeltnes, S.H., J. Vercammen, A. Gomand, F. Mage, and D. Roen. 2014. High potential in new Norwegian bred pear cultivars. p. 111-116. In: Proc. 12th Int. Pear Symp., Vol. 1094. Leuven, Belgium. 12-14 July.
- Hongtao, S., L. Juncai, L. Cheng, and W. Jiazhen. 2002. A new red pear variety 'Golden Pearl'. *Acta Hort.* 587: 291-292.
- Human, J. P. 2005. Progress and challenges of the South African pear breeding program. *Acta Hort.* 671: 185-190.
- Human, J. P. 2013. Breeding blush pears (*Pyrus communis* L.) in South Africa. *Acta Hort.* 976: 383-388.
- Hunter, D. M. 1993. Pear breeding for the 21st century - Program and progress at Harrow. *Acta Hort.* 338: 377-384.
- Hunter, D. M. 2009. Pear breeding program-An overview. <http://www.uoguelph.ca/plant/./20090727Pearbreedingprogramoverview.pdf/>
- Hunter, D. M., and R. E. C. Layne. 2004. Recent pear and apricot introductions from the AAFC-Harrow tree fruit breeding programs. *Acta Hort.* 663: 907-910.
- Hunter, D. M., F. Kappel, H. A. Quamme, and W. G. Bonn. 2002a. 'AC Harrow Pear'. *HortScience*. 37: 224-226.
- Hunter, D. M., F. Kappel, H. A. Quamme, and W. G. Bonn. 2002b. 'AC Harrow Crisp Pear'. *HortScience*. 37: 227-229.
- Hwang, H. S., I. S. Shin, W. C. Kim, H. M. Cho, Y. U. Shin, and J. H. Hwang. 2001. Breeding of the new early season pear cultivar Shincheon. p. 299-302. In: Int. Sym. Asian Pears, Comm. 100th Ann. Nijisseiki Pear. Vol: 587. Kurayoshi, Tottori, Japan. August.
- Iglesias, I., J. Bonany, P. Vilardell, and S. Ruíz. 2015. El cultivo del peral en España: Tecnología de producción, consumo e intercambios comerciales. *Rev. Frutic. Espec. Peral*. 45: 6-33.
- Iwata, H., T. Hayashi, S. Terakami, N. Takada, T. Saito, and T. Yamamoto. 2013. Genomic prediction of trait Segregation in a progeny population: A case study of Japanese Pear (*Pyrus pyrifolia*). *BMC Genet.* 14: 81.
- Jacob, H. B. 2002. New pear rootstocks from Geisenheim, Germany. *Acta Hort.* 596: 337-344.
- Kanato, K., I. Kajiura, and D. W. McKenzie. 1982. The ideal Japanese pear. pp. 135-158. In: Van Der Zwet, T., and N. F. Childers. (Ed.) *The pear*. Horticultural Publishing. K-L, Belgium.
- Kang, S. S., Y. K. Kim, H. S. Hwang, K. S. Cho, I. S. Shin, J. J. Won Choi, K. H. Kim, J. H. Jo. 2013. Early autumn maturing pear cultivar 'Sinhwa' with fascinating very soft flesh. *Korean J. Hortic. Sci. Technol. Hortic. Sci. Technol.* 31 (4):512-516.
- Kask, K., H. Jänes, A. Libek, L. Arus, A. Kikas, H. Kaldmäe, N. Univer, and T. Univer. 2010. New cultivars and future perspectives in professional fruit breeding in Estonia. *Agron. Res. Special Issue III*: 603-614.
- Kato, H., N. Takada, S. Nishio, and T. Saito. 2014. Recent progress in Japanese Pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) breeding at the NARO Institute of Fruit Tree Science. p. 12-14. In: Proc. 12th Int. Pear Symp., Vol. 1094. Leuven, Belgium. 12-14 July.
- Kesik, A. 2021. Tescilli bazı SÖ ayva anaçlarının, Williams, Beurre Hardy ve Passe Crassane armut çeşitlerinde genç ağaçların vejetatif ve generatif gelişimleri üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi. A. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Ankara.
- Kitaguchi, M. 2002. 'Wakahikari' and 'Natsuhikari', New Japanese Pear cultivars. *Acta Hort.* 587: 311-318.
- Le Lézec, M., A. Belouin, P. Guérif, and Y. Lespinasse. 2002. "Angelys", a new winter pear to replace "Passe Crassane". *Acta Hort.* 596: 265-269.
- Maas, F. 2008. Evaluation of *Pyrus* and Quince rootstocks for high density pear orchards. *Acta Hort.* 800: 599-610.
- Militaru, M. 2012. *Malus/Pyrus* Romanian germplasm fund and its use in the breeding program. p. 7-9. In: 4th Meet. *Malus/Pyrus* Work. Group. Weggis, Switzerland. 7-9 March.
- Musacchi, S., I. Iglesias, and D. Neri. 2021. Training systems and sustainable orchard management for European pear (*Pyrus communis* L.) in the Mediterranean area: A review. *Agron.* 11 (9):1765.
- Neumüller, M., F. Dittrich, M. Reindl, A. Siemonsmeier, J. Hadersdorfer, and D. Treutter. 2014. Amelanchier selections as fully dwarfing and winterhardy pear rootstocks with high tolerance to iron chlorosis. p. 38. In: Proc. 12th Int. Pear Symp., Vol. 1094. Leuven, Belgium. 12-14 July.
- Ogawa, H., A. Usuda, T. Ito., T. Miyashita, H. Makita, K. Tsukahara, T. Shimazu, and T. Maejima. 2002. New Japanese Pear cultivar 'Nansui'. *Acta Hort.* 587: 303-306.
- Öztürk, G., R. A. Emre, Ö. F. Karamürsel, H. C. Sarısu, E. Kaçal, M. Aksu, and H. Basım. 2013. Breeding of cultivars resistant to fire blight disease (*Erwinia amylovora*): promising genotypes and molecular characterization. p. 484. In: Int. Plant Breed. Cong., Antalya, Türkiye. 10-14 November.
- Paprštein, F., and J. Bouma. 2000. New pears from the Czech Republic. *Acta Hort.* 538: 741-744.
- Paprštein, F., J. Blažek., and J. Bouma. 2009. New pear cultivars from the Czech Republic. *Acta Hort.* 814: 361-366.
- Quartieri, M., B. Marangoni, L. Schiavon, M. Tagliavini, D. Bassi, A. Previati, and M. Giannini. 2011. Evaluation of Pear Rootstock Selections. *Acta Hort.* 909: 153-159.
- Quinet, M., and J. P. Wesel. 2019. Botany and taxonomy of pear. pp. 1-33. In: S. S. Korban (Ed.) *The Pear Genome*. Springer Nature. AG, Switzerland.
- Rivalta, L., M. Bergamaschi, and S. Sirri. 2004a. Boheme and Aida: two new fire blight tolerant pear cultivars. *Riv. Fruttic. Ortofloric.* 66: 36-40.

- Rivalta, L., M. Bergamaschi, S. Sirri, W. Faedi, C. Bazzi, and E. Biondi. 2004b. Aida and Boheme pear varieties resistant to fire blight. *Infor. Agra.* 60: 55-58.
- Rivalta, L., M. Dradi, and C Rosati. 2002. Thirty years of pear breeding activity at Isf Forlì, Italy. *Acta Hortic.* 596: 233-238.
- Robbani, M., K. Banno, K. Yamaguchi, N. Fujisawa, J. Y. Liu, and M. Kakegawa. 2006. Selection of dwarfing pear rootstock clones from *Pyrus betulaefolia* and *P. calleryana* Seedlings. *Hort. J.* 75 (1):1-10.
- Rumayor, F. I. A., C. A. Martínez., and R. Vázquez. 2005. Breeding pears for warm climates in Mexico. *Acta Hortic.* 671: 229-231.
- Saito, T. 2016. Advances in Japanese pear breeding in Japan. *Breed. Sci.* 66 (1):46-59.
- Sandhu, A. S., R. Singh, S. S. Mann, D. S. Dhillon, P. P. S. Minhas, K. K. Sharma, and G. P. S. Grewal. 1994. New promising pear selections for Punjab. *Acta Hortic.*, 367: 39-45.
- Sawamura, Y., T. Saito., M. Shoda, and K. Kotobuki. 2002. New Japanese pear cultivars 'Akiakari', 'Shuurei', 'Akizuki' and 'Oushuu'. *Acta Hortic.* 587: 307-310.
- Serra, S. 2009. Salt stress responses in pear and quince: physiological and molecular aspects. Ph.D. thesis. Università di Bologna. Bologna, Italy.
- Shibata, K., K. Kawashima, and M. Hishitani. 2002. Breeding process and characteristics of 'Akemizu', a new Japanese Pear cultivar. *Acta Hortic.* 587: 319-321.
- Shin, L. S., W. C. Kim, H. S. Hwang, and Y. U. Shin, 2002. Achievements of pear breeding in Korea. *Acta Hortic.* 596: 247-250.
- Silva, G. J., T. M. Souza, R. L. Barbieri, and A. C. Oliveira. 2014. Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Adv. Agric.* 1-8.
- Simard, M. H., and J. C. Michelesi. 2002. 'PYRIAM': A new pear rootstock. *Acta Hortic.* 596: 351-355.
- Uebayashi, Y., S. Takase, and N. Okada. 2002. New Japanese Pear cultivar 'Yousui'. *Acta Hortic.* 587: 281-284.
- Wang, Y. L. 1990. Pear breeding in China. *Plant Breed.* 60: 877-879.
- Wang, Y., Y. Wang., Y. Wang., Y. Li., Y. Han, and X. Li. 2015. Breeding report of a new pear cultivar-'Jishuo'. *J. Fruit Sci.* 32 (4):730-732.
- Wertheim, S. J. 1998. Rootstock guide apple, pear, cherry, European plum. Fruit Research Station, Wilhelminadorp, Netherlands.
- Ya, L., and T. HaoRu. 2004. Advance of pear rootstock breeding and in vitro Propagation. *South China Fruits.* 33: 46-49.
- Zhang, M., L. Ding, Q. Wang, and M. Feng. 2007. 'Hanhong' pear. *HortScience.* 42 (2):397.

Tohumlarda Biyo-Priming Uygulaması: Tarımsal Üretimde Sürdürülebilir Stres Yönetimi İçin Doğa Dostu Bir Yaklaşım

Gül İMRİZ^{1*} 

Ramazan KELEŞ² 

Neval İNAL³ 

¹Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi 99258 Lefkoşa/KKTC

²Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Akabe, Karapınar Ereğli Yolu Köprülü Kavşağı 2. Km, 42020 Karatay, Konya/TÜRKİYE

³Kars Şeker Fabrikası, Fevzi çakmak, Erzurum Yolu 9 Km, 36000 Kars Merkez, Kars/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0003-2909-1834>

²<https://orcid.org/0000-0003-2872-7183>

³<https://orcid.org/0009-0001-6562-1559>

*Corresponding author (Sorumlu yazar):gulimriz@hotmail.co.uk

Received (Geliş tarihi): 30.11.2023

Accepted (Kabul tarihi):19.12.2023

Online:29.12.2023

ÖZ: Tohumlar, birçok bitki türünün neslini devam ettirebilmesinin tek yoludur. Bu nedenle tüm dünyada sürdürülebilir bir tarımsal üretim için tohum çok önemli bir rol oynamakla birlikte gıda güvenlik zinciri büyük oranda yüksek kalitede tohuma bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu nedenle, tohumların çevreyle dost doğal yollarla kalitesini korumak çok önemlidir. Tarımsal üretimde tohumların toprakla buluşmasından itibaren bitkilerin çok sayıda stres faktörüne maruz kalması, tarımsal üretim ve gıda güvenlik zincirinin önündeki en önemli engeldir. Stres, bitkilerin fizyolojik fonksiyonlarında değişikliklere neden olmakta, bu da bitki büyümesinde gerilemeye ve düşük tarımsal verime yol açmaktadır. Tohumlarda çimlenmeyi, fide canlılığını ve çeşitli stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırmak için farklı tohum astarlama yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan biyo-priming ile tohum astarlaması, tohumların fizyolojik fonksiyonlarını geliştirmek için faydalı biyolojik ajanların kullanımına dayanan uygulaması kolay bir tekniktir. Bu teknik toprak verimliliğini artırılmasına, toprak-su kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunmakta ve agro-ekolojik dengenin yeniden sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Biyo-priming tekniği ile tohum astarlaması uygulamasının sade, basit ve ekonomik olması, tarımsal üretime ve çevreye olumlu katkılarından dolayı da birden fazla öne çıkan özelliği ile son zamanlarda artan bir ilgi görmektedir. Bu derleme makalede, sürdürülebilir tarıma ulaşmanın yolunda iyi bir ekosistemin oluşturulmasının önemli bir bileşeni olarak düşünülen biyo-priming tekniği ile mikrobiyal tohum astarlanması incelenecektir.

Anahtar kelimeler: Abiyotik, biyotik, kontrol, mikroorganizma, stres, tohum, uygulama.

Bio-Priming Application in Seeds: A Nature-Friendly Approach for Sustainable Stress Management in Agricultural Production

ABSTRACT: Seeds serve as the primary means for the survival of numerous plant species. Consequently, their pivotal role in ensuring sustainable agricultural production worldwide cannot be overstated. The integrity of the food security chain significantly relies on the availability of high-quality seeds. Thus, preserving seed quality through eco-friendly methods is paramount. Throughout agricultural production, plants encounter various stressors from the moment seeds meet the soil. These stress factors pose significant hurdles to agricultural productivity and food safety chains. Stress induces physiological changes in plants, hindering growth and lowering agricultural output. Diverse seed priming techniques are employed to enhance seed germination, seedling viability, and resilience against a multitude of stressors. Among these methods, bio-priming stands out as a straightforward approach that utilizes beneficial biological agents to enhance seed physiological functions. Bio-priming techniques not only foster increased soil fertility but also aid in curbing soil and water pollution, thereby contributing to reinstating agro-ecological balance. Given its simplicity, cost-effectiveness, and positive impact on agricultural production and the environment, the practice of seed priming using bio-priming techniques has garnered considerable attention. This review article will explore microbial seed treatment through the bio-priming technique, acknowledged as a crucial element in cultivating a conducive ecosystem toward achieving sustainable agriculture.

Keywords: Abiotic, biotic, control, microorganism, stress, seed, application.

GİRİŞ

Bitki tohumları, toprağa düşmesini takip eden tüm süreçte pek çok biyotik ve abiyotik stresle karşı karşıya kalmaktadırlar. Tarımsal üretimde verimi ve kaliteyi önemli ölçüde aşağı çeken bu stres faktörlerine karşı yoğun olarak kullanılan sentetik kimyasalların ekolojik dengeyi bozduğu bilinmektedir. Bu doğal olmayan ürünlerin halen yüksek oranda kullanımı çevre ve canlılar için risk oluşturmaya devam etmekte ve bunun önüne geçilmesi yönünde tedbirler alınmakla birlikte yoğun araştırmalar da yapılmaktadır. Sürdürülebilir olmayan bu tip uygulamaların kullanımının beraberinde getirdiği ciddi sorunların ortaya çıkmasından dolayı, Birleşmiş Milletler (BM), mevcut durumu ve iklim değişikliğinin potansiyel tehditlerini eleştirel bir şekilde analiz ettikten sonra Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri önermiştir (Akinsemolu, 2018). Bu hedefler arasında iklim değişikliği, beklenmedik doğa olaylarına karşı iyi bir risk yönetimi, uyum sağlama potansiyeline sahip doğal ve ekosistem tabanlı çözümlerin kullanımı yer almaktadır (Cohen-Shacham ve ark., 2016). Sıcaklıklarda beklenmedik aşırı değişimler (sıcak, soğuk veya don), kuraklık (eksik ve düzensiz yağış, kuru rüzgarlar), sel, besin stresi, yüksek tuz konsantrasyonu ve toksik metaller ile toprakların kirlenmesi, zararlı ve hastalık etmenlerinin (virüsler, bakteriler ve funguslar) saldırıları sonucunda bitkide fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonların büyük ölçüde olumsuz etkilenmesi sebebi ile, verim ve kalite düşmektedir (Rejeb ve ark., 2014). Tüm bu stres faktörleri düşünüldüğünde, insanlığın önündeki en büyük zorluklardan biri tarımsal alanda sürdürülebilirlik olarak önümüze gelmektedir. Tarımsal alanda sürdürülebilirlik artan dünya nüfusunu karşılayacak gıda arzı için çevre üzerinde herhangi bir olumsuz sonuç bırakmadan tarımsal ürün kayıplarını en aza indirmek anlamına gelmektedir. Sürdürülebilir bir üretim, çevre üzerinde olumsuz etkileri olmayan teknolojiler ve uygulamalar yoluyla gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, son zamanlarda mevcut yöntemlerden olan tohum ön uygulamaları ve/veya astarlamaları uygun maliyetli ve kolay uygulanabilir olmasının yanı sıra doğa dostu özelliğinden dolayı da yoğun ilgi görmektedir (Reddy, 2013; Kumari ve ark., 2018).

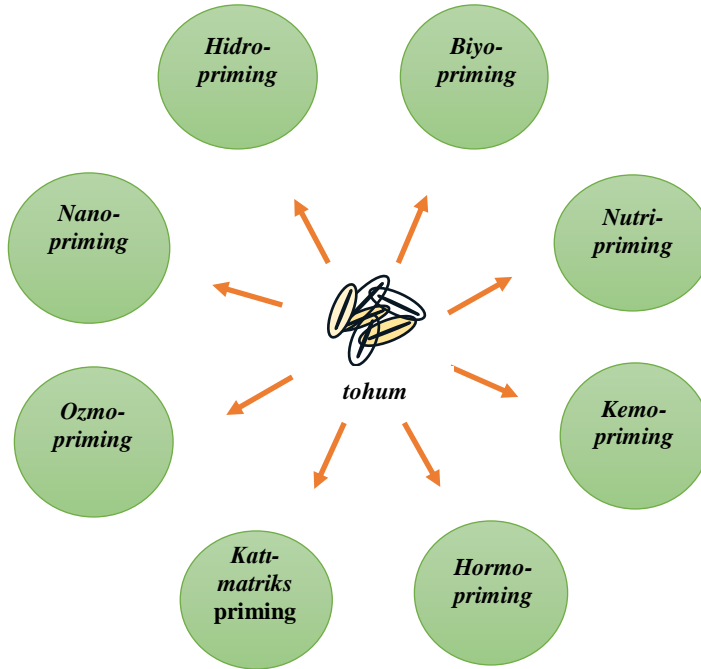
Bitki tohumlarına farklı teknikler ile uygulamalar yaparak çimlenme ve bitkinin gelişim performansının iyileştirildiği ve verimin artırıldığı pek çok çalışmada belirtilmiştir. Antik tarımsal faaliyetler ile ilgili bilgiler incelendiğinde tohum uygulamalarının çok eski tarihlere dayandığı görülmektedir. Tohum hazırlama tekniğinin uygulanmaya başlanmasından önce, bazı tohumların bazı etkenlerden dolayı düzgün ve kolay bir şekilde çimlenmediği fark edilmiş; bu yavaş ve yeknesak olmayan tohum çimlenme sürecini ortadan kaldırmak için Yunanlı çiftçiler tarafından tohum hazırlama tekniği geliştirilmiştir. Theophrastus (M.Ö. 372-287), salatalık tohumlarının önceden ıslatılması ile tohumların daha erken çimlendiğini belirtmiştir (Zadoks, 2013). Bunun yanı sıra Hindistan'da ahır gübresinin tohum astarlanmasında kullanımı ile ilgili bilgi Kautilya zamanından (M.Ö. 300 civarı) günümüze kadar gelmiştir. Antik çağlardan beri ahır gübresinin çeşitli amaçlarla kullanımı kayıtlarda bulunmaktadır ki bunlar; tohumların astarlanması, vejetatif olarak üretilen şeker kamışı çeliklerinin kesik uçlarının sıvanması, yaraların sarılması, seyreltilmiş süspansiyonunun bitkiler üzerine serpilmesi vb.'dir. Genellikle günümüzde çiftçilerin sadece gübre maksadıyla ahır gübresinden faydalanmakta olduğu ve tohum uygulaması şeklinde kullanımına yer vermediği görülmektedir. Antik çağlardan gelen bilgiler bize tohumlara çeşitli uygulamalar yaparak ekime hazırlanması ile ilgili çalışmaların çok eski tarihlere dayandığını göstermektedir (Nene, 2002). Günümüzde de tohumlar yine ekim öncesinde çeşitli uygulamalara tabi tutulmakta ve bu uygulamalar "priming" ya da "tohum hazırlığı" terimleri ile anılmaktadır.

PRİMİNG (TOHUM HAZIRLAMA) TEKNİKLERİ

Heydecker (1973) "Seed Priming" terimini ortaya çıkaran kişi olarak literatüre geçmiştir. Tohum hazırlama (seed priming), çimlenmeden önce tohum içindeki çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler olayları uyararak, daha yeknesak ve hızlı çimlenmeyi sağlayan uygulamalara verilen

genel bir terimdir. Tohum ön hazırlığı için yapılan uygulamalar ile tarla koşullarında ekimden önce tohum kalitesinin iyileştirilebildiği, çimlenme sonrası çeşitli streslerle mücadele edebilecek sağlam ve kuvvetli fidelerin elde edildiği yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Ayrıca, tohumlara priming uygulamalarının olumlu etkileri bitki büyüme süreci boyunca gözlemlenebilmektedir. Bu çalışmada, şimdiye kadar yapılan araştırmalar incelendiğinde ön uygulamalar ile tohum hazırlık teknikleri (Priming teknikleri) sekiz gruba ayrılmıştır (Şekil 1). Bunlar; 1. Tohumların saf suda ıslatılmasına dayanan **hidro-priming** tekniği olup tohumlar uygulama sonrasında orijinal nem içeriğine ulaşmaya kadar yeniden kurutulur. Ucuz ve çevre dostu olan bu teknikte astar maddesi olarak ilave kimyasal madde kullanılmamaktadır (Taylor ve ark., 1998); 2. **Ozmo-priming** tekniği tohumların tuzlu su çözeltisinde bekletilmesine dayamaktadır. Tuzlu çözeltilerin su potansiyeli düşük olduğundan suyun tohuma yavaş yavaş girmesini sağlamak ve bu da sürekli tohumda emilime ve aktivasyona izin vermektedir. Bu yöntem çimlenme süresini kısaltmaktadır ancak

radikula oluşumunu sınırlamaktadır (Di Girolamo ve Barbanti, 2012); 3. **Kati-matriks priming** tekniği, tohumların ıslak katı su taşıyıcı ile karıştırılarak belirli bir süre inkübasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Yavaş emilim için az miktarda su ile birlikte çözünmeyen katı matriks kum, kil, odun kömürü, turba yosunu, diatomlu toprak ve vermikülit içinde tohum inkübasyonu ile gerçekleştirilir (Chakraborty ve Dwivedi, 2021). Daha sonra tohumlar matriksten ayrılır, yıkanır ve tekrar kurutulur. Katı ortamın kullanılması tohumların kademeli olarak sağlamakta ve toprakta ortaya çıkan doğal emilim sürecini teşvik etmektedir (Kanwar ve Mehta 2017; McDonald, 2000); 4. **Hormo-priming** tekniği, tohum metabolik süreçleri üzerinde doğrudan etkiye sahip olabilen bitki büyüme düzenleyicilerinin tohumlara emilimi ile astarlama yapılmaktadır. Hormoprime'de sıklıkla kullanılan büyüme düzenleyiciler absisik asit, oksinler, gibberellinler, kinetin, etilen, poliaminler, jasmonik asit, salisilik asit olarak sıralanabilir (Galhaut ve ark., 2014); 5. **Kemo-priming** tekniği ise farklı kimyasallarla tohum muamelesini kapsar.



Şekil 1. Tohumlara uygulanan priming teknikleri.
Figure 1. Priming techniques applied to seeds.

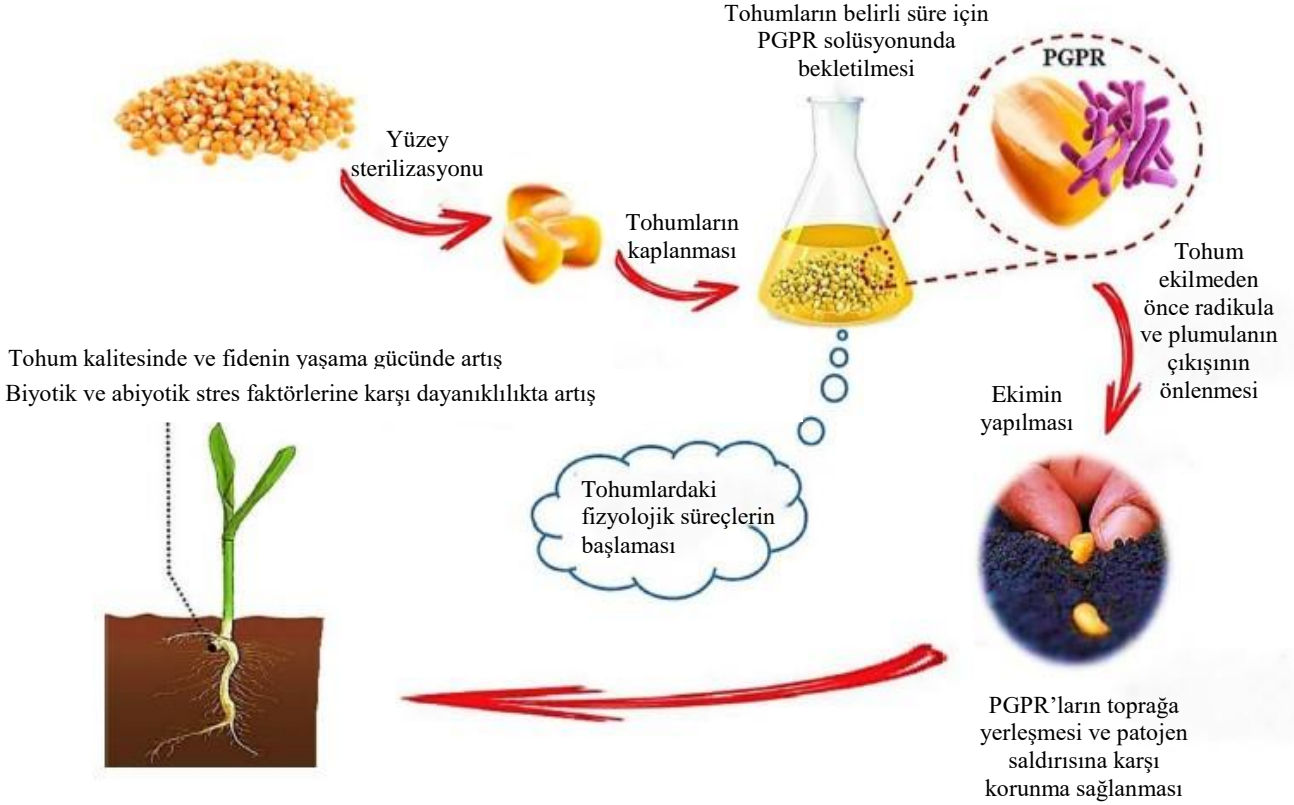
Bu uygulamada hem doğal hem de sentetik olan pek çok kimyasal ajan tohum astarlama işlemleri için kullanılmaktadır. Bu teknikte priming ajanları olarak antioksidanlar (askorbik asit, glutatyon, tokoferol, melatonin ve prolin), hidrojen peroksit, sodyum nitroprussid, üre, mannoz, selenyum, kitosan, fungusitler vb. yer almaktadır (Patade ve ark., 2012). 6. **Nutri-priming**, tohumların saf su yerine sınırlı besin içeren solüsyonlarla uygulama gördüğü tekniktir. Bu teknik ile tohum kalitesini, çimlenme parametrelerini ve fide oluşumunu arttırmak için besinsel maddelerin tohum astarlaması için kullanılmasını ifade etmektedir. (Farooq ve ark., 2012); 7. **Nano-priming** tekniğinde ise spesifik nano parçacıklarla tohumlar kaplanmaktadır. Nanoprimering yöntemi, maliyetleri düşüren ve nanomalzemelerin çevre zarar riskini azaltan, çimlenme ve bitki gelişimi üzerinde olumlu etkileri olan bir tekniktir (Khan ve ark., 2021); 8. **Biyo-priming**, fungal veya bakteriyel biyokontrol ajanı ya da tohumun bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) inokulasyonu ile gerçekleştirilen bir priming tekniğidir (Callan ve ark., 1990).

BİYO-PRİMİNG UYGULAMALARI VE ETKİ MEKANİZMALARI

Tohum hazırlığının diğer bir ifade ile seed-priming tekniğinin ortaya çıkışından bu yana, tohum ön uygulamaları üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu uygulamalar artık tarımsal üretimde geç ekimde güçlü bir bitki gelişimi elde etmek gibi amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. McDonald (2000) tarafından tanımlandığı gibi, tohum hazırlama işlemi, tohumların priming uygulama ajanını içeren solüsyonda bekletilmesi ve ardından tohumların yeniden kurutulup toprağa ekimine dayanmaktadır (Şekil 2). Biyo-priming uygulaması, tohumdaki bakteriyel inokulasyon ve kolonizasyon için ideal koşulları yaratmaktadır (McQuilken ve ark., 1998). Abuamsha ve ark. (2011) tohumların belirli bir süre boyunca bakteri süspansiyonuna daldırılmasıyla bakterilerin tohumun içerisine nüfuzunun sağlandığını ve bu uygulamanın biyo-priming olarak tanımlandığını bildirmiştir. Reddy

(2013) biyo-priming tekniğini, tohumları hastalık etmenlerine karşı korumak için tohumlara faydalı bakteri uygulaması ve bunların hidrasyonu olarak tanımlamıştır. Anitha ve ark. (2013), tohumların bakteriyel süspansiyona daldırılması ile tohumlar ekildikten sonra tohumları aktive ederek, plumula ve kökçük oluşumunun teşvik edildiğini ve çimlenme için gereken sürenin kıaldığını rapor etmişlerdir. Havuç (Jensen ve ark., 2002), tatlı mısır (Callan ve ark., 1990) ve domates (Harman ve Taylor, 1988; Legro ve Satter, 1995; Warren ve Bennett, 1999) gibi ürünlerde rizosfer bakterilerin kullanımı ile biyo-priming uygulamalarının olumlu etkilerini bildiren çalışmalar mevcuttur. Biyolojik ajanların tohumda yaşamlarını sürdürebilmeleri, uygulamanın uzun vadede etkinliğini artırırken paralelinde bitki büyümesini ve verimi de arttırdığı rapor edilmiştir (Harman ve ark., 1989; Callan ve ark., 1990; Warren ve Bennett, 1999).

Biyo-priming uygulamalarında çoğunlukla PGPR'ler kullanılmaktadır (Glick, 2012; Noel ve ark., 1996; Verma ve ark., 2001). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler (PGPR) ile biyo-priming uygulaması sonucunda tohumda ekim öncesinde dahi spermosferde bakterilerin çoğalmaya devam edebildiği (Taylor ve Harman, 1990) ve uygulama görmüş tohumlarda eşit zamanda çimlenmeyi ve bunun yanı sıra daha iyi bir bitki büyümesini teşvik ettiği belirlenmiştir (Moeinzadeh ve ark., 2010). Bio-priming için kullanılan *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Enterobacter*, *Mikrobakteri*, *Pseudomonas* ve *Serratia* cinslerine ait PGPR'ler, fosfor çözücü organik anyonlar, protonlar, hidroksil iyonları, karbondioksitin yanında kaya kristalini çözebilen fosfataz enzimlerini de üretebilmektedirler. PGPR'ler fosfataz gibi hücre dışı enzimleri salarak fosforun çözünmesini sağlar ve bitkinin kullanımına hazır hale getirir (Zaidi ve ark., 2009; Glick, 2012; Imriz ve ark., 2014; Imriz ve ark., 2020). Kullanılan bazı PGPR'ler, kayadaki potasyumu doğrudan çözebilen veya silikonu şelatlayan organik asitler (sitrik asit, tartarik asit ve oksalik asit) üretirler ve bunlar ile potasyumu harekete geçirerek bitkiler tarafından kolaylıkla kullanımını sağlayabilmektedir (Sheng ve He, 2006).



Şekil 2. Bio-priming ile tohumlara PGPR uygulaması [Mitra ve ark. (2021)'den uyarlanmıştır].
Figure 2. PGPR application to seeds with bio-priming [Adapted from Mitra *et al.*, (2021)].

Tohuma yapılan PGPR uygulamaları ile proteinlerin, hormonların, fenol ve flavonoid bileşiklerin arttığı, bitki büyümesinin hızlandığı ve verimin yükseldiğine dair bilgiler pek çok çalışmada belirtilmiştir. Çeşitli ürünlerde PGPR ile biyo-priming uygulaması sonucunda oksin, sitokinin, giberellin vb. gibi büyüme hormonlarının oranında çoğalma olduğu ve buna bağlı olarak sürgün ve kök uzamasında artış olduğu kaydedilmiştir (Noel ve ark., 1996; Glick, 2012; Miljakovic ve ark., 2022). Biyo-priming uygulanan tohum ve fidelerde meydana gelen iyi yöndeki değişimler, uygulama göremeyen tohumlara kıyasla daha yüksek olarak bulunmuştur (Deshmukh ve ark., 2020).

PGPR ile tohum biyo-priming uygulamasından sonra çeşitli büyüme aşamalarında toplam protein

içeriği ve serbest amino asit içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir (Aishwath ve ark., 2012; Ahmed ve ark., 2014; Warwate ve ark., 2017.). Bunun yanında, biyo-priming için kullanılan PGPR'lerin, bitkilerde farklı büyüme aşamalarındaki belirli fenolik maddelerin üretimini artırdığı bildirilmiştir (Singh ve ark., 2003). Ayrıca, biyo-priming uygulaması görmüş tohumlarda mikrobiyal ajanlar tarafından üretilen siderofor üretimi sayesinde hastalık patojen gelişimleri engellendiği ve bitki büyümesinin desteklendiği çalışmalarda belirtilmiştir. Tohuma biyo-priming uygulaması aynı zamanda biyotik ve abiyotik strese karşı bitkide savunmayla ilgili enzimlerin (peroksidaz, süperoksit dismutaz, katalaz, kitinaz, amonyak liyazları vb.) üretimini de teşvik etmektedir (Chen ve Arora, 2013; Paparella ve ark., 2015). Biyokontrol ajanları ile tohum biyo-priminginin

bitkilerde uyarılmış sistemik dayanıklılığın teşvikinde de etkili olduğu tespit edilmiştir. Biyokontrol ajanlarının, özellikle de rizobakterilerin, çeşitli ürünlerde "Teşvik Edilmiş Sistemik Dayanıklılık" (ISR) adı verilen bir direnç mekanizmasını harekete geçirerek hastalık enfeksiyonunu baskılamada etkili olduğu bildirilmiştir (Van Loon ve ark., 1998). Van Peer ve ark. (1991), *Pseudomonas fluorescens* uygulamasıyla karanfilde *Fusarium* solgunluğu enfeksiyonunun azaltılabildiğini bildirmişlerdir. Karanfil sapına bakteri uygulaması ile *Fusarium* enfeksiyonundaki düşüşü, uyarılmış dayanıklılığa ve fitoaleksinlerin birikmesine bağlamışlardır. Benzer şekilde Wei ve ark. (1991), salatalıkta PGPR ile muamele edilen tohumların antraknoz hastalığını azaltıldığı ve PGPR'ın tohumlara uygulanmasının, salatalık bitkilerinin yapraklarında *Colletotrichum orbiculare*'nin neden olduğu antraknoz hastalığına karşı korunmasında sistemik dayanıklılığı tetiklediği sonucuna varmışlardır.

Bitki gelişimini teşvik eden mikroorganizmalar arasında yer alan aktinobakteriler uygunsuz çevresel koşulları (alkali ve asidik pH, yüksek sıcaklık, kuraklık) dahil olmak üzere çok farklı habitatlarda yaşamlarını sürdürebilmektedirler (Pepper ve Gentry, 2015). Bitki gelişimini destekleyen aktinomisetlerin çoğunlukla *Streptomyces* cinsine ait olduğu bilinmektedir. İpliksi büyüme ve sporlanma yetenekleri, bu cinse hem hayatta kalma hem de kolonizasyon açısından diğer mikroorganizmalara göre büyük bir avantaj sağlamaktadır (Viaene ve ark., 2016). *Streptomyces* ile tohum uygulamalarında spor süspansiyonları kullanılmaktadır (Djebaili ve ark., 2020). Ayrıca, *Streptomyces* ve diğer aktinobakterilerden elde edilen hücresiz süpernatantlar da (bakteri hücresinin bulunmadığı ancak bakterinin ürettiği bazı moleküllerin bulunduğu solüsyon) biyo-priming ajanı olarak başarıyla kullanılabilir (Mitra ve ark., 2023).

Bazı fungal biyo-kontrol ajanları, biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile mücadelede kullanılmaktadır. Mikoparazitik fungus olan

Trichoderma türlerinin çok çeşitli antagonistik aktivitesi mevcut olup, fungal hastalık etmenlerine ve nematodlara karşı başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Aynı zamanda yine tohumlara biyo-priming uygulaması için en yaygın kullanılan fungus olduğu bilinmektedir (Singh ve ark., 2004, Yeşilyurt ve ark., 2018). Bu fungal ajan ile biyo-priming uygulamalarında stres altındaki bitkilerin büyümesinde artış, (Shoresh ve ark., 2010); kuraklık, tuz ve sıcaklık gibi abiyotik bitki streslerine karşı sistemik direnç kazanımı (Çığ ve ark., 2022; Mansouri ve ark., 2010; Shoresh ve ark., 2010); toprakta organik maddenin ayrışması ile topraktaki hümik asidin artırılması; fosforu çözümlenerek toprakta hareketinin artması; azotun kullanıma hazır hale getirilmesi ve besin mevcudiyetinin artması (Singh ve ark., 2004) gibi bitkiye direk ve indirek olarak pek çok fayda sağladığı bildirilmiştir.

Simbiyotik yaşayan funguslar, *Acaulospora* sp., *Ambispora* sp., *Gigaspora* sp., *Glomus* sp., *Pacispora* sp. ve *Paraglomus* sp.'nin bitki besin alımı, bitki büyümesi ve özellikle kuraklık gibi abiyotik streslere karşı koymada önemli etkilerinin olduğu ortaya konmuştur. Ancak bu funguslar ile bazı bitkilerin tohumlarına biyo-priming uygulaması sonucunda fidelerin erken dönemlerindeki simbiyotik etkileşimin daha başarılı olduğu ileri sürülmüştür. Nitekim, *T. harzianum* Rifai T-22 ırkı ile muamele edilen domates tohumlarında, osmoz, tuzluluk, aşırı düşük ve yüksek sıcaklık gibi abiyotik stres faktörlerinin etkisinin azaldığı tespit edilmiştir (Mansouri ve ark., 2010).

BİTKİLERDE BİYOTİK VE ABİYOTİK STRESLERİN YÖNETİMİNDE BİYO-PRİMİNG UYGULAMALARI

Priming yöntemlerinden birisi olan biyo-priming uygulamaları aynı zamanda tohum çimlenme hızını ve homojenliğini artırırken tohumları toprak ve tohum kökenli patojenlere karşı da korumaktadır. Biyo-priming için antagonist mikroorganizmaların uygulanması, hastalık sorununun üstesinden gelmek için çevre dostu bir prosedür olarak kabul edilmektedir (Reddy, 2013). Ayrıca biyokontrol

ajanı olarak kullanılan bazı bakteriler çimlenme aşamasından sonra rizosferde yaşamına devam edebilmekte ve bitkinin hem doğrudan hem de dolaylı olarak lehine çalışabilmektedirler ki; bu özellikleri ile ürün bitkilerde sürdürülebilir bir koruma sağlayabilmektedirler (Callan ve ark., 1997).



Şekil 3. Bitkisel üretimde farklı PGPR uygulama yöntemleri ve bitkide etkileri.

Figure 3. Different PGPR application methods in crop production and their effects on the plant.

Şimdiye kadarki yapılan çalışmalar incelendiğinde PGPR'lerin çeşitli amaçlar doğrultusunda farklı uygulamalarının mevcut olduğu görülmektedir (Şekil 3). PGPR'lerin tohumlara biyo-priming ajanı olarak uygulanması, peletleme ve film

kaplama gibi diğer uygulamalara göre oldukça etkili bir hastalık yönetimi taktiği olduğu bildirilmiştir (Muller ve Berg, 2008). Bu canlı organizmalar, oksinler, sitokinler, absisik asit ve gibberellinler gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin üretiminin yanı sıra çeşitli etkin moleküller ve ikincil metabolitler salgılamaktadırlar. Bu gibi aktiviteler bio-priming yöntemine uygundur ve bitkide biyotik strese karşı direnç sağlar (Audenaert ve ark., 2002; Singh ve ark., 2020). Raj ve ark. (2004), inci darısı (*Pennisetum glaucum* L.) tohumlarının *Pseudomonas* spp. ile biyo-priming konusunu araştırmışlar ve mikroorganizmaların bitkinin büyümesini ve hastalığa karşı direncini artırmaya yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Biyolojik olarak uygulama görmüş tohumlar, çimlenme oranını, kök uzunluğunu ve hacmini, yan kök sayısını artırarak bitkinin daha sağlıklı olmasına ve veriminin artmasına sebep olmaktadır (Chitra ve Jijeesh, 2021). PGPR ile biyo-priming uygulamasıyla fide gelişiminde artış meydana gelmiş ve bitki büyümesinde önemli etkilerinin olduğu ortaya konmuştur (Fiodor ve ark., 2023). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda biyo-priming yalnızca abiyotik stres faktörleri ile mücadele etmek için değil aynı zamanda biyotik stres faktörlerine karşı da başarılı bulunmuştur. Bu çalışmalardan bazıları Çizelge 1 ve 2'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Abiyotik stres toleransında biyo-priming uygulamalarının rolü [Mahmood ve ark. (2016) 'dan uyarlanmıştır].
Table 1. The role of biopriming practices in abiotic stress tolerance [Adapted from Mahmood et al. (2016)].

Bakteri Türü	Etki Mekanizması	Bitki	Stres toleransındaki rolü	Referans
<i>Enterobacter cloacae</i>	Metabolik aktivitelerin artırılması	Buğday	Tuzluluk toleransı	Singh ve ark. (2017)
<i>Bacillus pumilus</i> , <i>B. furmus</i>	ACC-deaminaz aktivitesi, IAA üretimi, fosfatı çözündürme, fitik asit mineralizasyonu, siderofor üretimi	Patates	Tuzluluk, kuraklık, ağır metal stresi toleransı	Gururani ve ark. (2012)
<i>Bacillus cereus</i>	Fosfat çözünürlüğü, IAA, katalaz, proteaz, kitinaz ve siderofor üretimi, nitratı indirgeme, nişastanın hidrolizi	Pirinç, maş fasulyesi, nohut	Tuzluluk toleransı	Chakraborty ve ark. (2011)
<i>Agrobacterium rubi</i> , <i>Burkholderia gladii</i> , <i>P. putida</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. megaterium</i>		-	Tohum çimlenmesinde iyileşme, tuzluluk toleransı	Kaymak ve ark. (2009)

Çizelge 2. Biyotik stres toleransında biyo-priming uygulamalarının rolü [Mahmood ve ark. (2016) 'dan uyarlanmıştır].
Table 2. The role of biopriming practices in biotic stress tolerance [Adapted from Mahmood et al. (2016)].

Bakteri Türü	Bitki	Stres toleransındaki rolü	Referans
<i>Trichoderma harzianum</i>	Mısır	<i>Fusarium verticillioides</i> ve fumonisins toleransı	Chandra Nayaka ve ark. (2010)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Ayçiçeği	<i>Alternaria</i> yanıklığına karşı tolerans	Rao ve ark. (2009)
<i>Clonostachys rosea</i>	Havuç	<i>Alternaria dauci</i> ve <i>A. radicina</i> 'ya karşı tolerans	Jensen ve ark. (2004)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	İnci darısı	Mildiyö hastalığına karşı tolerans	Raj ve ark. (2004)
<i>Pseudomonas aureofaciens</i>	Tatlı mısır	<i>Pythium ultimum</i> 'a karşı tolerans	Callan ve ark. (1990)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Tatlı mısır	Çökerten hastalığına karşı tolerans	Callan ve ark. (1990)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tohumlara biyo-priming uygulaması, ürünün performansını ve verimliliği artırmak için umut verici ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu yenilikçi teknik, faydalı mikroorganizmaların veya bunların biyoaktif bileşiklerinin tohumlara uygulanmasını ve tohum ile mikroorganizma arasında simbiyotik bir ilişkinin desteklenmesini sağlamaktadır. Tohumlara biyo-priming uygulaması, daha iyi çimlenme oranı, daha gelişmiş fide gücü ve çeşitli stres faktörlerine karşı daha yüksek tolerans oluşturma gibi çeşitli avantajları beraberinde getirmektedir. Çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde biyo-priming uygulamasının tohumlarda etkili bir şekilde kullanılabileceği araştırmacılar tarafından ortaya konduğu görülmektedir. Biyo-priming, kuraklık, tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerinin yanı sıra çeşitli toprak kökenli hastalıklara karşı iyi bir kontrol sağladığından kimyasallara alternatif biyolojik bir ürün olarak başarıyla kullanılabilmesi öngörülmektedir.

Tohumlara biyo-priming uygulamasıyla, verim artışlarının yanı sıra tarımdaki kimyasal girdilerin azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir. Tohum uygulamalarında faydalı mikroorganizmaların kullanılması, organik ve sürdürülebilir tarım yöntemlerine yönelik artan talebe uyum göstermekte ve bu talebi karşılamaktadır. Bununla birlikte, çok sayıda çalışmada gözlemlenen umut verici sonuçlara rağmen, tohumlara biyo-priming uygulamasının etkinliğinin, bitki türleri, çevre koşulları ve kullanılan spesifik mikrobiyal türler gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Sürekli araştırma ve geliştirme,

farklı mahsul ve bölgeler için formülasyonları ve uygulama yöntemlerini optimize etmek uygulamanın etkinliği açısından çok önemlidir. Bunlara ek olarak, PGPR'ler ile fito-stimülasyonda biyo-priming uygulamasının rolünün daha iyi anlaşılması için biyokimyasal, proteomik ve transkriptomik analizler gibi daha detaylı ve yenilikçi çalışmalara ihtiyaç olduğu ortadadır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde çalışmaların az olduğu diğer bir konu da biyo-priming uygulamasının maliyeti ile ilgili çalışmalar olduğu gözlenmiştir. Bu konuya yönelik çalışmaların artırılmasına ihtiyaç duyulmakla birlikte, tekniğin çeşitli bitkilerde etkinliği ve uygulanabilirliği de araştırılmalıdır.

Özetle, tohum biyo-priming uygulaması modern tarımda büyük bir potansiyele sahiptir ve ürün performansının iyileştirilmesi için sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir tekniktir. Bitkisel üretimde çeşitli fungal veya bakteriyel mikroorganizmaların biyopriming ajanları olarak biyo-gübre ya da biyo-pestisit uygulamalarında pekçok yönden faydalı olacağına dair herhangi bir şüphe olmadığı görülmektedir. Teknoloji ilerledikçe ve bitki-mikroorganizma üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, tohumlara biyo-priming uygulaması, gıda güvenliğinin sağlanmasında, daha dayanıklı ve sürdürülebilir bir tarımsal geleceğin desteklenmesinde önemini giderek daha da artabileceği kanaatine varılmıştır. Kısacası, biyo-priming tekniğinin hemen hemen tüm tahıl, bakliyat, sebze, bahçecilik ve orman ürünlerinde uygulaması kolay, doğa dostu, biyotik ve abiyotik stres faktörlere karşı entegre mücadelenin önemli bir bileşeni olma yolunda gelecek vadeden bir teknik olduğu düşünülmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abuamsha, R., M. Salman, and R. Ehlers. 2011. Improvement of seed bio-priming of oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) with *Serratia plymuthica* and *Pseudomonas chlororaphis*, *Biocontrol Science and Technology*, 21:(2): 199-213, doi: 10.1080/09583157.2010.537311
- Ahmed, R.S., S.A. Mohamed, M.A. Abd, and A. Khalid. 2014. Potential impacts of seed bacterization or salix extract in faba bean for enhancing protection against bean yellow mosaic disease. *Nature and Science* 12: 213–215.
- Aishwath, O.P., G. Lal, K. Kant, Y.K. Sharma, S.F. Ali, and Naimuddin. 2012. Influence of biofertilizers on growth and yield of coriander under typical haplustepts. *International Journal of Seed Spices* 2, 9–14.
- Akinsemolu, A. A. 2018. The role of microorganisms in achieving the sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 182: 139-155. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.081
- Anitha D., T. M. Vijaya, N. V. Reddy, N.V. Pragathi, and K.C. Mouli, 2013. Microbial endophytes and their potential for improved bioremediation and biotransformation: a review. *Indo. Am. J. Pharmaceutical Res.* 3:6408–6417.
- Audenaert, K., T. Pattery, P. Cornelis, and M. Höfte. 2002. Induction of systemic resistance to *Botrytis cinerea* in tomato by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2: role of salicylic acid, pyochelin, and pyocyanin. *Mol. Plant Microbe Interact.* 15: 1147–1156.
- Callan, N.W., D.E. Marthre, and J. B. Miller. 1990. Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* pre emergence damping-off in sh-2 sweet corn. *Plant Disease* 74: 368–372.
- Callan, N.W., D.E. Mathre, J.B. Miller, and C. S. Vavrina. 1997. Biological seed treatments: factors involved in efficacy. *Horticultural Science* 32: 179–183.
- Chakraborty U., S. Roy, A. P. Chakraborty, P. Dey, and B. Chakraborty. 2011. Plant growth promotion and amelioration of salinity stress in crop plants by a salt-tolerant bacterium. *Rec Res Sci Technol.* 3:61–70.
- Chakraborty, P., and P. Dwivedi. 2021. Seed Priming and Its Role in Mitigating Heat Stress Responses in Crop Plants. *J Soil Sci Plant Nutr* 21: 1718–1734. Available at <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00474-4>.
- Chandra Nayaka, S., S.R. Niranjana, A.C. Uday Shankar, S. Niranjanraj Raj, M.S. Reddy, H.S. Prakash, and C.N. Mortensen. 2010. Seed biopriming with novel strain of *Trichoderma harzianum* for the control of toxigenic *Fusarium verticillioides* and fumonisins in maize Archives of Phytopathology and Plant Protection 43: 264–282. doi: 10.1080/03235400701803879
- Chen, K., and R. Arora. 2013. Priming memory invokes seed stress-tolerance. *Environmental Experimental Botany* 94: 33–45.
- Chitra, P., and C. M. Jijeesh. 2021. Biopriming of seeds with plant growth promoting bacteria *Pseudomonas fluorescens* for better germination and seedling vigour of the East Indian sandalwood. *New For.* 1–13.
- Cohen-Shacham, E., G. Walters, C. Janzen, and S. Maginnis. eds. 2016. *Naturebased Solutions to Address Global Societal Challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. pp. 97. ISBN: 978-2-8317-1812-5.
- Çiğ, F., M. Erman, B. İnal, H. Bektaş, M. Sonkurt, M. Mirzapour, and M. Ceritoğlu. 2022. Mitigation of drought stress in wheat by bio-priming by PGPB containing ACC deaminase activity. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (1): 51-57.
- Deshmukh, A. J., R. S. Jaiman, R. P. Bambharolia, and V. A. Patil. 2020. Seed biopriming– A review. *International Journal of Economic Plants.* 7(Feb, 1), 038–043. Retrieved from <https://ojs.pphouse.org/index.php/IJEP/article/view/4623>
- Di Girolamo, G., and L. Barbanti. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian Journal of Agronomy* 7: 8–18.
- Djebaili, R., M. Pellegrini, M. Smati, M. Del Gallo, and M. Kitouni. 2020. Actinomycete strains isolated from saline soils: plant-growth-promoting traits and inoculation effects on *Solanum lycopersicum*. *Sustainability* 12: 4617. <https://doi.org/10.3390/su12114617>.
- Farooq, M., A. Wahid, and K. H. M. Siddique. 2012. Micronutrients application through seed treatments – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12: 125–142.
- Fiodor A., N. Ajjah, L. Dziewit, and K. Pranaw. 2023. Biopriming of seed with plant growth-promoting bacteria for improved germination and seedling growth. *Front. Microbiol.* 14:1142966. doi: 10.3389/fmicb.2023.1142966
- Galhaut, L., A. Lespinay, D. J. Walker, M. P. Bernal, E. Correal, and S. Lutts. 2014. Seed priming of *Trifolium repens* L. improved germination and early seedling growth on heavy metal-contaminated soil. *Water Air Soil Pollution* 225: 1–15.
- Glick, B.R. 2012. *Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications*. Hindawi Publishing Corporation, Scientifica, 1–15.
- Gururani, M. A., C. P. Upadhyaya, R. J. Strasser, Y. J. Woong, and S. W. Park. 2012. Physiological and biochemical responses of transgenic potato plants with altered expression of PSII manganese stabilizing protein. *Plant Physiol. Biochem.* 58: 82–194. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.07.003>.
- Harman, G. E., A. G. Taylor, and T.E. Stasz. 1989. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and solid matrix priming to improve biological seed treatments. *Plant Disease* 73:631–637.

- Harman, G. E., and A. G. Taylor. 1988. Improved seedling performance by integration of biological control agents at favorable pH levels with solid matrix priming. *Phytopathology* 78:520-525.
- Heydecker, W. 1973. Glossary of terms. In *Seed Ecology* (W. Heydecker, ed.). Butterworths, London, p.553-557
- Imriz, G., F. Özdemir, I. Topal, B. Ercan, M. N. Tas, E. Yakışır, and O. Okur. 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR)' in rolü ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi* TR. 12: 2 Syf: 1-19.
- Imriz, G., F. Özdemir, M. S. Karaca, M.N. Tas, I. Topal, and B. Ercan. 2020. Biological control potential of rhizosphere bacteria with ACC-deaminase activity against *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) in wheat, *Zemdirbyste-Agriculture*", 107:2.
- Jensen, B., F. V. Povlsen, and I. M. B. Knudsen. and D. Funck. 2002. Combining microbial seed treatment with priming of carrot seeds for control of seed borne *Alternaria* spp. In: Elad Y, Freeman S, Monte E (Eds). *Biocontrol Agents: Mode of Action and Interaction with Other Means of Control*. Cited in IOBCWPRS Bulletin 24, Dijon: INRA. 197–201.
- Jensen, B., I. M. B. Knudsen, M. Madsen. and D. F. Jensen.. 2004. Biopriming of infected carrot seed with antagonist, *Clonostachys rosea*, selected for control of seedborne *Alternaria* spp. *Phytopathology*. 94:551–60.
- Kanwar, R., and D. K. Mehta. 2017. Studies on solid matrix priming of seeds in bitter melon (*Momordica charantia* L.). *J Appl Nat Sci* 9:395–401.
- Kaymak, H. C., I. Güvenç, F. Yaralı, and F. Dönmez. 2009. The effects of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds under saline conditions. *Turkish J Agr Forest*. 33 (2):173–9.
- Khan, M. N., Y. Li, Z. Khan, L. Chen, J. Liu, J. Hu, H. Wu, and Z. Li. 2021. Nanoceria seed priming improves salt tolerance in rapeseed through modulating ROS homeostasis and α -amylase activities *J Nanobiotechnology*, pp. 1-19
- Kumari, P., M. Meena, P. Gupta, M. K. Dubey, G. Nath, and R. S. Upadhyay. 2018. Plant growth promoting rhizobacteria and their biopriming for growth promotion in mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16: 163-171.
- Legro, B., and H. Satter. 1995. Biological control of Pythium through seed coating and seed priming with Trichoderma. In: Bradford K, Hartz T (eds). *Monterey Proceedings of the 4th National Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*, Monterey, California, 235–7.
- Mahmood, A., O. C. Turgay, M. Farooq, and R. Hayat. 2016. Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review, *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 92, Issue 8, fiw112, <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw112>
- Mansouri, F., T. Bjorkman, and G. E. Harman. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic and physiological stress in germinating seed and seedling. *Phytopathology* 100, 1213–1221.
- McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In: Black, M., Bewley, J.D. (eds). *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield, Sheffield Academic Press, 287–325.
- McQuilken, M. P., D. J. Rhodes, and P. Halmer. 1998. Application of microorganisms to seeds. In: Burges HD (ed). *Formulation of Microbial Biopesticides, Beneficial Microorganisms, Nematodes and Seed Treatments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 255–85.
- Miljakovic, D., J. Marinkovic, G. Tamindžic, V. Dordevic, B. Tintor, D. Milošević, M. Ignjatov, and Z. Nikolic. 2022. Bio-Priming of soybean with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bacillus megaterium*: Strategy to improve seed germination and the initial seedling growth. *Plants*, 11, 1927.
- Mitra D., M. Pellegrinib, A. N. Olatunbosunc, R. Mondald, M. Del Gallob, S. Chattaraja, D. Chakrobortye, A. Priyadarshinif, B. Khoshrug, B.E.G. Sierrah, S. de los Santos-Villalobosi, A. Senapatif, R. Djebailib, P.K. Das Mohapatraa, and P. Panneerselvamf. 2023. Seed Priming with microbial inoculants for enhanced crop yields.. pp. 99–123. In: V. K. Sharma, A. Kumar, M. R. Z. Passarini, S. Parmar, V. Kumar Singh (Eds.). *Microbial Inoculants*. Academic Press, Elsevier, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99043-1.00016-5>
- Mitra, D., R. Mondal, B. Khoshru, S. Shadangi, P. K. D. Mohapatra, and P. Panneerselvam. 2021. Rhizobacteria mediated seed bio-priming triggers the resistance and plant growth for sustainable crop production. *Curr. Res. Microbial Sci.* 2: 100071. doi: 10.1016/j.crmicr.2021.100071
- Moeinzadeh, A., F. Sharif-Zadeh, M. Ahmadzadeh, and F. Tajabadi. 2010. Biopriming of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed with 'Pseudomonas fluorescens' for improvement of seed with *Pseudomonas fluorescens* for improvement of seed invigoration and seedling growth." *Australian Journal of Crop Science* 4 (2010): 564-570.
- Muller, H., and G. Berg. 2008. Impact of formulation procedures on the effect of the biocontrol agent *Serratia plymuthica* HRO-C48 on *Verticillium* wilt in oilseed rape. *BioControl* 53: 305–316.
- Nene, Y. L. 2002. Modern Agronomic Concepts And Practices Evident In Kautilya's Arthashastra (c. 300 BC). *Asian Agri-History* 6 (3): 231-242.
- Noel, T.C., C. Sheng, C.K. Yost, R.P. Pharis, and M.F. Hynes. 1996. *Rhizobium leguminosarum* as a plant growth promoting rhizobacterium: direct growth promotion of canola and lettuce. *Canadian Journal of Microbiology* 42, 279–283.

- Paparella, S., J.S.S. Arau, G. Rossi, M. Wijayasinghe, D. Carbonera, and A. Balestrazzi. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reproduction* 34: 1281–1293.
- Patade, V.Y., D. Khatri, K. Manoj, M. Kumari, and Z. Ahmed. 2012. Cold tolerance in thiourea primed capsicum seedlings is associated with transcript regulation of stress responsive genes. *Molecular Biology Reports* 39: 10603–10613.
- Pepper, I.L., and T.J. Gentry. 2015. Earth environments. pp. 59–88. *In: Environmental Microbiology*. Elsevier., <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00004-1>.
- Raj, S.N., N.P. Shetty, and H.S. Shetty. 2004. Note: Proline— an inducer of resistance against pearl millet downy mildew disease caused by *Sclerospora graminicola*. *Phytoparasitica*. 32:523–7.
- Rao, M.S., N. Ramachandran, and D.S. Sowmya. 2009. Biological control of nematode induced disease complex in certain vegetable crops. Abstracts of International Conference on Horticulture. Bangalore, India, 213.
- Reddy, P. P. 2013. Bio-priming of seeds. *In: P.P. Reddy, (Ed.), Recent Advances in Crop Protection*. India, Springer, 83–90.
- Rejeb, I.B., V. Pastor, and B. Mauch-Mani. 2014. Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. *Plants*, 3(4): 458–475.
- Sheng, X.F., and L.Y. He. 2006. Solubilization of potassium-bearing minerals by a wildtype strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. *Canadian Journal of Microbiology* 52: 66–72.
- Shoresh, M., G.E. Harman, and F. Mastouri. 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology* 48: 21–43.
- Singh, R.P., A. Runthala, S. Khan, and P.N. Jha. 2017. Quantitative proteomics analysis reveals the tolerance of wheat to salt stress in response to *Enterobacter cloacae* SBP-8. *PLoS One* 12 (9), e0183513.
- Singh, S., U.B. Singh, D. Malviya, S. Paul, P.K. Sahu, M. Trivedi, and A.K. Saxena. 2020. Seed bioprimering with microbial inoculant triggers local and systemic defense responses against *Rhizoctonia solani* causing banded leaf and sheath blight in maize (*Zea mays* L.). *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17 (4): 1396.
- Singh, U.P., B.K. Sarma, and D.P. Singh. 2003. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and culture filtrate of *Sclerotium rolfsii* on phenolic and salicylic acid contents in chickpea (*Cicer arietinum*). *Current Microbiology* 46: 131–140.
- Singh, U.S., N.W. Zaidi, D. Joshi, D. Jones, T. Khan, and A. Bajpai. 2004. *Trichoderma*: a microbe with multifaceted activity. *Annual Review of Plant Pathology* 3: 33–75.
- Taylor, A.G., and G.E. Harman. 1990. Concept and technologies of selected seed treatments. *Ann Rev Phytopathol* ;28:321–39.
- Taylor, A.G., P.S. Allen, M.A. Bennett, J.K. Bradford, J.S. Burris, and M.K. Mishra. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research* 8: 245–256.
- Van Loon, L.C., P.A.H.M. Bakker, and C.M.F. Pieterse. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 36: 453–483.
- Van Peer, R., G.J. Niemann, and B. Schippers. 1991. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. Strain WCS417r. *Phytopathology* 91: 728–734.
- Verma, A., K. Kukreja, D.V. Pathak, S. Suneja, and N. Narula. 2001. In vitro production of plant growth regulators (PGRs) by *Azorobacter chroococcum*. *Indian Journal of Microbiology* 41: 305–307.
- Viaene, T., S. Langendries, S. Beirinckx, M. Maes, and S. Goormachtig. 2016. *Streptomyces* as a plant's best friend? *FEMS Microbiol. Ecol.* 92, fiw119. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw119>.
- Warren, J.E., and M.A. Bennett. 1999. Bio-osmopriming tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds for improved stand establishment. *Seed Sci Technol*; 27:489–99.
- Warwate, S.I., U.K. Kandoliya, N.V. Bhadja, and B.A. Golakiya. 2017. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on biochemical parameters of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seedling. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6: 1935–1944.
- Wei, G., J.W. Kloepper, and S. Tuzun. 1991. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 8: 1508–1512.
- Yeşilyurt, A.M., N. Pehlivan, N. Durmuş, and A.S. Karaoğlu. 2018. *Trichoderma citrinoviride*: A potent bioprimering agent for the alleviation of salt stress in maize. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 46 (1) : 101–111.
- Zadoks, J.C. 2013. Crop protection in medieval agriculture. *Studies in pre-modern organic agriculture*. Leiden: Sidestone. p. 333. ISBN 9789088901874.
- Zaidi, A., M.S. Khan, M. Ahemad, and M. Oves. 2009. Plant growth promotion by phosphate solubilizing bacteria. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 56: 263–284.

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, başvuru dilekçesi ile birlikte ANADOLU Yayın Kuruluna elektronik ortamda etae@tarimorman.gov.tr, anadoludergisi@tarimorman.gov.tr veya anadolu.etae@gmail.com mail adreslerine gönderilmesi gerekmektedir.
5. Yazarlar, posta ile gönderilen başvuru dilekçelerinde ekli araştırma 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. Anadolu'da yayımlanmayan makaleler iade edilmez.
6. Makalenin işleme konulduğu, makale numarası ile birlikte üç gün içinde yazara e-posta yoluyla bildirilir.
7. **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 kapsmalıdır.

ÖZ (ABSTRACT): 200 kelimeyi geçmemeli, literatür bildirişi ve şekil içermemeli, Türkçe ve İngilizce olarak yazılmalı, makalenin içeriğini yansıtan anahtar kelimeleri kapsmalıdır. 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

8. 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.

9. 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.
10. Yazar isimlerinin altına adres bilgileri, ORCID'leri ve sorumlu yazarın e-posta adresi verilmelidir.
11. Makale A4 kağıdına yazılmalı, marjin 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.
12. Makalede yer alan cins ve türlerin bilimsel isimleri ile Latince kelimeler italik olmalıdır.
13. Literatür listesi makalenin en sonunda yer alır. Listedeki literatürler alfabetik sırada "yazar-tarih" sistemine göre verilmelidir. Numaralama kullanılmamalıdır. Aynı yazarla başlayan tek yazarlı makale çok yazarlı makaleden önce yer almalıdır. Aynı yazarların yer aldığı makaleler metinde ve literatür listesinde tarih sırasına göre, aynı yazarların aynı yılda yaptığı birden fazla makale için ise yılın yanına "a", "b" gibi harf konur. Makale metninde ikiden fazla yazarlı literatürlerde sadece ilk yazar ismi belirtilir ve bunu "ve ark." ile "tarihi" takip etmelidir. Bilimsel kitap adının tüm kelimelerinin baş harfleri, kitap bölümünün adı veya literatür bir makaleden alıntı ise; sadece ilk kelimesi büyük harf olmalıdır. Bir kuruluşun yayını, yayın numarasıyla yazılmalı, diğer kitaplar için basıldığı matbaa adı ve şehri belirtilmelidir. Literatür listesinde her literatürün ilk satırını izleyen satırlar 1 cm içeri çekilmelidir. Makale içindeki atıflarda da "yazar-tarih" sistemi kullanılmalıdır. Birden çok kaynağa aynı anda atıf yapılacaksa yayımlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Dergi adları ve kısaltmalar Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>)'a göre yapılmalıdır. Yazarlar referansların ya da literatürlerin doğruluğundan sorumludur.

Makalede yer alan literatür bildirişleri aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Kongre, sempozyum veya seminer

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. pp. 250-255. *In*: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.

Arslanoğlu, F. ve İ. 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.

Kıttıkı, 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.

14. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak isimlendirilmelidir.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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 ‡, §, #, ¥, J vb. semboller kullanılır.

19. 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.

20. Yayıncının 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.

21. Dergiye gönderilen yazıların Anadolu'da yayımlanıp, yayımlanamayacağı dört ay içerisinde yazara bildirilir.

22. Bir makalenin Anadolu'da yer alması, içeriğinin benimsendiği anlamını taşımaz ve bu konuda dergiye herhangi bir sorumluluk yüklenmez. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.

23. Yazarlara telif hakkı olarak herhangi bir maddi ödeme yapılmaz. Makale yazarına bir adet ayrı basım elektronik ortamda gönderilir. Basılı dergi ücrete tabidir.

24. Anadolu yazım kuralları Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nden veya web sitesinden temin edilebilir. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>).

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. ANADOLU encourages authors to prepare their articles according to publication policy of ANADOLU. Manuscript prepared by using MS Word must be submitted to the AARI directorate as e-mail attachment at etae@tarimorman.gov.tr, anadoludergisi@tarimorman.gov.tr or anadolu.etae@gmail.com is strongly encouraged.
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. The manuscripts are not sent back to the author if it is not published.
6. A manuscript number will be mailed to the corresponding author within three days when the article has been processed.
7. **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.
9. 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.
10. Present addresses, ORC-ID of authors' and e-mail of corresponding author should be written under author names.
11. 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.
12. Species, genus, and Latin names should be written in italic.
13. 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 " ; , " .

INTRODUCTION

MATERIALS AND METHODS

RESULTS AND DISCUSSION

CONCLUSIONS (If necessary)

ACKNOWLEDGEMENT (If necessary)

REFERENCES

8. 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.

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.*
- Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Book

- 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.

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.

Kıtık, 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 biyosistemik 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 plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

14. The graphics, pictures, maps etc. are named as "Figure" and the numerical values are presented as "Table".

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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>).

20. 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.

21. The corresponding author will be informed whether the manuscripts accepted or rejected within four months.

22. 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

23. 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.

24. Instruction to author of manuscript of ANADOLU can be obtained from the directorate and / or the web site (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>) of AARI.