

ISSN 1300-0225
e-ISSN 2667-6087

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

31

SAYI
NUMBER

1

2021

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

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

AMAÇ ve KAPSAM

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

ANADOLU is indexed by the following databases

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

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

DERGİ PARK (<http://dergipark.org.tr/anadolu>)
ETAE (AARI) (<http://arastirma.tarim.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>)
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. Ali PEKSÜSLÜ
Başkan Yardımcısı (Vice President) : Dr. Ertuğrul ARDA

YAYIN KURULU - EDITORIAL BOARD

Dr. Müge ŞAHİN Baş Editör ve Yayın Kurulu Başkanı
Editor-in-Chief and Head of Editorial Board

Dr. Neşe ADANACIOĞLU
Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL
Dr. Ceylan BÜYÜKKİLEÇİ
Neslihan ÖZSOY TAŐKIRAN
Dr. Seçil ALDEMİR

Telefon	: + 90 232 8461331 (Pbx)	Enstitü e-posta	: etae@tarimorman.gov.tr
Faks	: + 90 232 8461107	Dergi e-posta	: anadolu.etae@gmail.com anadoludergisi@tarimorman.gov.tr
Adres	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Cumhuriyet Mah. Çanakkale Asfaltı Cad. No: 138 P.K. 9 Menemen 35660 İZMİR		
Banka hesabı	: Ziraat Bankası Menemen Şubesi Hesap No: 8445877-5001 IBAN No: TR75 0001 0001 4608 4458 7750 01		
ETAE web sitesi	: http://arastirma.tarim.gov.tr/etae		
DERGİPARK-ANADOLU web sitesi	: http://dergipark.gov.tr/anadolu		
ETAE-ANADOLU web sitesi	: http://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/AnadoluDergisi		
ETAE-ANADOLU web yönetimi	: Öznur ÖZGÜR		
Basım yeri	: Meta Basım 87 Sokak No: 4/B Bornova - İZMİR		
Basım tarihi	: 15.06.2021		

ANADOLU

ISSN 1300-0225 / e-ISSN 2667-6087

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Bahçe Bitkileri / Horticulture

Prof. Dr. Uygun AKSOY
Prof. Dr. Ahmet ALTINDİŞLİ
Prof. Dr. Mirela Irina CORDEA
Prof. Dr. İbrahim DUMAN
Prof. Dr. Dursun EŞİYOK
Prof. Dr. Hülya İLBI
Prof. Dr. Adalet MISIRLI
Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK
Prof. Dr. Fatih ŞEN
Prof. Dr. Yüksel TÜZEL

Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine
USAMV Cluj Faculty of Horticulture, Romania
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bornova-İzmir

uygun.aksoy@ege.edu.tr
ahmet.altindisli@ege.edu.tr
mcordea@usamvcluj.ro
ibrahim.duman@ege.edu.tr
dursun.esiyok@ege.edu.tr
hulya.ilbi@ege.edu.tr
adalet.misirli@ege.edu.tr
m.ercan.ozzambak@ege.edu.tr
fatih.sen@ege.edu.tr
yuksel.tuzel@ege.edu.tr

Bitki Koruma / Plant Protection

Prof. Dr. Saadetin BALOĞLU
Prof. Dr. Nafiz DELEN
Prof. Dr. M. Nedim DOĞAN
Prof. Dr. Semih ERKAN
Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN
Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN
Prof. Dr. Hikmet SAYGILI
Prof. Dr. Serdar TEZCAN
Prof. Dr. Necip TOSUN
Prof. Dr. Sibel UYGUR
Prof. Dr. Figen YILDIZ

Çukurova Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Aydın Adnan Menderes Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın.
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl., Antalya
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir
Çukurova Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Ege Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bornova-İzmir

saba@cu.edu.tr
nafiz.delen@gmail.com
mndogan@adu.edu.tr
semih.erkani@ege.edu.tr
hgocmen@akdeniz.edu.tr
yusuf.karsavuran@ege.edu.tr
hikmet.saygili@gmail.com
serdar.tezcan@ege.edu.tr
necip.tosun@ege.edu.tr
suygur@cu.edu.tr
figen.yildiz@ege.edu.tr

Biyoloji / Biology

Prof. Dr. Galip AKAYDIN
Prof. Dr. Hayri DUMAN
Prof. Dr. Zeki KAYA
Prof. Dr. Teoman KESERCİOĞLU
Prof. Dr. Nedret Şengonca TORT

Hacettepe Ü. Eğitim Fak., Ankara
Gazi Ü. Fen Fak. Biyoloji Böl., Ankara.
Orta Doğu Teknik Ü. Biyolojik Bilimler Böl., Ankara
Dokuz Eylül Ü. Eğitim Fak. Biyoloji Böl., İzmir
Ege Ü. Fen Fak. Biyoloji Böl., İzmir

agalip@hacettepe.edu.tr
hduman@gazi.edu.tr
kayaz@metu.edu.tr
teoman.koglu@gmail.com
nedret.sengonca@ege.edu.tr

Biyçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar / Biodiversity and Genetic Resources

Dr. Danny HUNTER
Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ

Bioersity International, Italy
Aksaray Ü. Aksaray Teknik Bilimler Meslek Yük. Okulu, Aksaray

d.hunter@cgiar.org
akaragoz@aksaray.edu.tr

Biyomühendislik / Bioengineering

Prof. Dr. Nazan DAĞÜSTÜ
Prof. Dr. Sami DOĞANLAR
Prof. Dr. Anne FRARY
Prof. Dr. Aynur GÜREL
Prof. Dr. M. Bahattin TANYOLAÇ

Uludağ Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Bursa
İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir
İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir
Ege Ü. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl., İzmir
Ege Ü. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl., İzmir

ndagustu@uludag.edu.tr
samidoganlar@iyte.edu.tr
annefrary@iyte.edu.tr
aynur.gurel@ege.edu.tr
tanyolac@ege.edu.tr

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

Prof. Dr. Gülden OVA
Prof. Dr. Şenay ŞİMŞEK

Ege Ü. Mühendislik Fak. Gıda Müh. Böl., İzmir.
North Dakota State University (NDSU), Dept. of Plant Sciences
ND, USA.

gulden.ova@ege.edu.tr
senay.simsek@ndsu.edu

Peyzaj Mimarisi / Landscape Architecture

Prof. Dr. Ümit ERDEM
Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.
Akdeniz Ü. Mimarlık Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl., Antalya

umut.erdem@ege.edu.tr
okaraguzel@akdeniz.edu.tr

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

Doç. Dr. Hakan ADANACIOĞLU
Prof. Dr. Cristina Bianca POCOL

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl., Bornova-İzmir
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine,
USAMV Cluj-Napoca / Romania

hakan.adanacioglu@ege.edu.tr
cristina.pacol@usamvcluj.ro

Tarım Makinaları / Agricultural Machinery

Prof. Dr. Erdem AYKAS
Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU
Prof. Dr. Harun YALÇIN

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Tek. Müh. Böl., İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Tek. Müh. Böl., İzmir
Ege Ü. Ziraat Fak. Tarım Makinaları ve Tek. Müh. Böl., İzmir

erdem.aykas@ege.edu.tr
adnan.degirmencioglu@ege.edu.tr
harun.yalcin@ege.edu.tr

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Agricultural Structures

Prof. Dr. Şerafettin AŞIK

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., İzmir

serafettin.asik@ege.edu.tr

Tarla Bitkileri / Field Crops

Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ

Uludağ Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Bursa.

esvet@uludag.edu.tr

Prof. Dr. Nazimi AÇIKGÖZ

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

nazimi.acikgoz@gmail.com

Prof. Dr. Halis ARIÖĞLU

Çukurova Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Adana

halis@cu.edu.tr

Prof. Dr. Neşet ARSLAN

Ankara Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara

neset.arslan@agri.ankara.edu.tr

Prof. Dr. Hasan BAYDAR

Süleyman Demirel Ü. Tarla Bitkileri Böl., Isparta

hasanbaydar@sdu.edu.tr

Prof. Dr. Emine BAYRAM

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

emine.bayram@ege.edu.tr

Prof. Dr. İlhan ÇAĞIRGAN

Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Antalya

cagirgan@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Niğde Ömer Halisdemir Ü. Tarım Bil. ve Tek. Fak. Tarımsal

caliskanme@ohu.edu.tr

Genetik Mühendisliği Böl., Niğde

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

esen.celen@ege.edu.tr

Prof. Dr. Esen ÇELEN

Ank. Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara

emeklier@ankara.edu.tr

Prof. Dr. Yavuz EMEKLİER

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

hakan.geren@ege.edu.tr

Prof. Dr. Hakan GEREN

Uludağ Ü. Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Bursa.

agoksoy@uludag.edu.tr

Prof. Dr. A. Tanju GÖKSOY

Çukurova Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Adana.

rhatip@mail.cu.edu.tr

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

emre.ilker@ege.edu.tr

Prof. Dr. Emre İLKER

Trakya Ü. Müh. Fak. Genetik ve Biyomühendislik Böl., Edirne

yalcinkaya@trakya.edu.tr

Prof. Dr. Yalçın KAYA

Ankara Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Ankara

kolsaric@agri.ankara.edu.tr

Prof. Dr. Özer KOLSARICI

Ondokuz Mayıs Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Samsun.

orhank@omu.edu.tr

Prof. Dr. Orhan KURT

Anadolu Ü. AUBİBAM, Eskişehir

tozek@anadolu.edu.tr

Prof. Dr. Temel ÖZEK

Konya Gıda Tarım Ü. Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Böl., Konya

mensure.ozguven@gidatarim.edu.tr

Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN

Kırşehir Ahi Evran Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Kırşehir

cafersabanci@hotmail.com

Prof. Dr. Cafer Olcayto SABANCI

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

muzaffer.tosun@ege.edu.tr

Prof. Dr. Muzaffer TOSUN

Namık Kemal Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Tekirdağ

mtuna@nku.edu.tr

Prof. Dr. Metin TUNA

Aydın Adnan Menderes Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., Aydın

aunay@adu.edu.tr

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

metinbirkan.yildirim@ege.edu.tr

Prof. Dr. Metin B. YILDIRIM

Bolu Abant İzzet Baysal Ü. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl.

nzencirci@ibu.edu.tr

Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ

Moleküler Biyoloji Ana Bilim Dalı. Bolu

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.

mkaplan@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Yusuf KURUCU

Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir

yusuf.kurucu@ege.edu.tr

Prof. Dr. İhsan Bülent OKUR

Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir

bulent.okur@ege.edu.tr

Prof. Dr. Nur OKUR

Ege Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., İzmir

nur.okur@ege.edu.tr

Prof. Dr. Sadık USTA

Ankara Ü. Ziraat Fak. Toprak Böl., Ankara

susta@agri.ankara.edu.tr

Zootekni / Animal Science

Prof. Dr. Ahmet ALÇİÇEK

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

ahmet.alcicek@ege.edu.tr

Prof. Dr. Özge ALTAN

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

ozge.altan@ege.edu.tr

Prof. Dr. Güldehen BİLGEN

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

guldehen.bilgen@ege.edu.tr

Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT

Kırşehir Ahi Evran Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Kırşehir

ufukkaradavut@ahievran.edu.tr

Prof. Dr. Türker ŞAVAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Çanakkale

tsavas@comu.edu.tr

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

cigdem.takma@ege.edu.tr

Prof. Dr. Banu YÜCEL

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

banu.yucel@ege.edu.tr

İngilizce dil Editörü / English Language Editor

Prof. Dr. Anne FRARY

İzmir Yüksek Tek. Ens. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl., İzmir

annefrary@iyte.edu.tr

Biyoistatistik Editörleri / Biostatistics Editors

Prof. Dr. Nazimi AÇIKGÖZ

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

nazimi.acikgoz@gmail.com

Prof. Dr. Emre İLKER

Ege Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., İzmir.

emre.ilker@ege.edu.tr

Prof. Dr. Ufuk KARADAVUT

Kırşehir Ahi Evran Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., Kırşehir

ufukkaradavut@ahievran.edu.tr

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

cigdem.takma@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.

Prof. Dr. Nilgün SAATÇI MORDOĞAN, Dr. Veli PEKCAN, Prof. Dr. Timur DÖKEN, Prof. Dr. Ayhan YILDIZ, Doç. Dr. Semra HASANÇEBİ, Dr. Veysel BAY, Prof. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU, Prof. Dr. Serra HEPAKSOY, Dr. Ayfer TAN, Dr. Banu DAL, Prof. Dr. Kazım MAVİ, Doç. Dr. Ünal KARIK, Dr. İlknur KÖSOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

A Preliminary Study on the Response of Confectionery Sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF).....	1
F. PARÇA, A. UNAY	
Water-Yield Relations of Drip Irrigated Maize in Arid and Semi-Arid Regions.....	9
S. KARA, M. SAHİN	
Sıra Aralığı ve Tohum Miktarlarının Gazal Boynuzu (<i>Lotus corniculatus</i> L.) Ot Verimi ve Bazı Kalite Unsurları Üzerine Etkisi.....	21
S. GÖKALP, H. TOPAL, L. YAZICI, Ö. F. NOYAN, Y. KARADAĞ	
Investigation of DNA Methylation Level in Wheat Genome Exposed to Vanadium by Using CRED-RA Technique.....	36
Ö. BAKIR, G. AĞAR	
Tarla Koşullarında Suni İnokulasyon ile Bazı Arpa Genotiplerinin <i>Rhynchosporium commune</i> (Zaffarano, Mc Donalds&Linde) Arpa Yaprak Yanıklığı Hastalığına Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi.....	47
H. HEKİMHAH, O. BÜYÜK, F. ÜNAL, A. ARAZ, A. YORGANCILAR, M. E. ÖZKESKİN, A. TORUN, S. YÜKSEL, E. ÇELİK, S. KAYMAK	
Molecular Genetic Characterization of the Turkish National Green Plum (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) Collection.....	61
G. ÇAKIR, T. TAŞCIOĞLU, A. ÇAVDAR, S. DOĞANLAR, A. FRARY, A. FRARY	
Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Çiçek Tozu Performanslarının Farklı İnkübasyon Sıcaklıkları ve Süreleri Boyunca Belirlenmesi.....	74
S. F. GÜÇLÜ, E. KAÇAL, F. KOYUNCU	
Organik ve Konvansiyonel Tarım Koşullarında Yetiştirilen Bazı Uçucu Yağ Bitkilerinin Kalite Özellikleri Üzerine Bir Ön Çalışma.....	84
Ü. KARİK, M. TUNÇTÜRK, O. ÇINAR, E. OĞUR	
Fenik Yaylası (Yayladağı/Hatay) ve Çevresinin Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi.....	100
E. OĞUR, H. OCAKVERDİ	
General Overview of Medicinal and Aromatic Plants in Turkey.....	126
B. PAKDEMİRLİ, N. BİRİŞİK, M. AKAY	

CONTENTS

Page

Çerezlik Ayçiçeğinin (<i>Helianthus annuus</i> L.) Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lara Tepkisi Üzerine Bir Ön Çalışma.....	1
F. PARÇA, A. UNAY	
Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Damla Sulama ile Sulanan Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri.....	9
S. KARA, M. SAHİN	
Effects of Row Spacing and Seeding Rates on Herbage Yield and Some Quality Components of Birdsfoot Trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.).....	21
S. GÖKALP, H. TOPAL, L. YAZICI, Ö. F. NOYAN, Y. KARADAĞ	
Vanadyuma Maruz Kalan Buğday Genomunda DNA Metilasyon Düzeyinin CRED-RA Tekniği Kullanılarak Araştırılması.....	36
Ö. BAKIR, G. AĞAR	
Determination of the Reactions of some Barley Genotypes to Scald <i>Rhynchosporium commune</i> (Zaffarano, McDonald & Linde) under Field Conditions with Artificial Inoculation.....	47
H. HEKİMHAN, O. BÜYÜK, F. ÜNAL, A. ARAZ, A. YORGANCILAR, M. E. ÖZKESKİN, A. TORUN, S. YÜKSEL, E. ÇELİK, S. KAYMAK	
Türk Ulusal Yeşil Erik (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) Koleksiyonunun Moleküler Genetik Karakterizasyonu.....	61
G. ÇAKIR, T. TAŞCIOĞLU, A. ÇAVDAR, S. DOĞANLAR, A. FRARY, A. FRARY	
Determination of Pollen Performance of Some Blackberry Varieties During Different Incubation Temperatures and Incubation Periods.....	74
S. F. GÜÇLÜ, E. KAÇAL, F. KOYUNCU	
The Preliminary Study on Quality Characteristics of Some Essential Oil Plants Grown Under Conventional and Organic Farming Conditions.....	84
Ü. KARİK, M. TUNÇTÜRK, O. ÇINAR, E. OĞUR	
Plant Sociology and Ecology of Fenik Plateau (Yayladağı / Hatay) and its Environment.....	100
E. OĞUR, H. OCAKVERDİ	
Türkiye'deki Tıbbi ve Aromatik Bitkilere Genel Bakış.....	126
B. PAKDEMİRLİ, N. BİRİŞİK, M. AKAY	

A Preliminary Study on the Response of Confectionery Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)

Filiz PARÇA¹ 

Aydın UNAY^{2*} 

¹*Aydın Adnan Menderes Uni. Institute of Natural and Applied Sci. Aydın/TURKEY*

²*Aydın Adnan Menderes Uni. Agricultural Fac., Field Crop Dep., Aydın/TURKEY*

¹<https://orcid.org/0000-0003-2396-9327>

²<https://orcid.org/0000-0002-7278-4428>

*Corresponding author's (Sorumlu yazar) e-mail: aunay@adu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 18.06.2020 Accepted (Kabul tarihi): 10.09.2020

ABSTRACT: This preliminary study was carried out to investigate the effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on yield, seed characters and chlorophyll content of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.). The experiment was conducted at Tavas/Denizli in the 2018 growing season. The experimental design was "Randomized Complete Block Design (RCBD)" with four replications. Seed coating and soil spraying of AMF applications were compared with control (non-treatment AMF). The differences among treatments were significant for plant height (cm), head diameter (cm), seed width (mm), single plant yield (g), thousand kernel weight (g), yield (kg ha⁻¹), chlorophyll content index (CCI) and soil plant analysis development (SPAD) values. The seed coating had significant and higher values for plant height (cm), head diameter (cm), seed width (mm), single plant yield (g), thousand kernel weight (g), yield (kg ha⁻¹), chlorophyll content index (CCI) and SPAD values, whereas hull ratio was found to be similar between AMF applications and control. It was concluded that seed coating with AMF can be profitable for confectionery sunflower producers due to increased yield and low cost. The results of this preliminary study should be supported by findings from multiple locations and years.

Keywords: Confectionery sunflower, *Helianthus annuus* L., arbuscular mycorrhiza, yield, hull ratio, chlorophyll content.

Çerezlik Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lara Tepkisi Üzerine Bir Ön Çalışma

ÖZ: Bu ön çalışma, çerezlik ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) arbusküler mikorizal fungus (AMF)'un verim, dane özellikleri ve klorofil içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme 2018 yılında Tavas/Denizli bölgesinde yürütülmüş ve 4 tekerrürlü Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre planlanmıştır. AMF'nin tohum kaplama ve üst uygulamaları kontrol ile karşılaştırılmıştır. Bitki boyu (cm), tabla çapı (cm), dane eni (mm), tek bitki verimi (g), verim (kg ha⁻¹), klorofil içeriği ve SPAD değerleri yönünden uygulamalar arası farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. Tohum kaplama uygulamasının bitki boyu (cm), tabla çapı (cm), dane eni (mm), tek bitki verimi (g), verim (kg ha⁻¹), klorofil içeriği ve SPAD değerleri yönünden önemli düzeyde daha yüksek değerlere sahip olduğu buna karşın kabuk oranının uygulamalar arasında benzer olduğu belirlenmiştir. Sonuçta, tohum kaplaması şeklinde AMF uygulamasının verim artışı ve düşük maliyeti nedeniyle üreticiler için karlı olabileceği kanısına varılmıştır. Bir ön çalışma niteliğinde olan bu araştırma sonuçlarının birden fazla çevrede ve yılda yürütülen çalışma bulguları ile desteklenmesinde yarar vardır.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik ayçiçeği, *Helianthus annuus* L. arbusküler mikoriza, verim, kabuk oranı, klorofil içeriği.

INTRODUCTION

The interest in confectionery sunflower is increasing worldwide. The proportion of confectionery sunflower in the world and Turkey are 2.6% and 8.37% of total sunflower production, respectively (Anonymous, 2018). In our country, the planting area of confectionery sunflower reached 105 thousand hectares. Central Anatolia (Ankara, Kayseri and Kırıkkale) and Aegean Regions (Denizli) are the main production areas of confectionary sunflower.

Confectionery sunflower was defined as black white, black with stripes, high hull percentage and larger than the oil type seeds (Hladni *et al.*, 2012). It was emphasized that there is no certified seed and not many registered hybrids in confectionery sunflower production (Pekcan *et al.*, 2015). Similarly, many landraces with different grain colors and characteristics are grown for confectionery sunflower production (Tan *et al.*, 2017; Tan and Kaya, 2019). Also, confectionery sunflower cultivation as monoculture negatively affected crop productivity and quality depending on plant nutrient problems.

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are cited as a promising option for sustainable agriculture (Rillig *et al.*, 2016; Thirkell *et al.*, 2017). With the symbiotic relationship between AMF and the crop, the plant supplies a source of carbon to fungi, while the fungi is responsible for the acquisition of immobile nutrients including macro and micronutrients beyond the range of plant's roots via their hyphae. (Bago *et al.*, 2000; Govindarajulu *et al.*, 2005; Jiang *et al.*, 2017; Smith and Read, 2008). It was revealed that AMF is the most common type of useful microbial community in the soil (Heidari and Karami, 2014; Ibrahim, 2018). Mycorrhizal fungi induce plant growth through increasing the availability of mineral nutrients such as P, Zn and Cu (Phiri *et al.*, 2003). Inoculation of roots with AMF can also reduce the harmful effects of chemical fertilizer used in conventional farming (Silva *et al.*, 2015), increase plant defense mechanisms to alleviate different stresses (Mayer *et al.*, 2017) and aid in weed

control (Veiga *et al.*, 2011). In addition, colonization of arbuscular mycorrhiza (AM) in the rhizosphere enhances growth (Jalaluddin and Hamid, 2011; Silva *et al.*, 2015) and morphological parameters (Kavitha and Nelson, 2014) in sunflower. AMF applications increased head diameter, seed number in head, seed and oil yield and oil percentage when compared with non-treatment (control) (Soleimanzadeh, 2010).

In addition to increases in yield, yield components and seed quality, the percentage of N in leaves and seeds is enhanced by mycorrhizal fungi in sunflower (Gholamhoseini *et al.*, 2013). It was emphasized that the SPAD (soil plant analysis development) value of plant leaves reflected tissue nitrogen levels, and that the higher SPAD indices in plants with AMF were positively correlated with a higher photosynthetic potential due to better nutrient status (Chang and Robison, 2003; Campanelli *et al.*, 2012). Seed coating is shown to be the most effective method for the application of exogenous AMF for many crops such as wheat, maize and cowpea (Oliveira *et al.*, 2016; Ma *et al.*, 2019) although the lack of cost-effective methods restricts the application of AMF (Vosátka *et al.*, 2012; O'Callaghan, 2016) in field conditions.

Many previous studies were pot studies under greenhouse conditions. Our study is the first conducted under actual field conditions and aimed at producer practices in confectionery sunflower. Therefore, we focused on evaluating the effectiveness of AMF on yield, yield components and chlorophyll content of confectionery sunflower under field conditions.

MATERIALS and METHODS

This study was carried out in a farmer's field (Tavas/Denizli; 37° 49' N 28° 95' E) that was used to grow monocrop confectionary sunflower in recent years. Previous seasons were most damaged by mildew disease. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with four replications in 2018. The soil of the experimental area was defined as clayey, slightly alkaline, poor organic matter, non-saline, high lime and

insufficient nitrogen and phosphorus (Table 1). The province of Tavas/Denizli shows a transition climate between the Mediterranean and Aegean regions with hot, dry summers and cold/mild, rainy winters. When the climate data of the 2018 sunflower growing season were evaluated, the mean temperatures of July and August and precipitation of May had the highest values (Table 2).

Mycorrhiza applications

The local cultivar of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) İnegöl Alası was used as material. To inoculate seeds with mycorrhiza, 2.0 kg of seeds was treated with 25 g mycorrhiza mixture and 0.5 lt distilled water, then the seeds were aerated to reduce moisture to 10%. The dosage and method of application were as recommended in the company's license (Anonymous, 2020). The list of fungi contents in the product are given in Table 3.

As a second application method, mycorrhiza was applied by soil spraying before first irrigation at the 6-8 leaf stage. To water one plant, 260 cm³ of the suspension was used, which corresponds to a dose of 8.75 mg of the preparation per plant (Mikiciuk *et al.*, 2019).

Cultural management

Two hours after inoculation, seeds were sown by pneumatic drill machine. Sowing norm was 0.7 m x 0.25 m in plots of ten rows measuring 7 m x 7 m. Plots were fertilized with 40 kg ha⁻¹ N, 70 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 35 kg ha⁻¹ K₂O before planting, and 120 kg ha⁻¹ N was applied before first irrigation. Drip irrigation was applied three times. The experimental area was hoed twice for thinning at the early seedling stage and weeding at the 3-4 leaf stage. No plants showing symptoms of disease were encountered during the experimental period although downy mildew is one of the most devastating diseases for confectionery sunflower in this region. Also, there was no need to control broomrape as the critical level was not exceeded.

Measurements

Chlorophyll content and SPAD

The relative chlorophyll content (CCI; chlorophyll content index) was measured twice by two leaf-clip chlorophyll meters, the CCM-200 Plus (Apogee) and SPAD-502 meter (Konica Minolta) at the stages of flowering (DAS 74 days) and seed development (DAS 90 days) according to the method suggested by Gornik (2011).

Table 1. Soil analysis of experimental area[§].

Çizelge 1. Deneme alanının toprak analiz sonuçları[§].

Soil structure Toprak yapısı	pH	Lime (%) Kireç (%)	Organic matter (%) Organik madde (%)	Total salt (%) Toplam tuz (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
Clayey/Killi	8.0	28.4	1.28	0.01	0.09	42.6	988.0

[§] Soil Analysis Laboratory of Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture.

[§] Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Analiz Laboratuvarı.

Table 2. Monthly mean temperature, moisture and total monthly precipitation for 2018 (Anonim, 2018).

Çizelge 2. 2018 yılına ait ortalama sıcaklıklar, nem ve aylık yağış miktarı (Anonim, 2018).

Months Aylar	Mean temp. Ort. sic. (°C)	Moisture Nem (%)	Precipitation Yağış (mm)
April/Nisan	12.5	55.1	17.8
May/Mayıs	14.9	65.6	90.5
June/Haziran	18.3	61.9	39.1
July/Temmuz	22.3	49.7	29.5
August/Ağustos	22.6	51.8	20.1
September/Eylül	19.3	47.7	4.1

Table 3. Contents of biological (microbial) material used in the study.
Çizelge 3. Çalışmada kullanılan biyolojik (mikrobiyal) materyalin içeriği.

Live organisms name Canlı organizma adı		Number of live organisms Canlı organizma sayısı (propagule g ⁻¹)	pH	
<i>Glomus mosseae</i>	<i>Glomus etunicatum</i>	<i>Glomus intraradices</i>	1 x 10 ⁵	7-9

Yield and yield components

In the harvest stage, the five middle rows were used for yield estimation (kg ha⁻¹) at 10% humidity. Plant height (cm), head diameter (cm) and single plant yield (g) were measured in 10 randomly selected plants at the R9 stage (bracts yellow and brown, plant at physiological maturity) as defined by Schneiter and Miller (1981).

Kernel characteristics

Seed length (mm) and seed width (mm) was measured using a vernier caliper (Hladni *et al.*, 2016). Hull ratio (%) was calculated according to the formula suggested by Baldini and Vannozzi (1996) mass of hulls removed during dehulling/mass of seed sample before dehulling at 10% moisture in laboratory. Four replicated 100-seed lots from the dried and cleaned seed samples from each parcel after harvest were weighed and averaged to determine thousand kernel weight (g) at 10% moisture.

Statistical analysis

Experimental data from seed coating, soil spraying and control were subjected to variance analysis with TARIST Statistical Package Program (Acikgoz *et al.*, 1994) in accordance with the randomized block experimental design. The differences between means were compared using LSD (Steel and Torrie, 1980).

RESULTS and DISCUSSION

Grain yield

The grain yield of confectionery sunflower was significantly affected by AMF inoculation (Table 4). In addition, the differences among treatments were significant for single plant yield (g) and yield (kg ha⁻¹). Single plant yield values were 98.0 g for

seed coating and 89.50 g for soil spraying compared with control (82.50 g). Similarly, yield per hectare was significantly higher in the seed coating of AMF (3430.0 kg) followed by soil spraying (3132.5 kg). Compared to the control, the yield increases with seed coating and soil spraying of AMF were 18.78% and 8.48% (542 kg ha⁻¹ and 245 kg ha⁻¹), respectively. Similar findings were earlier reported by Chandrashekara *et al.* (1995), Soleimanzadeh (2010), Heidari and Karami (2014), Chaghmarani *et al.* (2019) and Kalaiyarasan *et al.* (2019) in sunflower.

Yield components

Plant height and head diameter are two important yield components positively correlated with yield (Kholghi *et al.*, 2011; Sincik and Goksoy, 2014). Table 4 shows that the differences among treatments (two mycorrhiza applications and control) were significant for plant height and head diameter. Seed coating with AMF produced significantly taller plants (245.75 cm) and increased head diameter (29.48 cm) than those of the soil spraying (202.50; 26.98 cm) and non-inoculated treatments (189.75 cm; 23.70 cm). Similarly, other studies revealed positive effects of AMF on plant height and head diameter (Soleimanzadeh, 2010; Kavitha and Nelson, 2014; Ibrahim, 2018; Kalaiyarasan *et al.*, 2019).

Kernel characteristics

The characteristics of confectionery sunflower for market value are: thousand kernel weight, hull/kernel ratio and seed size (Hladni *et al.*, 2016). The treatments with AMF produced a significant increase in thousand kernel weight and seed width in comparison with control (Table 5). Seed weight values of seed coating and soil spraying were 8.60 and 8.53 mm, respectively, compared with control (6.40 mm). Similarly, the effects of AMF on seed

length and hull ratio were positive. It can be said that increases in seed length, width and hull ratio were reflected in thousand kernel weight. Compared to control, the increase in thousand kernel weight due to AMF varied between 16.94% and 38.54%. Soleimanzadeh (2010) and Kalaiyeran *et al.* (2019) found that the effect of AMF on thousand kernel weight was positive. Also, it was clearly seen that both AMF applications increased hull ratio.

Chlorophyll content

Significant differences were determined among mycorrhizal treatments and control for SPAD and

CCI at the flowering and seed development stages (DAS: 74 and 90). Three LSD groups were formed for all four parameters (Table 6). The effect of seed coating was better than soil spraying and control for SPAD and CCI values. Also, SPAD and CCI values were in parallel with each other. When the results were compared with the findings of Chang and Robison (2003) for hardwood, Campanelli *et al.* (2012) for globe artichoke, Glolamhoseini *et al.* (2013) for sunflower, Makarian *et al.* (2016) for maize and Fileccia *et al.* (2017) for durum wheat, they confirmed an increase in chlorophyll content by AMF application due to the increase in plant nitrogen status.

Table 4. Mean values of plant height (PH), head diameter (HD), single plant yield (SPY) and yield (kg ha⁻¹).

Çizelge 4. Bitki boyu (BB), tabla çapı (TÇ), tek bitki verimi (TBV) ve verim (kg ha⁻¹)'e ilişkin ortalama değerler.

Applications Uygulamalar	PH [*] BB(cm)	HD [*] TÇ (cm)	SPY [*] TBV (g)	Yield [*] Verim (kg ha ⁻¹)
Seed coating / Tohum kaplama	245.75 a	29.48 a	98.00 a	3430.0 a
Soil spraying/ Toprağa püskürtme	202.50 b	26.98 b	89.50 b	3132.5 b
Control/ Kontrol	189.75 c	23.70 c	82.50 c	2887.5 c
LSD (α : 0.05)	11.49	2.47	3.21	112.3
CV (%)	3.13	5.4	14.24	2.16

*Same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability level.

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \geq 0,05$) yoktur.

Table 5. Mean values of seed length (SL), seed width (SW), thousand kernel weight (TKW) and hull ratio (HR).

Çizelge 5. Tane boyu (DB), tane eni (DE), bin tane ağırlığı (BDA) ve kabuk oranı (KO) özelliklerine ilişkin ortalama değerler.

Applications Uygulamalar	SL TB (mm)	SW [*] TE (mm)	TKW [*] BTA (g)	HR KO (%)
Seed coating / Tohum kaplama	19.27	8.60 a	146.81 a	47.59
Soil spraying/ Toprağa püskürtme	17.60	8.53 a	123.92 b	46.85
Control / Kontrol	17.36	6.40 b	105.97 c	42.38
LSD (α : 0.05)		1.33	9.99	
CV (%)	5.52	10.97	14.60	10.20

*Same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability level.

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \geq 0,05$) yoktur.

Table 6. Mean values of SPAD (soil plant analysis development) and CCI (chlorophyll content index) at two different growing stages (1; flowering stage and 2; seed development).

Çizelge 6. İki farklı büyüme döneminde (1; çiçeklenme dönemi ve 2; tane gelişimi) SPAD ve klorofil içeriğine (CCI) ilişkin ortalama değerler.

Applications Uygulamalar	SPAD 1 [*]	SPAD 2 [*]	CCI 1 [*]	CCI 2 [*]
Seed coating / Tohum kaplama	72.37 a	70.92 a	33.23 a	31.81 a
Soil spraying / Toprağa püskürtme	53.12 b	53.87 b	26.00 b	25.94 b
Control / Kontrol	40.99 c	42.18 c	20.43 c	20.80 c
LSD (α : 0.05)	0.83	1.35	0.62	0.81
CV (%)	0.95	1.47	1.38	1.87

*Same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability level.

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \geq 0,05$) yoktur.

CONCLUSIONS

Summarizing the main results, seed coating treatment may have important potential to promote confectionery sunflower production with increases in seed yield under field condition. Also, seed coating should be considered an efficient and easy method of AMF inoculation for crops. In addition, AMF application increased yield by 550 kg ha⁻¹ with a cost of 500 TL compared to the control. The sales price of confectionery sunflower for 2018 was 5000 TL ton⁻¹, therefore, the net return can be estimated as 2250 TL ha⁻¹. This finding indicated

that seed coating with AMF can result in sustainable confectionery sunflower cultivation for the farmer despite the inoculation costs. It is recommended that further research is needed to support the results of this preliminary study.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research article is part of the master thesis conducted by Filiz PARÇA at Aydın Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Science, Field Crops Department.

REFERENCES

- Acikgoz, N., M. E. Akkas, A. Moughaddam, and K. Ozcan. 1994. TARIST: Statistics and quantitative genetic Package for pc's. Center of Computer Research and Practice. Proceedings of the International Symposium of Computer, October 5-7, 1994, University of Ege, Izmir, Turkey.
- Anonim, 2018. Denizli ili 2018 yılı iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/>
- Anonymous, 2018. Turkey Statistical Institute. www.tuik.gov.tr. [Date of access; 14.10.2018].
- Anonymous, 2020. Application Guide of Shubhodaya Mycorrhizal Fertilizer. www.mikorizalgubre.com/uygulama-yontemi. [Date of access; 09.09.2020].
- Bago, B., P.E. Pfeffer, and Y. Shachar-Hill. 2000. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizas. *Plant Physiology* 124: 949-957.
- Baldini, M., and G.P. Vannozzi. 1996. Yield relationships under drought in sunflower genotypes obtained from a wild population and cultivated sunflowers in rain-out shelter in large pots and field experiments. *Helia* 22: 81-96.
- Campanellii, A., C. Ruta, A. Tagarelli, I. Morone-Fortunato, and G. De Mastro. 2012. Effectiveness of mycorrhizal fungi on globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) micropropagation. *Journal of Plant Interactions*. 9 (1): 100-106.
- Chaghmarani, N., G.H.R. Mohammadi, and M. Ghobadi. 2019. Yield and growth characteristics of sunflower cultivars inoculated by arbuscular mycorrhizal fungi under drought tension conditions. *Crop Physiology (Iran)* 10 (4): 75-92.
- Chandrashekhara, C.P., V.C. Patil, and M.N. Sreenivasa. 1995. VA-mycorrhiza mediated P effect on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different P levels. *Plant and Soil*. 176: 325-328.
- Chang, S.X, and D.J. Robison. 2003. Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. *Forest Ecology and Management* 181: 331-338.
- Fileccia, V., P. Ruisi, R. Ingraffia, D. Giambalvo, A. Salvatore Frenda, and F. Martinelli. 2017. Arbuscular mycorrhizal symbiosis mitigates the negative effects of salinity on durum wheat. *PLoS One*. 12 (9): e0184158. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184158>.
- Gholamhoseini, M. A. Ghalavand, A. Dolatabadian, E. Jamshidi, and A. Khodaei-Joghan. 2013. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, yield, nutrient uptake and irrigation water productivity of sunflowers grown under drought stress. *Agricultural Water Management* 117: 106-114.
- Gornik, K. 2011. The effect of temperature treatments during 'Wielkopolski' sunflower seed imbibition and storage on plant tolerance to chilling. *Folia Horticulture*. 23(1):83-88.
- Govindarajulu, M., P.E. Pfeffer, H.R. Jin, J. Abubaker, D.D. Douds, J.W. Allen, H. Bucking, P.J. Lammers, and Y. Shachar-Hill. 2005. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature* 435: 819-823.
- Heidari, M., and V. Karami. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 13 (1): 9-13.
- Hladni, N., V. Miklič, S. Jocić, M. Jocković, I. Radeka, and N. Lečić. 2012. Determining the influence of yield components on the confectionary sunflower seed yield. pp. 55-62. *In: Proceedings of 53rd Conference of Oil Industry. Production and Processing of Oilseeds, Herceg Novi, Montenegro.*
- Hladni, N., S. Jocić, V. Miklič, D. Miladinović, and M. Zoric. 2016. Interrelationship between 1000 seed weight with other quantitative traits in confectionary sunflower. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 2 (1): 51-56.

- Ibrahim, M. 2018. Response of seeds quality of sunflower to inoculation with single and mixed species of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. *The Open Agriculture Journal*. 12: 123-130.
- Jalaluddin, M., and M. Hamid. 2011. Effect of adding inorganic organic and microbial fertilizers on seed germination and seedling growth of sunflower. *Pakistan Journal of Botany* 43: 2807-2809.
- Jiang, Y., W. Wang, Q. Xie, N. Liu, L. Liu, D. Wang, X. Zhang, C. Yang, X. Chen, and D. Tang. 2017. Plants transfer lipids to sustain colonization by mutualistic mycorrhizal and parasitic fungi. *Science* 356: 1172.
- Kalaiyarasan, C., M.V. Sriramachandrasekharan, S. Jawahar, K. Suseendran, R. Ramesh, S. Ramesh, and R. Kanagarajan. 2019. Growth and yield of sunflower as influenced by VAM and phosphorus application. *Journal of Pharmacognosy and Photochemistry* 8 (2): 836-839.
- Kavitha, T., and R. Nelson. 2014. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 2 (25): 226-232.
- Kholghi, M., I. Bernousi, R. Darvishzadeh, A. Pirzad, and H. H. Maleki. 2011. Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques. *African Journal of Biotechnology* 10: 5444-5451.
- Ma, Y., A. Látr, I. Rocha, H. Freitas, M. Vosátka, and R.S. Oliveira. 2019. Delivery of inoculum of *Rhizophagus irregularis* via seed coating in combination with *Pseudomonas libanensis* for cowpea production. *Agronomy* 9: 33.
- Makarian, H., V. Poozesh, H.R. Asghari, and M. Nazari. 2016. Interaction effects of arbuscular mycorrhiza fungi and soil applied herbicides on plant growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. DOI: 10.1080/00103624.2016.1146744
- Mayer, Z., N.H. Duc, Z. Sasvari, and K. Posta. 2017. How arbuscular mycorrhizal fungi influence the defense system of sunflower during different abiotic stresses. *Acta Biologica Hungarica*. 68 (4): 376-387.
- Mikiciuk, G., L.Sas-Paszt, M. Mikiciuk, E. Derkowska, P. Trzcinski, S. Gluszek, A. Lisek, S. Wera-Bryl, and J. Rudnicka. 2019. Mycorrhizal frequency, physiological parameters, and yield of strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria. *Mycorrhiza* 29: 489-501.
- O'Callaghan, M. 2016. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: Issues and opportunities. *Applied Microbiology and Biotechnology* 100: 5729-5746.
- Oliveira, R.S., I. Rocha, Y. Ma, M. Vosátka, and H. Freitas. 2016. Seed coating with arbuscular mycorrhizal fungi as an ecotechnological approach for sustainable agricultural production of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Toxicology Environmental Health Part A* 79: 329-337.
- Pekcan, V., G. Evci, I.M. Yilmaz, and Y. Kaya. 2015. Developing confectionery sunflower hybrids and determination of their yield performances in different environmental conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 1-2:47-55.
- Phiri, S., I. M. Rao, E. Barrios, and B. R. Singh. 2003. Plant growth, mycorrhizal association, nutrient uptake and phosphorus dynamics in a volcanic-ash soil in Colombia as affected by the establishment of *Tithonia diversifolia*, *Journal of Sustainable Agriculture* 21 (3): 41-59.
- Rillig M.C., M.A. Sosa-Hernandez, MA, J. Roy, C.A. Aguilar-Trigueros, K. Valyi, and A. Lehmann. 2016. Towards an integrated mycorrhizal technology: harnessing mycorrhiza for sustainable intensification in agriculture. *Frontiers in Plant Science* 7: 1-5.
- Schneider, A.A., and J.F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21: 901-903.
- Silva, A.P.J., R.A. Silva, J.S. Santos, J.C.S. Medeiros, F.G. Carvalho, V. N. Silva, C.J. Oliceira, A.C. Araujo, L.E.S.F. Silva, and J.G. Junior. 2015. Soil chemical properties and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by the application of organic fertilizers and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 39 (1): 151-161.
- Sıncık, M., and T. Goksoy. 2014. Investigation of correlation between traits and path analysis of confectionary sunflower genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 42 (1): 227-231.
- Smith, S.E., and D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Soleimanzadeh, H. 2010. Effect of VA-mycorrhiza on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different phosphorus levels. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* 4 (11): 820-823.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Tan, A.Ş., A.M. Altunok ve M. Aldemir. 2017. Bazı çerezlik ayçiçeği çeşit adaylarının Menemen, İzmir ekolojik koşullarında verim potansiyelleri. *Anadolu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 27 (1): 1-16.
- Tan, A.S., and Y. Kaya. 2019. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) genetic resources, production and researches in Turkey. *Oilseeds&fats Crops and Lipids*. (open access). [https://www.ocl-journal.org/articles/oclfull_html/2019/01/oclf190004s/oclf190004s.html](https://www.ocl-journal.org/articles/oclfull/html/2019/01/oclf190004s/oclf190004s.html).

- Thirkell, T.J, M.D. Charters, A.J. Elliott, S.M. Sait, and K.J. Field. 2017. Are mycorrhizal fungi our sustainable saviours? Considerations for achieving food security. *Journal of Ecology* 105: 921–929.
- Veiga, R.S.L. J. Jansa, E. Frossard, and M.G.A. van der Heijden. 2011. Can arbuscular mycorrhizal fungi reduce the growth of agricultural weeds? *PLoS ONE* 6: e27825.
- Vosátka, M., A. Latr, S. Gianinazzi, and J. Albrechtova. 2012. Development of arbuscular mycorrhizal biotechnology and industry: Current achievements and bottlenecks. *Symbiosis* 58: 29-37.

Water-Yield Relations of Drip Irrigated Maize in Arid and Semi-Arid Regions

Süheyla KARA¹  Mehmet SAHİN^{2*} 

¹Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, Konya/TURKEY

²Selcuk University, Agricultural Faculty, Dept. of Agricultural Structures and Irrigation, Konya/TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0001-6114-3345>

²<https://orcid.org/0000-0001-5989-7092>

*Corresponding author's (Sorumlu yazar) e-mail: mhsahin@selcuk.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 03.07.2020 Accepted (Kabul tarihi): 07.10.2020

ABSTRACT: This study was conducted to determine water-yield relations of drip-irrigated maize that was grown in Central Anatolia Region of Turkey with a dominant arid and semi-arid climate. Four different irrigation treatments were applied to experimental plots in 7-day intervals. Irrigation treatments were laid out based on 7-day cumulative evaporation from class-A pan (I_{120} – 120%, I_{100} – 100%, I_{80} – 80% and I_{60} – 60% of pan evaporation). Applied irrigation water quantities varied between 431-676 mm in 2009 and between 453-726 mm in 2010. The greatest seasonal water consumption (821 mm) was observed in I_{120} treatment of 2010 and the lowest (590.1 mm) in I_{60} treatment of 2009. The greatest kernel yield per hectare (15773 kg ha^{-1}) was obtained from I_{120} treatment of 2010 and the lowest (8986 kg ha^{-1}) from I_{60} treatment of 2009. Water use efficiency (WUE) values varied between $1.45\text{-}1.99 \text{ kg m}^{-3}$ and irrigation water use efficiency (IWUE) values varied between $1.84\text{-}2.39 \text{ kg m}^{-3}$. Yield-response factor (k_y) of maize was calculated as 1.47 in 2009 and 1.36, in 2010. While I_{100} was recommended as the ideal irrigation program, I_{80} treatments could also be used to improve water use efficiencies in places where full irrigation is not possible.

Keywords: Corn, *Zea mays* L., seed yield, class-A pan, drip irrigation, water use efficiencies.

Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Damla Sulama ile Sulanan Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri

ÖZ: Bu araştırma, Türkiye'nin kurak ve yarı kurak iklim özelliği gösteren İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya ilinde damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, parsellere 7 gün sulama aralığında dört farklı sulama miktarı uygulanmıştır. Sulama suyu miktarları, A sınıfı buharlaşma kabından oluşan yığılımlı buharlaşma değerinin; % 120'si (I_{120}), % 100'ü (I_{100}), % 80'i (I_{80}) ve % 60'ı (I_{60}) alınarak oluşturulmuştur. Araştırmada konulara 2009 yılında 431-676 mm, 2010 yılında ise 453-726 mm arasında değişen miktarlarda su uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimi en yüksek 821 mm ile 2010 yılında I_{120} konusunda, en düşük 590.1 mm ile 2009 yılında I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. Birim alan tane verimi, en yüksek 15773 kg ha^{-1} ile 2010 yılında I_{120} konusunda; en düşük ise 8986 kg ha^{-1} ile 2009 yılında I_{60} konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) konulara bağlı olarak, sırasıyla $1.45\text{-}1.99 \text{ kg m}^{-3}$ ve $1.84\text{-}2.39 \text{ kg m}^{-3}$ arasında değişmiştir. Mısır verim tepki emeni (k_y) 2009-2010 yıllarında sırası ile 1.47 ve 1.36 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda I_{100} konusu ideal sulama programı olarak önerilirken, tam sulamanın mümkün olmadığı koşullarda mevcut su potansiyeline bağlı olarak I_{80} konusu da benzer ekolojik bölgelerde su kullanım verimliliğini artırmak için önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, *Zea mays* L., verim, A sınıfı buharlaşma kabı, damla sulama, su kullanım etkinliği.

INTRODUCTION

Among cereal crops, maize is perfectly rich in nutrients, thus playing a significant role in human nutrition and animal feed. With a rich starch and oil content, maize is also used as a raw material in the starch-based sugar and oil industries. Cereals compensate for the nutritional needs of the ever-increasing world and Turkish population. The USA (36%) is the leading maize producer of the world and China (21%) is the second greatest maize producer. Kernel maize production is performed over 189 million ha worldwide and annual grain-kernel production is around 1.088 million tons (Anonymous, 2017). In 2018, in Turkey, kernel maize production was practiced over 591.900 ha and annual production was 5.7 million tons. In Konya province, maize is cultivated on over 107.462 ha and annual production was 110.453 tons (Anonymous, 2018). In this region, maize was cultivated on only 13.138 ha in 2009; thus, by 2018, this value increased by 718%. The primary reason for such a great increase in cultivated area is the greater income-generating potential of maize for farmers compared to other cereals. Widespread use of drip irrigation in the region also accelerated the rate of increase in land used for maize cultivation.

Konya province has a dominant terrestrial climate with hot-dry summers and quite limited water resources. Annual precipitation levels are below 350 mm. Both limited water resources and quite low precipitation levels obligate efficient water use for irrigation. Irrigation is a vital component of agricultural practices especially in Konya province. As compared to other cereal crops, maize has a relatively greater irrigation water requirement (Van Donk *et al.*, 2013). Despite the limited water resources of the region, the rapidly increasing area of land under maize cultivation entailed the development of new irrigation techniques and programs. In the near future, the primary challenge will be more productions with less water. Therefore, in such regions, pressurized irrigation methods should be widespread to improve water

use efficiencies. Optimum plant growth could be achieved by applying sufficient quantities of water at proper times in a suitable agroecological zone. Previous studies revealed that kernel yield per hectare could be significantly increased with accurate irrigation schedules (Çakır, 2004; Kızıloğlu *et al.*, 2008; Kara and Biber, 2008). Field irrigation losses constitute the greatest losses in agricultural irrigation. Such losses are reduced by selection of appropriate programs and management practices pursuant to soil-plant-water relations. Drip irrigation with a high water application efficiency should be preferred in regions with deficit water resources. The drip irrigation method has various advantages over the other pressurized irrigation methods in terms of plant and nutrient management, saline water management, yield and quality, disease and pests control, weed control and deep percolation (Doğan and Kırnak, 2010). Maize culture has been practiced under drip irrigation in Konya region and the method is also supported by the Turkish Government.

Deficit irrigation is a strategy for efficient water use in irrigation. It improves water and irrigation water use efficiencies of irrigation. In deficit irrigation, plants are exposed to specified water stress levels at certain growth stages of varying times up to harvest. In this way, water saving is provided without significant yield losses (Kırda, 2002). Water-yield relations should be well comprehended while generating deficit irrigation programs and deficits should then be shaped accordingly. Some previous researchers reported linear decreases in yields with decreasing crop water consumption and indicated such a relation as a yield response factor (k_y) (Stewart *et al.*, 1976; Doorenbos and Kassam, 1979; Yazar *et al.*, 2002).

Crop evapotranspiration is mostly estimated from correlations between evaporation measured from class-A pans and reference crop evapotranspiration. Since the climate factors effective on pan evaporations are also effective on crop water consumption, quite accurate results are achieved with this method. This method of

estimation is commonly used worldwide (Irmak *et al.*, 2002; Kızıloğlu *et al.*, 2008).

The present research was carried out to assess water consumption, yield response factor (ky) and water use efficiency of drip-irrigated maize cultivated in Konya province located in the Central Anatolia Region of Turkey with dominant terrestrial climate.

MATERIALS and METHODS

“Market” hybrid grain corn cultivar was used as an experimental material. Market is a medium maturity hybrid maize in FAO 600 group, resistant to common smut (*Ustilago maydis*) and *Fusarium graminearum*. The experiment was conducted on experimental fields of Konya Sugar Company in 2009 and 2010 growing seasons. The experimental fields are located between 36° 42' - 39° 16' N

latitudes and 31° 14' - 34° 26' E longitudes. The altitude of the experimental site is 1020 m. A portable climate station was installed to measure climate parameters (Table 1) in the years of the experimental period.

Experimental soils had clay-loamy texture with an available water capacity of 132.3 mm in 90 cm soil profile (Table 2). Soil pH values varied between 7.7 - 7.8 and salinity values varied between 0.67 - 0.74 dS m⁻¹. Irrigation water quality class was C₂S₁ and suitable for use in maize culture without any problems.

Plants were irrigated with drip irrigation established with 16 mm lateral lines spaced 70 cm in rows with 4 L ha⁻¹ drippers spaced 33 cm apart in the rows. Double-ring infiltrometer was used to measure soil infiltration rate. The infiltration rate value for the experimental site was measured as 25 mm ha⁻¹.

Table 1. Climate parameters throughout the growing seasons.
Çizelge 1. Büyüme mevsimleri boyunca iklim parametreleri.

Year Yıl	Climate parameters İklim parametreleri	May Mayıs	June Haziran	July Temmuz	August Ağustos	September Eylül	October Ekim
2009	Mean temperature (°C) Ortalama sıcaklık (°C)	14.6	20.4	22.6	21.2	16.8	14.8
	Mean relative humidity (%) Ortalama bağıl nem (%)	59.5	46.9	49.1	41.6	55.9	61.1
	Monthly precipitation (mm) Aylık yağış (mm)	47.2	11.8	17.4	0.0	25.6	24.2
	Wind speed (m s ⁻¹) Rüzgar hızı (m s ⁻¹)	0.9	1.1	1.2	0.9	0.6	0.7
	Mean temperature (°C) Ortalama sıcaklık (°C)	16.7	20.1	25.0	26.1	20.6	12.8
	Mean relative humidity (%) Ortalama bağıl nem (%)	51.2	58.7	45.8	38.4	45.8	68.9
2010	Monthly precipitation (mm) Aylık yağış (mm)	35.6	95.2	7.4	0.5	0.8	77.8
	Wind speed (m s ⁻¹) Rüzgar hızı (m s ⁻¹)	1.0	1.3	1.1	0.9	1.0	0.8

Table 2. Some physical characteristics of soil in experimental field.
Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri.

Depth Derinlik (cm)	Texture Tekstür	Bulk density Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	Field capacity Tarla kapasitesi (cm ³ cm ⁻³)	Permanent wilting point Solma noktası (cm ³ cm ⁻³)	Available water capacity Faydalı su kapasitesi (mm/30 cm)
0 - 30	CL	1.26	30.6	15.4	45.6
30 - 60	CL	1.31	34.2	20.0	42.6
60 - 90	CL	1.32	36.0	21.3	44.1
90-120	CL	1.35	39.4	25.2	42.6

Four different irrigation treatments were calculated with the use of 7-day evaporation from Class-A pan multiplied with different pan coefficients (I_{60} =60% of pan evaporation, I_{80} = 80% of pan evaporation, I_{100} = 100% of pan evaporation and I_{120} = 120% of pan evaporation). Experimental design was Randomized Block Design (RCBD) with three replicates. Sowing was performed at 70 x 18 cm apart on plant density. Each plot (4.2 x 6 m) had 6 rows. Randomized blocks were laid out 2 m apart and plots 3.5 m apart to prevent interactions.

Sowing and harvest dates were 15 May - 30 October in 2009 and 14 May - 02 November in 2010. Initial emergence was observed in the last week of May and homogeneous emergence was observed in the second week of June.

Fertilizations were performed based on soil analysis results. The plots were fertilized before planting with a compound fertilizer NPK (15% N, 15% P_2O_5 , 15% K_2O) at the rate of 0.50 ton ha^{-1} in the first year, and at the rate of 0.45 ton ha^{-1} in the second year. After planting, when the plant reached 30 - 40 cm in height, ammonium sulfate (21% N) was applied at the rate of 0.40 ton ha^{-1} in the first year, and 0.38 ton ha^{-1} in the second year. Pests and disease controls were practiced when needed. The ears were harvested manually. The central four rows were harvested and outer rows were omitted. One meter was also omitted from the beginning and end of each row. Therefore, harvest was performed from 11.2 m^2 (4 x 2.8 m) in order to exclude boundary effects.

An initial irrigation was performed for germination and homogeneous emergence. Irrigation treatments were initiated when 30% of available water capacity was depleted (Kırda *et al.*, 2005). Equation 1 was used to determine the amount of water to be applied as specified by Kanber (1984):

$$I = A \times E_{pan} \times K_{pc} \quad (\text{Eq.1})$$

where;

I: Applied water (liters),

E_{pan} : 7-days evaporation from class-A pan (mm),

K_{pc} : Crop-Pan coefficient.

ΔT Profile-Probe device was used to monitor soil moisture.

Gravimetric moisture contents were used in calibration of ΔT Profile-Probe. Equation 2 was used to determine crop water consumptions (ET) as recommended by James (1988):

$$ET = I + R - D_p + C_p - R_f \pm \Delta S \quad (\text{Eq.2})$$

where;

ET: Crop water consumption (mm),

I: Applied water (mm),

R: Efficient precipitation (mm),

D_p : Deep percolation (mm),

C_p : Capillary rise (mm),

R_f : Surface runoff (mm),

ΔS : change in soil moisture (mm) (calculated as the difference in moisture contents before sowing and at harvest).

D_p values were measured gravimetrically from soil samples taken from 90 and 120 cm depths with a soil auger before and after irrigation following the controls made with ΔT Profile-Probe. Since the experimental site was composed of deep and unsaline soils without any drainage problems, there was no capillary rise, thus C_p was not taken into consideration in calculations. Since the drip irrigation system was designed and operated properly, R_f was also not taken into consideration.

Equations 3 and 4 were used to determine water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) (Tanner and Sinclair, 1983).

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \quad (\text{Eq.3})$$

where;

WUE: Water use efficiency ($kg\ m^{-3}$),

E_y : Grain yield per hectare ($kg\ ha^{-1}$),

ET: Seasonal crop water consumption (mm).

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \quad (\text{Eq.4})$$

where;

IWUE: Irrigation water sue efficiency (kg m⁻³),

I: Seasonal irrigation water quantity (mm).

Several models have been developed for water-yield relations. Equation 5 was used to model water-yield relations (Stewart *et al.*, 1976).

$$(1-Y_a/Y_m) = ky(1-ET_a/ET_m) \quad (\text{Eq.5})$$

where;

Y_a: Actual grain yield per hectare under water deficit (kg ha⁻¹),

Y_m: Maximum grain yield per hectare under full irrigation (kg ha⁻¹),

ET_a: Actual crop water consumption under water deficit (mm),

ET_m: Maximum crop water consumption under full irrigation (mm),

ky: yield-response factor.

Yield and yield components

The cobs harvested from 11.2 m² (4 x 2.8 m) were shucked and weighed. Grain moisture was measured with a grain moisture meter. Grain yield was expressed on a 15% moisture basis. To determine yield components, ten cobs from each plot were randomly selected. A hundred kernels extracted from selected cobs was randomly selected, weighed and multiplied by ten. This procedure was repeated four times and mean thousand seed weight was calculated and expressed on a 15% moisture basis. Cob diameter and length of the ten cobs were measured using a vernier caliper with an accuracy of ±0.01. To determine the numbers and weight of the kernels, the kernels from the selected cobs were counted and weighed, average values were recorded.

Statistical analysis

The data were analyzed with SPSS software version 16.0 (Anonymus, 2019). The results were analyzed using analysis of variance. Differences among treatments were determined using Duncan's multiple range tests (Yurtsever, 1984; Steel and Torrie, 1980).

RESULTS and DISCUSSION

Irrigation water quantity and crop water consumption

For uniform germination and emergence, 105 and 95 mm irrigation water was administered in 2009 and 2010 respectively, through irrigation sprinkler. Irrigation treatments were commenced on 1st of July and terminated on 9th of September in 2009 and initiated on 2nd of July and terminated on 14th of September in 2010. Applied irrigation water quantities and water consumption are given in Table 3.

In I₁₂₀, total deep percolation was calculated as 21 mm in 2009 and 30 mm in 2010. Deep percolation was not observed in I₆₀, I₈₀ and I₁₀₀ treatments. Net applied irrigation water quantity varied between 431 - 676 mm in 2009 and 453 - 726 mm in 2010. Seasonal water consumption varied between 590.1 - 781.0 mm in 2009 and between 617.4 - 821.0 mm in 2010. The greatest water consumptions were observed in I₁₂₀ treatments and the lowest in I₆₀ treatments of both years. The present study's seasonal water consumptions at full irrigation (781 - 821 mm) were lower than the values of previous studies; 937 mm (Howell *et al.*, 1995) and 1078 mm (Kuşcu *et al.*, 2013). Such greater values were mostly obtained from the cultivation of dent corn varieties (Emeklier *et al.*, 2018) with longer vegetative periods used in those studies. Kızıloğlu *et al.* (2008) reported less water consumption (688.4 mm) than the present study for maize plants with shorter vegetative period in Erzurum compared to Konya province.

Table 3. Applied irrigation water quantities and seasonal crop water consumptions.

Çizelge 3. Uygulanan sulama suyu miktarları ve mevsimsel bitki su tüketim değerleri.

Year Yıl	Irrigation treatments Sulama konuları	Net irrigation water Net sulama suyu miktarı (mm)	Effective rainfall Etkili yağış (mm)	Soil moisture at sowing Ekimde toprak nemi (mm/90cm)	Soil moisture at harvest Hasatta toprak nemi (mm/90cm)	Seasonal plant water consumption Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)
2009	I ₁₂₀	676	111.2	238.1	244.3	781.0
	I ₁₀₀	608	111.2	238.1	229.6	727.7
	I ₈₀	519	111.2	238.1	205.8	662.5
	I ₆₀	431	111.2	238.1	190.2	590.1
2010	I ₁₂₀	726	139.5	250.5	295.0	821.0
	I ₁₀₀	635	139.5	250.5	265.0	760.0
	I ₈₀	544	139.5	250.5	236.9	697.1
	I ₆₀	453	139.5	250.5	225.6	617.4

Yield and yield components

Kernel yields per hectare for 2009 and 2010 are provided in Table 4. Greater kernel yields obtained in 2010 than 2009 could be explained by differences in climate conditions and longer vegetative durations. There were significant differences in kernel yields per hectare of the experimental treatments ($p < 0.01$).

The greatest mean kernel yield per hectare was observed in I₁₀₀ irrigation in 2009 and I₁₂₀ irrigation in 2010 and the least in I₆₀ irrigations of both years. According to Duncan's test results for kernel yields, the differences between I₁₂₀ and I₁₀₀ irrigations were not significant. The water quantity used in I₁₂₀ irrigation was 11% greater than the quantity in I₁₀₀ irrigation in 2009 and 14% greater in 2010. Such findings revealed about 11 - 14%

water savings with deficit irrigations. Previous studies also reported increased kernel yields per hectare with increased quantities of water (Kara and Biber, 2008; Payero *et al.*, 2008; Farré and Faci, 2009). Present mean kernel yield per hectare of full irrigation treatments (14480 kg ha⁻¹) was greater than the values of earlier reports (11340 kg ha⁻¹, Dağdelen *et al.*, 2006; 10370 kg ha⁻¹, Bozkurt *et al.*, 2011).

The relationships among yield, irrigation water and plant water consumptions are presented in Figure 1. The linear relationships among kernel yield per hectare, net irrigation water and plant water consumptions of the present study are in accordance with the results of previous research (Kırnak *et al.*, 2003; Payero *et al.*, 2006; Djaman *et al.*, 2013).

Table 4. Kernel yields per hectare of experimental treatments (kg ha⁻¹).Çizelge 4. Konulara ait birim alan tane verimleri (kg ha⁻¹).

Treatments (I) Konular (I)	Year (Y) / Yıl (Y)		Mean Ortalama
	2009	2010	
I ₁₂₀	13187 a	15773 a	14480 a
I ₁₀₀	13188 a	15160 a	14174 a
I ₈₀	9575 b	11920 b	10748 b
I ₆₀	8986 b	10527 c	9757 b
I	**	**	**
I×Y	ns		ns
CV(%)	6.67	2.93	4.86

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, ns: not significant (önemli değil). Same letters in a column are not significantly different at the 0.01 probability levels [Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \leq 0.01$) yoktur].

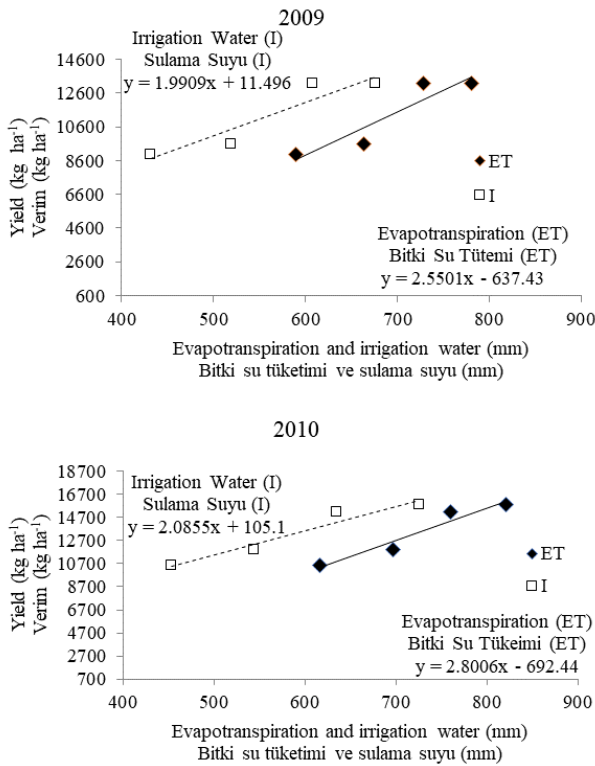


Figure 1. Relationships among yield, irrigation water and plant water consumptions.

Şekil 1. Verim, sulama suyu ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler.

The maize yield components of the present experimental treatments (different irrigation regimes) are provided in Table 5. Differences in thousand-kernel weight, cob length and diameter, number of kernels per cob and kernel weight per cob of the experimental treatments were found to be significant. Only the differences in number of kernels per cob were not significant in 2009.

Yield components were positively affected by irrigation treatments and increasing values were observed with increasing amount of water. According to Duncan's test results for yield components, I₁₂₀ and I₁₀₀ treatments were generally found in the same group in both years. It can be concluded that the irrigation amount difference between the I₁₂₀ and I₁₀₀ treatment did not significantly affect yield components. Özgürel and

Pamuk (2003) reported the least thousand-kernel weights (265 - 271 g) in deficit irrigations and the greatest values (332 - 353 g) in full irrigations indicating significant decreases in thousand-kernel weights with water deficits. Vural and Dağdelen (2008) reported significant effects of irrigations on thousand-kernel weight of maize. Gençel (2002) reported thousand-kernel weights under different irrigation regimes as between 328.7 - 353.2 g with the greatest value from full irrigation.

Vural and Dağdelen (2008) reported significant effects of irrigation treatments on cob diameters. İstanbulluoğlu and Kocaman (1996) indicated that water deficits at the tasseling formation stage prevented pollination and thus reduced number of kernels. In present study, number of kernels per cob also decreased with water deficits. Çakır (2004) indicated that water deficits at full mature stage reduced kernel weights; İstanbulluoğlu and Kocaman (1996) reported average cob lengths as between 16.7 - 20.4 cm and Özgürel and Pamuk (2003) as between 13.7 - 20.0 cm. Present cob lengths are in accordance with those earlier studies.

Water use efficiencies

The ratio of biomass or kernel yield to water used to produce this biomass is defined as water use efficiency while the ratio of yield to irrigation water supplied is defined as irrigation water use efficiency. WUE indicates the amount of production per unit of water. Apart from applied water, plants also benefit from soil moisture and precipitation. Plants also may not be able to fully benefit from irrigation water since there may be runoff and deep percolation. Water and irrigation water use efficiencies both generally affected by yield potential, method of irrigation, environmental and climatic parameters (Kuşcu *et al.*, 2013). In the present study, soil, climate and agronomic practices had different effects on WUE and IWUE values, therefore differences were observed in both values (Table 6).

Table 5. Yield components of experimental treatments.
Çizelge 5. Deneme konularına ait verim parametreleri.

Treatments I Konular I	Thousand-kernel weight				Cob diameter				Cob length				Number of kernels per cob				Kernel weight per cob				
	Bin tane ağırlığı (g)		Mean		Koçan çapı (mm)		Mean		Koçan boyu (cm)		Mean		Koçandaki tane sayısı		Mean		Koçan başı tane ağırlığı (g)		Mean		
	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Yıllar Y	Years Y	Ort.
	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.	2009	2010	Ort.
I ₁₂₀	339.1 a	338.5 a	338.8 a	48.9a	50.6a	49.8 a	18.9a	23.1a	21.0 a	740.6	835.7a	788.2 a	243.9 a	276.1 a	260.0 a						
I ₁₀₀	328.8 ab	332.8 a	330.8 ab	47.1ab	49.8ab	48.5 a	17.6ab	20.5ab	19.1 ab	694.7	806.0a	750.3 ab	216.9 ab	265.3 a	241.1 a						
I ₈₀	294.3 b	319.2 b	306.7 b	45.9b	47.9bc	46.9 b	17.4ab	18.1bc	17.7 bc	671.3	672.7b	672.0 bc	199.3 bc	208.9 b	204.1 b						
I ₆₀	289.8 b	263.4 c	276.6 c	45.5b	47.0c	46.2 b	15.6b	16.8c	16.2 c	637.0	634.3b	635.7 c	172.7 c	184.2 c	178.5 c						
I	*	**	**	**	**	**	**	*	**	ns	*	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
IxY			*			ns		ns	ns			ns			*			ns			*
CV (%)	6.03	1.28	4.35	1.65	1.57	1.61	4.21	8.13	6.71	6.25	8.16	7.34	6.52	2.97	4.88						

**p<0,01, *p<0,05, ns=not significant; Same letters in a column are not significantly different at the 0.01 probability levels [Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark (P ≤ 0,01) yoktur].

Table 6. Water use efficiencies of experimental treatments (kg m⁻³).
Çizelge 6. Deneme konularına ait su kullanım randımanları (kg m⁻³).

Treatments Konular	Water use efficiency		Irrigation water use efficiency	
	2009	2010	2009	2010
I ₁₂₀	1.69	1.92	1.95	2.17
I ₁₀₀	1.81	1.99	2.17	2.39
I ₈₀	1.45	1.71	1.84	2.19
I ₆₀	1.52	1.71	2.08	2.32

Water use efficiency (WUE) of I₁₂₀, I₁₀₀, I₈₀ and I₆₀ irrigations were determined to be 1.69, 1.81, 1.45 and 1.52 kg m⁻³ in 2009 and as 1.92, 1.99, 1.71 and 1.71 kg m⁻³ in 2010, respectively. Irrigation water use efficiency (IWUE) of I₁₂₀, I₁₀₀, I₈₀ and I₆₀ irrigations were determined to be 1.95, 2.17, 1.84 and 2.08 kg m⁻³ in 2009 and as 2.17, 2.39, 2.19 and 2.32 kg m⁻³ in 2010, respectively. The greatest WUE and IWUE were obtained from I₁₀₀ treatments and the least from I₈₀ treatments in both years. When the water and irrigation water use efficiencies of I₁₂₀ and I₁₀₀ irrigations with the greatest yields were compared, it was observed that in both years, I₁₀₀ treatments had greater WUE (1.81-1.99) and IWUE (2.17- 2.39) values than the I₁₂₀ treatments WUE (1.69-1.92) and IWUE (1.95-2.17). These findings suggest that that greatest yields per unit of water were achieved in I₁₀₀ treatments, thus full irrigation was recommended for maize irrigation in Konya province.

WUE values were lower than IWUE values in both years since plants benefited from already available stored water within the soil profile before the growing season and plant water consumptions varied based on available water capacity of the soils. Present WUE (1.81-1.92) and IWUE (2.17-2.17) values of the treatments with the largest yields were greater than the values of Kuşçu *et al.* (2013) (WUE: 1.52-1.58; IWUE: 1.24-1.02); Abd El- Wahed and Ali (2013) (WUE: 1.21-1.22). In those studies, it was observed that less water was consumed per kg maize production in Konya Plain with shorter vegetative durations. Yazar *et al.* (2002) conducted a study in Harran Plain on second crop maize with shorter vegetative duration

and reported WUE values of the treatment with the greatest yields as 2.01 and 2.11 and IWUE values as 1.95 and 2.05.

Yield-response factor (ky)

The ky designates the relative effects of deficit irrigations on yields. A ky value greater than 1 indicates plant sensitivity to deficit irrigations and a ky value less than 1 indicates plant tolerance to water deficit (Steduto *et al.*, 2012).

The relative decreases in yield corresponding to the relative decreases in water consumption for 2009 are provided in Table 7. As can be inferred from the Table, in 2009, the highest yield was not observed in treatments with the greatest seasonal water consumption. The method specified by Köksal *et al.* (2001) was used while calculating yield-response in 2009. While calculating ky values, the relationships between actual water consumptions and yields were investigated through regression analysis and a linear relationship was determined between water consumptions and yields. With the use of the equation of this linear relationship, a new yield value was calculated for the treatment with the largest water consumption. The ky graphs and relevant regression equations are presented in Figure 2. A linear relationship was observed between water consumption and yields, and yields increased with increasing water consumption.

Relative decreases in yield corresponding to relative decrease in water consumption for 2010 are provided in Table 8. The resultant regression equations and ky graphs are shown in Figure 2.

Table 7. Relative decrease in yield corresponding to relative decrease in water consumption in 2009.

Çizelge 7. 2009 yılına ait oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri.

Treatments Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg ha ⁻¹)	Ya (kg ha ⁻¹)	1-Ya/Ym
I ₁₂₀	781	-	0.00	13542*	13187	0.00
I ₁₀₀	-	728	0.07	13188	-	0.03
I ₈₀	-	663	0.15	-	9576	0.29
I ₆₀	-	590	0.24	-	8986	0.34

*Ym is adjusted maximum yield with the equation of 2.5501ET-637.43 (Köksal *et al.*, 2001).

* Ym: 2,5501ET-637,43 denklemiyle hesaplanan düzeltilmiş en yüksek verim değeri. (Köksal ve ark., 2001).

ETm: Maximum crop water consumption under full irrigation (mm) / ETm: Tam sulama şartlarında en yüksek bitki su tüketimi (mm).

ETa: Actual crop water consumption under water deficit (mm) / ETa: Kısıtlı sulama şartlarında gerçekleşen bitki su tüketimi (mm).

Ym: Maximum grain yield per hectare under full irrigation (kg ha⁻¹) / Ym: Tam sulama şartlarında en yüksek verim (kg ha⁻¹).

Ya: Actual grain yield per hectare under water deficit (kg ha⁻¹) / Ya: Kısıtlı sulama şartlarında gerçekleşen verim (kg ha⁻¹).

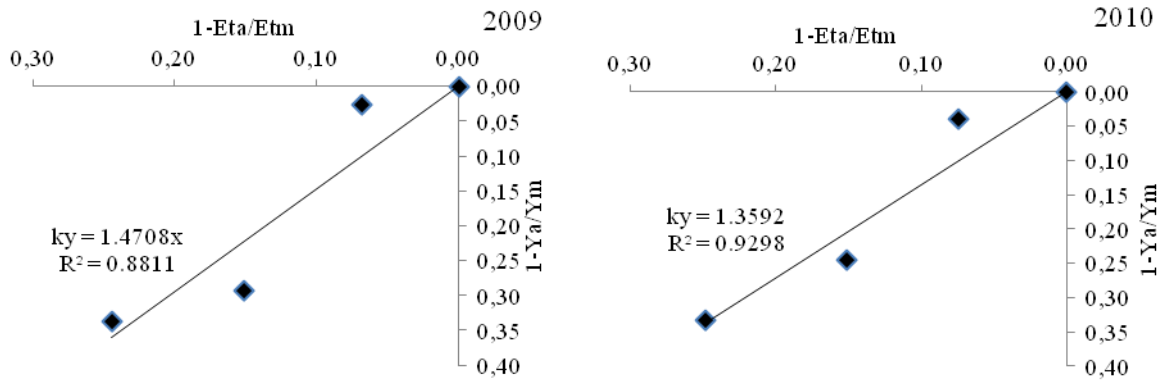


Figure 2. Relationships between relative decrease in water consumptions and relative decrease in yields in 2009 and 2010.

Şekil 2. 2009-2010 yılları mısır bitkisi oransal su tüketim açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi.

ETm: Maximum crop water consumption under full irrigation (mm) / ETm: Tam sulama şartlarında en yüksek bitki su tüketimi (mm).

ETa: Actual crop water consumption under water deficit (mm) / ETa: Kısıtlı sulama şartları altında gerçekleşen bitki su tüketimi.

Ym: Maximum grain yield per hectare under full irrigation (kg ha⁻¹) / Ym: Tam sulama şartlarında en yüksek verim (kg ha⁻¹).

Ya: Actual grain yield per hectare under water deficit (kg ha⁻¹) / Ya: Kısıtlı sulama şartlarında gerçekleşen verim (kg ha⁻¹).

Table 8. Relative decrease in yield corresponding to relative decrease in water consumption in 2010.

Çizelge 8. 2010 yılına ait oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri.

Treatments Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg ha ⁻¹)	Ya (kg ha ⁻¹)	1-Ya/Ym
I ₁₂₀	821	-	0.00	15773	-	0.00
I ₁₀₀	-	760	0.07	-	15160	0.04
I ₈₀	-	697	0.15	-	11920	0.24
I ₆₀	-	617	0.25	-	10527	0.33

ETm: Maximum crop water consumption under full irrigation (mm) / ETm: Tam sulama şartlarında en yüksek bitki su tüketimi (mm).

ETa: Actual crop water consumption under water deficit (mm) / ETa: Kısıtlı sulama şartları altında gerçekleşen bitki su tüketimi.

Ym: Maximum grain yield per hectare under full irrigation (kg ha⁻¹) / Ym: Tam sulama şartlarında en yüksek verim (kg ha⁻¹).

Ya: Actual grain yield per hectare under water deficit (kg ha⁻¹) / Ya: Kısıtlı sulama şartlarında gerçekleşen verim (kg ha⁻¹).

Again, a linear relationship was obtained between water consumption and yield. The k_y of maize was calculated as 1.47 in 2009 and 1.36 in 2010. Doorenbos and Kassam (1979) indicated that seasonal k_y of maize could be taken as 1.25. The present study's yield response factors were similar with the values reported by Kızıloğlu *et al.* (2008) (1.51) and Payero *et al.* (2009) (1.50), but greater than the values of several other researchers (Karam *et al.*, 2003; Öktem, 2008; Kuşcu *et al.*, 2013).

CONCLUSION

Water-yield relations of maize were investigated in this study. Kernel yields per hectare decreased with water stress. There were linear relationships among yield, net irrigation water and plant water consumption. In both years, WUE values varied between 1.45-1.99 kg m⁻³ and IWUE values varied between 1.84-2.39 kg m⁻³. In both years, the

greatest water and irrigation water use efficiencies were observed in I₁₀₀ and the least in I₈₀ treatments. The k_y of maize was calculated as 1.47 in 2009 and 1.36 in 2010. These values could be used in maize culture of arid and semi-arid regions. Full irrigation (I₁₀₀) was identified as the ideal irrigation program. Despite the greatest yield of I₁₀₀ irrigation, I₈₀ also had a yield quite close to average yields of Turkey and Konya province. Therefore, it was concluded that I₈₀ treatments could be used in Konya Plain and similar ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was derived from Master Thesis "Water-yield relations of corn plant irrigated with drip irrigation in Konya ecological conditions" of Süheyla Kara.

REFERENCES

- Abd El-Wahed, M. H., and E. A. Ali. 2013. Effect of irrigation systems, amounts of irrigation water and mulching on corn yield, water use efficiency and net profit. *Agricultural Water Management* 120: 64-71. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.017>
- Anonymous. 2017. Turkish Grain Board Report. <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf> (accessed May 2019).
- Anonymous. 2018. Turkey Statistical Institute. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (accessed April 2019).
- Anonymous. 2019. SPSS 16.0. Statistical software of IBM.
- Bozkurt, S., A. Yazar, and G. S. Mansuroglu. 2011. Effects of different drip irrigation levels on yield and some agronomic characteristics of raised bed planted corn. *African Journal of Agriculture Research* 6 (23): 5291-5300. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.232>.
- Çakır, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89: 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.01.005>.
- Dağdelen, N., E. Yılmaz, F. Sezgin, and T. Gurbuz. 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. *Agricultural Water Management* 82: 63-85. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.05.006>.
- Doğan, E., and H. Kırnak. 2010. Water temperature and system pressure effect on drip lateral properties. *Irrigation Science* 28: 407-419. <https://doi.org/10.1007/s00271-009-0202-z>.
- Doorenbos, J., and A. H. Kassam. 1979. Yield response to water. *FAO Irrigation Drainage*. Paper no. 33. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Djaman K., S. Irmak, W. R. Rathje, D. L. Martin, and D. E. Eisenhauer. 2013. Maize evapotranspiration, yield production function, biomass, grain yield, harvest index, and yield response factors under full and limited irrigation. *Transactions of the ASAE* 56 (2): 273-293. <https://doi.org/10.13031/2013.42676>.
- Emeklier, H. Y. 2018. Tarla Bitkileri (Sıcak İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Ders K. No: 594 s.199-270, Ankara.
- Farré, I., and J. M. Faci. 2009. Deficit Irrigation in maize for reducing agricultural water use in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management* 96: 383-394. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.07.002>.
- Howell, T. A., A. Yazar, A. D. Schneider, D. A. Dusek, and K. S. Copeland. 1995. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. *Transactions of the ASAE* 38 (6): 1737-1747. <https://doi.org/10.13031/2013.28001>.
- Gençel, B. 2002. GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde ikinci ürün mısır bitkisinin damla yöntemiyle sulanması üzerinde bir çalışma. University of Cukurova, Department of Agricultural Structures and Irrigation Institute of Natural and Applied Sciences Master Thesis, 61s. Adana, Turkey.
- Irmak, S., D. Z. Haman, and J. W. Jones. 2002. Evaluation of Class A pan coefficients for estimating reference evapotranspiration in humid location. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 128 (3): 153-159. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437)
- İstanbuluoğlu, A. ve İ. Kocaman. 1996. Tekirdağ koşullarında mısırın su-verim ilişkileri. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*. General Publication Number 251, Research publication number: 97, Tekirdağ, Türkiye.
- James, L. G. 1988. Principles of farm irrigation system design. Wiley, New York.
- Kanber, R. 1984. Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasında (Class A Pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yer fıstığının sulanması. *Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 114, Türkiye*.
- Kara, T., and C. Biber. 2008. Irrigation frequencies and corn (*Zea mays* L.) yield relation in Northern Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11 (1): 123-126.
- Karam, F., J. Breidy, C. Stephan, and J. Roupheal. 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. *Agricultural Water Management* 63 (2): 125-137. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00179-3](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00179-3)
- Kırda, C. 2002. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In: *Deficit irrigation practice*. Water reports 22. pp. 1-3. FAO, Rome,
- Kırda, C., S. Topcu, H. Kaman, A. C. Ülger, A. Yazıcı, M. Çetin, and M. R. Deric. 2005. Grain yield response and N-fertilizer recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crop Research* 93: 132-141. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.09.015>.
- Kırnak, H., C. Gençoğlu, and V. Değirmenci. 2003. Effect of deficit irrigation on yield and growth of second crop corn in Harran plain conditions. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty* 34 (2): 117-123.
- Kızıloğlu, F. M., U. Şahin, Y. Kuşlu, and T. Tunç. 2008. Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *Irrigation Science* 27: 129-137. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0127-y>.
- Köksal, H., A. Tarı, R. Çakır, R. Kanber, and M. Ünlü. 2001. Water-yield relationships. *Rural Services Research Main Project* 435 (1): 87, Türkiye.
- Kuşcu, H., A. Karasu, M. Oz, A. O, Demir, and İ. Turgut. 2013. Effect of irrigation amounts applied with drip

- irrigation on maize evapotranspiration, yield, water use efficiency and net return in a sub-humid climate. *Turkish Journal of Field Crops* 18 (1): 13-19.
- Öktem, A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems. *Agricultural Water Management* 95: 1003-1010. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.03.006>.
- Özgürel, M. ve G. Pamuk. 2003. Mısır bitkisinin su-verim ilişkileri ve CERES-maize bitki büyüme modelinin bölge koşullarına uygunluğunun irdelenmesi üzerine bir araştırma. TÜBİTAK-TARP-2340, Türkiye.
- Payero, J. O., S. R. Melvin, S. Irmak, and D. D. Tarkalson. 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agricultural Water Management* 84: 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.01.009>.
- Payero, J. O., D. D. Tarkalson, S. Irmak, D. Davison, and J. L. Petersen. 2008. Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency, and dry matter production in a semiarid climate. *Agricultural Water Management* 95: 895-908. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.02.015>.
- Payero J. O., D. D. Tarkalson, S. Irmak, D. Davison, and J. L. Petersen. 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. *Agricultural Water Management* 96:1387-1397. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.022>.
- Steel, R. G., D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Steduto, P., T. C. Hsiao, E. Fereres, and D. Raes. 2012. *Crop yield response to water*. Vol. 1028, United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Stewart, J. I., R. M. Hagan, and W. O. Pruitt. 1976. Production functions and predicted irrigation programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency. Technical Bureau Recl. No: 14- 06-D. 7329, USA, p. 80.
- Tanner, C. B., and T. R. Sinclair. 1983. Efficient water use in crop production: Research or re-search? (Eds. H.M.Taylor *et al.*). *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. American Society Apron. Inc. 1-27 https://doi.org/10.2134/1983.limitationsto_efficient_wateruse.c1.
- Van Donk, S. J., J. L. Petersen, and D. R. Davison. 2013. Effect of amount and timing of subsurface drip irrigation on corn yield. *Irrigation Science* 31: 599-609.
- Vural, Ç., and N. Dağdelen. 2008. Effects of different irrigation scheduling on yield and some agronomic characteristics of drip irrigated popcorn. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty* 5 (2): 97-104.
- Yazar, A., S. M. Sezen, and B. Gencel. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrigation and Drainage* 51: 293-300. <https://doi.org/10.1002/ird.63>.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 121* Ankara.

Sıra Aralığı ve Tohum Miktarlarının Gazal Boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) Ot Verimi ve Bazı Kalite Unsurları Üzerine Etkisi

Sezai GÖKALP^{1*}  Hüseyin TOPAL²  Levent YAZICI³ 
Ömer Faruk NOYAN⁴  Yaşar KARADAĞ⁵ 

^{1, 2, 3, 4} Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tokat/ TURKEY
⁵ Doğa Bilimleri Fakültesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş/ TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0001-9175-215X>

²<https://orcid.org/0000-0003-3565-0428>

³<https://orcid.org/0000-0002-6839-5366>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-5451-6297>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-0523-9470>

*Corresponding author's (Sorumlu yazar) e-mail: sgokalp58@hotmail.com

Received (Geliş tarihi): 05.08.2020 Accepted (Kabul tarihi): 26.11.2020

ÖZ: Gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.); bir dizi abiyotik strese dayanıklılığı nedeniyle bazı sorunlu alanlarda yem üretmek dışında otlak ekosistemlerinin ve doğal yaşamın önemli bir bileşenidir. Gazal boynuzu yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için çözümlerden biri, verimliliği artıracak uygun yetiştirme yöntemlerini belirlemektir. Bu araştırma, farklı sıra aralığı (20,40,60 ve 80 cm) ve tohum miktarlarının (0,5, 1,0, 1,5 ve 2,0 kg da⁻¹) gazal boynuzu (çeşit adayı) ot verimi ve kalite komponentleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme, Sivas-Şarkışla lokasyonunda, 2017-2019 yıllarında üç tekrarlamalı olarak, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme sonuçları, sıra aralıkları ve tohum ekim oranları uygulamalarının ot verimi, kalitesi, doğal bitki boyu, ana dal çapı, bitki başına ana dal sayısı ve metre başına düşen bitki sayısı üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, ham protein (HP) ve asit deterjan lifi (ADF) nötr deterjan lifi (NDF) gibi yem kalite parametrelerini önemli ölçüde etkilememiştir. Ayrıca, metre başına düşen bitki sayısı dışında, ot verimi ve kalite bileşenleri için sıra aralığı ile tohumlama hızı arasında önemli bir etkileşim bulunmamıştır. Genel olarak tüm sıra aralıklarında tohum oranının artmasıyla doğal bitki boyu artmıştır. Tohum oranı ve sıra aralığı arttıkça ana dal çapı azalmıştır. Bitki başına ana dal sayısı, tohum oranının artmasıyla azalmıştır. Sonuçlar, ot veriminin dar sıra aralığı ve artan tohum oranı ile arttığını göstermektedir. Her iki yıl için, en yüksek ot verimi (4.226,1-4.144,2 kg da⁻¹) 20-40 cm sıra aralığında 1,5 kg da⁻¹ tohum ekimi uygulamasında elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gazal boynuzu, *Lotus corniculatus* L., ekim sıklığı, ot verimi, doğal bitki boyu, ana dal kalınlığı, kalite.

Effects of Row Spacing and Seeding Rates on Herbage Yield and Some Quality Components of Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.)

ABSTRACT: Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.); a series of abiotic stress adaptation is an important component of grassland ecosystems and natural life, apart from producing enough feed in restricted areas in the direction of environment. One of the solutions to increase acreage of the birdsfoot trefoil is to determine the most suitable growing methods that will increase productivity. This research was conducted to determine the effects of various row spacing (20,40,60 and 80 cm) and seeding rate

(5, 10, 15, and 20 kg ha⁻¹), on birdsfoot trefoil (cultivar candidate) forage yield and quality components. The experiment was conducted in Sivas-Şarkışla location using a randomized complete block split-plot design with three replications in 2017-2019 growing season. The experiment results indicated that row spacings and seeding rates applications had significant effect on herbage yield, natural plant height, stem diameter, number of main stem per plant with and number of plants per meter. However, it did not significantly influence of the forage quality parameters such as crude protein (CP) and acid detergent fiber (ADF) neutral detergent fiber (NDF). Furthermore, there were no significant interactions between row spacing and seeding rate for herbage yield and quality components except for the number of plants per meter. In general, the natural plant height increased with increase in seed rate in all the row spacing. The stem diameter decreased with increase in the seed rate and row spacing. The number of main stem per plant decreased with increase in the seed rate. The results indicate that herbage yield increases with narrow row spacing and increased seeding rate. Highest herbage yields (42.261-41.442 kg ha⁻¹) for both years were obtained from application of 15 kg ha⁻¹ seeding rate at 20-40 cm row spacing.

Keywords: Birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. sowing frequency, forage yield, natural plant height, stem diameter, quality.

GİRİŞ

Sürdürülebilir hayvancılık üretimi için önemli bir girdi olan yüksek kaliteli kaba yem ihtiyacına cevap verebilecek çözümlerden biri, verimliliği ve kaliteyi artıracak uygun yetiştirme yöntemlerini tanımlamaktır. Ülkemiz genelinde olduğu gibi bölgemizde de üreticilerimizin gazal boynuzu otunun kalitesi ile yetiştirme tekniklerinin önemi konularında yeterince bilinçli oldukları söylenemez. Genelde yem bitkilerinin üretimi geleneksel yöntemlerle yapılmakta bu nedenle önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır.

Gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) orta-uzun ömürlü, çok yıllık, dünyanın değişik bölgelerinde yaygın olarak bulunan özel bir baklagiller bitkisidir. Gazal boynuzu yüksek protein içeriğine (%15-28) sahiptir. Çoğunlukla ot, silaj ve örtü bitkisi için veya yönetilen bir mera da saf veya karışım halinde yetiştirilir. Otlatılarak da kullanılır ve geviş getiren hayvanlarda hayvan performansını artıran değerli bir yem bitkisi olarak kabul edilir (Hannaway ve Myers, 2004; Waghorn, 2008; Anonymous, 2014). Gazal boynuzundaki yoğunlaştırılmış tanenler içeriği, süt sığırlarında CH₄ emisyonları ve üriner N'deki azalmalara neden olur (Williams ve ark., 2011). Bu tanenler diğer baklagillerden farklı olarak, geviş getiren hayvanlarda antelmintik aktivite ile birlikte (metan ve amonyak emisyonlarını azaltarak) şişkinliği önler (Hannaway ve Myers, 2004; Waghorn,

2008). MacAdam ve ark. (2015), çalışmasında, çayır otu ve gazal boynuzu otu meraları üzerinde otlayan organik süt sığırlarının süt verimi ve kalitesi üzerine etkisini Mayıs sonu ile Ağustos ayı arasında ticari bir süt çiftliğinde karşılaştırmış ve gazal boynuzu otu meralarını otlayan ineklerin sürekli, çayır otlaklarında otlayan süt sığırlarından daha fazla süt ürettiklerini gösterilmiştir. Süt, peynir yapmak için kullanıldığında, gazal boynuzu ile beslenen sığırlardan elde edilen peynirlerin, omega-3 yağ asitleri, ota beslenen sığırların peynirinden önemli ölçüde daha fazla olmuştur. Ayrıca gazal boynuzu erozyon kontrolü, ıslah ve doğal yaşam alanı olarak da yararlıdır (Bush, 2002; Anonymous, 2014).

Çiçekleri bol ve konsantre nektar üretir ve değerli bir bal bitkisi olarak kabul edilir (Woodcock, 2012). Gazal boynuzu bir N-sabitleyici baklagildir, sürdürülebilir tarım ve organik üretimde önemli bir yer tutar (Tomic ve ark., 2007). Islak asidik toprağa (pH = 4,5), toprak tuzluluğuna ve bazı kuraklık koşullarına tolerans özelliğine sahiptir. Yonca ve diğer yemlik baklagillerin toprak asitliği ve nemi nedeniyle yetişemeyeceği yerlerde büyür (Hannaway ve Myers, 2004; Anonymous, 2014). Uygun koşullar altında dik ve yarı dik formlarının yüksekliği 60-90 cm'ye ulaşabilir (Anonymous, 2006). Petrovic ve ark. (2011), vejetasyon döneminde üç kez, uygun koşullar altında dört kez bile ot üretimi için biçilebileceğini, yeşil ot ortalama

veriminin 28,5-50,1 t ha⁻¹ arasında ve kuru madde veriminin 8,4-12 t ha⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir.

Gazal boynuzu üretiminin iyileştirilmesi ve yaygınlaştırılması için en önemli ön koşul, yüksek verimli çeşitler geliştirmek ve gelişmiş yetiştirme teknikleriyle mümkündür. Bir üründe ekim sıklığı oranının değiştirilmesi, yabancı ot, hastalık ve haşere baskısı, tohum maliyeti ve bitki rekabeti gibi üretimdeki birçok farklı faktörü etkileyebilir. Her ne kadar kimyasal yöntemlerle yabancı otları kontrol etmenin birincil yolu haline gelse de sıra aralığı, bitki yoğunluğu veya sıra deseni gibi agronomik faktörlerin de yabancı ot kontrolü üzerinde bazı yararlı etkileri olabilir (Brecke, 1995). Bu nedenle, verim ya da kalite açısından bir yararı olmayan aşırı tohumluk miktarlarında gazal boynuzu ekimi yapılması tavsiye edilmez. Bunun yanı sıra sadece genetik bakımından yüksek verimli ve kaliteli çeşitlerin elde edilmesi birim alandan yüksek verim elde etmede yetersiz kalmaktadır. Gazal boynuzu yetiştiriciliğinde en uygun olan sıra aralığında dekara atılacak olan optimum tohumluk miktarı önemli agronomik uygulamalar olarak verim ve kalite üzerinde önemli etkilerde bulunmakta olup uygun sıklıklarda ekim yapılması ile yetiştiricilikte kullanılan girdilerin daha etkin ve verimli kullanılmasına da katkı sağlanmaktadır (Geçit ve ark., 2009). Uygulanan yetiştirme yöntemi, kültür bitkisinin istekleri ile yörenin iklim koşulları ve toprak özelliklerine bağlı olarak büyük değişiklikler gösterdiğinden, öncelikle her kültür bitkisi için yörenin ekolojik koşullarına uygun yetiştirme yöntemleri belirlenmesi gerekir (Açıkgöz ve ark., 2002).

Ülkemizde ekim sıklığının gazal boynuzu ot verimi ve kalite bileşenler üzerindeki etkileri hakkında çok sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu çalışmada, gazal boynuzu bitkisinde yeşil ot verimi ile bazı kalite bileşenleri üzerine; sıra aralığı ve tohum miktarı etkilerini tespit etmek, kaliteli maksimum ot verimi elde etmek için gerekli olan en uygun sıra

aralığı ve tohum miktarını belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, gazal boynuzunda kaliteli ot üretiminin artırılmasına ve dolayısıyla kaliteli kaba açığının giderilmesine önemli bilimsel ve pratik katkı sağlayacaktır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma; Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün, Orta Anadolu Bölgesi'nde bulunan Sivas-Şarkışla lokasyonu agro-ekolojik koşullarında 2017-2019 yılları yetiştirme dönemlerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma yeri, 36°-37° doğu boylamları (36° 25'E) ile 39°-40° (39° 21'N) kuzey enlemleri arasında yer almakta olup denizden yüksekliği 1.180 m'dir.

Deneme alanı toprağı Şarkışla Ziraat Odası toprak laboratuvarında yapılan analiz sonuçlarına göre; killi tınlı bünyeli (Anonymous, 1993), tuzsuz (%0.02) hafif alkali pH (7,9) bitkiler tarafından alınabilir fosfor (P₂O₅ 5,29 kg da⁻¹) ve potasyum (K₂O: 172,58 kg da⁻¹) yönünden zengin, organik madde (N: 0,84 kg / da) bakımından fakir, kireç bakımından (CaCO₃: 9,0 kg da⁻¹) orta düzeyde bir toprak özelliğine sahiptir (Ülgen ve Yurtseven, 1995).

Sivas-Şarkışla lokasyonu iklimi, İç Anadolu karasal geçiş tipi yağış rejimine sahiptir. İklim sınıflandırılmasına göre: Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının kurak, Haziran ve Ekim aylarının yarı kurak, Nisan, Mayıs, Kasım aylarının yarı nemli ve Aralık – Mart arasındaki dört ay da çok nemli olarak belirtilmektedir. Yağışlar; uzun yıllar ölçüm periyodu (1978-2005) verilerinden farklı olarak denemenin yürütüldüğü yıllarda oldukça düşük gerçekleşmiştir. 2013-2018 ölçüm periyodu verilerinde düşüş eğilimi devam etmekle birlikte önceki ölçüm periyodundan nispeten daha az olmuştur. Yağışlardaki azalma eğiliminin yetiştirme dönemini kapsayan yaz aylarında kış yağışlarındaki azalma eğiliminden daha önemli olduğu görülmüştür. Uzun yıllar ortalama sıcaklık (9,8 °C) değerlerinde 2017 yılında (8,76 °C) az da olsa bir azalma olurken, deneme yıllarında gittikçe artan bir

sıcaklık eğilimi olmuştur. Uzun yıllar ortalama minimum sıcaklıklardaki (1,9 °C) azalış denemenin yürütüldüğü yıllarda (-6,51 °C) çok önemli bulunmuştur. Maksimum sıcaklıklardaki artış eğilimleri deneme yıllarında uzun yıllar ortalamasından daha yüksek gerçekleşmiştir (Anonim, 2020). Deneme alanının çok yıllık (1978-2018) ve denemenin yapıldığı yılları kapsayan bazı iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Bu çalışmada bitki materyali olarak enstitümüzde ıslah edilen tescil sürecindeki gazal boynuzu çeşit adayı kullanılmıştır. Genotip; dik veya yarı dik büyüme tipindedir. Çeşitli koşullar altında 32,0 /51,0 ton ha⁻¹’lik bir yem verimine sahip iken, 287 ile 347 kg ha⁻¹ arasında değişen bir tohum verimine sahiptir. Ham protein (HP) içeriği yaklaşık%18,5 ila%19,7 iken, asit deterjan lifi (ADF) içeriği %31,1 ve nötr deterjan lifi (NDF) %39,9’dur (Çınar ve ark., 2016; Karadağ ve ark., 2016).

Tarla denemeleri, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni’ne uygun olarak üç tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Denemede, dört farklı sıra aralığı (20, 40, 60 ve 80 cm) mesafesi ana parsellerde ve dört farklı tohumluk miktarları (0,5, 1,0, 1,5 ve 2,0 kg da⁻¹) ise alt parsellerde yer almıştır. Denemede her bir alt parsel, (uzunluğu 5 m x genişliği 3,20 m) 16 m² alandan oluşmuştur. Her bir alt parseldeki sıra sayısı, sıra aralığına bağlı olarak değişmiş; 20 cm sıra aralığında 16, 40 cm sıra aralığında 8, 60 cm sıra aralığında 5 ve 80 cm sıra aralığında 4 sıradan oluşmuştur. Tarla denemelerinde gübre uygulaması, deneme alanı toprak analizi sonucuna göre saf 3 kg da⁻¹ N ve 10 kg da⁻¹ P₂O₅ olacak şekilde (Hatipoğlu ve Avcıoğlu, 2009) eksik kalan kısmın tamamlanması şeklinde dekara 15 kg DAP (%18-46 diamonyum fosfat) gübresi ekim öncesi toprağa karıştırılarak yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü, iki kez el çapası ve mekanik olarak yapılmıştır. Bitkiler yağışa bağlı koşullarda yetiştirilmiştir. Tarla denemeleri; tek sıra parsel ekim makinesi kullanılarak, 21-22 Nisan 2017 tarihlerinde 1,5-2,0 cm derinlikte ekilmiş, ekimden sonra toprak merdane ile bastırılmıştır. Denemede

ilk ekim yılı kuruluş yılı olarak kabul edilip veriler değerlendirmeye alınmamıştır. Biçim işlemi; yılda iki defa parsel biçim makinesi kullanılarak 5-7 cm yükseklikten bitkilerin tam çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Araştırmada bitkiye ait morfolojik gözlem ve ölçümler birinci biçimden önce her bir alt parselden rastgele seçilen 10 bitkinin ortalaması alınarak yapılmıştır (Wouw ve ark., 1999; Anonim, 2016). Araştırmada;

Doğal bitki boyu (cm) değerleri, bitkilerin toprak yüzeyi ile en uç noktası arası mm bölmeli cetvel ile ölçülerek ortalaması bitki boyu olarak kaydedilmiştir.

Ana dal sayısı (adet/bitki); bitki köklü olarak sökülüp ana dalları sayılarak, ortalaması kaydedilmiştir.

Ana dal kalınlığı (mm); ana dal sayısı değerlerini tespit etmek için kullanılan bitkilerde ana dal kalınlığı 0.1mm bölmeli kumpasla ölçülüp ortalaması alınarak tespit edilmiştir.

Birim alandaki bitki sayısı (adet/m); her bir alt parselde rastgele seçilen sırada bir metre uzunluğundaki mesafede çıkan bitkiler sayılarak saptanmıştır.

Yeşil ot verimi (kg/da); her bir alt parselin yarısı bitkilerin tam çiçeklenme döneminde 5-7 cm yükseklikte parsel biçim makinesi kullanılarak biçilmiş, elde edilen yeşil ot tartılarak elde edilen değerler dekara verime dönüştürülerek tespit edilmiştir.

Kuru ot verimi (kg/da); her parselden elde edilen yeşil ot içerisinde rastgele alınan örnekler, 16-24 saat boyunca 55 - 60 °C’de havalı kurutma dolabında kurutularak, ölçmeden önce 16-24 saat süreyle oda sıcaklığında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra hassas terazide tartılarak elde edilen değerler kullanılarak kuru ot oranı değerleri belirlenmiştir. Elde edilen kuru ot oranı değerleri her bir parsel için tespit edilen yeşil ot (kg/da) verimine oranlanarak hesaplanmıştır (Goering ve Van Soest, 1970; Undersander ve ark., 1993).

Ham protein içeriği oranı (%); her parselden alınan kuru ot örneklerinden Kjeldahl cihazıyla nitrojen (N) içeriği, Kjeldahl metoduna göre belirlenerek, % N x 6,25 formülünü kullanarak hesaplanmıştır (Anonymous, 1990; Undersander ve ark., 1993).

Asit deterjan lifi (ADF) ve Nötr deterjan lifi (NDF) oranı (%); Ankom Teknolojisinin yem kalite analizi için standart laboratuvar prosedürlerine göre (Anonymous,2017), (Ankom Teknoloji 220, Fairport, NY, ABD) teknolojisi kullanılarak tespit edilmiştir.

Denemede elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak, ölçülen tüm özellikler için varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş, ana etkilerin önemi F-testi $p \leq 0,05$ anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir. Uygulamalardaki ortalamalar arasında önemli bulunan farklılık ise LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gruplandırma yapılmıştır (Yurtsever, 2011).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gazal boynuzu bitkisinin Sivas-Şarkışla lokasyonu agro- ekolojik koşullarında farklı sıra arası mesafeleri ve tohum miktarları uygulamasına tepkisinin belirlenmesi amacıyla üç yıl süreyle yürütülen bu çalışma sonucunda, analiz edilen parametreler arasında deneme konuları ve yıllar itibariyle istatistiki anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur. Ancak HP, ADF, NDF oranları üzerinde, deneme konuları önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Bununla birlikte, ot verimi ve verim bileşenleri üzerine, sıra aralığı ve tohum miktarları arasında metrede bitki sayısı hariç önemli bir etkileşim bulunmamıştır. Araştırmada sıra aralığı uygulamaları, doğal bitki boyu, ana dal sayısı ve ana dal kalınlığı değerlerini istatistiki anlamda önemli şekilde etkilemezken yeşil ot verimi ve bitki çıkışı üzerinde istatistiki anlamda önemli etki göstermiştir. Azalan sıra aralıklarında yeşil, kuru ot verimi, ortalama doğal bitki boyu ve ana dal kalınlığı ile HP oranı değerleri artmış ADF, NDF oranları nispeten azalmıştır. Sıra arası mesafesinin artırılması ise

sınırlıda olsa ana dal sayısı değerlerini artırmıştır (Çizelge 2, 3, 4).

Tohum miktarı uygulamaları ise, yeşil, kuru ot verimi ve verim bileşenleri üzerinde istatistiki anlamda önemli etkiler göstermiş artan tohum oranlarıyla ana dal kalınlığı, hariç incelenen parametreler artırmıştır. Deneme konularında, birinci üretim yılında yeşil, kuru ot verimi ve doğal bitki boyu değerleri daha yüksek gerçekleşirken, ikinci üretim döneminde ise bitki boyunda görülen kısalmaya bağlı olarak, ana dal sayısı ve dal kalınlığı değerleri nispeten daha yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 2, 3, 4).

Birim alandaki bitki sayısı

Araştırmada tesis yılında incelenen bir metre de bitki çıkışı sayıları; sıra arası mesafesi ve tohum miktarı uygulaması ile sıra arası x tohum miktarı interaksyonu yönünden istatistiki anlamda önemli ($P \leq 0,01$) bulunmuştur. Farklı sıra arası mesafelerinde tespit edilen bitki çıkışı ortalamaları 101-277 adet/m arasında değişim göstermiş, en fazla (277 adet/m) bitki çıkışı ortalaması 80 cm sıra arası mesafesinde en düşük ise (101 adet/m) 20 cm sıra arası mesafesinde saptanmıştır. Farklı tohum miktarları uygulamalarında ise bitki çıkışı 89-237 adet/m arasında değişim göstermiş, en fazla (277 adet/m) bitki çıkışı 2,0 kg/da tohum miktarında tespit edilirken, en az bitki çıkışı 0,5 kg/da tohum miktarında 89 adet/m olarak tespit edilmiştir. Sıra arası-tohum miktarı interaksyonu yönünden en fazla bitki çıkışı 80 cm sıra arası ve 2,0 kg/da tohum uygulamasında (366 adet/m) tespit edilirken en az bitki çıkışı ortalaması 20 cm sıra arası ve 0,5 kg/da tohum uygulamasında (51 adet/m) saptanmıştır (Çizelge 3).

Tesis kurulumu sırasında gözlemlenen bitki çıkış farklılıklarına, dar sıra aralıklarında deneme alt parsellerinde artan sıra sayıları dolayısıyla daha düşük bitki yoğunluğu olması, artan sıra arası mesafelerinde ise azalan sıralarda bitkiler arasındaki sıra içi rekabetin neden olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge1. Denemenin yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllar (1978-2018) aylık en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık, bağıl nem ve yağış değerleri ortalaması (1978-2018)*
 Table 1. Monthly lowest, highest and mean temperature, relative humidity and rainfallin values of the experimental years and long-term average (1978- 2018) *

Aylar Months	Aylık ortalama sıcaklık (°C) Monthly mean temperature (°C)				Günlük minimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C) Highest monthly temperature mean (°C)				Günlük maksimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C) Lowest monthly temperature mean (°C)				Aylık toplam yağış ortalaması (mm=kg÷m ²) Monthly precipitation total (mm)				Aylık ortalama nispi nem (%) Monthly relative humidity mean (%)			
	2018	2019	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	
	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	Uzun yıllar Long term	
Ocak	0,1	-2,4	-12,5	-26,4	-6,9	8,4	9,2	9,4	3,2	37,4	30,5	29,0	34,2	76,3	90,7	78,3	84,3	78,3	84,3	
Şubat	3,8	1,3	-9,9	-10,3	-4,7	15,0	18,5	11,0	8,2	2,0	17,8	9,9	13,1	66,2	75,9	73,1	75,9	73,1	75,9	
Mart	7,9	3,3	-7,1	-9,3	-0,9	18,8	24,0	17,8	12,6	22,0	58,3	19,7	31,9	60,1	73,0	70,4	67,9	70,4	67,9	
Nisan	10,8	7,4	-6,9	-7,1	1,1	24,5	25,1	23,1	18,0	29,0	1,6	35,7	18,7	58,2	55,0	74,2	58,4	74,2	58,4	
Mayıs	14,3	14,8	0,7	-0,9	5,7	28,0	27,7	31,7	21,4	70,6	85,1	11,4	62,1	68,1	75,8	62,2	68,9	62,2	68,9	
Haziran	18,0	19,2	1,6	5,2	7,0	31,8	33,5	32,1	25,6	26,5	59,3	34,9	41,9	71,3	70,5	66,3	65,8	66,3	65,8	
Temmuz	20,8	18,9	3,6	7,1	2,7	36,7	35,5	34,7	29,5	0,0	0,8	16,2	3,7	59,2	62,7	61,6	55,4	61,6	55,4	
Ağustos	20,4	20,0	7,7	6,3	4,5	36,7	34,9	38,6	30,8	0,7	4,7	0,0	4,1	62,7	58,3	61,3	53,7	61,3	53,7	
Eylül	16,4	15,0	1,1	-1,4	6,2	34,3	32,0	28,5	26,5	0,9	0,0	0,9	15,4	56,7	59,3	64,8	54,5	64,8	54,5	
Ekim	11,6	12,5	-3,5	-4,0	-2,7	24,0	26,4	28,7	19,2	17,8	27,4	7,8	26,4	73,3	74,0	65,4	67,0	65,4	67,0	
Kasım	5,4	5,5	-8,5	-7,3	-10,3	19,3	20,9	22,2	13,1	16,0	6,5	16,5	15,2	83,3	69,9	63,2	67,0	63,2	67,0	
Aralık	4,9	-2,4	-8,1	-4,7	-26,4	14,8	11,2	9,4	5,3	37,3	0,1	29,0	23,1	86,3	-	78,3	83,2	78,3	83,2	
Top./Ort.	11,2	9,42	-2,5	-6,5	1,9	24,3	24,9	23,9	17,8	260,2	292,1	211,0	289,7	68,5	69,5	68,2	66,8	68,2	66,8	

*Veri kaynağı: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (1929-2018) (*Data source: The General Directorate of State Hydraulic Works. 1929- 2018).

Çizelge 3. Yıl, sıra arası mesafe ve tohum miktarı oranın Doğal Bitki Boyu, Ana Dal Sayısı, Ana Dal Kalınlığı üzerine etkisi (2 yıl ortalaması) ve bitki sayısı m üzerine etkileri.
Table 3. Effects of years, row spacing and seeding rate on natural plant height, stem diameter and number of main stem per plant (average of 2 years) and number of plants (m).

Sıra arası mesafesi A Row spacing	Doğal bitki boyu (cm) * Natural plant height				Ana dal sayısı (adet/bitki) * Number of main stem per plant				Ana dal kalınlığı (mm) * Stem diameter		Bitki sayısı (adet/m) * Number of plants (m)
	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2019	Ortalama Average
	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2019	Ortalama Average
20 cm	58,1	43,7a	50,9	8,0	11,4	9,7	2,01	2,20	2,10	2,20	101c
40 cm	63,8	43,4a	53,6	9,3	10,2	9,7	2,02	2,29	2,15	2,29	151b
60 cm	69,1	37,8b	53,4	10,1	11,8	10,9	1,88	2,25	2,06	2,25	178b
80 cm	66,8	36,2b	51,5	9,5	10,6	10,1	1,87	2,22	2,04	2,22	277a
F-test	ÖD	*	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**
Lsd (P <0,05)	6,67	4,72	3,64	1,47	2,08	1,13	0,44	0,21	0,22	0,21	29,63
Tohum Miktarı B											
Seeding rate											
0,5 kg/da	60,9b	36,4b	48,7c	10,3a	11,2	10,8a	2,13a	2,44a	2,29a	2,44a	89d
1,0 kg/da	63,9b	40,7a	52,3b	8,4c	11,5	10,0ab	1,93bc	2,22b	2,08b	2,22b	176c
1,5 kg/da	64,2b	42,6a	53,4ab	9,4ab	11,1	10,3b	1,94b	2,19b	2,06b	2,19b	205b
2,0 kg/da	68,8a	41,4a	55,1a	8,7bc	10,2	9,4ab	1,77c	2,10b	1,94c	2,10b	237a
F-test	**	**	**	**	ÖD	*	**	**	**	**	**
Lsd (P <0,05)	3,56	3,01	2,27	1,02	1,87	1,03	0,16	0,12	0,1	0,12	19,19
CV (%):	6,50	8,8	7,4	13,1	20	17,6	9,8	6	8,2	6	12,7
AXB	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**
Yıl	64,5a	40,3b	**	9,3b	11,0a	**	1,94b	2,24a	**	2,24a	**

*Sütümler içinde farklı küçük harflerle gösterilen değerler LSD testine göre (P <0,05) önemli ölçüde farklıdır; * - F testi p <0,05 düzeyinde anlamlı; ** - F testi p <0,01 düzeyinde anlamlı; ÖD - F testi önemli değil.

*The values denoted with different small letters within columns are significantly different at (P <0,05) in accordance with the LSD test; * - F test significant at p <0,05; ** - F test significant p <0,01; ns - F test not significant.

Çizelge 4. Yıl, sıra arası mesafé ve tohum miktarı oranın, kuru ot verimi, ham protein oranı, asit deterjan lifi (ADF), nötr deterjan lifi (NDF) üzerine etkileri.
Table 4. Effects of years, row spacing and seeding rate on hay yield, crude protein (CP) and acid detergent fiber (ADF) neutral detergent fiber (NDF).

Sıra arası mesafesi A Row spacing	Kuru ot verimi (kg/da)* Hay yield			Ham protein oranı (%) Crude protein (CP)			Asit deterjan lifi ADF oranı (%)*			Nötr deterjan lifi NDF oranı (%)*		
	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average	2018	2019	Ortalama Average
	20 cm	1329,3a	817,3a	1073,3a	14,6	15,3	15,02	38,2	35,7	36,99	47,1	47,3	47,23
40 cm	1244,5ab	871,6a	1058,0a	15,4	16,9	16,21	37,58	32,7	35,14	46,5	43,9	45,24
60 cm	1043,8c	616,9b	830,3b	14,2	16,1	15,22	38,09	33,7	35,91	47,6	44,7	46,20
80 cm	1123,5bc	651,8b	887,7b	14,5	16,6	15,58	38,2	33,5	35,86	47,2	44,7	45,99
F-test	*	*	**	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Lsd(P<0,05)	200,4	157,6	113,5	1,46	2,96	1,47	1,66	4,67	2,20	1,19	5,45	2,48
Tohum Miktarı B												
Seeding rate												
0,5 kg/da	1131,8	613,2b	872,5b	14,9	17,0	15,99	37,7	32,4	35,09	47,1	44,0	45,59
1,0 kg/da	1224,1	810,5a	1017,3a	14,7	15,8	15,27	38,2	35,4	36,85	46,9	45,7	46,33
1,5 kg/da	1194,6	787,3a	990,9a	14,7	16,0	15,39	38,2	33,8	36,08	46,5	45,2	45,85
2,0 kg/da	1190,5	746,7a	968,6a	14,5	16,1	15,37	37,9	33,8	35,89	48,0	45,7	46,89
F-test	160,3	87,6	86,9	0,66	1,21	0,67	1,04	2,64	1,38	1,63	2,97	1,65
Lsd (P<0,05)	13,8	13,8	15,5	5,3	8,8	7,4	3,2	9,2	6,6	3,1	13,0	6,1
CV (%):	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
AXB	1185,2	739,4	**	14,7	16,2	ÖD	38,0	33,9	ÖD	47,1	45,2	ÖD
Yıl	160,3	87,6	86,9	0,66	1,21	0,67	1,04	2,64	1,38	1,63	2,97	1,65

*Sütunlar içinde farklı küçük harflerle gösterilen değerler LSD testine göre (P<0,05) önemli ölçüde farklıdır; * - F testi p<0,05 düzeyinde anlamlı; ** - F testi p<0,01 düzeyinde anlamlı; ÖD - F testi önemli değil.

* The values denoted with different small letters within columns are significantly different at (P<0,05) in accordance with the LSD test; * - F test significant at p<0,05; ** - F test significant at p<0,01; ns - F test not significant.

Doğal bitki boyu

Sivas lokasyonunda, yetiştirilen gazal boynuzu bitkisinde ölçülen bitki boyu değerleri arasında saptanan farklılıklar; farklı sıra arası mesafeleri ve sıra arası x tohum miktarı ikili etkileşimi yönünden istatistiki anlamda önemli bulunmazken, farklı tohum miktarları uygulamaları istatistiki olarak önemli ($P \leq 0,01$) önemli bulunmuştur. Araştırmada, en uzun bitki boyu ortalaması birinci üretim yılında (64,5 cm) en kısa bitki boyu ise ikinci üretim yılında (40 cm) tespit edilmiştir. Farklı sıra arası mesafelerinde elde edilen doğal bitki boyu ortalama değerleri arasında tespit edilen farklılıklar istatistiki anlamda önemli olmamakla birlikte en uzun ortalama bitki boyu (53,4-53,6 cm) 40-60 cm sıra arası mesafesinde 2,0 kg/da tohum miktarı uygulamasında (55,1 cm) ölçülmüştür (Çizelge 3). Bitki boyu değerleri genel olarak; artan sıra arası mesafelerinde azalış gösterirken, artan tohum miktarı uygulamalarında artış göstermiştir. Belirli bir tohum oranından daha yüksek tohum miktarı veya daha geniş sıra aralığı, sıra başına daha fazla sayıda bitki yoğunluğu oluşturması nedeniyle, yatmaya karşı daha savunmasız olan daha ince bitkiler üretmiştir.

Ana dal sayısı

Deneme konularında ana dal sayısı değerleri arasında tespit edilen farklılıklar; farklı sıra arası mesafeleri uygulamasında ve sıra arası x tohum miktarı etkileşimi yönünden istatistiki anlamda önemli bulunmazken tohum miktarları uygulamaları istatistiki anlamda önemli ($P \leq 0,05$) bulunmuştur. Araştırmada, ana dal sayısı değerleri yıllar itibariyle önemli farklılıklar oluşturmuş en fazla bitki başına ana dal sayısı ikinci üretim yılında (11,0 adet/bitki) en az ise birinci üretim yılında (9,2 adet/bitki) olarak tespit edilmiştir. Yürütülen çalışmada daralan sıra aralıklarında ve artan tohum miktarlarında bitki başına ana dal sayısında azalmalar görülmüştür. En fazla ana dal sayısı 60 cm sıra arası mesafesinde (10,97 adet/bitki) 0,5 kg/da tohumluk miktarı uygulamasında 10,8

adet/bitki konusunda elde edilmiştir. En az dal sayısı ise 20 cm sıra arası mesafesinde (9,7 adet/bitki) 2 kg/da tohumluk miktarı uygulamasında 9,4 adet/bitki olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Araştırmada artan sıra aralıklarında ve azalan tohum miktarlarında ana dal sayısı değerlerinde tespit edilen artış; birim alandaki bitkilerin azalması ile yaşam alanlarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ana dal kalınlığı

Ana dal kalınlığı değerleri arasında tespit edilen farklılıklar; farklı sıra arası mesafeleri uygulamasında ve sıra arası x tohum miktarı etkileşimi yönünden istatistiki anlamda önemli bulunmazken tohum miktarları uygulamaları istatistiki anlamda önemli ($P \leq 0,01$) bulunmuştur (Çizelge 3). Ana dal kalınlığı değerleri yıllar itibariyle önemli farklılıklar oluşturmuş en kalın saplar ikinci üretim yılında (2,24 mm), en ince saplar ise birinci üretim yılında (1,92 mm) ölçülmüştür. Denemede istatistiki olarak önemli olmasa da en yüksek bitkide ana dal kalınlığı değeri 40 cm sıra arası (2,15 mm) mesafesinde ölçülmüştür. Farklı tohum miktarları uygulamasında ise en yüksek ana dal kalınlığı değeri 0,5 kg/da tohumluk miktarında 2,29 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Araştırmada artan sıra aralıkları ve tohum miktarlarında ana dal kalınlığı değerlerinde tespit edilen azalmanın, azalan sıra sayılarında (60 cm 5 sıra, 80 cm 4 sıra) aynı sırada bitki yoğunluğunun artmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çalışmamızla benzer şekilde yürütülen bazı araştırmalarda, Sağlamtimur ve ark. (1986), bitki boyunun 37,5-70,4 cm Douglas ve ark. (1996), 43,5 cm Ayres ve ark. (2008), 13,0-23,1 cm aralığında, gövde kalınlığını 1,06-1,35 mm Drobna (2010), bitki boyunun 16,0-37,9 cm dal sayısının 48,4-146,0 adet/bitki gövde kalınlığını 2,0-5,8 mm aralığında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Scheffer-Basso ve ark. (2011), ana dal sayısının ilk biçimde 5,2-12,3 adet/bitki, bitki boyunun 7,6-17,0 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Churkova (2012), gazal boynuzunda kuru madde verimini belirleyen ana unsurların, bitki boyu ve ana saplarının sayısı olduğunu bildirmiştir. Tüm çeşit ve populasyonların ortalama uzunluğunun minimum 35,2 cm maksimum 41,5 cm arasında, ortalama ana gövde sayısı değerlerinin ise 23,7 ile 44,0 adet/ bitki arasında değişmekte olduğu bildirilmiştir. Gatarić ve ark. (2013), bitki boynunun 29,57-39,92 cm gövde kalınlığının 1,26-2,10 mm, Radić ve ark., (2014) bitki boyunun 28,7 ila 40,8 cm arasında, ana dal sayısının 31-76 adet/bitki, ana dal kalınlığının ise 1,44-1,94 mm arasında değiştiğini, Karadağ ve ark., (2017) 2013-2015 yılları arasında Tokat ve Sivas ekolojik koşullarında yürüttükleri çalışmada, en yüksek bitki boyu değerlerinin sırasıyla 56,2, 54,7 cm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Tesis yıllarındaki farklılıklar, ekoloji farklılıkları ve farklı yetiştirme teknikleri ile genotip/çeşit farklılıkları elde edilen değerlerdeki değişimde önemli etken olmuştur.

Yeşil-kuru ot verimi

Araştırma sonucunda; farklı sıra arası mesafelerinde uygulanan tohum miktarlarında yetiştirilen gazal boynuzu bitkisinde yeşil ot verimi değerleri arasında tespit edilen farklılıklar farklı sıra arası mesafeleri uygulamalarında önemli ($p \leq 0,05$) bulunurken, tohum miktarları uygulamalarında önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuştur. Sonuçlar, yeşil ot veriminin, 2018 yılında 4571,3 kg/da olduğunu, 2019 yılında ise 3184,4 kg/da ile daha yüksek gerçekleştiğini göstermiştir. Araştırmada; en yüksek yeşil ot verimi istatistiki anlamda aynı grupta yer alan 20-40 cm sıra aralığı mesafelerinde (4226,1-4144,2 kg/da) 1,0-1,5 ve 2,0 kg/da tohum miktarı uygulamasında, (sırasıyla 4109,0-4124,4 ve 3969,9 kg/da) elde edilmiştir. En düşük yeşil ot verimi ise istatistiki anlamda aynı grupta yer alan 60-80 cm sıra aralığı mesafesinde ve 0,5 kg/da tohum miktarı uygulamasında tespit edilmiştir. Kuru ot verimi değerleri arasında tespit edilen farklılıklar, farklı sıra arası mesafeleri ve tohum miktarları uygulamalarında önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuştur. Denemede, en yüksek kuru ot verimi, 2018 yılında

(1.185,2 kg/da) elde edilirken en düşük verim 2019 yılında (739,4 kg/da) elde edilmiştir. Deneme sonucunda farklı sıra arası mesafelerinde elde edilen toplam kuru ot verimi ortalama değerleri 830,3-1.073,3 kg/da arasında değişim gösterirken, farklı tohum miktarları uygulamalarında ise 872,5-1.017,3 kg/da aralığında değişim göstermiş, en yüksek kuru ot verimi istatistiki olarak aynı grupta yer alan 40-20 cm sıra arası mesafesinde 1,0-1,5 ve 2,0 kg/da, tohum miktarları uygulamalarından elde edilmiştir. Deneme konularından en düşük kuru ot verimi ise 80 cm sıra arası mesafesi 0,5 kg/da tohum miktarı uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Gazal boynuzu yeşil ve kuru ot üretimlerinde sıra arası mesafesinin artırılması verimi artırmazken artan tohum miktarlarının ot verimini olumlu yönde etkilediği ancak istatistiki anlamda aynı grupta yer almakla birlikte 1,5 kg/da uygulamasının üzerindeki miktarlarda nispeten verim azalması olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Çalışmamızla benzer şekilde yapılan çalışmalarda da optimum tohum miktarının ve sıra arası mesafesinin belirlenmesi; tohum tüketiminin azaltılması ve gerekse birim alandan en yüksek verimin alınması açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar gazal boynuzu bitkisinden değişik koşullarda farklı performanslar elde etmişler: Kauren (1969), ABD Ohio eyaletinde Viking, Leo, Mansfield, Empire VI, Caseade varyeteleriyle yürüttüğü bir denemede, yılda üç biçim yapabildiğini, bu biçimlerde en yüksek verimin dekara 1.193 kg kuru otlarla Viking, en düşük verimin de dekara 995 kg'la Empire varyetesinden alındığını bildirmektedir. Rumbaugh (1969)'da ABD'nin South-Dakota eyaletinde 1965 yılında 18 gazal boynuzu varyetesiyle kurduğu denemede 1968 yılında gerçekleştirilen iki biçimde en yüksek verim dekara 405 kg kuru otlarla Empire (S. C. S. Mich. 240) varyetesinden, en düşük verim de dekara 120 kg'la Granger varyetesinden alındığını bildirmiştir. Tosun (1979), 1968-1971 yılları arasında Erzurum'da dokuz farklı gazal boynuzu çeşidinin verimlerini incelediği bir araştırmada; en yüksek verimin 893,8 kg/da ile Empire çeşidinden, en düşük verimin ise 5,2 kayıt

no'lu çeşit (508,5 kg/da) ile Roskilde (608 kg/da) varyetesinden alındığını bildirmiştir. Posler ve ark. (1985), 1979-1984 yılları arasında Doğu Kansas'ta on gazal boynuzu çeşidinin (Fargo, Fergus, Leo, Missouri 20, Dawn, Empire, NC-83 pool, Norcen, T-68, Viking) kuru ot verimi, HP oranı ile dayanıklılık performanslarını inceledikleri araştırma sonucunda 1981-1983 yılları arasında en yüksek toplam verim alındığını, 1979-1984 yılları arasında Norcen, NC-83 pool, Missouri 20, Fergus, Dawn ve Leo; üstün verimli çeşitler, Viking, Empire, Fargo, ve T-68, düşük verimli çeşitler olduğunu, 1983-1984 yıllarından itibaren verimin nispeten düştüğünü, T-68 (0,67 ton/da) ve Viking (0,96 ton/da) çeşitlerinde verimde göreceli düşüşün en fazla olduğunu, araştırmanın altı yıllık sonucunda Norcen ve NC-83 pool, çeşitlerinin yüksek verim verdiğini, gazal boynuzu çeşitlerinin Doğu Kansas koşullarında mükemmel verim potansiyeline sahip olduğunu, şişme yapmama özelliğinden dolayı serin mevsim mera ıslahında gazal boynuzunun çok avantajlı olabileceğini bildirmişlerdir. Ekim yönteminin ve tohum miktarlarının gazal boynuzu mahsulünün verimi üzerindeki etkisini inceleyen önceki çalışmalarda, araştırmacılar geniş aralıklı tohum ekimine kıyasla dar sıralı tohum ekiminin avantajına dikkat çekmiştir. Miladinović (1964), en yüksek ot verimini ilk biçimde (5,42 t ha⁻¹) 30 cm'lik en dar sıra aralığında elde etmiştir. Petrović ve ark. (2011), en dar ekim aralığı (12,5 cm-6.56 ton ha⁻¹) ve en yüksek tohum oranında 8 kg ha⁻¹ (5.73 ton ha⁻¹) en yüksek ot verimi elde etmiştir. Karadağ ve ark. (2016), Tokat-Kazova koşullarında yürüttükleri çalışmada yeşil ot veriminin 5216,3-6161,6 kg/da Çınar ve ark. (2016), Sivas-Şarkışla koşullarında yürüttükleri çalışmada, 2112,5-2474,8 kg/da aralığında agro-ekolojik koşullardaki farklılıklara bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmiştir. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda, uzun yıllar ortalamasının altında yağış (özellikle Mart ve Mayıs aylarında) alınırken, minimum sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamasından daha düşük gerçekleşmesi yanında Mayıs ayına sarkması, maksimum sıcaklıklarının ise uzun yıllar ortalamasından daha yüksek gerçekleşmesi (Çizelge 1) gibi yaşanan

iklim olumsuzluklarının, bitki gelişimini geçmiş yıllardan farklı olarak daha olumsuz yönde etkilediği değerlendirilmektedir. Diğer araştırmalardan farklı olarak gerçekleşen verim farklılıklarının; agro-ekolojik koşullar, yetiştirme yöntemleri ve çeşit farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Ham protein (HP), asit deterjan lifi (ADF) ve nötr deterjan lifi (NDF) oranı

Araştırmanın iki yıllık ortalama sonuçları; önemli besin değeri parametreleri olan HP, ADF ve NDF oranı üzerine, deneme konularının etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığını göstermiştir. Genel olarak artan sıra arası mesafeleri ve tohum miktarları elde edilen ürünün besin değerlerini olumsuz yönde etkilemiş, istatistiki anlamda önemli olmamakla birlikte en yüksek HP oranı 40 cm sıra aralığı mesafesinde (% 16,2) ve 0,5 kg/da tohum ekim uygulamasında (%15,9) elde edilmiştir. En düşük ortalama ADF ve NDF oranı ise 40 cm sıra aralığı mesafesinde (sırasıyla %35,1- 45,2) 0,5 kg/da tohum ekim uygulamasında (sırasıyla %35,09-45,5) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yapılan çalışmalar, yüksek kalitenin çoğu zaman verimin tersi farklılık gösteren bir özellik olduğunu en yüksek kalitenin neredeyse hiçbir zaman en yüksek verimle ilişkili olmadığını göstermektedir (Orloff ve Putnam, 2004).

Posler ve ark. (1985), gazal boynuzu çeşitlerinin performans testleri sonucu HP içeriklerinin ortalama (%13,2-19,8) arasında değiştiğini; birinci biçimde ikinci biçimden daha yüksek gerçekleştiğini bildirmiştir. Öte yandan Niezen ve ark. (2002), farklı olgunluk döneminde ve farklı mevsimde hasat edilen gazal boynuzu otunun HP içeriğinin farklı olduğunu, yaz mevsimi ve sonbaharda elde edilen HP içeriğinin sırasıyla % 21,9 ila % 22,6 arasında olduğunu bulmuşlardır. Ramirez-Restrepo ve ark. (2006), *Lotus corniculatus*'un HP içeriğinin % 10,56 ile % 21,93 arasında değiştiğini ve artan olgunlukla azaldığını bulmuşlardır. *Lotus corniculatus*'un HP içeriği; Posler ve ark. (1985), Ramirez-Restrepo ve ark. (2006), Chapman ve ark. (2008), bulguları ile uyumlu iken Karadağ ve ark. (2016), Çınar ve ark. (2016), bulgularına yakın,

Niezen ve ark. (2002) bulgularından ise daha düşük gerçekleşmiştir. Öte yandan Karabulut ve ark. (2006), olgunluk evresinin, *Lotus corniculatus* samanının kimyasal bileşimi, üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu NDF (% 31.59-37,62) ve ADF (% 25,73-31,06) içeriğinin artan olgunluk ile artarken HP içeriğinin azaldığını, erken çiçeklenme döneminde hasat edilen *Lotus corniculatus* samanının HP içeriğinin, çiçeklenme ve olgun evrelere göre önemli ölçüde (% 14,96-17,63) daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Chapman ve ark. (2008), gazal boynuzu samanında HP içeriğinin 11.7-14,6 (g kg⁻¹ DM), NDF içeriğinin 437-493 (g kg⁻¹ DM) aralığında biçim zamanına bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Canbolat ve Karaman (2009), bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerini incelediği araştırmada, kullanılan baklagil kuru otlarının kimyasal bileşimlerini saptamıştır. Gazal boynuzu HP oranının % 17,44, ham kül oranının % 7,33, ADF oranının % 30,0-32,3 NDF oranının ise % 39,2-41,8 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişler. Kaplan ve ark. (2009), farklı büyüme bölgesinin *Lotus corniculatus* samanının potansiyel besin değeri üzerinde önemli (P≤0,001) bir etkiye sahip olduğunu, ham protein oranının % 17,16-20,94 aralığında, NDF oranının % 38,00-45,63 aralığında, ADF oranının ise % 30,62-38,78 aralığında değiştiğini saptamıştır. Farklı lokasyonlarda yaptıkları çalışmada, Karadağ ve ark. (2016), HP oranının % 18,84-19,76, ADF oranının % 30,0-32,3, NDF oranının ise % 39,2-41,8 aralığında, Çınar ve ark. (2016), HP oranının % 18,0-18,4, ADF oranının % 31,1-32,6 NDF oranının ise % 39,9-42,0 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Araştırmacılar gazal boynuzu otunun potansiyel besin değerinin, farklı agro-ekolojik koşullar, biçim olgunluk evresi ve mevsimi ile yakından ilişkili olduğunu vurgulamışlardır (Niezen ve ark., 2002; Karabulut ve ark., 2006; Ramirez-Restrepo ve ark., 2006; Chapman ve ark., 2008; Kaplan ve ark., 2009).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları; genetik oluşumun yanı sıra, sıra aralığı ve tohum oranının da gazal boynuzu bitkisinin büyüme davranışını kontrol ettiğini göstermiştir. Sivas-Şarkışla lokasyonda yüksek ot üretimi istatistiki olarak aynı grupta yer alan 20-40 cm sıra arası mesafelerinde 1,0-1,5 ve 2,0 kg/da tohum miktarları uygulamasında elde edilmiş ancak 1,0 ve 2,0 kg/da tohum miktarlarında elde edilen verimler 1,5 kg/da uygulamasından nispeten daha düşük gerçekleşmiştir. Genel olarak artan sıra arası mesafeleri ve tohum miktarları elde edilen ürünün besin değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Nispeten en yüksek kaliteli ürün 40 cm sıra aralığı mesafesinde, en düşük verimin elde edildiği 0,5 kg/da tohum ekim miktarı uygulamasında tespit edilmiştir. Orta Anadolu Bölgesi agro-ekolojik koşullarında ve benzer koşullarda en yüksek gazal boynuzu ot ürünü elde etmek için uygun şekilde hazırlanmış tohum yatağında 20 veya 40 cm sıra aralığı ve 1,5 kg/da sertifikalı tohum miktarı uygulamasının yeterli olabileceğini göstermiştir. Üreticiler fiyat ve hayvansal üretim açısından verimlilik ve kalite arasında bir uyum sağlamalıdır. Maksimum getiriye elde etmek uygun yöntem olarak görülmeyle birlikte zamanla bitki üretimini ve kârlılığını sürdürmek için ek bir stratejinin (örneğin, verim için veya sadece kalite için biçim) en uygun olduğu yanında hem yüksek hem orta kaliteli ot temin etmesini sağlayan karışık stratejiler de makul olabilir. Ayrıca bu deneme sonuçları, dar sıra aralığının (20 ve 40 cm) yabancı ot kontrolü üzerinde bazı yararlı etkileri olduğunu yabancı otlar ile gazal boynuzu bitkisinin daha iyi rekabet ettiğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM/TBAD/16/A03/P01/002) tarafından finanse edilmiştir.

REFERENCES

- Açıkgoz, E., R. Hatipoğlu, S. Altınok, C. Sancak, A. Tan ve D. Uraz. 2002. Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları. www.zmo.org.tr/resimler/ekler/f6caf1f0ba788cd_ek.pdf?tipi=14 Son erişim tarihi:10.12.2014.
- Anonim. 2016. Teknik Talimatlar. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü TTSM. <https://www.tarimorman.gov.tr> > BUGEM > TTSM > Menu > Teknik-Tali. Son erişim tarihi:10.12.2016.
- Anonim. 2020. Coğrafi Yapı - Şarkışla Belediyesi. <https://sarkisla.bel.tr/sarkisla/cografi-yapi> (Son erişim tarihi 02.08.2020).
- Anonymous. 1990. AOAC. Official Method of Analysis (15th. ed). Association of Official Analytical Chemist, Washington DC, USA. pp.66-88.”
- Anonymous. 1993. Soil Survey Division Staff. “Soil survey manual.” Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- Anonymous. 2006. Birdsfoot Trefoil. Sustainable Agriculture Research & Education Program (SEREP). A program of UC Agriculture & Natural Resources. Web www.feedipedia.org UC. Davis. https://ucanr.edu/sites/asi/db/covercrops.cfm?crop_id=7
- Anonymous. 2014. Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes. Food and Agriculture Organization FAO Rome, Italy <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/commonnames/commonsearch.htm/>
- Anonymous. 2017. ANKOM. Technology. Acid Detergent Fiber in Feeds – Filter Bag Technique (for A200 and A200I). ADF Method 12; NDF Method Method 13 www.ankom.com > fiber-anal.
- Ayres, J. F., W. M. Kelman., S. G. Wiedemann., L. A. Lane, and B. E. MC Corkell. 2008. Developing birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) varieties for permanent pasture applications in low latitude regions of Eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48: 488-498.
- Brecke, B.J. 1995. Management of weeds. Pp.43-49. *In*: H.A. Melouk and F.M. Shokes (Eds), *Peanut Health Management*. St. Paul, MN. Am. Phytopathological Soc.
- Bush, T. 2002. Birdsfoot trefoil. Plant fact sheet. USDA, NRCS, Rose Lake Plant Materials Center, East Lansing, Michigan http://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs_loc06.pdf.
- Canbolat, Ö. ve Ş. Karaman. 2009. Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin *in Vitro* Gaz Üretimi, Organik Madde Sindirimi, Nispi Yem Değeri ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması *Tarım Bilimleri Dergisi* 15(2):188-195.
- Chapman, G., E. Bork, N. Donkor, and R. Hudson. 2008. Forage Yield and Quality of Chicory, Birdsfoot Trefoil, and Alfalfa During the Establishment Year *The Open Agriculture Journal*, 2008, 2: 68-74.
- Churkova, B. 2012. Biometric Performance and Productivity of Varieties and Local Populations Birdsfoot Trefoil Under The Soil and Climatic Conditions Of Troyan. Banat’s University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Timisoara, Contact: web: <http://dse.usab-tm.ro>, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(4):437-441.
- Çınar, S., Y. Karadağ, T. Taşyürek, S. Gökalp, M. Özkurt. 2016. The Determination of Yield and Quality of Some Perennial Forage Cultivars Under Sivas Ecological Conditions. *Research Institute For Field Crops*.25(2):213-218.
- Drobna, J. 2010. Morphological variation in natural populations of *Lotus corniculatus* in association to geographical parameters of collecting sites. *Biologia Botany Section*, 65, 213-218.
- Douglas, G.B., B.J. Wills, H.N. Pryor, A.G. Foote, and K.D. Trainor. 1996. Establishment of perennial legume species in drought-prone, North and South Island sites. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 58: 253-257. DOI:<https://doi.org/10.33584/jnzg.1996.58.2199>.
- Gatarić, D., V. Radić., B. Durić., M. Šarić., Z. Čolović., and B. Petković. 2013. Morphometric characteristics of *Lotus corniculatus* L. genotypes. *African Journal of Biotechnology* 12(35):5423-5426.
- Geçit, H. H., C. Y. Çiftçi, Y. Emeklier, S. İkincikarakaya, M.S. Adak, Ö. Kolsarıcı, H. Ekiz, S. Altınok, C. Sancak, C.S. Sevimay ve H. Kendir. 2009. *Tarla Bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın no: 1569, Ders Kitabı: 521, Ankara.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications) *Agriculture Handbook No. 379 Agricultural Research Service United States Department of Agriculture Jacket No. 387-598* Washington, D.C. Issued December 1970.
- Hannaway, D. B., and D. Myers. 2004. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Oregon State University. Species Selection Information System. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) [Feedipedia](http://www.feedipedia.org)www.feedipedia.org > node. http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_legume.php?SpecID=12
- Hatipoğlu, R. ve R. Avcıoğlu. 2009. Gazalboynuzu türleri. s: 387-401. (Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y. Ed.). *Baklagil Yembitkileri*. Cilt II. TÜGEM. Emre Basımevi. İzmir.

- Kaplan, M., A. Atalay, and S. Medjekal. 2009. Potential nutritive value of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) plants grown in different sites Livestock Research for Rural Development 21:7.
- Karabulut, A., O. Canbolat, and A. Kamalak. 2006. Effect of maturity stage on the nutritive value of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) hays, Lotus Newsletter 36(1):11-21
- Karadağ, Y., S. Çınar, T. Taşyürek, S. Gökalp, M. Özkurt. 2016. The determination of yield and quality of some perennial forage genotypes under Kazova-Tokat ecological conditions journal of Central Research Institute for Field Crops 2016, (Research Article) Volume: 25 Issue: Special Issue-2:206-212.
- Karadağ, Y., S. Çınar, T. Taşyürek, S. Gökalp, M. Özkurt, and R. Hatipoğlu. 2017. Development of birds foot trefoil cultivar for the Middle and Transition Regions of Turkey. KSU J. Nat. Sci., 20:73-77. DOI : 10.18016/ksudobil.348920.
- Kauren, R. W. V. 1969. Birdsfoot trefoil and Krownvetch studies in. Ohio. Newsletter, Clovers and. Special Purpose Legumes Research. 3-1969: 46.
- MacAdam, Jennifer W., Sara R. Hunt, Thomas C. Griggs, R. Christensen, Jong-Su. Eun, Robert E. Ward, and Donald J. McMahon. 2015. Enhanced Forage Intake and Milk Production on Birdsfoot Trefoil Pastures. In: The Western US. Proceedings of the Organic Agriculture Research Symposium. February. LaCrosse, WI.
- Miladinović, M. 1964. Uticaj đubriva i razmaka setve na prinose semena i zelene mase žutog zvezdana (*Lotus corniculatus* L.) na parapodzolu. Savremena poljoprivreda, 7-8: 577-585.
- Niezen J. H., T. S. Waghorn, T. Graham, J. L. Carter, and D. M. Leathwick. 2002. The effect of diet fed to lambs on subsequent development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae *in vitro* and on pasture. Veterinary Parasitology 105: 269-283.
- Orloff, S. B. and D. H. Putnam. 2004. Balancing yield, quality, and persistence. In National Alfalfa Symposium Proceedings, 13-15 December, 2004. San Diego, CA. UC Cooperative Extension. Dept. of Agronomy & Range Science, UC Davis 95616
- Petrović, S., S. Vučković, and A. Simić. 2011. Stand density effects on birdsfoot trefoil herbage yield grown for combined usage. Biotechnology in Animal Husbandry, 27(4):1523-1530. DOI:10.2298/BAH11004523P.
- Posler, G.L., J.L. Moyer, A. Jamshedi, K. Janssen. 1985. Performance tests of birdsfoot trefoil in Eastern Kansas. Agricultural Experiment Station, Kansas State University Manhattan 66506.
- Radić, V., S. Vučković, D. Gatarić, S. Prodanović, M. Drinić, A. Kralj, and D. Pajčin. 2014. Characterization of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) genotypes from the local population in Bosnia and Herzegovina Bothalia African Biodiversity and Conservation 44(6): 98-105.
- Ramirez-Restrepo, C.A., T.N. Barry, and N. López-Villalobos. 2006. Organic matter digestibility of condensed tannin-containing *Lotus corniculatus* and its prediction *in vitro* using cellulase/hemicellulase enzymes, Animal Feed Science Technology 125: 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.012>.
- Rumbaugh, M. D. 1969. Legume Species and Variety Trials in South Dakota. Newsletter, Clovers and. Special Purpose Legume Research Vol. 3-1969 p: 52.
- Sağlamtimur, T., H. Gülcan, T. Tükel, V. Tansı, A.E. Anlarsal, ve R. Hatipoğlu. 1986. Çukurova koşullarında yem bitkileri adaptasyon denemeleri. II. Baklagil Yem bitkileri. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 1(3): 37-51.
- Scheffer-Basso, S. M., R. Brustolin, and Dall'Agnol. M. 2011. Performance of *Lotus corniculatus* L. genotypes submitted to cutting interval: subsidies to a breeding program. Revista Brasileira de Zootecnia On-line version ISSN 1806-9290 R. Bras. Zootec. vol.40 no.8 Viçosa Aug. 2011 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35.982.011.000.800.004>.
- Tosun, F. 1979. Erzurum Şartlarında Bazı Gazal Boynuzu Varyetelerinin Adaptasyonu ve Verim Denemesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (3-4): 83-89.
- Tomić, Z., Z. Lugić, J. Radović, D. Sokolović, Z. Nešić, and V. Krnjaja. 2007. Perennial legumes and grasses stable source of quality livestock fodder feed. Biotechnology in Animal Husbandry. 23 (5-6): 559 - 572.
- Undersander, D., D. Mertens, and N. Thiex. 1993. Forage Analyses. Information Systems Division, National Agricultural Library (United States of America) NAL/USDA, 10301 Baltimore Avenue Beltsville, Md. 2070. <http://www.nal.usda.gov>.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever. 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66. s.230. Ankara.
- Waghorn, G. C. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production- progress and challenges. Anim. Feed Sci. Technol., 147 (1/3): 116-139 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013>.
- Williams, C. M., J. S. Eun, J. W. MacAdam, A. J. Young, V. Fellner, and B. R. Min. 2011. Effects of forage legumes containing condensed tannins on methane and ammonia production in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms. Anim. Feed Sci. Technol., 166-167: 364-372 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.025>.

- Woodcock, T. S. 2012. Pollination in the Agricultural Landscape Best Management Practices for Crop Pollination Guelph ON, Canada: Canadian Pollination Initiative University of Guelph. (NSERC-CANPOLIN).
- Wouw van de, M., J. Hanson, and S. Nokoe. 1999. Observation strategies for morphological characterisation of forages. Genetic Resources and Crop Evolution. 46 (1): 63-71 <https://doi.org/10.1023/A:1008627527822>.
- Yurtsever, N. 2011. Deneysel İstatistik Metotlar. Tarım ve Köy İşleri. Ankara.

Investigation of DNA Methylation Level in Wheat Genome Exposed to Vanadium by Using CRED-RA Technique

Özlem BAKIR^{1*} 

Güleray AĞAR² 

¹ Bartın University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, Bartın/TURKEY

² Ataturk University, Faculty of Science, Department of Biology, Erzurum/TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0002-1964-3271>

²<https://orcid.org/0000-0002-8445-5082>

* Corresponding author (Sorumlu yazar): obakir@bartin.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 29.09.2020 Accepted (Kabul tarihi): 14.01.2021

ABSTRACT: Vanadium (V) has become a serious pollutant due to its widespread use in industry. In this study, DNA methylation changes in *Triticum aestivum* L. 'Çetinel 2000' seeds were determined by CRED-RA (Coupled Restriction Enzyme Digestion-Random Amplification) analysis. DNA damage and genomic instability were determined by Simple Repeat Inter-Sequence Polymorphism (ISSR) analysis. Vanadium solutions (4.4 mM, 6.6 mM, 8.8 mM) and boric acid (BA) solutions (4 mM and 8 mM) were used. According to CRED-RA analysis, it was observed that V caused more changes in the DNA methylation level in wheat genome compared to BA application. All doses of V caused DNA damage and decreased genomic template stability (GTS). It was determined that the genomic stability was maintained in BA doses applied with V. Genomic stability was maintained at BA doses administered with V. As a result, BA may be an alternative to reduce genotoxic damage to V stress in plants.

Keywords: Boric acid, wheat, CRED-RA, DNA methylation, *Triticum aestivum* L., vanadium.

Vanadyuma Maruz Kalan Buğday Genomunda DNA Metilasyon Düzeyinin CRED-RA Tekniği Kullanılarak Araştırılması

ÖZ: Vanadyum (V), endüstride yaygın kullanımı nedeniyle ciddi bir kirlenici haline gelmiştir. Bu çalışmada, *Triticum aestivum* L. 'Çetinel 2000' tohumlarındaki DNA metilasyon değişiklikleri CRED-RA (Çift Restriksiyon Enzimi Kesimi ve Rastgele Çoğaltım) analizleri ile belirlenmiştir. DNA hasarları ve genomik kararlılık Basit Tekrarlı Diziler Arası Polimorfizm (ISSR) analizi ile belirlenmiştir. Vanadyum çözeltileri (4,4 mM, 6,6 mM, 8,8 mM) ve borik asit (BA) çözeltileri (4 mM ve 8 mM) kullanılmıştır. CRED-RA analizine göre, V uygulamasının buğday genomunda DNA metilasyon seviyesinde BA uygulamasına göre daha fazla değişikliğe neden olduğu görülmüştür. Tüm V dozları DNA hasarına sebep olarak genomik kararlılığın (GTS) azalmasına neden olmuştur. V ile birlikte uygulanan BA dozlarında genomik kararlılık korunmuştur. Sonuç olarak, BA'nın V stres koşulları altında bitkilerde genetik hasarı azaltmak için alternatif bir kimyasal olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Borik asit, buğday, CRED-RA, DNA metilasyonu, *Triticum aestivum* L., vanadyum.

INTRODUCTION

Abiotic stresses cause major losses each year due to reduced agricultural productivity and increased crop failure. Heavy metal stress, which is abiotic stress, damages plants and other living things. Contamination of soils with heavy metals due to increased industrialization adversely affects the living organisms in the environment. Vanadium (V) has an amount approximately twice that of copper (Cu) and equal to zinc (Zn), 10 times higher than lead (Pb), and is a ubiquitous element in the environment (Imtiaz *et al.*, 2015). V contaminates soil, water and atmosphere by spreading widely in different ways such as leakage, combustion, fertilizer usage and waste from industry (Kar *et al.*, 2004). Recently, V pollution has become a major environmental problem worldwide and its high dose disrupts the growth and productivity of plants (Imtiaz *et al.*, 2015). Vanadium levels higher than 2 ppm cause reduced absorption and use of essential elements in plants, chlorophyll degradation, root deformation, inhibition and degradation of enzyme activities (Aihemaiti *et al.*, 2020). Metal toxicity affects plants in different ways. Metals may exert their effects by targeting the structural, catalytic and transport regions of the cell. By causing oxidative damage, they cause the antioxidant defense system to deteriorate and the production of reactive oxygen species (ROS) to increase (Gill and Tuteja, 2010). Oxidative damage to DNA causes modifications such as single and double chain fractures, methylation and alkylation. Eventually, the accumulation of such phenomena can be found in different genotypes (Sharma *et al.*, 2009). These damages in DNA cause genomic instability. Binding of metals to DNA generally leads to breakage of hydrogen bonds that provide base pairing and deterioration of the double chain structure, but such changes in the conformation of nucleic acids may also vary depending on the type of metal ions bound. This toxicity, which occurs as a result of the interaction of DNA molecules and toxic agents and is carried to future generations, is known as genotoxicity (Bal *et al.*, 2011). Some genotoxic effects occur in the plant and these changes can be detected by ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) and RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) molecular markers. While RAPD primers are

capable of capturing CG groups that are methylated in genomic DNA, ISSR replicates in the genome and the binding points of the primers have different characteristics (Reddy *et al.*, 2002).

Heavy metals that cause genotoxicity can also be linked directly to DNA, producing free radicals or reducing the antioxidant activity that removes free radicals. Heavy metals also cause epigenetic changes such as DNA methylation (Cansaran *et al.*, 2011). One of the important techniques used to detect DNA methylation is CRED-RA (Coupled Restriction Enzyme Digestion-Random Amplification). This technique can be useful in studies of variation between sequences and species. Boron (B), a mineral, is important in plant growth and development. Most studies on B show that it is one of the basic micro molecules for plants and the negative effects of deficiency or excess are species-specific (Kekec *et al.*, 2010). In B deficiency, morphological disorders occur in the root, stem and leaf tips of plant growth regions, and this is related to the synthesis and structural functions of B in the cell wall (Brown *et al.*, 2002). In B deficiency, problems are also observed in the formation of male organs in wheat and it was recorded that there was a parallel decrease in grain yield (Rerkasem and Jamjod, 1997). Studies have been carried out on the morphological, physiological and biochemical effects of V exposure on plants. However, no studies have been found on the detection of epigenetic changes at the molecular level.

The aim of this study was to determine;

- the level at which vanadium induces changes in DNA methylation and DNA damage in the wheat genome
- whether boric acid applications contribute positively to epigenetic change.

MATERIALS and METHODS

Plant material and abiotic stress treatment

The wheat variety “Çetinel 2000” seeds used for germination in the laboratory environment were provided from Atatürk University Faculty of

Agriculture, Department of Field Crops. The ammonium metavanate (204846 Sigma-Aldrich) form of vanadium and the boric acid (B6768 Sigma-Aldrich) form of boron were used. Vanadium has six oxidation states and since this form is most commonly used, this form is preferred as a heavy metal application (Crans *et al.*, 1998). Boron mineral is among the micronutrient elements required for agricultural products (Turkez *et al.*, 2012). So it was used as an ameliorating agent. The seeds were kept in 5% sodium hypochlorite (NaOCl) for 10 minutes and surface sterilization was performed. Then, after washing and drying at least 5 times with distilled water, seeds were planted on sterile petri dishes (12 cm diameter), containing two layers of sterile Whatman filter paper (average 25 seeds and 4 replicates). Only pure water was used for control. Wheat seedlings were treated with one of three solutions of V (4.4 mM, 6.6 mM and 8.8 mM) (Nawaz *et al.*, 2018) and two BA solutions (4 mM, 8 mM) (Çatav *et al.*, 2018). Petri dishes were kept at 25 ° C in the dark for 14 days to germinate. Plant samples were taken from the treated petri dishes and the control group and stored at -80 C until DNA isolation.

DNA isolation

First leaf samples were collected and crushed with liquid nitrogen. Total DNA isolation method used by Li and Quiros (2001) was expanded and modified. The concentrations and purity of the DNA samples were measured with the NanoDrop-1000 spectrophotometer (OD 260/280) and then controlled by 1.2% agarose gel electrophoresis.

ISSR PCR

ISSR reaction was made according to the method of Li *et al.* (2007). Twelve random ISSR primers were tested (Cui *et al.*, 2017). Eight of the ISSR primers giving polymorphic amplicons were used (Bakir and Agar, 2020). The ISSR-PCR reactions were carried out in a 20 µL volume, each reaction tube contained 50 ng gDNA, 1X PCR buffer (10X), 1.5 mM MgCl₂, 300 µM dNTP, 1 U Taq DNA polymerase and 25 pmol primer. ISSR-PCR conditions were as follows: 94 ° C for 4 minutes,

35 cycles, respectively, at 94 ° C for 40 seconds, at the annealing temperature of each primer for 40 seconds, at 72 ° C for 2 minutes. Finally, the process was completed by holding at 72 ° C for 6 minutes. Samples extracted from the PCR instrument were stored at 4 ° C. PCR products were separated on 1.5 % agarose gel at 70 V for 150 min, and visualized under UV light.

ISSR analysis

ISSR results were evaluated by comparing with control using TotalLab TL120 program (Arslan, 2020). Polymorphism (%) was calculated for each primer using the formula $(100 * a / n)$. "a" indicates the determined ISSR polymorphic bands for each application example. "n" indicates the total number of DNA bands obtained in the negative control group with the relevant primer. The polymorphism observed in the ISSR profiles of the sample groups was calculated according to the emergence of a new band or the disappearance of an existing band compared to the negative control group (Wu *et al.*, 2016).

CRED-RA

CRED-RA analysis to determine DNA methylation was performed according to Leljak-Levanic *et al.* (2004). Genome methylation was analyzed using the *MspI* (Promega) and *HpaII* (Promega) restriction enzymes. Both enzymes recognize the CCGG sequence, however, *Hpa II* is only active when cytosines are not methylated. Whereas, *Msp I* cannot bind to DNA when the outer cytosine is methylated. First, the DNA was replicated by PCR with the ISSR method. Then, the DNA was cut with restriction enzymes and evaluations were made by replicating the PCR. For this process, 16,3 µl sterile water, 1µl DNA (1µg/µl), 0,2 µl BSA (10µg/µl), 2µl RE 10X Buffer, 0.5µl restriction enzyme were added to a 0.5ml tube with a final volume of 20 µl. For enzyme digestion, the tubes were incubated for 4 hours in a 37°C oven. Enzyme was deactivated in an oven at 65°C for 15 minutes. In order to visualize the products obtained, 4 µl sample was mixed with 1µl 6X loading buffer, and electrophoresed in 1% agarose gel at 70V. Gels were examined with a gel imaging system.

CRED-RA analysis

Evaluation of PCR products was expressed as presence and absence of bands for each primer in each individual. According to the bands formed, it was determined whether or not the primers hybridized to the sample template DNA. TotalLab TL120 was used to evaluate these bands (Arslan, 2020). By determining the bands formed and disappearing in all CRED-RA gel images, the polymorphism value (%) was calculated from the formula $100 \times a / n$.

RESULTS

In the genotoxicity part of the study, the genotoxic effects on the extracted genomic DNAs were investigated. ISSR technique, which is a molecular marker technique, was used while detecting the changes in DNA. Genotoxic changes in polymorphic bands obtained from 8 of 12 ISSR primer trials were evaluated. A decrease in the GTS (Genomic Template Stability) rate and an increase in the polymorphism rate were detected in V application depending on the dose. The molecular weight of the bands changing in the ISSR profiles is given in Table 1. GTS rates were determined as 79% at the 4.4 mM V dose, 74.2% at the 6.6 mM V dose and 72.9% at the 8.8 mM V dose. While the GTS rates in BA alone were 85.1% at a dose of 4 mM, it was determined as

86.3% at a dose of 8 mM (Table 1). When the effect of BA applied with vanadium on the GTS rate was examined, it was determined that BA caused a positive increase in the GTS rates depending on dose.

CRED-RA analysis results were given in Table 2. Eight oligonucleotide primers which gave specific and stable results in ISSR analysis were used for CRED-RA analysis. Compared with the PCR products obtained from the control DNA, BA and/or V treatments resulted in apparent changes in CRED-RA patterns (Figure 1 and 2). In addition, the total number of polymorphic bands are given in Table 3. DNA methylation occurred at all doses of the combined treatments. Methylation values were 19.9% and 11% for the 4 and 8 mM BA applications, respectively. The percentage of polymorphism occurring at V doses were determined as 40.1%, 42.7% and 44.2%, respectively. These rates show that increasing V stress increases the methylation rate. When the effect of V and BA were considered together, the percentage of polymorphism decreased. Regarding the combined applications with the highest dose of BA and highest dose of V (8.8 mM V+8 mM BA), the methylation value was the lowest (15.3%). However, the methylation value was the highest (22.4 %) with the lowest dose of BA and lowest dose of V (4.4 mM V+4 mM BA).

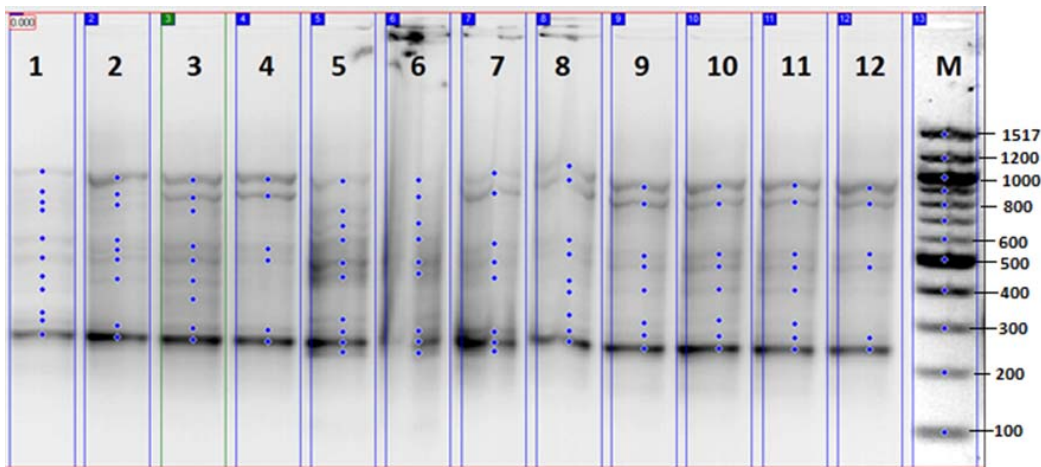


Figure 1. Amplification products of ISSR-895 primer[§].

Şekil 1. ISSR-895 primerinin amplifikasyon ürünleri[§].

[§]1: Control 2: 4,4 mM V, 3: 6,6 mM V, 4: 8,8 mM V, 5: 4 mM BA, 6: 8 mM BA, 7: 4,4 mM V +4 mM BA, 8: 4,4 mM V +8 mM BA, 9: 6,6 mM V +4 mM BA, 10: 6,6 mM V +8 mM BA, 11: 8,8 mM V +4 mM BA, 12: 8,8 mM V +8 mM BA.

Table 1. Molecular weights (bp) of bands changing in ISSR band profiles compared to control group in vanadium and boric acid (+: existing /-: lost) applications.

Çizelge 1. Vanadyum ve borik asit uygulamalarında kontrol grubuna göre ISSR bant profillerinde bantların değişen moleküler ağırlıkları (bp) (+: varolan/-: kaybolan).

Primers Primerler	Number of control bands/ Kontrol bantlarının sayısı	Existing/ lost Varolan/ kaybolan	Molecular weights of bands / Bantların moleküler ağırlıkları											
			4.4 mM V	6.6 mM V	8.8 mM V	4 mM BA	8 mM BA	4.4 mM V+	4.4 mM V+	6.6 mM V+	6.6 mM V+	8.8 mM V+	8.8 mM V+	
ISSR-900	18	+	644, 258	1124, 750,	1123	1123	1154	1211	1176, 928, 171	1325, 1165,		1072	1067	
		-		180, 74				232, 118, 74		150, 74	535, 467, 280	91, 74		
ISSR-895	19	+	1482	1482	1482	1046, 511, 169	554	1482	1482	1482				
		-	794, 231, 172, 74	934, 794, 174	538, 172, 74		931, 794	931, 794, 172	931, 828, 544, 172	570, 172, 74	761, 538, 172	828, 231, 172	595, 397, 172, 74	
ISSR-876	21	+		1855, 925, 515, 263	648, 394					2151, 1877, 953,				
		-	1573, 807	1622, 1247	1360, 1139, 1040	1622, 1717, 1483, 1717, 1483	1717, 1483	1717, 1483, 302	338, 302	1483, 1139, 860, 649	807, 435	1360, 1240, 807, 302	1483, 1247, 1139, 302	
ISSR-868	9	+		1675		1675	1675		1492		1265	1478	1403	
		-	898	1026, 500	1026, 630, 350	1478			1000, 650		1000, 674		1000	
ISSR-808	10	+	1024	1046	1012	1012	1012	1352	1015	1362	1406	1406, 1172,	1340, 907,	
		-	600	503	544					424	653, 418	1209	788, 421	505
ISSR-811	10	+	1215	1215	456		409, 317,	512, 340, 175	542,	512, 215,		512,	284	
		-	1083, 822, 704	1083, 956, 822, 708	1387, 825	1387, 1083, 822	775	1215, 1083, 821	1387, 1083	1083, 778	1215, 1083, 956	1387, 1083, 956		
ISSR-873	9	+			644	519	611						870	
		-		426	595, 256		1022	426, 182	182	595	543	554	265	
ISSR-880	8	+	990,	990,	990, 619, 443					982, 344				
		-	1341, 678, 505, 344	625	1341			1341		1341	1341, 645	1341	1341, 1019	
GTS%	100		79	74.2	72.9	85.1	86.3	80.4	82.9	76.2	79.7	74.3	79.9	

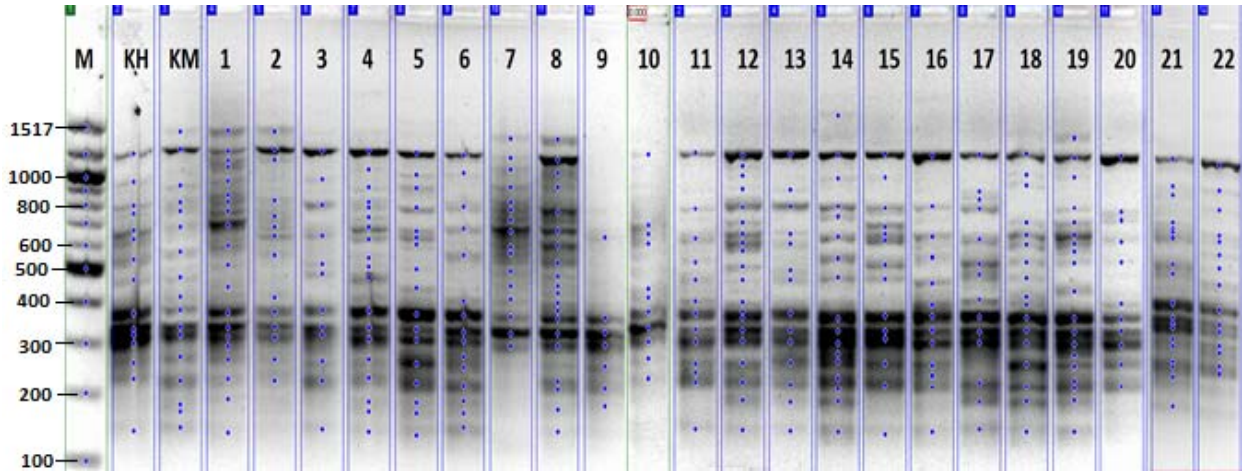


Figure 2. Amplification products of ISSR-895 primer after digestion with CRED-RA enzymes[§].

Şekil 2. ISSR-895 primerinin CRED-RA enzimleri ile kesildikten sonra oluşan amplifikasyon ürünleri[§].

[§] M: Marker, KH: Control sample cut with the *HpaII* enzyme, KM: the control sample cut with the *MspI* enzyme, 1: 4,4 mM V (H), 2: 4,4 mM V (M), 3: 6,6 mM V (H), 4: 6,6 mM V (M), 5: 8,8 mM V (H), 6: 8,8 mM V (M), 7: 4 mM BA (H), 8: 4 mM BA (M), 9: 8 mM BA (H), 10: 8 mM BA (M), 11: 4,4 mM V +4 mM BA (H), 12: 4,4 mM V +4 mM BA (M), 13: 4,4 mM V +8 mM BA (H), 14: 4,4 mM V +8 mM BA (M), 15: 6,6 mM V +4 mM BA (H), 16: 6,6 mM V +4 mM BA (M), 17: 6,6 mM V +8 mM BA (H), 18: 6,6 mM V +8 mM BA (M), 19: 8,8 mM V +4 mM BA (H), 20: 8,8 mM V +4 mM BA (M), 21: 8,8 mM V +8 mM BA (H) 22: 8,8 mM V +8 mM BA (M)

Table 2. % Polymorphism according to CRED-RA results.

Çizelge 2. CRED-RA sonuçlarına göre % polimorfizm.

Primers/ Primerler	Boric acid/Borik asit (mM)	0 mM V		4.4 mM V		6.6 mM V		8.8 mM V	
		H [§]	M [§]	H	M	H	M	H	M
ISSR-900	0	-	-	21	27.7	15.7	33.3	0	44.4
	4 mM	21	11.1	5.2	11.1	15.7	16.6	26.3	11.1
	8 mM	15.7	11.1	15.7	16.6	26.3	16.6	47.3	16.6
ISSR-895	0	-	-	33.3	42.1	20	31.5	20	36.8
	4 mM	46.6	15.7	13.3	21	6.6	26.3	13.3	21
	8 mM	33.3	10.5	13.3	15.7	13.3	15.7	20	21.0
ISSR-876	0	-	-	29.4	23.8	5.88	28.5	35.2	42.8
	4 mM	64.7	28.5	11.7	38	41.1	33.3	17.6	19
	8 mM	47	14.2	0	19.0	23.5	19	11.7	19
ISSR-868	0	-	-	18.1	33.3	27.2	44.4	9.0	55.5
	4 mM	54.5	22.2	18.1	22.2	18.1	11.1	54.5	22.2
	8 mM	63.6	11.1	18.1	0	36.3	11.1	54.5	0
ISSR-808	0	-	-	80	50	40	60	20	40
	4 mM	60	10	80	20	140	20	120	20
	8 mM	80	10	140	20	120	20	140	20
ISSR-811	0	-	-	66.6	50	0	50	50	40
	4 mM	83.3	50	16.6	20	0	40	33.3	10
	8 mM	66.6	20	0	30	33.3	50	66.6	10
ISSR-873	0	-	-	18.1	44.4	9	44.4	9.0	44.4
	4 mM	36.3	22.2	9	22.2	18.1	9	0	22.2
	8 mM	54.5	11.1	9	11.1	18.1	0	0	11.1
ISSR-880	0	-	-	0	50	20	50	40	50
	4 mM	0	0	20	25	80	0	20	12.5
	8 mM	0	0	20	25	80	0	60	25
%Polymorphism/ %Polimorfizm	0	-	-	33.3	40.1	17.2	42.7	22.9	44.2
	4 mM	45.8	19.9	21.7	22.4	39.9	19.5	35.6	17.2
	8 mM	46.7	11	27	17.1	43.8	16.5	50	15.3

[§]H: *HpaII*, M: *MspI*

Table 3. Polymorphic band numbers in vanadium and boric acid application according to CRED-RA results.
 Çizelge 3. CRED-RA sonuçlarına göre vanadyum ve borik asit uygulamasında polimorfik bant sayıları.

Primers Primerler	Total number of polymorphic bands/ Toplam polimorfik bant sayısı												Polymorphism%/ Polimorfizm									
	Number of control bands Kontrol bantlarının sayısı		4.4 mM V		6.6 mM V		8.8 mM V		4 mM BA		8 mM BA		4.4 mM V		6.6 mM V		8.8 mM V		4 mM BA		8 mM BA	
	H	M	H [§]	M [§]	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
ISSR-900	19	18	4	5	3	6	0	8	4	2	3	2	21.0	27.7	15.7	33.3	0	44.4	21.0	11.1	15.7	11.1
ISSR-895	15	19	5	8	2	6	3	7	7	3	5	2	33.3	42.1	20.0	31.5	20.0	36.8	46.6	15.7	33.3	10.5
ISSR-873	11	9	2	4	1	4	1	4	4	2	6	1	18.1	44.4	9.0	44.4	9.0	44.4	36.3	22.2	54.5	11.1
ISSR-880	5	8	0	4	1	4	2	4	0	0	0	0	50.0	20.0	50.0	40.0	50.0	0	0	0	0	0
ISSR-868	11	9	2	3	3	4	1	5	6	2	7	1	18.1	33.3	27.2	44.4	9.0	55.5	54.5	22.2	63.6	11.1
ISSR-876	17	21	5	5	1	6	6	9	5	6	4	3	29.4	23.8	5.88	28.5	35.2	42.8	29.4	28.5	23.5	14.2
ISSR-811	6	10	4	5	0	5	3	4	5	5	4	2	66.6	50.0	0	50.0	50.0	40.0	83.3	50.0	66.6	20.0
ISSR-808	5	10	4	5	2	6	1	4	3	1	4	1	80.0	50.0	40.0	60.0	20.0	40.0	60.0	10.0	80.0	10.0

§H: Hpa II, M: Msp I

DISCUSSION

The effect of different doses of vanadium heavy metal on DNA damage in the seeds of the wheat "Çetinel 2000" variety was investigated by the ISSR method and their effect on DNA methylation was analyzed with the CRED-RA technique. In ISSR analyses, polymorphism was observed in parallel with the increase in vanadium dose compared to the control group. Polymorphism was detected in the appearance of new bands, disappearance of bands or decreases/increases in band density. Studies based on ISSR-PCR are important to examine genomic DNA variation. DNA damage and mutagenic effects can be evaluated with the ISSR technique (Sorrentino *et al.*, 2017). It has been determined that the polymorphism caused by heavy metals in ISSR profiles caused a decrease in the GTS rates depending on the dose increase. The GTS percentages showed that V caused DNA damage. Vanadate inhibits the activity of protein-tyrosine phosphatases, causing genotoxicity. Since these enzymes gather meiotic spindle threads together at the control point during meiosis, inhibition of protein-tyrosine phosphatases leads to genotoxicity (Stankiewicz *et al.*, 1995). In addition, vanadium inhibits DNA and RNA synthesis through vanadium accumulation in nucleic acid regions by disrupting cellular metabolism (Evangelou, 2002). Turkez *et al.* (2012) found that boric acid effectively reduced the genotoxicity of cadmium, lead, arsenic and mercury, which act as clastogens and aneuploids. Clastogenicity and oxidative stress of DNA cause strand breaks. This last function can explain the protective effects of boric acid on metal-induced genotoxicity. Our research parallels these studies. According to ISSR results, as V concentration increased, changes in ISSR bands and increases in genomic instability indicated that V was genotoxic. Additionally, in our study, it was determined that as the ratio of three different doses of vanadium and boric acid increased, the preservation of genomic stability increased and polymorphism decreased. This has shown that boric acid has a healing effect against stress. The CRED-RA technique is a powerful technique used

to examine the methylation status in the genome. In various studies with different plant species, the CRED-RA technique has been used to explain methylation situations (Cai *et al.*, 1996). There is no study on the effect of vanadium on DNA methylation in plants. However, there are studies on the effects of other heavy metals and abiotic stress factors on DNA methylation. The effects of lead on DNA methylation in paddy and wheat plants were studied and hypermethylation was observed (Ge *et al.*, 2002). Parallel to this, nickel also caused hypermethylation depending on the dose increase (Ellen *et al.*, 2009). Yang *et al.* (2016) stated that DNA methylation increased in boron deficiency in *Coccinia grandis* roots. Taspınar *et al.* (2018) found that aluminum caused DNA hypermethylation in *Zea mays* seedlings by CRED-RA technique. In this report, we present our results showing that V exposure can trigger methylation in *T. aestivum*. According to the results of CRED-RA we obtained in our study, it was observed that vanadium application alone caused a change in DNA methylation in proportion to increasing doses, and boric acid application eliminated this effect of vanadium.

CONCLUSION




DNA methylation polymorphisms in response to V were assessed using a straightforward technique, CRED-RA, in an agronomically invaluable plant species. In conclusion, it was observed that V had genotoxic effects in this study, and it was once again proven that the ISSR technique can be used as a test in genetic toxicology. The protective effect of boric acid on metal-induced genotoxicity is thought to be related to the antioxidant defense mechanism by reducing genotoxicity (Bakir and Agar, 2020). Boric acid applied to the plant under stress conditions may have a healing effect by inhibiting DNA methylation. Although the protective role of boric acid is thought to be effective, other mechanisms should be investigated. There is a need to investigate whether BA plays a role in DNA methylation. In addition, other epigenetic mechanisms beside DNA methylation should be studied.

REFERENCES

- Aihemaiti, A., Y. Gao, Y. Meng, X. Chen, J. Liu, H. Xiang, and J. Jiang. 2020. Review of plant-vanadium physiological interactions, bioaccumulation, and bioremediation of vanadium-contaminated sites. *Science of The Total Environment* 712:135637.
- Arslan, E. 2020. putrescine in herbicide stress protection: modulate the genomic instability and DNA methylation changes in wheat. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (19): 442-448.
- Bakir, O., G. Agar. 2020. Ameliorating effect of boric acid against vanadium toxicity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Arabian Journal for Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04109-w>.
- Bal, W., A. M. Protas, and K. S. Kasprzak. 2011. Genotoxicity of metal ions: chemical insights. *Metal Ions Life Science* 8:319–373.
- Brown, P. H., N. Bellaloui, M.A. Wimmer, E.S. Bassil, J. Ruiz, H. Hu, V. Römheld. 2002. Boron in plant biology. *Plant biology* 4(2): 205-223.
- Cai, Q., L. C. Guy, and G. A. Moore. 1996. Detection of cytosine methylation and mapping of a gene influencing cytosine methylation in the genome of Citrus. *Genome* 39: 235-242.
- Cansaran, D., O. Atakol, and S. Aras. 2011. Assessment of air pollution genotoxicity by RAPD in *Evernia prunastri* L. Ach. from around iron-steel factory in Karabük, Turkey. *Journal of Environmental Sciences* 23 (7): 1171-1177.
- Crans, D., S. Amin, and A. Keramidias. 1998. Chemistry of relevance to vanadium in the environment. *Chemistry and Biochemistry* 30:73–96.
- Cui, C., Y. Li, Y. Liu, X. Li, S. Luo, Z. Zhang, and P. Tian. 2017. Determination of genetic diversity among *Saccharina* germplasm using ISSR and RAPD markers. *Comptes Rendus Biologies* 340 (2):76-86.
- Çatav, Ş.S., T. O. Genç, M. K. Oktay, and K. Küçükakyüz. 2018. Effect of boron toxicity on oxidative stress and genotoxicity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 100 (4): 502-508.
- Ellen, T.P., T. Kluz, M. E. Harder, J. Xiong, and M. Costa. 2009. Heterochromatinization as a potential mechanism of nickel-induced carcinogenesis. *Biochemistry* 48: 4626-4632.
- Evangelou, A. M. 2002. Vanadium in cancer treatment. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 42(3):249-265.
- Ge, X.C., H. Zong, S. Zhan, J. C. Chen, C. R. Sun, and K. M. Cao. 2002. Cloning and expression analysis of a human putative tumor suppressor gene homologue from rice. *Acta Botanica Sinica* 44 (5): 562-566.
- Gill, S.S., and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol and Bioch* 48 (12): 909-930.
- Imtiaz, M., M. S. Rizwan, S. Xiong, H. Li, M. Ashraf, S. M. Shahzad, and S. Tu. 2015. Vanadium, recent advancements and research prospects: a review. *Environment International* 80: 79-88.
- Kar, B.B., P. Datta, and V. N. Misra. 2004. Spent catalyst: secondary source for molybdenum recovery. *Hydrometallurgy* 72 (1-2): 87-92.
- Kecec, G., M. S. Sakcali, and I. Uzunur. 2010. Assessment of genotoxic effects of boron on wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by using RAPD analysis. *Bull. Environ. Contam. Toxicol* 84(6):759- 764.
- Leljak-Levanić, D., N. Bauer, S. Mihaljević, and S. Jelaska. 2004. Changes in DNA methylation during somatic embryogenesis in *Cucurbita pepo* L. *Plant Cell Reports* 23 (3):120-127.
- Li, G., and C. F. Quiros. 2001. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in Brassica. *Theoretical and Applied Genetics* 103(2-3):455- 461.
- Li, X., X. Yu, N. Wang, Q. Feng, Z. Dong, L. Liu, and B. Liu. 2007. Genetic and epigenetic instabilities induced by tissue culture in wild barley (*Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 90 (2): 153-168.
- Nawaz, M.A., Y. Jiao, C. Chen, F. Shireen, Z. Zheng, M. Imtiaz, and Y. Huang. 2018. Melatonin pretreatment improves vanadium stress tolerance of watermelon seedlings by reducing vanadium concentration in the leaves and regulating melatonin biosynthesis and antioxidant-related gene expression. *J. Plant Physiology* 220: 115–127.
- Reddy, M. P., N. Sarla, and E.A. Siddiq. 2002. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica* 128 (1): 9-17.
- Rerkasem, B., and S. Jamyod. 1997. *Genotypic Variation In Plant Responce to Low Boron and Implications For Plant Breeding*. Kluwer Academic Publishers. Printed Nederland.
- Sharma, S. S., and K. J. Dietz. 2009. The relationship between metal toxicity and cellular redox imbalance. *Trends in Plant Science* 14(1):43-50.
- Sorrentino, M.C., F. Capozzi, S. Giordano, and V. Spagnuolo. 2017. Genotoxic effect of Pb and Cd on in vitro cultures of *Sphagnum palustre*: An evaluation by ISSR markers. *Chemosphere* 181: 208-215.
- Stankiewicz, P.J., A.S. Tracey, and D. C. Crans. 1995. Inhibition of phosphatemetabolizing enzymes by oxovanadium (V) complexes. *Metal Ions in Biological Systems* 31:287-287.

- Taspınar, M.S., M. Aydın, B. Sigmaz, S. Yagci, E. Arslan, and G. Agar. 2018. Aluminum-induced changes on DNA damage, DNA methylation and LTR retrotransposon polymorphism in maize. *Arabian Journal for Science and Engineering* 43 (1): 123-131.
- Turkez, H., F. Geyikoglu, A. Tatar, M. S. Keles, and İ. Kaplan. 2012. The effects of some boron compounds against heavy metal toxicity in human blood. *Experimental and Toxicologic Pathology* 64(1-2):93-101.
- Yang, L.T., Y. B. Lu, Y. Zhang, P. Guo, and L. S. Chen. 2016. Proteomic profile of *Citrus grandis* roots under long-term boron-deficiency revealed by iTRAQ. *Trees* 30 (4):1057-1071.
- Wu, G., H. Zhou, P. Zhang, X. Wang, W. Li, W. Zhang, X. Liu, H. W. Liu, N. P. Keller, Z. An, and W. B. Yin. 2016. Polyketide production of pestaloficiols and macrodiolide ficiolides revealed by manipulations of epigenetic regulators in an endophytic fungus. *Org Lett.* 18:1832–1835.

Tarla Koşullarında Suni İnokulasyon ile Bazı Arpa Genotiplerinin *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, Mc Donalds&Linde) Arpa Yaprak Yanıklığı Hastalığına Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Hakan HEKİMHAN^{1*}  Orhan BÜYÜK²  Filiz ÜNAL³  Aydan ARAZ⁴ 
Aysel YORGANCILAR⁵  M. Erkut ÖZKESKİN⁶  Asuman TORUN⁷ 
Soner YÜKSEL⁸  Esra ÇELİK⁹  Suat KAYMAK¹⁰ 

¹ Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen, İzmir/TURKEY

^{2,4,9} Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara/TURKEY

³ Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir/TURKEY

^{5,6,7,8} Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir/TURKEY

¹⁰ Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara/TURKEY

¹ <https://orcid.org/0000-0002-6531-6490>

³ <https://orcid.org/0000-0003-4620-5397>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-9078-1685>

⁷ <https://orcid.org/0000-0001-7269-4628>

⁹ <https://orcid.org/0000-0002-5135-9123>

² <https://orcid.org/0000-0002-5424-3134>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-6906-9351>

⁶ <https://orcid.org/0000-0002-2362-6618>

⁸ <https://orcid.org/0000-0002-0984-0765>

¹⁰ <https://orcid.org/0000-0003-2773-1076>

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

Received (Geliş tarihi): 16.10.2020 Accepted (Kabul tarihi): 18.02.2021

ÖZ: Arpada yaprak yanıklığı etmeni olan *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, Mc Donalds&Linde), bitkide gelişmeyi olumsuz etkilemekte ve verimi önemli ölçüde düşürmektedir. Etmen, Türkiye’de arpanın en önemli hastalık etmenlerinden birisidir ve gelişmesine uygun koşullarda ürün kaybı %10-40 olabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de yetiştirilen bazı arpa çeşitleri (63 adet) ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne ait ileri kademe arpa hatları (46 adet) 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde Eskişehir’de 2017-2018 ve 2018-2019 sezonlarında test edilmiştir. Testlerde *R. commune*’nin 5 virulent izolatu karışım halinde tarla koşullarında bitkilere kardeşlenme dönemi sonu-sapa kalkma başlangıcında (Zadoks 30-39) bir hafta içerisinde üç kere uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda bazı arpa çeşit ve ileri kademe arpa hatlarının *R. commune*’ye karşı gösterdiği dayanıklılık reaksiyonları 1-9 skalasına göre belirlenmiştir. Alınan sonuçlara göre çeşitlerden %2’si çok dayanıklı, %8’i dayanıklı, %33’ü hassas ve %13’ü çok hassas bulunmuştur. Verim kademesindeki hatlardan ise %12’si dayanıklı, %55’i orta dayanıklı, %33’ü hassas olarak belirlenmiş çok dayanıklı ve çok hassas düzeyde materyal tespit edilmemiştir. Reaksiyon çalışmaları sonucunda hastalığa karşı dayanıklı bulunan arpa çeşit ve hatları gelecekte ıslah çalışmalarında dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabilir ve dayanıklı çeşitler hastalığın sorun olduğu yörelerde ekilebilir. Dayanıklı ve/veya yüksek derecede toleranslı bulunan materyaller kontrollü koşullarda test edilerek ve moleküler çalışmalarla da desteklenerek ıslahta güvenilir bir şekilde kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler: *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, Mc Donalds&Linde), arpa yaprak yanıklığı, arpa, *Hordeum vulgare* L., çeşit, hat, patotip, reaksiyon, inokulasyon, duyarlı, dayanıklı.

**Determination of the Reactions of some Barley Genotypes to Scald
[*Rhynchosporium commune* (Zaffarano, McDonald & Linde)]
under Field Conditions with Artificial Inoculation**

ABSTRACT: *Rhynchosporium commune*, leaf blight agent of barley, negatively affects plant growth and significantly reduces yield. The causal agent is one of the most important disease agent of barley in Turkey and yield loss under favourable conditions can be 10-40%. In this study, 63 barley varieties grown in Turkey and 46 advanced barley lines of Transitional Zone Agricultural Research Institute's materials were tested according to randomized complete block design with 3 replicates in growing seasons of 2017-2018 and 2018-2019 in Eskişehir Province. In the tests, 5 virulent isolates of *R. commune* were mixed and sprayed on plants from tillering to booting stage (Zadoks 30-39) at three times under the field conditions. As a result of these studies, resistance of some barley varieties and advanced lines against the disease was determined according to 1-9 scale. According to the results, 2, 8, 33 and 13% of the varieties were found to be very resistant, resistant, susceptible and very susceptible, respectively. Among the advanced lines, 12, 55 and 33 % were resistant, moderately resistant, and susceptible respectively, but neither very resistant nor very susceptible reaction was detected among the materials tested. As a result of the reaction studies, varieties and lines of barley that are resistant to the disease can be used as a source of resistance in future breeding studies and those varieties can be planted in areas where the disease is a problem. Resistant and/or highly tolerant materials can be reliably used in breeding by being tested under controlled conditions and supported by molecular studies.

Keywords: *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, Mc Donalds&Linde), scald, barley, *Hordeum vulgare* L., variety, advanced line, pathotype, reaction, inoculation, susceptible, resistant.

GİRİŞ

Dünyada yaygın olarak tarımı yapılan tahıl türleri arasında dördüncü sırada yer alan arpa (*Hordeum vulgare* L.), ülkemizde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'dan sonra en çok yetiştiriciliği yapılan tahıl türüdür. Türkiye'de tarım alanlarının %66'sını tarla bitkileri oluşturmaktadır. Ülkemizde arpa 2019 yılında 28.690.715 dekarlık ekiliş alanı ve 7.600.000 ton üretimi ile buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan önemli bir tahıl türüdür (Anonim, 2020a). Buğdaya göre daha erkenci olması nedeniyle, düşük ve düzensiz yağış alan yerler için uygun bir bitkidir. Aynı zamanda buğdaya göre tuzluluğa ve alkaliliğe ve soğuk şartlara oldukça dayanıklıdır. Türkiye'de arpa üretiminin yüzde 90'ı hayvan yemi olarak, kalanı ise bira sanayinde ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan oran çok düşük olup, bira sanayinde kullanılan oran her geçen yıl artmaktadır. (Başgül ve Engin, 1995; Anonim, 2006). Türkiye 2018 yılında 655.988 ton 2019 yılında ise 562.777 ton arpa ithalatı yapmıştır. Ayrıca, 2018 yılında 15.610 ton ve 2019 yılında ise 41.188 ton ihracat gerçekleştirmiştir (Anonymous, 2020). Görüleceği üzere arpa üretimimiz yeterli değildir. Arpa üretiminde ve kalitesinde sağlanacak artış ile yem ve malt sanayinin ihtiyacı karşılanacak olacaktır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarım

alanlarının sınırlı olması ve hızlı nüfus artışı ve çeşitli afetler nedeniyle gıda maddelerinin öneminin artması, tarımsal verimliliğin sürekliliğinin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır (Birişik, 2020).

Hastalık, zararlı veya kuraklık gibi canlı ya da cansız stres etkenleri ile fotosentez alanının azalması, tane veriminde kayıplara neden olmaktadır (Gaunt ve Wright, 1992; Blum, 2018). *R.commune*'nin neden olduğu Arpa yaprak yanıklığı hastalığı, Dünya'nın çeşitli serin, nemli ve yarı nemli bölgelerinde olduğu gibi, Türkiye'de de arpanın en önemli yaprak hastalıklarından birisidir. Hastalık etmeni, genellikle kardeş sayısı ve tane ağırlığının azalması ile üründe eksilişlere neden olmaktadır (Zencirci ve Hayes, 1990). Verimde oluşacak kayıplar, hastalığın başladığı döneme bağlı olarak ülkemizde %30-40'a kadar yükselebilmektedir (Kavak, 1998; Aktaş, 2001). Genel olarak hastalık etmeni nedeniyle dünyada %10-70'lere varan oranlarda ürün kaybı bildirilmektedir (Mathre, 1982). Enfeksiyon zamanı ve özellikle üst yaprakların bulaştığı koşullar ürün kayıplarını artırmaktadır (Döken, 1979). İngiltere'de sahada, % 1-10'luk kayıpların daha yaygın olduğu belirtilmekle birlikte % 40'a varan verim kayıpları rapor edilmiştir. Yalnızca Birleşik Krallık'ta, kimyasal fungusitler kullanımına rağmen tahmini olarak 10,8 milyon £ (225 £/ton fiyat varsayıldığında) ulusal verim

kayıplarına neden olduğu belirtilmektedir (Anonymous, 2021).

Kültürü yapılan arpa ve diğer *Hordeum* spp. ve *Bromus diandrus*'u enfekte edebilen *Rhynchosporium* izolatları *R. commune*, çavdar ve tritikale'yi enfekte edebilen izolatlar *Rhynchosporium secalis* ve ayrık (*Agropyron* spp.) türlerini enfekte edebilen izolatlar ise *Rhynchosporium agropyri* olarak adlandırılmıştır (Avrova ve Knogge, 2012).

Buğdaygillerde hastalıklara neden olan beş *Rhynchosporium* türü (*R. commune*, *R. secalis*, *R. agropyri*, *Rhynchosporium orthosporum* ve *Rhynchosporium lolii*) saptanmıştır. *R. commune*; *Hordeum murinum* ssp. *glaucum*, *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*, *Lolium multiflorum* ve *Avena sativa*'da saptanmıştır (Zaffarano ve ark., 2011; Seifollahi ve ark., 2020). Arpa yaprak yanıklığı hastalığı Türkiye'de ilk kez Bremer ve arkadaşlarınca tespit edilmiş ve yaygın olduğu belirtilmiştir (Göbelez, 1964).

Damgacı (1981), 1980 yılında Orta Anadolu bölgesinde yaptığı sürveylerde yaprak yanıklığı (*R. commune*) hastalığıyla bulaşıklık oranı ve şiddetinin sapa kalkma döneminde % 64,5 ve % 5,6; süt olum döneminde % 49,7 ve % 1,89 olduğunu, ancak hastalık şiddetinin bazı tarlalarda aynı devrelerde sırasıyla % 17,7 ve % 12,5'e kadar çıkabildiğini bildirmiştir. Aktaş (1984), tarafından yürütülen bir çalışma sonucu hastalığın ülkemizde yaygın olarak görüldüğü, Orta Anadolu Bölgesinde ise bazı yıllarda büyük kayıplara sebep olduğu, hastalık şiddetinin % 1-31 oranında değiştiği bildirilmiştir. Mamluk ve ark. (1997) tarafından Orta Anadolu'da gerçekleştirilen sürveyler sonucunda 1993 yılında incelenen üretim alanlarının yarısından fazlasında hastalığın görüldüğü ve bu alanların % 20'sinde ürünün hastalıkla bulaşık olduğu belirlenmiştir. Kavak ve Katırcioğlu (1998) tarafından yapılan bir çalışmada ise hastalık nedeniyle %30,5 verim kaybının olabileceği, Aktaş (2001) tarafından hastalık nedeniyle kayıpların %20'ye kadar çıkabileceği, bildirilmiştir.

Ülkemizde son yıllarda yapılan çalışmalarda *Rhynchosporium secalis*'in yaygınlığı Eskişehir ilinde % 22.07 (Çelik ve Karakaya, 2015), Ege sahil kuşağında %35 (Hekimhan ve ark., 2016a), Aksaray ilinde %16,16 (Eğilmez ve Boyraz, 2019) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde de hastalığın yaygın olduğu bildirilmiştir (Hekimhan ve ark., 2016b). Sivrikaya ve ark. (2020) ise Bingöl ilinde inceledikleri 5 tarladan 3'ünün hastalıkla bulaşık olduğunu ve hastalık şiddetinin % 3-9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde son zamanlarda yağış rejimindeki düzensizlikler dikkat çekmektedir. Yağış rejimindeki bu sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Yağışların baharın son aylarına doğru kayma göstermesi, arpadaki yaprak leke hastalıklarının etkisini ve yoğunluğunu artırmış, hatta bazı tarlalarda oldukça yoğun oranda hastalık etmeni belirlenmiştir. Özellikle son yıllarda, arpa ekiminin yoğun olduğu yörelerde hastalık daha fazla ve daha şiddetli olarak görülmektedir (Mamluk ve ark., 1997; Yıldırım ve ark., 2000; Karakaya ve ark., 2014; Çelik ve Karakaya, 2015; Hekimhan ve ark., 2016a; Hekimhan ve ark., 2016b; Araz ve Hekimhan, 2017; Öztürk ve ark., 2017). Türkiye'de yapılan çalışmalarda hastalığın İç Anadolu Bölgesinde Ankara, Eskişehir, Konya ve Çorum illerinde 9 patotipi (Araz ve Hekimhan, 2017); Orta Anadolu Bölgesinde 18, Güney Doğu Anadolu Bölgesinde 14, Ege Bölgesinde 6 ve Karadeniz Bölgesinde 1 patotipi ve Türkiye genelinde 30 patotipi belirlenmiştir (Azamparsa, 2015; Azamparsa ve Karakaya, 2020).

Dünyada 1983 yılından bu yana *R. commune*'ye karşı hemen hemen tüm ülkelerde fungusit kullanımı artmıştır (Sutton ve Steele, 1983; Polley ve King, 1993). Hastalıklarla mücadelede kullanılan kimyasallar üretim maliyetlerini arttırmakla birlikte çevreye ve sağlığa olan olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Kimyasal uygulamalar sonucunda ortaya çıkan kalıntılar biyolojik ortamı etkilemekte ve ekosisteme zarar vermektedir. Hastalıklarla mücadelenin en ekonomik ve en uygun yolu

dayanıklı çeşitler geliştirilerek, bunların üretilmesi ve çiftçinin kullanımına sunulmasıdır (Birişik ve ark., 2015). İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada *R. commune*'nin mücadelesinde Rh4/10+? dayanıklılık geni içeren çeşitlerin ekilmesi ve aynı zamanda hastalığa dayanıklılık amacıyla yapılacak çalışmalarda kullanılması önerilmiştir (Araz ve Hekimhan, 2017). Hastalık etmenlerine karşı dayanıklılık ıslahı çalışmaları devamlı olarak sürdürülmeli ve hastalık etmenlerinin fizyolojik değişimi yakından izlenmelidir (Aktaş ve Katırcıoğlu, 2008).

Hastalığın virüent patotiplerine karşı yeni tescil ettirilmiş ve ileri kademe arpa ıslah materyallerinin reaksiyonlarının belirlenmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma ile fungusun virüent patotip karışımları ile Türkiye'de kamu, özel sektör ve çeşitli üniversiteler tarafından tescil ettirilmiş bazı arpa çeşitleri ve ileri kademe arpa hatlarına tarla koşullarında suni inokulasyonlar yapılarak bunların hastalığa karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile saptanacak dayanıklılık kaynakları ıslah çalışmalarında dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, ülkemizde tescilli 63 adet arpa çeşidi ve 2017-2018 sezonunda 23 adet ileri kademe arpa hattı ve 2018-2019 sezonunda da ilk yıldan farklı 23 adet ileri kademe arpa hattı kullanılarak yürütülmüştür (Çizelge 1,2,3). Her iki yılda farklı hatların kullanılmasının nedeni verim denemelerinde yer alan hatların her yıl değişmesi ve bu hatların hastalığa karşı durumları hakkında ön bilgi elde edilmek istenmesidir. İnokulasyonlarda kullanılan izolatları yakın zamanda sonuçlanan "Orta Anadolu Bölgesinde arpa ekiliş alanlarında arpa yaprak leke hastalığı "*Rhynchosporium secalis* [Oudem (J.J. Davis)]"ın patotiplerinin belirlenmesi ve mücadele olanaklarının araştırılması" (Proje No: TAGEM-BS-12/12-05/02-15) projesi kapsamında Ankara, Eskişehir ve Konya illerinden elde edilen 5 adet virüent patotipten oluşmuştur.

Denemede Kalaycı-97, Bülbül-89 ve Efes-3 çeşitlerine hassas kontrol (Düşünceli ve ark., 2008; Azamparsa ve ark., 2015; Azamparsa, 2015) ve Avcı-2002 çeşidine (Azamparsa ve ark., 2015) ise dayanıklı kontrol olarak yer verilmiştir.

Metot

Denemelerin planlanması

Çalışma; 2017-2018 ve 2018-2019 sezonlarında 63 adet arpa çeşidi, 2017-2018 sezonunda 23 adet ileri kademe arpa hattı ve 2018-2019 sezonunda da ilk yıldan farklı 23 adet ileri kademe arpa hattı kullanılarak yürütülmüştür. Her genotip her blokta 1 m uzunluğundaki sıralara sıra arası 45 cm aralık bırakılarak tarlaya ekilmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak Tesadüf Blokları Deneme Deseninde her iki yılda Ekim ayının ilk haftasında Eskişehir'de Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde kurulmuştur. Deneme alanı olarak her iki yılda da aynı arazi, yarısı diğer yıl ekilmek üzere boş bırakılarak kullanılmıştır.

İnokulumunun hazırlığı ve inokulasyon

İnokulasyon çalışmaları için -80 °C'de depolanan fungusun önceki çalışmalarda belirlenen 5 adet virüent patotipinin tek spor izolatları ayrı ayrı PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamında geliştirilmiştir. Petrilere çizim yapılarak ekimi yapılan kültürler, 14-20 gün süre ile 17-20 °C' de karanlık ortamda inkübe edilerek koloni oluşumu sağlanmıştır (Salamati ve Tronsmo, 1997; Arabi ve ark., 2019). Gelişen *R. commune* kolonileri steril su ve fırça yardımıyla kazınmış, tülbenkten süzülerek konidi inokulumu hazırlanmıştır. Beş adet virüent patotip için ayrı ayrı inokulum hazırlanmış, daha sonra hepsi karıştırılmıştır. İnokulum spor konsantrasyonu; ml'de 2×10^5 spor/ml bulunacak şekilde ayarlanmıştır (Salamati ve Magnus, 1997, Tronsmo, 1997). Bitkilere kardeşlenme dönemi sonu sapa kalkma başlangıcında akşamüstü saatlerinde bir hafta içerisinde üç kere inokulasyon yapılmıştır. Bir dekara 50 litre inokulum kullanılarak, parsellerdeki tüm bitkilere homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Üzeri ertesi güne kadar plastik örtüyle kapatılan

bloklarda yeterli hastalık oluşumu ve yayılmasını sağlamak için üzeri açıldıktan sonra akşam saatlerinde 2 saat süreyle yağmurlama sulama (Salamati ve Magnus, 1997) yapılmıştır.

Hastalık değerlendirmeleri

Hastalık etmeninin değerlendirilmesi tarlada süt olumu döneminde, Zadoks skalasına göre 71-77. dönemler arasında (Zadoks ve ark., 1974) Saari ve Prescott (1975)'un Çizelge 1'de verilen skalasına göre yapılmıştır (Düşünceli ve ark., 2008). Hastalık değerlendirmelerinde skalaya göre sınıflandırma dikkate alınarak, çeşitlerin hastalık etmenine karşı gösterdiği reaksiyonlar skalada belirtilen dayanıklılık düzeyine göre belirlenmiştir. Parsel sıraları incelenirken bir sıra üzerinde hastalık belirtilerinin görüldüğü bitkiler sayılıp toplam bitki sayısına oranlanarak hastalık yoğunluğu tespit edilmiştir.

Eskişehir Merkez İlçesi için ayrıca Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden iklim verileri temin edilmiştir (Çizelge 2). Çeşitlerin reaksiyon değerlendirmeleri iki sezonun ortalaması üzerinden değil almış olduğu en yüksek skala değeri üzerinden yapılmıştır.

İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen veriler SAS yazılımı JMP Pro 13.0.0 (64 bit) paket programı (Anonymous, 2016) kullanılarak analiz edilmiştir. Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak tasarlanan ve varyans analizine tabi tutulan verilerin ortalamaları arasındaki farklılıklar ve gruplandırmalar $P \leq 0,05$ 'de en küçük önemli fark (LSD) testine göre yapılmıştır (Kalaycı, 2005; Acar ve Gizlenci, 2006). Grafikleri çizmek için Excel programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Arpa çeşit ve hatlarının *R. commune*'ye karşı gösterdiği reaksiyonların tespitinde kullanılan skala (Saari ve Prescott, 1975).

Table 1. Scale used to determine the reactions of barley cultivars and lines against *R. commune* (Saari and Prescott, 1975).

Skala Scale	Reaksiyon Reaction	Enfeksiyon durumu Infection status
1	Çok dayanıklı, İmmun (I) Very resistant, Immune (I)	Hiç hastalık belirtisi yok
2,3	Dayanıklı (R) Resistant (R)	Az miktarda (bitki vejetatif aksamının %1-20 kadarında) hastalık belirtisi var
4,5	Orta dayanıklı (MR) Moderate resistant (MR)	Vejetatif aksamın %20-50 kadarı enfeksiyonla kaplı, dayanıklılığı kabul edilebilir seviyede
6,7	Hassas (S) Susceptible (S)	Vejetatif aksamın %50-75 kadarı enfeksiyonlu durumda
8,9	Çok hassas (VS) Very susceptible (VS)	Vejetatif aksamın %75-100'ü enfeksiyonlu durumda

Çizelge 2. Eskişehir ili 2017-2018 ve 2018-2019 sezonu deneme bölgesi aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2020b).

Table 2. Monthly climate average data of trial zone in Eskişehir province for 2017-2018 and 2018-2019 seasons (Anonim, 2020b).

Aylar Months	Nem (%) Humidity (%)		Sıcaklık (°C) Temperature (°C)		Yağış (mm) Precipitation (mm)	
	2017-2018	2018-2019	2017-2018	2018-2019	2017-2018	2018-2019
Ekim (October)	68,30	69,80	11,90	14,00	34,10	25,30
Kasım (November)	80,30	75,00	6,70	8,40	12,90	10,20
Aralık (December)	82,40	82,60	4,50	2,70	36,20	41,10
Ocak (January)	83,00	80,70	2,20	1,70	32,00	40,30
Şubat (February)	77,50	72,10	6,60	4,10	23,20	51,70
Mart (March)	67,10	58,60	10,10	7,30	46,20	11,60
Nisan (April)	53,10	62,30	15,40	10,20	7,90	38,60
Mayıs (May)	68,50	55,70	17,60	17,50	51,80	37,90
Haziran (June)	64,70	62,40	20,60	21,20	78,50	57,80

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tarla koşullarında suni inokulasyon yöntemi kullanılarak yürütülen çeşit reaksiyon çalışmasında 63 materyal iki yıl süre ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Çeşitlerin hastalığa karşı göstermiş oldukları reaksiyonlar; yıllar arasında ve yıl*çeşit faktörleri arasında istatistiki olarak %1 seviyesinde farklılıklar göstermiştir. 2017-2018 sezonunda çeşitlerin ortalama skala değerleri (4,78) 2018-2019 sezonu skala değerinden (3,71) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. 2018-2019 sezonunda deneme alanında gelişen diğer hastalıkların [arpa yaprak pası (*Puccinia hordei*) ve külleme (*Blumeria graminis*)] yoğun olarak gelişmesi *R.commune*'nin oluşturduğu hastalığın biraz daha düşük seviyede gelişmesine neden olduğu düşünülmektedir. Testlenen çeşitlerin *R.commune*'ye gösterdiği reaksiyonlar Çizelge 3'te verilmiş olup; Hilal (1) çok dayanıklı olarak belirlenmiştir. Avcı-2002 (2) ve Sabribey (3) genotipleri ise dayanıklı olarak reaksiyon göstermişlerdir. Orta derecede dayanıklı reaksiyon gösteren çeşitler; Akar (5), Angora (5), Artemis (5), Aydanhanım (4), Bürküt (5), Cervoise (5), Çetin-2000 (5), Erginel-90 (4), Kral-97 (4), Olgun (5), Ramata (4), Seymen (5) ve Troya (5)'dir. Akhisar-98 (9), Bilgi-91 (9), Epona (8), Martı (8), Özen (9), Samyeli (9), Sladoran (8) ve Zeynelağa (8) çeşitleri ise çok hassas olarak belirlenmiş olup diğerleri hassas (6-7) olarak tespit edilmiştir.

Bazı ileri kademe arpa hatlarına 2017-2018 yılında tarla koşullarında yapılan suni inokulasyonlar sonucu hatların *R.commune* ye gösterdikleri reaksiyonların skala değerleri arasında istatistiki olarak %1 seviyesinde farklılıklar tespit edilmiştir. Testlenen 23 genotipten TORRENT/CLERINE (2), SONATA/4/ERG//364TH/TOK/3/ERG (3) ve YUBİLEY 100/ORZA-96 (3) melezleri dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Geri kalanlardan 7 adedi hassas ve 13 adedi de orta dayanıklı reaksiyon vermiştir (Çizelge 4).

2018-2019 yılında testlemeye alınan ileri kademe arpa hatlarının suni inokulasyonları sonucunda da

bu genotiplerin yaprak lekesi hastalığına (*R. commune*) karşı gösterdikleri reaksiyonların skala değerleri arasında istatistiki olarak %1 seviyesinde farklar tespit edilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde testlenen 23 adet genotipin almış olduğu skala değerleri sonuçlarına göre; BURGAZ/K-304 (3), ERGİNEL90/5/4056/GZK//784/3/5548/4/WBELT-14 (3), ST4512/ST5816 (2) ve WKN 5185/82//CARLA (3) melezleri dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Geri kalan 19 genotipten 3 adedi hassas, 10 adedi orta dayanıklı, 5 adedi de çok hassas reaksiyon vermiş REBELLE/ST5807 (1) melezi ise çok dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

Yürütülen çeşit reaksiyon çalışmasında yer alan sette 1 adet çok dayanıklı, 2 adet dayanıklı, 13 adet orta dayanıklı, 38 adet hassas ve 9 adet çok hassas genotip belirlenmiştir. Testlenen ileri kademe arpa hatlarından 2017-2018 yılında denenen sette ise 3 adet dayanıklı, 13 adet orta dayanıklı ve 7 adette hassas genotip belirlenmiştir. 2018-2019 yılında testlenen sette ise 1 adet çok dayanıklı, 4 adet dayanıklı, 10 adet orta dayanıklı, 3 adet hassas ve 5 adette çok hassas genotip belirlenmiştir. İncelenen mevcut çeşitlerin çoğunluğunun hassas reaksiyon gösterdiği, denemeye alınan verim kademesindeki ıslah materyallerinin ise çoğunluğunun orta dayanıklı ve üst seviyede dayanıklı olduğu görülmüştür (Şekil 1). Bu da verim kademesine gelen materyallerin F kademelerinde yapılan seleksiyonunda *R.commune* açısından başarılı bir seçim yapıldığını göstermektedir.

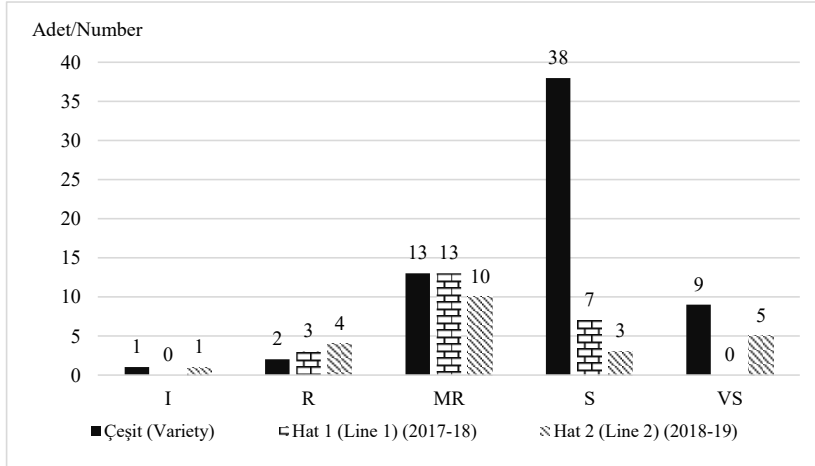
Bütün testlenen çeşit ve hatlar değerlendirildiğinde ise toplam olarak 2 adet çok dayanıklı, 9 adet dayanıklı, 36 adet orta dayanıklı, 48 adet hassas ve 14 adet çok hassas genotip belirlenmiştir (Şekil 2). Bunların yüzde dağılımları ise sırasıyla %1,8 çok dayanıklı, %8,3 dayanıklı, %33 orta dayanıklı, %44 hassas ve %12,8 çok hassastır (Şekil 3).

Denemenin kurulduğu 2018-2019 sezonunda nem, sıcaklık ve yağış daha düşük olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Sıcaklığın özellikle bahar aylarında düşük gitmesi *R.commune*'nin gelişiminin yavaşlamasına sebep olurken külleme (*B. graminis*)

ve arpa yaprak pası (*Puccinia hordei*) hastalıklarının da artmasına neden olmuştur.

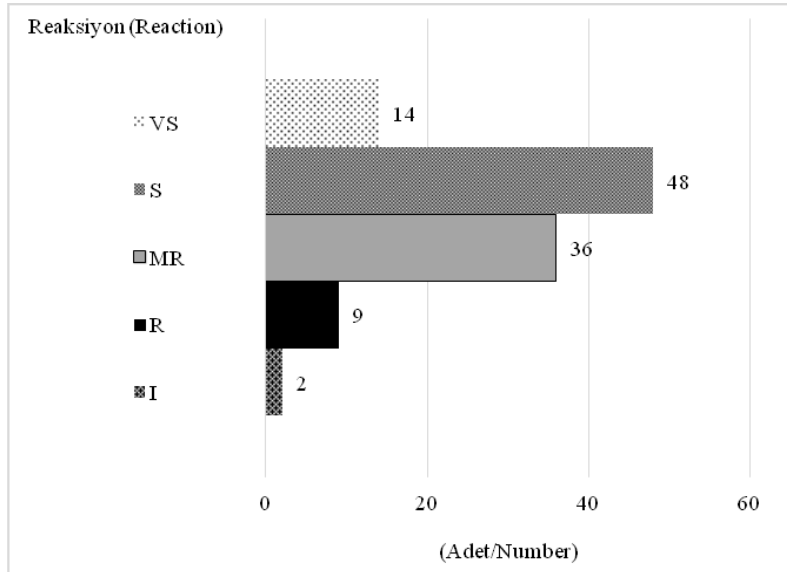
Yürütülen çalışmada 2017-2019 yılları arasında toplam 109 adet arpa genotipi *R.commune* ile tarla koşullarında test edilerek reaksiyonları belirlenmiştir. 63 materyal iki yıl üst üste testlenmiş diğer iki set

ise her yıl değişen verim kademesindeki hatlardan oluşmuş ve birer yıl testlenmiştir (Şekil 1). Bütün testlenen materyaller değerlendirildiğinde toplam olarak 2 adet çok dayanıklı, 9 adet dayanıklı, 36 adet orta dayanıklı, 48 adet hassas ve 14 adet çok hassas genotip belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Testlenen çeşit ve hat setlerinde genotip reaksiyonlarının dağılımları (adet) [(I) Çok dayanıklı, (R) Dayanıklı, (MR) Orta Dayanıklı, (S) Hassas, (VS) Çok Hassas].

Figure 1. Distributions of genotype reactions determined in tested variety and line sets (number) [(I) Very resistant, (R) Resistant, (MR) Moderate Resistant (S) Susceptible (VS) Very Susceptible].



Şekil 2. Tüm genotiplerin verdikleri reaksiyonlara göre dağılımları ((I) Çok dayanıklı, (R) Dayanıklı, (MR) Orta Dayanıklı, (S) Hassas, (VS) Çok Hassas).

Figure 2. The distribution of the all genotypes according to the reactions ((I) Very resistant, (R) Resistant, (MR) Moderate Resistant (S) Susceptible (VS) Very Susceptible).

Çizelge 3. Eskişehir tarla koşullarında sumi inokulasyon ile bazı arpa çeşitlerinin *Rhynchosporium commune*'ye karşı 2017-2018 ve 2018-2019 yıllarında gösterdiği reaksiyonları.
Table 3. Reactions of some barley varieties against *Rhynchosporium commune* in Eskişehir field conditions in 2017-2018 and 2018-2019 by artificial inoculation.

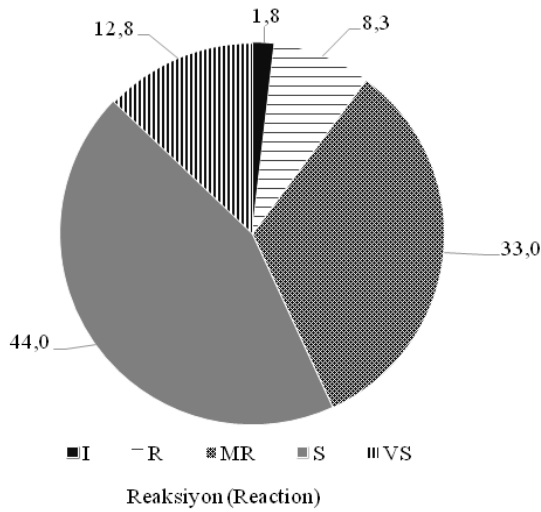
Sıra No	Çeşit Variety	EYS ^a HS ^a	Reaksiyon# Reaction#	Reaksiyon skala değeri ^b			Sıra No	Çeşit Variety	EYS ^a HS ^a	Reaksiyon# Reaction#	Reaksiyon skala değeri ^b		
				17-18	18-19	Ort./Grup Mean/Group					17-18	18-19	Ort./Grup Mean/Group
1	Sabribey	3	R	2,67	1	1,83	33	Hasat	7	S	5,33	3,33	4,33
2	Yüksel	6	S	4,33	3	3,67	34	Hilal	1	I	1	1	1
3	Akar	5	MR	3	2,33	2,67	35	İnce 04	7	S	4	4,33	4,17
4	Akdane	7	S	6	2	4	36	Kalaycı-97	7	S	4	4,67	4,33
5	Akhisar-98	9	VS	6,67	8	7,33	37	Karatay-94	7	S	6,33	1	3,67
6	Anadolur-86	6	S	5	3,33	4,17	38	Kaya	7	S	6,33	3,67	5
7	Angora	5	MR	4	1	2,5	39	Kendal	6	S	4,67	2	3,33
8	Artemis	5	MR	3,66	2,33	3	40	Keser	7	S	5	4,67	4,83
9	Atlır	9	VS	6	8,67	7,33	41	Ketos	6	S	5,33	2	3,67
10	Avcı-2002	2	R	1,33	1	1,17	42	Konevi	7	S	5,33	4,33	4,83
11	Aydanhanım	4	MR	3,67	3,33	3,5	43	Kral-97	4	MR	2,33	2	2,17
12	Balkan 96	6	S	4,67	3,67	4,17	44	Larende	7	S	4,33	3,67	4
13	Barış	6	S	5,33	2	3,67	45	Lord	6	S	4,67	3,33	4
14	Barlas	7	S	6	5,66	5,83	46	Martı	8	VS	6,33	7,33	6,83
15	Beşşehir	6	S	5	4	4,5	47	Obruk-86	6	S	5,33	3	4,17
16	Bilgi-91	9	VS	6,67	8	7,33	48	Olgun	5	MR	4,67	3,33	4
17	Bolayır	6	S	5	3,67	4,33	49	Orza-96	7	S	4,67	3,33	4
18	Burakbey	6	S	5	2,33	3,67	50	Özdemir 05	6	S	4,33	5,67	5
19	Bülbül 89	6	S	5	1,33	3,17	51	Özen	9	VS	7,33	8,33	7,83
20	Bürküt	5	MR	3,33	2,33	2,83	52	Quantum	7	S	5,67	4,67	5,17
21	Cervoise	5	MR	4,33	1,67	3	53	Ramata	4	MR	3,33	1,67	2,5
22	Cumhuriyet-50	6	S	5,67	3,67	4,67	54	Samyeli	9	VS	6,33	8,33	7,33
23	Çetin-2000	5	MR	3,67	1,67	2,67	55	Seymen	5	MR	4,67	3	3,83
24	Çıldır 02	6	S	5,67	2,33	4	56	Siadoran	8	VS	6	8	7
25	Efes 3	7	S	5,33	4,33	4,83	57	Tarm-92	7	S	4	1	2,5
26	Efes 98	7	S	5,33	4,67	5	58	Troya	5	MR	3,67	2	2,83
27	Epona	8	VS	5,67	6	5,83	59	Unver	6	S	4,33	1,67	3
28	Erciyes	7	S	4,67	6	5,33	60	Yalın	6	S	4	1	2,5
29	Erginel-90	4	MR	2,33	1	1,67	61	Yesevi 93	7	S	5,67	3	4,33
30	Fahrettimbey	7	S	5,33	4,67	5	62	Yıldız	7	S	5,33	5,67	5,5
31	Hamidiye-85	7	S	6,33	6,33	6,33	63	Zeynelağa	8	VS	5	6,67	5,83
32	Harman	7	S	5,33	5	5,17	64	Ortalama/Mean	6,23	S	4,78	3,71	4,25

%VK 19,81, EOF0,05 ; Yıl 0,33, Çeşit 1,85, Yıl*Çeşit 2,62. # (I) Çok dayanıklı, Very resistant (R) Dayanıklı, Resistant (MR) Orta dayanıklı, Moderate resistant (S) Hassas, Susceptible (VS) Çok hassas, Very susceptible), ^a EYS/HS: En yüksek skala/Highest scale. ^b 3 tekrerrüt ortalamasıdır, average of 3 replicates.

Çizelge 4. Eskişehir tarla koşullarında suni inokulasyon ile bazı iletici kademede arpa hatlarının yaprak leke (*Rhynchosporium commune*) hastalığına karşı 2017-2018 ve 2018-2019 yıllarında gösterdikleri reaksiyonlar.
Table 4. Reactions of some barley a advanced lines against *Rhynchosporium commune* in Eskişehir field conditions in 2017-2018 and 2018-2019 by artificial inoculation.

Sıra No	Çeşit/Hat/Pedigree	2017-2018		2018-2019		Sıra No	Çeşit/Hat/Pedigree	2017-2018		2018-2019	
		EYS ^a HS ^b	Reaksiyon ^c Reaction ^c	Ort-Skala Grubu ^d Mean Scale Group ^d	EYS ^a HS ^b			Reaksiyon ^c Reaction ^c	Ort-Skala Grubu ^d Mean Scale Group ^d		
1	5035/CI8865/HAMİDİYE87	5	MR	3,33	ad	1	1246/78/STAR	5	MR	3	ad
2	BALUCHİSTAN/ST5807	6	S	5	de	2	Aday-6/5/Ch/Cm/An57//Alibert3/ICB-1023/9/4/GkOmega/6/Zaida	8	VS	5,33	ce
3	107766	5	MR	4	be	3	BURAKBEY	6	S	2,67	ac
4	BURAKBEY	6	S	4,67	ce	4	BURGAZK-304	3	R	2	ab
5	DICTO-MS/WA1094-67//OWB753265C-01H/OWB763182M/3/ÇUMRA	6	S	4,33	ce	5	ÇUMRA/BALKAN96	4	MR	2	ab
6	GK OMEGA 8TH	6	S	3,33	ad	6	ERGINEL90/5/4056/GZK/784/3/5548/4/WBELT-14	3	R	1,67	ab
7	GRAY/CLERINE	4	MR	2,33	ab	7	GRAY/CLERINE	5	MR	2,67	ac
8	İNCE04	5	MR	3,67	be	8	HAMİDİYE-85/IMPACT	8	VS	7,67	e
9	KALAYCI97/TARM92	5	MR	3,67	be	9	IMPACT/5/4056/GZK/784/3/5548/4/WBELT-14	4	MR	2,33	ac
10	KB156/YESEVİ93	5	MR	4	ce	10	İNCE-04	8	VS	5,33	ce
11	LARENDE	6	S	5	de	11	LARENDE	6	S	4,33	bd
12	NARCİS/ORBİT	6	S	5,33	e	12	NE89/47/Zarjau/Dobriya	8	VS	7,67	e
13	PALOMER/WKN 5185/82	4	MR	2,33	ab	13	PLAISENT/TORRENT	6	S	3,33	ad
14	PLAISENT/TORRENT	4	MR	3,67	be	14	REBELLE/SONATA	4	MR	3,33	ad
150	ROBUR/126/OWB753431D/SL3/3/RIHANE/LIGNEE640//ICB-107766	5	MR	4	be	15	REBELLE/ST5807	1	I	1	a
16	SONATA/4/ERG/364/TH/OK/3/ERG	3	R	3	ac	16	Sonata/CWB117-5-9-5//CW117-77-9-7	4	MR	2	ab
17	SUPER-PRECOZ/4GRIFT//GK OMEGA	5	MR	4,33	ce	17	ST4512/ST5816	2	R	1,67	ab
18	TORRENT/CLERINE	2	R	1,67	a	18	ST5816/5/DICTO-MS/WA1094-67//OWB753265C-01H/OWB763182M	5	MR	4	bd
19	UNVER	5	MR	3,67	be	19	ST5819/SLADORAN	8	VS	6	de
20	VICTORIA/SUIT	5	MR	4	be	20	TARM/AKAR	5	MR	3,33	ad
21	WKN 5185/82/COTINKA	5	MR	3,33	ae	21	UNVER	5	MR	1,33	ab
22	YUBİLEY 100/ORZA-96	3	R	2,33	ab	22	WKN 5185/82/CARLA	3	R	1,67	ab
23	ZEYNELAĞA/3311TH//3896/GZK	6	S	4	be	23	YEA389-3/YEA475-4//CLERINE	4	MR	2,5	ac
	Ortalama/Mean	4,87	MR	3,71			Ortalama/Mean	5	MR	3,29	

2017-2018 VK (%): 13,3, EO_{F0,05} 1,71**, 2018-2019 VK (%): 16,6, EO_{F0,05} 3,04**, * (I) Çok dayanıklı, very resistant, (R) Dayanıklı, Resistant (MR) Orta Dayanıklı, Moderate Resistant (S) Hassas, Susceptible (VS) Çok Hassas, Very susceptible), ^a EYS/HS: En yüksek skala değeri, Highest scale value, ^b 3 tekrerrir ortalamasıdır, average of 3 replicates.



Şekil 3. Tüm genotiplerin reaksiyonlarına göre oransal dağılımları (%) (I) Çok dayanıklı, (R) Dayanıklı, (MR) Orta dayanıklı, (S) Hassas, (VS) Çok hassas).

Figure 3. The proportional distribution of the all genotypes according to the reactions (%) (I) Very resistant, (R) Resistant, (MR) Moderate resistant, (S) Susceptible, (VS) Very susceptible).

Bunların yüzde dağılımları ise sırasıyla %2 çok dayanıklı, %8 dayanıklı, %33 orta dayanıklı, %44 hassas ve %13 çok hassas' tır (Şekil 3). Çok dayanıklı, dayanıklı ve orta dayanıklı materyallerin yüzdesi %43 ve hassas ve çok hassas materyallerin toplamı ise %57'dir. Albustan ve ark. (1999) 1216 hattan 33 tanesinin hem arpa çizgili yaprak lekesi hem de arpa yaprak lekesi hastalıklarına karşı ikili dayanıklılık özelliği taşıdıklarını belirlemişler, Düşünceli ve arkadaşları (2008) 683 arpa hattından tarla ve sera testlemelerine göre materyalin %44'ünü sera koşullarında ve %39'unu da tarla koşullarında yaprak yanıklık hastalığına karşı dayanıklı bulmuşlardır. Mert ve ark.(2009) ise 88 genotipten 9'unun (%10) kabul edilebilir seviyede dayanıklılık gösterdiğini ve yine Mert ve ark. (2014) 200 materyalden 5 adedini dayanıklı olduğunu bulmuşlardır. Bu veriler çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda Hilal çeşidi (1) ve REBELLE/ST5807 melezi (1) çok dayanıklı olarak belirlenmiştir. Sabribey (3) ve Avcı-2002 (2) çeşitleri ile TORRENT/CLERİNE (2), SONATA/4/ERG/364TH/TOK/3/ERG (3), YUBİLEY 100/

ORZA-96 (3), BURGAZ/K-304 (3), ERGİNEL90/5/4056/GZK//784/3/5548/4/WBELT-14 (3), ST4512/ST5816 (2), WKN 5185/82//CARLA (3) melezleri ise dayanıklı olarak reaksiyon göstermişlerdir. Bu materyaller ıslahta dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabilirler ayrıca hastalığın yoğun olarak görüldüğü ve problem olan alanlarda Hilal çeşidi yazlık kesimlere ve Sabribey ve Avcı-2002 çeşitleri ise kışlık kesimlere tavsiye edilebilir.

Ülkemizde yürütülen diğer çalışmalarda Mert ve Karakaya (2004) ile Düşünceli ve ark, (2008) da Erginel-90, Kıral-97, Çetin-2000, Avcı 2002 çeşitlerini yürüttüğümüz çalışmada olduğu gibi dayanıklı bulmuşlardır. Ancak denemelerde ortak yer alan Akhisar-98, Kaya-7794 çeşitlerini araştırmacılar yüksek derecede dayanıklı bulurken çalışmamızda ise bu çeşitler hassas olarak belirlenmiştir. Azamparsa ve ark. (2015) ve Azamparsa (2015) da çalışmamızda olduğu gibi Avcı-2002 çeşidini dayanıklı olarak, Kalaycı-97 ve Bülbül-89 çeşitlerini de hassas olarak tespit etmişlerdir. Kavak (1998) Efes-3 çeşidini yaptığı çalışmada dayanıklı bulurken çalışmamızda ve Düşünceli ve ark (2008) ile Azamparsa ve ark. (2015)'nin yürüttüğü çalışmada ise hassas olarak belirlenmiştir. Nitekim Cromey ve ark. (1999) değerlendirme zamanlarının çeşitlerin reaksiyonlarının belirlenmesinde farklılıklar gösterdiğini bildirmektedirler. Nitekim seksüel dönemi olmamasına rağmen, *R. commune* popülasyonları yüksek derecede genetik varyasyona sahip olduğundan hastalık etmenine karşı düzenli olarak güncel patotiplerinin ve bu patotiplerle arpa çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (Xue ve ark. 1991; Jorgensen ve Smedegaard-Peterson, 1995; Araz ve Maden, 2006; Araz ve Hekimhan, 2017). Brown (1990) ise farklı veya aynı bölgelerden toplanmış olan ve farklı lezyonlardan elde edilmiş izolatlar arasındaki patojenik varyasyon ile aynı lezyonlardan elde edilmiş tek spor izolatları arasında da patojenik varyasyon olarak çok fazla fark olduğunu belirtmiştir.

Yürütmüş olduğumuz çalışmada denemenin kurulduğu 2018-2019 sezonunda hastalık skorları

daha düşük olarak gerçekleşmiş, çeşitlerin reaksiyonlarında değişimler görülmüştür. Bunun sebeplerinin; iklim, patojenler arası rekabet ve dayanıklılığın teşviki olduğu düşünülmektedir. Sıcaklığın özellikle bahar aylarında düşük gitmesi *R. commune*'nin gelişiminin yavaşlamasına sebep olurken külleme (*B. graminis*) ve arpa yaprak pası (*Puccinia hordei*) hastalığının da artmasına neden olmuştur. Bu da o sezonda nem, sıcaklık ve yağışın daha düşük olarak gerçekleşmesinden kaynaklanmıştır. İklim faktörlerinden herhangi birinde oluşan değişiklikler, bitki patojenlerinin dağılımını ve biyolojisini olumlu, olumsuz veya nötr etkileyebilmektedir (Mansouri ve ark., 2014). Nitekim Araz ve ark. (2017) 2014 yılında 2013 yılına göre hastalığın kurak geçen sezondan dolayı daha düşük seyrettiğini bildirmektedir. Brown (1991), Mansouri ve ark. (2014), Karimi ve Khaledian (2016)'da yıllar itibarı ile genotiplerin farklı reaksiyon gösterdiğini ve bunun meteorolojik dalgalanmalardan kaynaklandığını bildirmektedirler. Enfeksiyon bölgeleri için hastalıklar (*Pyrenophora teres* ve *R. commune*) arasındaki rekabet ve bitki yaprağındaki kolonizasyonları sırasında, bitkide hastalıkların farklı gelişimine katkıda bulunabildiği ve bu ilişkinin, iki patojen arasındaki rekabete bağlandığı belirtilmiştir (Cherif ve ark., 2007; Xi ve ark., 2008). Ayrıca daha önce bitkinin konukçusu olmadığı başka hastalık etmenleri tarafından örneğin buğdaydan *Septaria nodorum* ve mısırdan *Bipolaris maydis* tarafından etkilenen arpalarda

yaprak lekesinin engellenmesinde indüklenen direnç yani dayanıklılığın teşviki birincil mekanizma olarak kabul edilmiştir (Jargensen ve ark.,1998).

Çok dayanıklı ve dayanıklı materyal oranının düşük (%10) olmasının, ıslahta seleksiyonun hastalıklar dışındaki diğer verim ve verim öğeleri ile kalite özelliklerinin de dikkate alınarak yapılmasından dolayı gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu yüzden hastalık testlerinin daha önceki alt kademelerde yapılarak verim kademesindeki materyallerin dayanıklılık oranının artması sağlanabilir ve tescil edilen materyallerde dayanıklılık oranı artırılabilir. Tarla çalışmaları sonucunda testlenen pek çok materyal içerisinde tespit edilen hassas genotipler çıkarılarak; dayanıklı, yüksek dayanıklı ve orta dayanıklı bulunanların kontrollü koşullarda test edilmesi ve moleküler çalışmalar ile desteklenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Zira tarla koşullarında diğer canlı ve cansız stres faktörleri genotiplerin reaksiyonlarında değişikliklere sebep olmaktadır.

TEŞEKKÜR

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne TAGEM/BSAD/E/17/A2/P4/223 proje numarası ile desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Acar, M., ve Ş. Gizlenci. 2006. Tarımsal Araştırmacılar İçin JMP Kullanımı. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Samsun.
- Aktaş, H. 1984. Spread of leaf spots in barley growing areas in Turkey. pp. 338-341. In: Proc. 6th Congr. Un. Phytopath. Mediterr. Cairo, Egypt.
- Aktaş, H. 2001. Önemli hububat hastalıkları ve survey yöntemleri. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayını, Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Bağdat Cad. No: 208, Pk78, 06171 Yenimahalle-Ankara.

- Aktaş, H., ve Z. Katircioğlu. 2008. Bazı buğday ve arpa çeşit ve hatlarının önemli bazı fungal patojenlere karşı reaksiyonları. Tarım Bilimleri Dergisi 14(4): 381-385.
- Albustan, S., L. Çetin, F. Düşünceli, H. Tosun, ve T. Akar, 1999. Orta Anadolu Bölgesi için TARM tarafından oluşturulan 1998 yılı arpa nörserilerinin yaprak lekesi [*Rhynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis]] ve arpa çizgili yaprak lekesi (*Pyrenophora graminea*) hastalıklarına karşı dayanıklılık bakımından değerlendirilmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları Ve Çözüm Yolları Sempozyumu. 8-11 Haziran 1999. Konya. s.700-704.
- Anonim. 2020a. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001\(Ziyaret_Tarihi_26.08.2020\)](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001(Ziyaret_Tarihi_26.08.2020)).

Anonim. 2020b. Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü.

Anonim. 2006. Devlet planlama teşkilatı müsteşarlığı, dokuzuncu kalkınma planı (2007-2013), (içki, tütün ve tütün ürünleri sanayii özel ihtisas komisyonu raporu-2006).

Anonymous. 2016. JMP® Pro 13.0.0, Copyright © 2016, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Anonymous. 2020. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) Datas <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP> (Ziyaret tarihi 11.01.2021).

Anonymous. 2021. *Rhynchosporium* Leaf blotch or Scald of winter barley (causal agent *Rhynchosporium commune*). Cropprotect. Copyright 2021. <https://cropprotect.com/diseases/rhynchosporium-1>.

Arabi, M. I. E., H. Alek, E. Al-Shehadah, and M. Jawhar. 2019. Viability and pathogenicity of *Rhynchosporium secalis* after long-term storage. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 54 (1): 127–134, DOI: 10.1556/038.54.2019.011

Araz, A. ve S. Maden. 2006. Pathogenic variation among isolates of *Rhynchosporium secalis* from cultivated barley growing in Central Anatolia, Turkey. Plant Pathology Journal 5 (2): 244-247

Araz, A., and H. Hekimhan. 2017. Determination of pathotypes of barley scald disease [*Rhynchosporium commune* (Zaffarano, McDonald&Linde)] in some provinces in central Anatolia. p163. In: II International İğdir Symposium, 9-11 October. İğdir-Turkey.

Araz A., O. Büyük, and H. Hekimhan. 2017. Prevalence of the barley scald [*Rhynchosporium commune* (Zaffarano, McDonald&Linde)] disease in Ankara, Konya and Eskişehir provinces of Central Anatolian Region. pp. P23. In: II. International İğdir Symposium. 9-11 October. İğdir-Turkey.

Avrova, A., and W. Knogge. 2012. *Rhynchosporium commune*: a persistent threat to barley cultivation. *Molecular Plant Pathology* 13: 986-997.

Azamparsa, M.R. 2015. Türkiye’de *Rhynchosporium commune*’nin patotiplerinin belirlenmesi ve bazı yerel arpa çeşitlerine ve yabani arpa (*Hordeum spontaneum*) populasyonlarına karşı tepkilerinin değerlendirilmesi. Doktora tezi. Ankara Ü. Fen. Bil. Enst. Bitki Koruma Anabilim Dalı. Ankara.

Azamparsa, M.R., Z. Mert, A. Karakaya, İ. Sayım, E. Namuk, ve S. Aydoğan. 2015. Bazı arpa çeşitlerinin ve ileri kademe arpa hatlarının *Rhynchosporium commune*’ye fide dönemi tepkilerinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 55 (3): 247-252.

Azamparsa, M. R., and A. Karakaya. 2020. Determination of the pathotypes of *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, McDonald & Linde) in some regions of Turkey. Bitki Koruma Bülteni 60(3): 5-14. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.460235>.

Başgül, A., ve A. Engin. 1995. Efes pilsen arpa araştırma ve geliştirme çalışmaları. Arpa-Malt Sempozyumu-III, 5-7 Eylül 1995. Konya. s. 69-92.

Birişik, N, Y. Bayram, M. Kılıç, Ç. Mutlu, A. Öğreten, S. Eren, M. Kaplan, İ. E. Süer, B. Baran, K. Duman, V. Karaca, M. Duman, O. Çiftçi, Ş. Türkölmez, A. Peçen, P. Sağır, G. Yatkın, B. Güler, C. Kaya, Y. Çelik, A. B. Orak, B. Yaman, ve E. Ateş. 2015. Teoriden Pratiğe Kültürel Mücadele (Editör Dr.Nevzat Birişik). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. 285 sayfa. ISBN: 978-605-9175-21-0, Ankara.

Birişik, N. 2020. Covid-19 salgınının tarım ve gıda sektörüne olası etkileri ile alınabilecek tedbirler üzerine bir değerlendirme. Gelard 7 (2), ISSN: 2645-8756, 15-19.

Blum, A. 2018. Plant Breeding For Stress Environments. 231pages. CRC Press.

Brown, J.S. 1990. Pathogenic variation among isolates of *Rhynchosporium secalis* from barley grass growing in shout eastern Australia. Euphytica 50 (1): 81-89.

Brown, J.S. 1991. Definition of infection period for field infection of scald in Victoria (Australia). Australian Journal Of Agricultural Research 42: 811-818.

Cherif, M., S. Rezgui, P. Devaux, and M. Harrabi. 2007. Interaction between *Rhynchosporium secalis* and *Pyrenophora teres* in the field and identification of genotypes with double resistance in a double-haploid barley population. J. Phytopathol. 155: 90-96.

Cromey, M.G., R. Hanson, and K.I. Sinclair. 1999. Resistance of New Zealand barley cultivars to scald, caused by *Rhynchosporium secalis*. pp. 182 -186 In: Proc. 52nd N.Z. Plant Protection Conf..

Çelik, E., ve A. Karakaya. 2015. Eskişehir ili arpa ekim alanlarında görülen fungal yaprak ve başak hastalıklarının görülme sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 55:157-170.

Damgacı, E. 1981. Orta Anadolu bölgesi arpa ekilişlerinde *Rhynchosporium* yaprak lekesi (*R. secalis* (Oud.) J. J. Davis) hastalığı üzerine araştırmalar, Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı 101-102.






Döken, M. T. 1979. Erzurum'da arpadan izole edilen *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J. J. Davis'in morfolojisi, biyolojisi, zarar durumu ve savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. Doçentlik Tezi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Bitki Koruma Bölümü, Erzurum.

Düşünceli, F., L. Çetin, S. Albustan, Z. Mert, K. Akan, and A. Karakaya. 2008. Determination of the reactions of some barley cultivars and genotypes to scald under greenhouse and field conditions. *Tarım Bilimleri Dergisi* 14 (1): 46-50.

- Eğilmez, D. ve N. Boyraz. 2019. Aksaray ili buğday ve arpa ekim alanlarındaki fungal hastalıkların son yıllardaki görünümü üzerine bir araştırma. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 8 (2): 322-335. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad/issue/51255/6672> 51.
- Gaunt R.E., and A.C. Wright. 1992. Disease-yield relationship in barley. II. Contribution of stored stem reserves to grain filling. Plant pathology. 41: 688-701.
- Göbelez, M. 1964. La mycoflore de Turque II. Mycopathologia Applicata, 23 (1) :47-67.
- Hekimhan, H., A. Konuksal, H. Fidan, C. Gözüaçık, M. Gullu, R. Değirmenci, and E. Akerzurumlu, E. 2016a. Important fungal disease problems of cereal production areas in Turkish Republic of Northern Cyprus and solution offers. pp. 557. In: VII. International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", Jahorina, 6-9 October. Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Hekimhan, H., R. Gencer, S.N. Celik, A. Imamoglu, S. Pelit, Y. Eğerci, and A. Kalın. 2016b. Incidence of some fungal diseases of barley production areas in the aegean costal region. pp. 559. In: VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", Jahorina, 6-9 October. Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Hekimhan, H., Araz, A., Aydoğdu, M., 2017. Differences in virulence of *Rhynchosporium commune* isolates from Central Anatolia on barley cultivars. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences (JAFES) 71 (2): 110-116. ISSN 2545-4315. Scopje, Macedonia.
- Jargensen, H.J.L., P.S., Liibeck, H. Thordai-Christensen, E. de Neergaard, and V. Smedegaard-Petersen. 1998. Mechanisms of induced resistance in barley against *Drechslera teres*. Phytopathology, 88: 698-707
- Jorgensen, H.J.L., and V. Smedegaard-Petersen. 1995. Pathogenic variation of *Rhynchosporium secalis* in Denmark and sources of resistance in barley. Plant Disease 79: 297-301.
- Kalaycı, M. 2005. Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 21. ISBN: 975-407-173-X.
- Karakaya, A., Z. Mert, A.Ç. Oguz, M.R. Azamparsa, E. Çelik, K. Akan, and L. Çetin. 2014. Current status of scald and net blotch diseases of barley in Turkey. pp 31. In: 1st International Workshop On Barley Leaf Diseases, Salsomaggiore Terme.03-06 June. Italy.
- Karimi, K., and M.S. Khaledian. 2016. Field assessment of reaction and yield of some barley genotypes under natural inoculum of *Rhynchosporium commune*, ejpau 19(4), 10 sayfa, #03. Available online: <http://www.cjpau.media.pl/volume19/issue4/art-03.html>.
- Kavak, H. 1998. Şanlıurfa yöresinde ekimi yapılan bazı arpa çeşitlerinin arpa yaprak lekesine (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J.J. Davis) karşı reaksiyonları ve hastalık şiddeti ile verim arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Doktora tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı. Tokat.
- Kavak, H., and Z. Katircioğlu, Z. 1998. Arpa Yaprak Yanıklığı (*Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis)'nın arpada farklı enfeksiyon şiddetine bağlı olarak meydana getirdiği verim kayıplarının belirlenmesi. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi. Ankara. s. 34-38.
- Mamluk, O.F., L. Çetin, H. J. Braun, N. Bolat, L. Bertschinger, K. M. Makkouk, A. F. Yıldırım, E. Saari, E., Zencirci, N., Albustan, S., Çalı, S., Beniwal, S. P. S., and Düşünceli., F. 1997. Current status of wheat and barley diseases in the Central Anatolian Plateau of Turkey. Phytopathol. Med. 36: 167-81.
- Mansouri, S., I. Radhouane, I., and Abidi. 2014. Climate change impacts on barley diseases in the béja region of North-Western Tunisia. pp 54. In: International Workshop On Barley Leaf Diseases. Salsomaggiore Terme, 03-06 June. Italy.
- Mathre, D.E. 1982. Compendium of barley diseases. Aps Press.
- Mert, Z., and A. Karakaya. 2004. Assessment of the seedling reactions of turkish barley cultivars to scald. Journal of Phytopathology 152 (3): 190-192.
- Mert, Z., A. Karakaya, A.C. Oguz, M.R. Azamparsa, N. Ergun, and I. Sayım. 2014. Field evaluation of some turkish barley landraces to scald and net blotch of barley. pp 65. In: 1st International Workshop On Barley Leaf Diseases. Salsomaggiore Terme. 03-06 June. Italy.
- Mert, Z., K. Akan, L. Çetin, A. Yorgancılar, R. Ünsal, B. Ercan, İ. Özseven, M.E. Bayram, N. Dinçer, H. Kılıç, H.O. Bayramoğlu, H. Hekimhan, A. Tülek, D. Güven, ve A. İlkhan. 2009. Buğday ve arpanın ülkemizde görülen bazı önemli hastalıklarına karşı 2008 yılı entegre dayanıklılık ıslahı çalışmaları. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 18-22 Ekim. Hatay. s. 849-853.
- Öztürk, İ , T. Kahraman, R. Avcı, V. Girgin, T.H., Çiftçigil, A. Tülek, K.Akın, ve B. Tuna. 2017. Arpa genotiplerinde (*Hordeum vulgare* L.) farklı çevre koşullarının agronomik karakter ve yaprak hastalıkları üzerinde etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 6 (1): 48-56. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad/issue/37068/426234>.
- Polley, R. W., and J. E. E. King. 1993. Surveys of diseases of spring barley in England and Wales, 1976-1980. Annals of Applied Biology 123: 271-285.
- Saari, E. E., and J. M. Prescott. 1975. A scale for appraising

- the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Dis. Reporter* 59: 377-380.
- Salamati, S., and H. A. Magnus. 1997. Leaf blotch severity on spring barley infected by isolates of *R. secalis* under different temperature and humidity regimes. *Plant Pathology* (Oxford) 46: 939-945.
- Salamati, S. and A. M. Tronsmo. 1997. Pathogenicity of *Rhynchosporium secalis* isolates from Norway on 30 cultivars of barley. *Plant Pathology* 46: 416-424.
- Seifollahi, E., B. Sharifnabi, M. Javan-Nikkhah, and C. C. Linde. 2020. Scald on gramineous hosts in Iran and their potential threat to cultivated barley. *Mycological Progress* 19: 223-233.
- Sivrikaya I. S., A. Karakaya, and A. Ç. Oğuz. 2020. Determination of the Barley Diseases in Bingöl Province of Turkey. In: M. Brka, E. Omanović-Miklićanin, L. Karić, V. Falan, A. Toroman (Eds). 30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry. AgriConf 2019. IFMBE Proceedings, vol 78. Springer, Cham.
- Sutton J.C., and P. Steele. 1983. Effect of seed and foliar fungicides on progress of netblotch and yield in barley. *Can. J. Plant Sci.* 63: 631-639.
- Xi, K., C. Bos, T.K. Turkington, A.G. Xue, P.A. Burnett, and P.E. Juskiw. 2008. Interaction of net blotch and scald on barley, *Canadian Journal of Plant Pathology* 30 (2): 329-334. DOI: 10.1080/07060661.2008.10540548
- Xue, B., R. Hall, and D. Falk, 1991. Pathogenic variation in *Rhynchosporium secalis* from Southern Ontario. *Pl. Disease* 75: 934-938.
- Yıldırım, A. F., E. Kınacı, H. Hekimhan ve S. Çeri. 2000. Konya, Karaman, Niğde ve Aksaray yörelerinde tahıllarda önemli hastalıkların durumu ve bunlara dayanıklılık kaynaklarının araştırılması. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları Ve Çözüm Yolları Sempozyumu. Konya. s. 404-413,
- Zadoks, J. C., T. T. Chang, C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.
- Zaffarano P. L., B. A., Mcdonald and C. C. Linde. 2011. Two new species of *Rhynchosporium*. *Mycologia* 103 (1): 195-202.
- Zencirci, N., and P. M. Hayes. 1990. Effect of scald (*Rhynchosporium secalis*) on yield components of twelve winter barley genotypes. *Journal of Turkish Phytopathology* 82: 798-803.

Molecular Genetic Characterization of the Turkish National Green Plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) Collection

Gülsüm ÇAKIR¹  Tülin TAŞCIOĞLU²  Andaç ÇAVDAR³ 
Sami DOĞANLAR⁴  Amy FRARY⁵  Anne FRARY^{6*} 

^{1,2,4,6} Department of Molecular Biology and Genetics, Izmir Institute of Technology, Urla, İzmir/TURKEY
³ Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, İzmir/TURKEY
⁵ Department of Biological Sciences, Mount Holyoke College, South Hadley, MA/USA

¹<https://orcid.org/0000-0003-4911-3746>
³<https://orcid.org/0000-0002-5689-2883>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-0707-1624>

²<https://orcid.org/0000-0003-2987-2313>
⁴<https://orcid.org/0000-0002-5712-0826>
⁶<https://orcid.org/0000-0002-8973-0100>

*Corresponding author's (Sorumlu yazar) e-mail: annefrary@iyte.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 30.10.2020 Accepted (Kabul tarihi): 15.01.2021

ABSTRACT: Plum is an important fruit worldwide and has high nutritional value. *Prunus cerasifera* Ehrh., a type of European plum species, is very popular in Turkey and is usually eaten at the green, unripe stage. In this work for the first time, the genetic diversity and population structure of the 66 accessions housed in the Turkish National *P. cerasifera* collection were investigated using molecular markers. A total of 47 Sequence-Related Amplified Polymorphism (SRAP) primer pairs were used and found to be highly polymorphic with 98% of the 495 amplified alleles providing polymorphism. Average diversity of the accessions was 0.39 as determined using the dice coefficient and was similar to *P. cerasifera* germplasm from France, Iran and Belarus but higher than that from China. This difference was expected as Turkey, Iran and Belarus are within the geographical origin of this species which was distributed to Europe during ancient times. The genetic relationships among accessions of the germplasm collection were assessed using unweighted neighbor joining dendrogram and population structure analyses. The dendrogram and population structure results were strongly correlated as both methods clustered the material into two main groups with a much smaller third admixed group. The analysis also indicated that Can and Papaz types, despite their morphological differences are not genetically distinct and provides information about genetic relationships that can be used in future plum breeding.

Keywords: Plum, *Prunus cerasifera* Ehrh., SRAP, national collection, fruit genetics, green plum diversity.

Türk Ulusal Yeşil Erik (*Prunus cerasifera* Ehrh.) Koleksiyonunun Moleküler Genetik Karakterizasyonu

ÖZ: Erik, dünya çapında önemli bir meyvedir ve yüksek besin değerine sahiptir. Bir tür Avrupa eriği türü olan *Prunus cerasifera* Ehrh., Türkiye'de çok popülerdir ve genellikle yeşil, olgunlaşmamış dönemde yenilmektedir. İlk kez bu çalışmada, Türk Ulusal *P. cerasifera* koleksiyonunda yer alan 66 genotipin genetik çeşitliliği ve popülasyon yapısı moleküler markörler kullanılarak araştırılmıştır. Toplam 47 Sekansla İlişkili Amplifiye Polimorfizm (SRAP) primer çifti kullanılmıştır ve polimorfizm sağlayan 495 adet çoğaltılmış allelin % 98'inin oldukça polimorfik olduğu bulunmuştur. Genotiplerin ortalama çeşitliliği, dice katsayısı kullanılarak, 0,39 olarak belirlenmiştir ve elde edilen bu değer Fransa, İran ve Beyaz Rusya'dan *P. cerasifera*

germplazmalarıyla yapılan çalışmalarla benzer, ancak Çin'de yapılan çalışmadan daha yüksek bulunmuştur. Antik çağlardan beri Avrupa'ya dağılan türlerin coğrafi orijinleri içerisinde Türkiye, İran ve Beyaz Rusya olduğu için bu fark beklenen bir durumdur. Germplazm koleksiyonunu oluşturan genotipler arasındaki genetik ilişkiler, ağırlıksız komşu birleştirme dendrogramı ve popülasyon yapısı analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Dendrogram ve popülasyon yapısı sonuçları, her iki yöntem de materyali iki ana gruba ve çok daha küçük bir üçüncü, karıştırılmış gruba ayırdığı için güçlü bir şekilde ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, analizler, Can ve Papaz erik tiplerinin morfolojik farklılıklarına rağmen genetik olarak farklı olmadıklarını ve gelecekteki erik ıslahında kullanılabilecek genetik ilişkiler hakkında bilgi verdiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Erik, *Prunus cerasifera* Ehrh., SRAP, ulusal koleksiyon, meyve genetiği, yeşil erik çeşitliliği.

INTRODUCTION

Prunus is a genus of the Rosaceae family and consists of over 286 approved species including the stone fruit species plums, almonds, cherries and peaches (The Plant List, 2013). In the early classifications of *Prunus* dating back to the 1600s, only plum was included in the genus by John Ray, Joseph Pitton de Tournefort, Johann Jacob Dillenius and Herman Boerhavee (Faust and Surányi, 1999). In 1940, species in *Prunus* were classified into five subgenera as proposed by Alfred Rehder: *Amygdalus* (L.) Focke (peaches and almonds), *Prunus* Focke (plums and apricots), *Cerasus* Pers (sweet and tart cherries), *Padus* (Moench) Koehne (deciduous bird-cherries) and *Laurocerasus* Koehne (evergreen laurel-cherries) (Milošević and Milošević, 2018). Subsequently, *Lithocerasus* (flowering, sand cherries) was added to the list as the sixth *Prunus* subgenus (Ingram, 1948).

Plum species in the subgenus *Prunus* are cultivated worldwide and can be divided into three groups: Japanese, American and European plums. Among the Japanese species (Japon eriği) are *Prunus salicina* and *P. mume*, two species that can grow to 10 meters and produce fruits with yellow-pink flesh. The American plums (Amerikan eriği), *Prunus americana*, can reach 15 meters and their fruits have red skin and yellow flesh (Heiges, 1897; Cobianchi and Watkins, 1984). European plums (Avrupa eriği) include four subspecies: *Prunus domestica*, *P. spinosa*, *P. mahaleb* and *P. cerasifera* that grow up to 10 meters in height, generally producing fruits with yellow flesh covered by deep-purple-blue skin (Walkowiak-Tomczak *et al.*, 2008).

Interestingly, there is a conflict in the common names used for plum species in Turkey as compared to the literature. In Turkey, plum

cultivars are classified into three groups: Can, European, and Japanese (Anonymous, 2012). American plums are not included, perhaps because *P. americana* is not commonly grown in Turkey. According to the Turkish classification, *P. cerasifera* (Myrobalan plum, green plum, cherry plum, or “Kiraz eriği”) falls within the “Can” plums and is represented by several varieties that are named Can. In the literature, *P. cerasifera* is considered to be a European plum species. *P. cerasifera* is one of the most consumed plum species in Turkey. This species is adapted to the varied climatic and soil conditions of Turkey as well as other parts of the world (Ayanoglu *et al.*, 2007). *P. cerasifera* is mostly grown in the coastal areas of the Mediterranean region and the green plum market has a high economic impact and drives production (Ayanoglu *et al.*, 2007).

Beyond their economic impact as a fruit crop, plums are valued for their delicious taste and nutritional content (Walkowiak-Tomczak *et al.*, 2008). Due to their high carbohydrate content, plums constitute a source of “ready to be used” energy (Anonymous, 2019b). In addition, plum fruits are rich in metabolites such as anthocyanins, phenolic acids, carotenoids, and fiber (pectin) (Birwal *et al.*, 2007). One serving (100 g) of fresh plum contains minerals such as potassium (157 mg), phosphorus (16 mg), magnesium (7 mg) and calcium (6 mg) as well as vitamin A (17 µg), vitamin C (9.5 mg), vitamin K (6.4 µg) and vitamin B complex: thiamine (0.028 mg), pantothenic acid (0.135 mg), riboflavin (0.026 mg), niacin (0.417) (Anonymous, 2019b). The purported health benefits of plum fruit include prevention of cancer and heart diseases, regulation of the digestive system, resistance to infectious agents or free radicals, balancing of blood pressure, and reduction in the severity of Alzheimer’s disease (Birwal *et al.*, 2017).

Moreover, because of their low glycemic index, plums do not cause a rapid increase in blood sugar levels (Asif, 2011; Slavin and Lloyd, 2012).

Turkey's plum production increased 19% in the last decade and, with 291.934 tons of production in 2017, Turkey currently ranks 6th worldwide (Anonymous, 2019a; Anonymous, 2019c). *P. cerasifera* is one of the most consumed plum species in Turkey as it is adapted to varied climatic and soil conditions (Ayanoglu *et al.*, 2007) and is an early spring favorite fruit. In Turkey, there are a number of economically important *P. cerasifera* cultivars including Can, Papaz, Havran, Kebap and Aynalı. Among these cultivars, Can, Papaz and Aynalı are harvested and consumed as green sour plums. In addition to their fresh use, there is increasing interest in dried plum production for industrial (prune powder) and commercial uses (table prunes) in Turkey and elsewhere (Bolat *et al.*, 2017).

P. cerasifera has also been studied for its tolerance to biotic and abiotic stress factors and its potential for use as a rootstock. Stress factors affect the growth and yield of current European, Japanese and American plum cultivars which could be improved by the use of suitable rootstocks (Nasri *et al.*, 2019). *P. cerasifera* can be used as a rootstock for cultivation of other plum species as it is resistant to temperature extremes (Ercisli, 2004; Ercisli *et al.*, 2006). In other work, Lecouls *et al.* (1999, 2004) investigated root-knot nematode (RKN) resistance genes in Myrobalan parental lines with molecular markers. They hypothesized that the RKN resistance genes *Mal*, *Ma2* and *Ma3* might be closely linked and can be used in the generation of new interspecific hybrids and to supply a nematode resistant rootstock source. These researchers also identified molecular markers for these genes and suggested that they may control different RKN resistance mechanisms. In addition to its pest resistance, *P. cerasifera* is a flood sensitive species (Domingo *et al.*, 2002; Amador *et al.*, 2012; Almada *et al.*, 2013; Rubio-Cabetas *et al.*, 2018). The photoperiod responses of somaclonal variants of *P. cerasifera* plantlets under flooding conditions were tested by Iacona *et al.* (2019). This work suggested that some of the variants had flooding stress tolerance independent from photoperiod while other variants had

sensitivity depending on photoperiod. Tolerant variants are, of course, interesting for rootstock development.

The breeding and selection of new, genetically diverse and adaptable *P. cerasifera* species and rootstocks can be aided by the use of molecular tools. These tools can also provide pivotal information for the conservation and management of plum germplasm. As a perennial tree species, plum accessions are expensive and laborious to maintain. Therefore, it is important to characterize this germplasm with all available methods (phenological, horticultural, molecular genetic) to ensure that these valuable resources are maintained and used for optimal benefit. To date, only a limited number of molecular genetic diversity analyses have been done within *P. cerasifera* (Ayanoglu *et al.*, 2007; Horvath *et al.*, 2008; Wöhrmann *et al.*, 2011; Zhao *et al.*, 2015). As a result, there is a need for assessment of the genetic diversity and structure of more plum specimens using different molecular markers. One such marker system is Sequence-Related Amplified Polymorphisms (SRAP). SRAP markers have high levels of polymorphism and reproducibility (Li and Quiros, 2001) indicating that they should be a useful system for investigating plum genetic diversity and population structure. In addition, these markers are not species-specific and are, therefore, cost effective. In our study, 47 SRAP marker combinations were used to assess genetic diversity among 66 plum (*P. cerasifera*) accessions conserved by the Aegean Agriculture Research Institute (AARI) (Menemen, Turkey). This material represents Turkey's national green plum germplasm collection; therefore, it is important to characterize this gene pool for future plum breeding efforts. To our knowledge, this is the first study using SRAP markers for characterization of *P. cerasifera* germplasm. Such work provides a foundation for the development of new high-quality cultivars, as well as conservation and management of the national collection and natural plum populations. In the future, this molecular genetic information can be combined with phenological and horticultural data to identify quantitative trait loci (QTL) and molecular markers that can be used to improve the yield and quality of the plum crop.

MATERIALS and METHODS

Plant materials

Leaf tissue from 66 *P. cerasifera* accessions which were collected in six cities (Balıkesir, İzmir, Aydın, Manisa, Muğla, and Denizli) in two regions of Turkey (Marmara and Aegean) were obtained from the Aegean Agricultural Research Institute (AARI) (Table 1). The germplasm included economically important local cultivars such as cultivars Can and Papaz.

DNA extraction

Genomic DNAs were isolated from fresh leaf tissue with a modified CTAB method (Doyle, 1987). DNA concentrations (ng/μl) of all *Prunus* samples were measured at Abs 260/280 (nm) using a Nanodrop ND-1000 spectrophotometer (Thermo Scientific, Vantaa, Finland). All genomic DNAs were stored at -20°C.

Table 1. Plum materials used in this study, their PI numbers, local names and collection locations. Note: Sub Pop indicates sub-population membership based on Structure analysis and No indicates genotype number used in data analyses.

Çizelge 1. Bu çalışmada kullanılan erik materyallerinin PI numaraları, yerel adlandırmaları ve koleksiyon toplanma yerleri. Not: Sub Pop Structure analizinden elde edilen istatistiksel verilere dayandırılarak aynı alt popülasyona dahil olma durumunu göstermektedir ve No genotiplerin veri analizlerindeki sırasını temsil etmektedir.

No	PI-Number § (TUR0010)	Local Name	Sampling Location	Structure (Sub Pop)	Sub Pop A	Sub Pop B	Darwin (Cluster)
39	130	Havran	İzmir	A	0.999	0.001	A
55	131	Can	İzmir	A	0.999	0.001	A
48	134	Akpapaz	Manisa	A	0.994	0.006	A
47	137	Papaz	Aydın	A	0.999	0.001	A
43	140	Kebap	İzmir	A	0.999	0.001	A
45	143	Can	İzmir	A	0.994	0.006	A
36	145	Papaz	Balıkesir	A	0.999	0.001	A
62	146	Can	Balıkesir	A	0.998	0.002	A
56	147	Havran	Unknown	A	0.999	0.001	A
57	148	Şam	Balıkesir	A	0.999	0.001	A
63	151	Can	İzmir	A	0.999	0.001	A
35	153	Can	İzmir	A	0.997	0.003	A
52	157	Havran	İzmir	A	0.999	0.001	A
58	158	Can	İzmir	A	0.998	0.002	A
64	162	Kebap	Manisa	A	0.999	0.001	A
38	163	Can	Manisa	A	0.997	0.003	A
61	164	Can	Manisa	A	0.871	0.129	A
50	165	Can	Manisa	A	0.999	0.001	A
60	167	Can	Balıkesir	A	0.842	0.158	A
44	168	Yeşil Şam	Balıkesir	A	0.999	0.001	A
37	169	Sarı Şam	Balıkesir	A	0.999	0.001	A
51	173	Papaz	Muğla	A	0.999	0.001	A
41	175	Papaz	Aydın	A	0.999	0.001	A
59	176	Papaz	Aydın	A	0.999	0.001	A
42	178	Papaz	İzmir	A	0.999	0.001	A
46	183	Can	İzmir	A	0.999	0.001	A
49	186	Papaz	İzmir	A	0.999	0.001	A
66	189	Can	İzmir	A	0.999	0.001	A
53	190	Can	Aydın	A	0.999	0.001	A
54	605	Unknown	İzmir	A	0.999	0.001	A
65	606	Unknown	Unknown	A	0.999	0.001	A
40	608	Can	Unknown	A	0.999	0.001	A
34	132	Can	İzmir	B	0.086	0.914	B
7	135	Papaz	Denizli	B	0.002	0.998	B
13	139	Can	Aydın	B	0.001	0.999	B
3	142	Papaz	İzmir	B	0.001	0.999	B
14	144	Bekiroğlu	İzmir	B	0.001	0.999	B
5	149	Papaz	İzmir	B	0.024	0.976	B
19	150	Can	İzmir	B	0.001	0.999	B

Table 1. Continued
Çizelge 1. Devam

No	PI-Number § (TUR0010___)	Local Name	Sampling Location	Structure (Sub Pop)	Sub Pop A	Sub Pop B	Darwin (Cluster)
10	154	Papaz	İzmir	B	0.001	0.999	B
18	155	Can	İzmir	B	0.002	0.998	B
33	156	Papaz	Aydın	B	0.108	0.892	B
25	159	Havran	İzmir	B	0.001	0.999	B
21	160	Papaz	İzmir	B	0.067	0.933	B
17	161	Unknown	Manisa	B	0.002	0.998	B
15	170	Ödemiş	Balıkesir	B	0.003	0.997	B
20	171	Can	Muğla	B	0.001	0.999	B
30	172	Can	Muğla	B	0.005	0.995	B
11	174	Papaz	Muğla	B	0.002	0.998	B
2	177	Papaz	İzmir	B	0.002	0.998	B
26	180	Papaz	Manisa	B	0.002	0.998	B
24	181	Can	Manisa	B	0.056	0.944	B
22	182	Can	İzmir	B	0.008	0.992	B
28	184	Can	İzmir	B	0.001	0.999	B
1	185	Papaz	İzmir	B	0.016	0.984	B
27	187	Havran	İzmir	B	0.002	0.998	B
23	188	Can	İzmir	B	0.001	0.999	B
16	191	Halil Efendi	Tokat	B	0.021	0.979	B
32	252	Unknown	Unknown	B	0.12	0.88	B
8	270	Can	Unknown	B	0.001	0.999	B
31	604	Unknown	Unknown	B	0.3	0.7	B
4	607	Unknown	Unknown	B	0.011	0.989	B
29	133	Papaz	Manisa	ADX	0.518	0.482	C
12	141	Papaz	İzmir	ADX	0.514	0.486	C
9	152	Papaz	İzmir	ADX	0.534	0.466	C
6	179	Papaz	Manisa	ADX	0.532	0.468	C

§The accessions have the same standard initial letters (TUR0010___); therefore, these initials were eliminated from the abbreviated accession names.

§Bireyler aynı standart başlangıç harflerine sahiptir (TUR0010___); bu nedenle, genotip ismi kısaltmalarında bu başlangıç işaretleri göz ardı edilmiştir.

Molecular marker analysis

SRAP analysis

Polymerase Chain Reactions (PCRs) were performed with 47 combinations of SRAP primers (Table 2) (Li and Quiros, 2001, Lin *et al.*, 2005). The components of each 25 µl PCR reaction were: 2 µl 10x buffer, 1 µl (20 ng) DNA sample, 2 µl (25 mM) MgCl₂, 1.5 µl (20 mM) dNTP, 0.5 µl (10 pmol) forward primer, 0.5 µl (10 pmol) reverse primer and 1 µl (0.25 U) *Taq* DNA polymerase. The PCR reaction had two main stages. Stage I (5x cycles) was: 5 min of initial denaturation at 94 °C, followed by denaturation at 94 °C for 1 min, then 1 min annealing at 35 °C, then followed by 1 min extension at 72 °C for 5 cycles. Stage II (35x cycles) was: denaturation 94 °C for 1 min, 1 min annealing at 50 °C and 1 min extension at 72 °C followed by a final extension at 72 °C for 10 min. A hold at 4 °C ended the reactions. PCR products were electrophoresed at 110 volts through 3%

agarose gels (Lonza, Sea Kem® LE Agarose) and imaged under UV light after ethidium bromide staining.

Table 2. SRAP primer sequences.

Çizelge 2. SRAP primer dizileri.

Forward	Primer Sequences (5' – 3')
me1	TGAGTCCAAACCGGATA
me2	TGAGTCCAAACCGGAGC
me3	TGAGTCCAAACCGGAAT
me4	TGAGTCCAAACCGGACC
me5	TGAGTCCAAACCGGAAG
me6	TGAGTCCAAACCGGTAA
Reverse	Primer Sequences (5' – 3')
em1	GACTGCGTACGAATTAAT
em2	GACTGCGTACGAATTGC
em3	GACTGCGTACGAATTGAC
em4	GACTGCGTACGAATTTGA
em5	GACTGCGTACGAATTAAC
em6	GACTGCGTACGAATTGCA
em7	GACTGCGTACGAATTCAA
em8	GACTGCGTACGAATTCTC
em9	GACTGCGTACGAATTCGA

Data analyses

Alleles obtained as a result of SRAP analysis were scored dominantly as present (1), absent (0) or missing data (9). The mean, maximum and minimum genetic diversity values per marker were determined by Gene Diversity software (GDdom) (Abuzayed *et al.*, 2017). Population structure based on the markers was analyzed with the computer program Structure (Structure 2.3.4) in order to classify genotypes (Pritchard *et al.*, 2000). During this analysis, different models ($K = 1$ to 10) were tested and evaluated after 10,000 Markov Chain Monte Carlo (MCMC) burn-in cycles and ad hoc statistics to determine the optimal population number. In addition, each model was tested 20 times with 300,000 repetitions. The results were analyzed with Structure Harvester software to determine the best population model (K) (Earl, 2012). The model with the highest ΔK value was accepted as the best model for the population. To assign individuals to subpopulations within the selected model (K), a genetic identity threshold of ≥ 0.70 for the genotypes was used. Genotypes with identity values below this threshold were not included in a subpopulation and were considered genetically admixed genotypes.

The marker data were analyzed by hierarchical classification. For this purpose, a dendrogram was

generated in the program DARwin (Perrier and Jacquemoud-Collet, 2006) using the Dice coefficient and unweighted neighbor joining algorithm. In addition, a Mantel test was performed to determine the correlation between the distance matrix and the dendrogram. DARwin was also used for PCoA analysis (Principal Coordinate Analysis).

The populations of Can and Papaz which had more than one individual, were analyzed for their within and between population genetic diversity in GenAlEx plugin (Peakall and Smouse, 2006) with construction of a random haploid binary data matrix and AMOVA analysis. Genetic separation analysis was performed with 9999 paired permutations and P values less than 0.05 were accepted as significant.

RESULTS

Allelic profile of plum species

In this work, 47 SRAP primer combinations were assayed on 66 *P. cerasifera* accessions. Example gel images are provided in Figure 1.

A total of 495 alleles displaying 98% polymorphism (485 alleles) in the 66 accessions was generated by dominant scoring. The mean number of alleles per primer combination was 10.4, with the most alleles

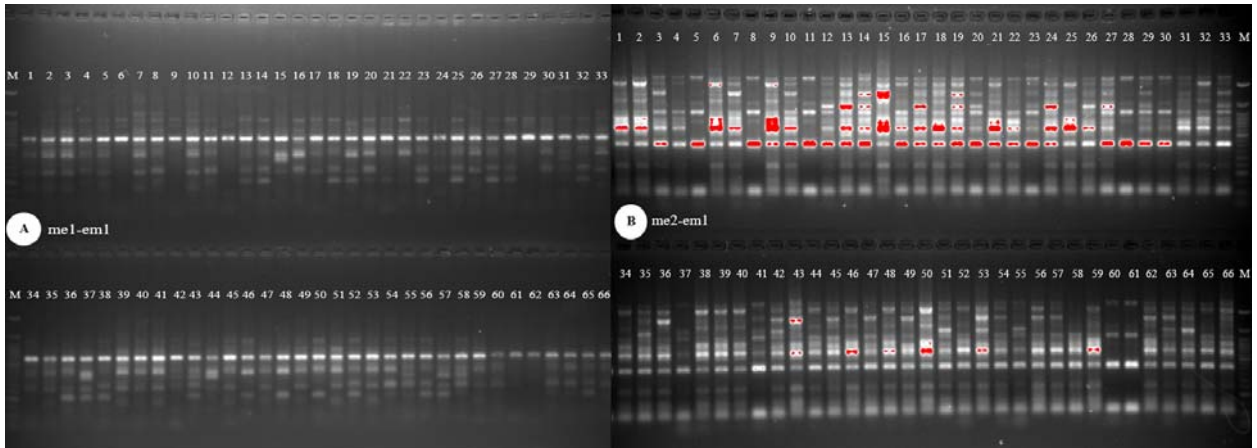


Figure 1. Sample allelic patterns obtained from two SRAP markers. A. PCR products showing a highly similar allelic pattern for the me1-em1 SRAP combination. B. PCR products showing a more polymorphic allelic pattern for the me2-em1 SRAP combination. The numbers from 1 to 66 represent the specimen number for genotypes (first column) as given in Supplementary Table 1.

Şekil 1. İki SRAP marköründen elde edilen alelik görünüm örnekleri. A. me1-em1 primer kombinasyonu için monomorfliğe yakın alelik görünüm veren PCR ürünleri. B. me2-em1 SRAP kombinasyonu için polimorfik alelik görünüm örneği veren PCR ürünleri. 1'den 66'ya kadar olan numaralar Ek Çizelge 1'deki genotip numaralarını göstermektedir.

obtained from primer combination me1-em1 (13 alleles) (Table 3). The fewest alleles (8) were obtained from combination me3-em9. For each primer pair, approximately 90% polymorphism was observed except for the me5-em1 (63%) primer combination. The random haploid binary data matrix for Can and Papaz populations was constructed with an assumption of an average equal number of individuals for each population (N) and a high level of gene flow (Nm) was

observed between these two main populations with a value of 13.27 (Table 4).

Genetic diversity

Gene diversity (GD) values were calculated for each SRAP primer combination (Table 3) and the maximum average GD was 0.46 for the me4-em3 primer combination. The minimum average GD was 0.19, which was shared by two different primer pairs: me5-em1 and me3-em4.

Table 3. Numbers of alleles, mean gene diversity (GD) values and standard deviations (SD) for each primer combination. Markers are sorted from highest to lowest GD. $\sum Na$: Total number of alleles per primer combination.

Çizelge 3. Her bir primer kombinasyonu için ortalama genetik çeşitlilik değerleri ve standard sapmaları. Markörler en yüksek genetik çeşitlilik değerinden en düşük genetik çeşitlilik değerine göre sıralanmıştır. $\sum Na$: Primer kombinasyonu başına elde edilen toplam allel sayısı.

Primer pair	$\sum Na$	Mean GD \pm SD	Primer pair	$\sum Na$	Mean GD \pm SD
me4-em3	13	0.46 \pm 0.01	me5-em4	19	0.32 \pm 0.03
me3-em7	10	0.44 \pm 0.02	me4-em4	9	0.32 \pm 0.04
me5-em5	12	0.43 \pm 0.03	me4-em8	14	0.31 \pm 0.05
me1-em3	8	0.40 \pm 0.04	me4-em1	14	0.31 \pm 0.05
me8-em7	12	0.39 \pm 0.04	me3-em8	9	0.31 \pm 0.04
me2-em3	10	0.39 \pm 0.04	me3-em6	13	0.31 \pm 0.04
me5-em2	10	0.38 \pm 0.04	me2-em6	9	0.30 \pm 0.05
me1-em5	10	0.38 \pm 0.05	me6-em1	12	0.29 \pm 0.05
me2-em5	12	0.38 \pm 0.04	me3-em1	9	0.29 \pm 0.04
me4-em6	11	0.37 \pm 0.03	me3-em3	10	0.29 \pm 0.05
me6-em7	10	0.37 \pm 0.04	me5-em6	11	0.29 \pm 0.04
me2-em4	12	0.37 \pm 0.05	me2-em1	12	0.28 \pm 0.05
me1-em7	10	0.36 \pm 0.05	me1-em4	10	0.27 \pm 0.04
me3-em2	4	0.36 \pm 0.10	me4-em2	10	0.27 \pm 0.05
me2-em8	8	0.35 \pm 0.05	me3-em9	8	0.27 \pm 0.06
me3-em5	11	0.35 \pm 0.06	me6-em6	12	0.26 \pm 0.05
me1-em8	9	0.34 \pm 0.05	me2-em9	6	0.25 \pm 0.06
me5-em8	9	0.34 \pm 0.05	me1-em2	18	0.24 \pm 0.04
me5-em3	10	0.34 \pm 0.05	me4-em5	10	0.24 \pm 0.06
me5-em7	8	0.33 \pm 0.06	me6-em5	9	0.20 \pm 0.05
me4-em9	7	0.33 \pm 0.07	me1-em9	8	0.20 \pm 0.04
me2-em2	9	0.33 \pm 0.05	me5-em1	8	0.19 \pm 0.07
me2-em7	18	0.33 \pm 0.04	me3-em4	6	0.19 \pm 0.05
me1-em1	13	0.32 \pm 0.05			

Table 4. Number of randomly selected accessions for Can and Papaz populations (N), Number of different alleles (Na), number of effective alleles (Ne), Shannon's Information Index value (I), diversity (h) and unbiased diversity (uh), $PhiPT$ (F_{ST} analogue) and Nm (number of migrants reflecting to gene flow) values, and Nei 's genetic distance and identities.

Çizelge 4. Can ve Papaz popülasyonlarının herbiri için rastgele seçilen bireylerin sayısı (N), farklı allellerin sayısı (Na), etkili allellerin sayısı (Ne), Shannon'un Bilgi Kataloğu değeri (I), çeşitlilik (h) ve sapmasız çeşitlilik (uh), $PhiPT$ (F_{ST} analoğu) ve Nm (gen akışına katkıda bulunan göç edenlerin sayısı) değerleri ve Nei 'ye ait genetik uzaklık ve kimlikler.

	N	Na	Ne	I	h	uh	$PhiPT$	Nm	$Nei D$	$Nei I$
Mean	23.00	2.00	1.93	0.67	0.48	0.50	0.02	13.27	0.04	0.96
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Population structure

Population structure analysis was performed in Structure software and the results were used to determine the best model for the population based on ΔK values via Structure Harvester program. Consequently, the optimal number of subpopulations in the national collection was determined to be $K = 2$ (Figure 2). For assignment of accessions to each subpopulation, the identity threshold was set at ≥ 0.70 (Table 1). The number of individuals in subpopulations A and B were 32 and 30, respectively. In addition, four accessions (6% of the total) were classified as admixed. Slightly more than half (56%) of the Can plums fell into subpopulation A accounting for 44% of the cultivars in this group. Papaz plums accounted for 22% of subpopulation A. Can and Papaz plums represented 37% and 33% of subpopulation B accessions, respectively. The four admixed

individuals were Papaz accessions. None of the subpopulations reflected the geographical origins of the plums.

Unweighted neighbor joining dendrogram

The mean dissimilarity value for the unweighted neighbor joining dendrogram was 0.39 with a maximum of 0.68 and a minimum of 0.05. The dendrogram consisted of three main clusters: A, B and C (Figure 3). The dendrogram clusters reflected the observed subpopulations in population structure analysis. The first cluster, cluster A, consisted of 32 individuals in total while cluster B consisted of 30 accessions. Cluster C, contained only one unknown and four Papaz accessions which were determined to be admixed in the population structure analysis. Clustering did not coincide with geographic origin.

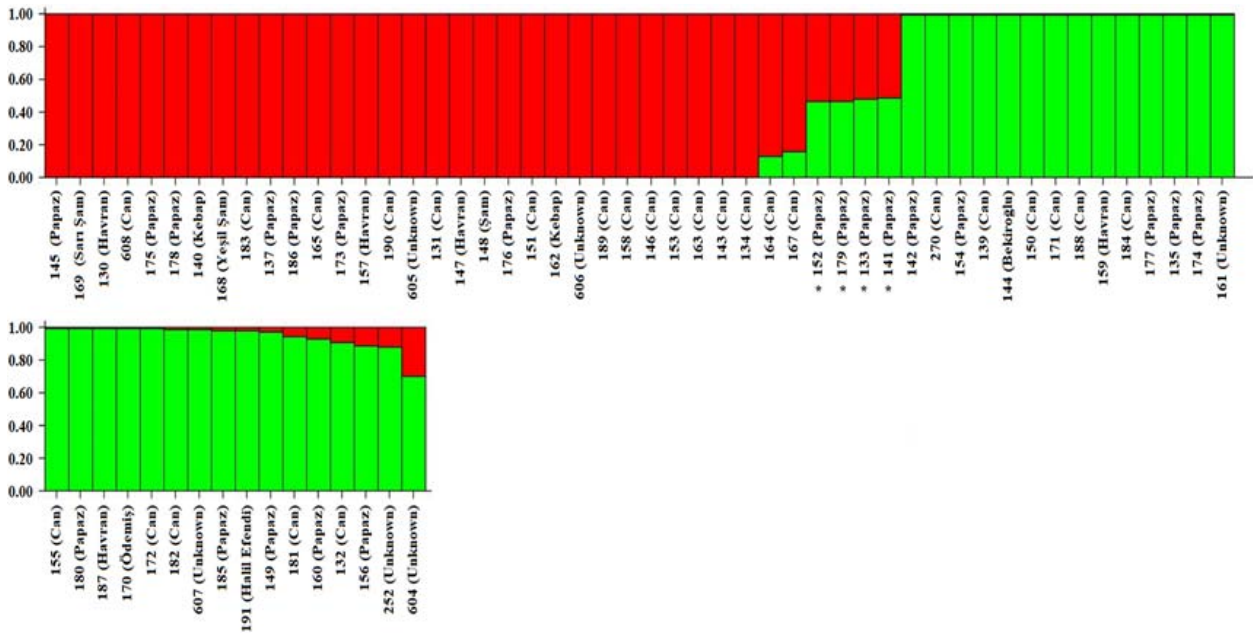


Figure 2. Q-plot of *P. cerasifera* accessions based on SRAP markers. The x-axis represents individuals sorted according to subpopulation. The y-axis reflects the genetic contribution from each subpopulation to single individuals. The bar plot for $K=2$ is shown. Each accession is represented by a vertical bar. Red and green colored sections within each vertical bar indicate membership coefficient (Q) of the accession to each subpopulation. Subpopulation A is colored red and subpopulation B is colored green. Accession codes are abbreviated into three digits. For example, TUR0010145 is shortened to 145. Admixed accessions that do not belong to either subpopulation are indicated with *.

Şekil 2. *P. cerasifera* bireylerinin SRAP markörlerine dayalı Bar grafiği $K=2$ için gösterilmiştir. Her birey düşey bir çubukla gösterilmiştir. x-ekseni, alt popülasyonlara göre sıralanmış bireyleri temsil etmektedir. y-ekseni, her alt popülasyonun her bir bireye ne kadar genetik katkıda bulunduğu bir göstergesidir. Her düşey çubuktaki kırmızı ve yeşil renkli kısımlar bireylerin her bir alt popülasyona üyelik katsayısı (y-ekseninde Q) belirtmektedir. Alt popülasyon A kırmızı ve alt popülasyon B yeşil renktedir. Birey kodları üç basamak olarak kısaltılmıştır. Örneğin, TUR0010145, 145 olarak kısaltılmıştır. Herhangi bir alt popülasyona dahil olmayıp karışık genetik çeşitliliğe sahip olan bireyler * ile belirtilmiştir.

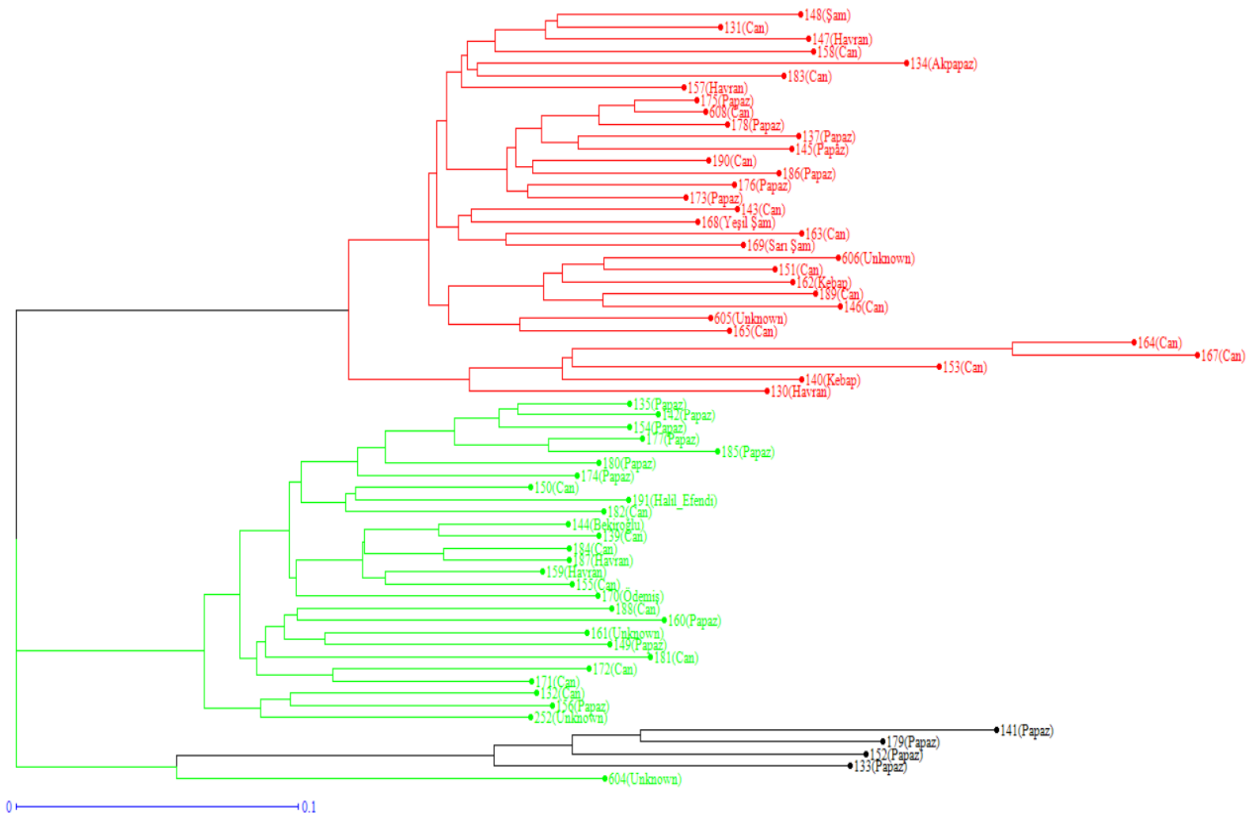


Figure 3. Dendrogram showing genetic diversity among *P. cerasifera* genotypes as revealed by SRAP marker analysis. Accessions are color coded according to Structure subpopulations ($K=2$): subpopulation A in red, subpopulation B in green, and admixed individuals in black. Accession codes are abbreviated into three digits as in Figure 2.

Şekil 3. *P. cerasifera* genotipleri arasında SRAP markör analizi ile elde edilen genetik çeşitliliği gösteren dendrogram. Bireyler Structure'daki alt popülasyonlara ($K=2$) göre renklerle kodlanmıştır: alt popülasyon A kırmızı, alt popülasyon B yeşil ve karışık bireyler siyah ile renklendirilmiştir. Birey kodları Şekil 2'deki gibi üç basamağa kısaltılmıştır.

Principle coordinate analysis

Principle coordinate analysis (PCoA) revealed three main clusters: A, B and C (Figure 4). The first, second and third eigen vectors explained 40.25%, 17.53% and 5.39% of the variation, respectively. This analysis agreed with the population structure and dendrogram results in that the Papaz plums were dispersed in all three clusters with the Can plums found in clusters A and B. Some of the Can and Papaz accessions were closely related to other plum types including Kebab, Havran, and Şam plums. As with the other analyses, no clustering based on collection location was observed.

Analysis of molecular variance (AMOVA)

AMOVA was carried out for the Can and Papaz types because they had sufficient numbers of accessions (25 and 21, respectively) for such analysis. Among population/type (Can vs. Papaz) diversity represented only 2% of total genetic diversity for these plums while 98% of diversity occurred within types (data not shown). These results indicated that Can and Papaz plums are each genetically diverse types with very little genetic separation between them.

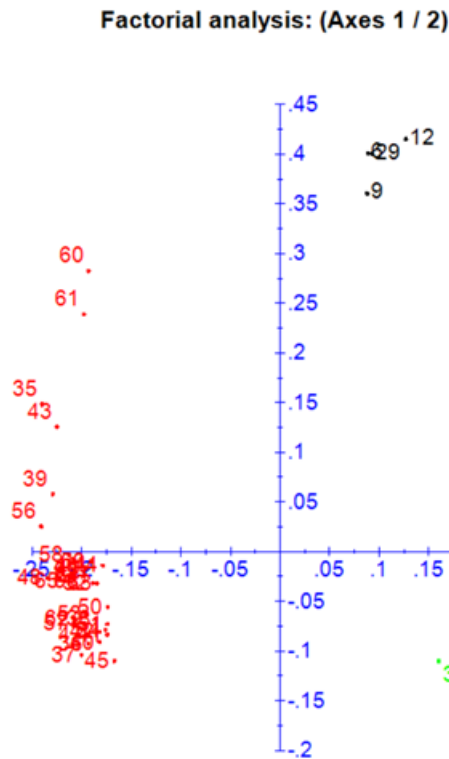


Figure 4. PCoA graph for *P. cerasifera* accessions. Accessions are color coded according to Structure subpopulations ($K=2$), with subpopulation A in red, subpopulation B in green and admixed individuals in black. The numbers from 1 to 66 represents the specimen number for genotypes (first column) in Table 1.

Şekil 4. *P. cerasifera* bireyleri için PCoA grafiği. Bireyler Structure altpopulasyonlarına göre ($K=2$); alt populasyon A kırmızı, alt populasyon B yeşil ve karışık bireyler siyah renklerle kodlandırılmıştır. 1'den 66'ya kadar olan numaralar Çizelge 1'deki genotip numaralarını göstermektedir.

DISCUSSION

Characterization of Turkey's *P. cerasifera* germplasm resources is essential for more informed germplasm conservation, collection and management. Because *P. cerasifera* is very adaptable and a useful rootstock, its proper conservation is crucial to meet future biotic, abiotic and climatic challenges to this species. Genetic characterization is also an important step toward the improvement of this species via plant breeding as it allows selection of genetically distinct parents and opens the door to marker-assisted selection.

In this work, the molecular genetic diversity of the national *P. cerasifera* plum germplasm collection

was determined. The 66 accessions in the collection were originally sampled from the Aegean (51 accessions), Marmara (7) and Black Sea (1) and unknown (7) regions of Turkey and were assessed with 47 SRAP marker combinations. The effectiveness of SRAP markers in other *Prunus* species was shown in the work of Zubair *et al.* (2016) who investigated wild and local *Prunus* germplasm including *P. arabica* (wild species), *P. argentea* (wild species) and *P. dulcis* (local species) with 16 primer combinations and found that SRAPs were an effective marker system. In our work, a total of 495 alleles were generated from the SRAP markers and the percentage of polymorphic alleles was very high (98%).

In other work, Ayanoğlu *et al.* (2007) obtained 580 alleles but only 20.7% polymorphism with six AFLP markers on 20 *P. cerasifera* accessions collected from the Antalya, Mersin and Hatay provinces in the Mediterranean region of Turkey. Comparison between the present work and that of Ayanoğlu *et al.* (2007) indicates that, within this species, the polymorphism information content of SRAP markers (495 alleles, 98% percentage of polymorphism) is higher than for AFLPs. The disparity in results could partially be due to the smaller number of accessions used by Ayanoğlu *et al.* (2007). However, SRAP markers have the additional advantages of being easier and cheaper to assay than AFLPs.

When SSR markers were used to determine genetic diversity in *P. cerasifera*, they were found to have similarly high levels of polymorphism as SRAP markers with 96% of fragments showing polymorphism in 40 Chinese accessions (Zhao *et al.*, 2015). As compared to SSR markers, SRAPs are somewhat more economical as the same markers can be used for many different species while SSR markers are usually developed on a species-specific level.

The mean genetic variation across the accessions was 0.39 as determined using a measure of genetic diversity for dominant markers that ranges from 0 to a maximum of 0.50. All other studies evaluated genetic diversity on a scale of 0 to 1.0. According to this range, our mean genetic diversity value was 0.78. Ayanoğlu *et al.* (2007) and Zhao *et al.* (2015) found the lowest levels of genetic dissimilarity in

their studies which examined Turkish (0.09) (this extremely low value may be the result of the small number of accessions studied) and Chinese (0.33) germplasm. Other research using *P. cerasifera* accessions from France, Iran and Belarus had mean diversity values of 0.65, 0.68 and 0.72, respectively (Horvath *et al.*, 2008; Wöhrmann *et al.*, 2011; Urbanovich *et al.*, 2017), which agree with the level of diversity seen in our Turkish material. Thus, our data suggest that Turkish *P. cerasifera* germplasm has a high genetic diversity that is similar to that seen in nearby countries. In general, other studies have indicated that *P. cerasifera* germplasm population structure is simple with two to three subpopulations (Ayanoglu *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2015; Urbanovich *et al.*, 2017). In our work, the dendrogram analysis revealed two main clusters with a small third group of five accessions. This agreed with the population structure analysis which also placed the accessions in two main subpopulations and a small, admixed group. On the other hand, Wöhrmann *et al.* (2011) were not able to distinguish different clusters in Iranian material: all individuals in the population displayed an admixed genetic structure.

The high level of diversity observed in Turkish *P. cerasifera* germplasm (and also seen in accessions from Belarus and Iran) reflects the species geographic origin and gene center in Western and Central Asia (Milošević and Milošević, 2018). Early historical evidence suggests that *P. cerasifera* was cultivated even before the Neolithic period in the Caucasus region. The species spread via trade and later became an important contributor to the development of European societies with stones from a few plum species discovered at ancient sites (4000-6000 BCE) in Germany and the Ukraine (Faust and Suranyi, 1999). In addition to being grown for its fruits, *P. cerasifera* was also used as rootstocks in ancient times (Zhebentyayeva *et al.*, 2019). While *P. cerasifera* is still grown in many different geographic regions due to its high adaptability to biotic and abiotic stress factors such as climate, soil moisture, drought and nematodes (Anonymous, 2012), it has not been subject to the same interspecific breeding and artificial selection pressures as *P. domestica*, a much more popular species which has low genetic diversity (Zhebentyayeva *et al.*, 2019).

According to Erbil and Ozturk (2000), green *P. cerasifera* plums are mostly grown in the Aegean, Marmara and Mediterranean regions of Turkey. The current study examined the national collection housed at the AARI which primarily contains individuals sampled from the Aegean region. In contrast, Ayanoglu *et al.* (2007) examined 20 accessions sampled from Mediterranean locations. Comparison of these results suggests that Aegean materials are more diverse than Mediterranean ones; however, a true comparison cannot be made because of the different marker systems and number of accessions used in the two studies.

Can and Papaz plums are very popular varieties of *P. cerasifera* in Turkey. Can plums mature earlier, have smaller, sourer fruit and higher yields than Papaz plums. Can plums are yellow when fully ripe whereas Papaz are red (Andaç Çavdar, personal communication). Despite these phenological and horticultural differences, our results indicate that Can and Papaz are not genetically distinct types. In addition, AMOVA analysis indicated that within type (Can vs. Papaz) diversity (98%) was much higher than among type diversity (2%), reinforcing the conclusion that they are not genotypically distinct varieties. The shared genetic diversity among these varieties is most likely due to their origins from natural crosses within and between different parental materials. *P. cerasifera* is described as self-fertile, half self-fertile or even out-crossing (Anonymous, 2012). These types of mating behavior could result in genetic diversity which is perpetuated by clonal propagation.

CONCLUSION

The Turkish National *P. cerasifera* germplasm collection consisting of different plum accessions including the most economically valuable types, Can and Papaz, was investigated with molecular markers for the first time. There was no distinct genetic clustering in the germplasm according to geographical origin or type, however, a high level of diversity was observed in the collection. These results were expected based on the origin of this species in Western and Central Asia. The findings are promising for the conservation of *P. cerasifera* and the development of new cultivars to meet the challenges of future consumer demands and

cultivation conditions. The genotypic data generated in this work can be combined with phenotyping of this valuable collection to allow genetic mapping of phenological and horticultural traits.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERENCES


- Abuzayed, M., N. El-Dabba, A. Frary, and S. Doganlar. 2017. GDDom: An online tool for calculation of dominant marker gene diversity. *Biochemical Genetics* 55(2): 155-157.
- Almada, R., M. J. Arismendi, P. Pimentel, P. Rojas, P. Hinrichsen, M. Pinto, B. Sagredo. 2013. Class 1 non-symbiotic and class 3 truncated hemoglobin-like genes are differentially expressed in stone fruit rootstocks (*Prunus* L.) with different degrees of tolerance to root hypoxia. *Tree Genet. Genomes* 9, 1051–1063.
- Amador, M. L., S., Sancho, B., Bielsa, J., Gomez-Aparisi, and M. J., Rubio-Cabetas. 2012. Physiological and biochemical parameters controlling waterlogging stress tolerance in *Prunus* before and after drainage. *Physiol. Plant.* 144, 357–368.
- Anonymous. 2012. Erik Yetiştiriciliği. pp: 3-27. In: Sert Çekirdekli Meyve Yetiştiriciliği-2, 62BHY146. Ankara.
- Anonymous. 2019a. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). <http://www.fao.org/faostat/en/#home> [Accessed 21.12.2019].
- Anonymous. 2019b. USDA. The PLANTS Database. Available online: <http://plants.usda.gov>. [Accessed 10.12.2019]. National Plant Data Team, Greensboro, NC 27401-4901 USA.
- Anonymous. 2019c. TÜİK. Bitkisel üretim istatistikleri. Konularına Göre İstatistikler (in Turkish). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. TS30685.
- Asif, M. 2011. The role of fruits, vegetables, and spices in diabetes. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 1(1), 27. doi: 10.4103/2231-0738.77527.
- Ayanoğlu, H., S. Bayazit, G. Inan, M. Bakır, A. E. Akpınar, K. Kazan, and A. Ergün. 2007. AFLP analysis of genetic diversity in Turkish green plum accessions (*Prunus cerasifera* L.) adapted to the Mediterranean region. *Scientia Horticulturae* 114(4): 263-267.
- Birwal, P., G. Deshmukh, S.P. Saurabh and S. Pragati. 2017. Plums: a brief introduction. *Journal of Food, Nutrition and Population Health* 1(1).
- Bolat, I., B. E. Ak, I. Acar and A. İkinci. 2017. Plum culture in Turkey. pp. 15-18 In III EUFRIN Plum and Prune Working Group Meeting on Present Constraints of Plum Growing in Europe 1175. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1175.4.
- Cobianchi, D., and R. Watkins. 1984. Descriptor list for plum and allied species (*Prunus*). IBPGR.
- Domingo, R., A. Pérez-Pastor, and M. C. Ruiz-Sánchez. 2002. Physiological responses of apricot plants grafted on two different rootstocks to flooding conditions. *J. Plant Physiol.* 159: 725–732. doi: 10.1078/0176-1617-0670.
- Doyle, J. J. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin - Botanical Society of America* 19: 11-15.
- Earl, D. A. 2012. Structure Harvester: a website and program for visualizing Structure output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources* 4(2): 359-361. doi: <https://doi.org/10.1007/s12686-011-9548-7>
- Erbil, Y. and M. Öztürk. 2000. Erik Raporu. Yalova, Turkey: Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Meyvecilik Alt Komisyonu Raporu (in Turkish). ISBN 975 – 19 – 2915-6.
- Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51(4): 419-435. <https://doi.org/10.1023/B:GRES.0000023458.60138.79>.
- Ercisli, S., A. Esitken, E. Orhan and O. Ozdemir. 2006. Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: an overview. *Sodininkyste ir Darzininkyste* 25 (3): 27-33.
- Faust, M., and D. Surányi. 1999. Origin and dissemination of plums. *Hort. Rev* 23: 179-231. ISBN 0-471-25445-2.
- Heiges, S. B. 1897. Report of the Pomologist for 1895. US Government Printing Office. SB 354 H45 1895.
- Horvath, A., H. Christmann, and F. Laigret. 2008. Genetic diversity and relationships among *Prunus cerasifera* (cherry plum) clones. *Botany* 86.11: 1311-1318. doi: <https://doi.org/10.1139/B08-097>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

GÇ and TT provided equal contributions; GÇ performed research and analysis and wrote first draft; TT performed analysis, interpreted data and revised manuscript; AÇ provided plant material and information about accessions; SD conceptualized research; AF and AF conceptualized research, interpreted data and revised manuscript.

- Iacona, C., L. Pistelli, M. Cirilli, L. Gatti, R. Mancinelli, M. N. Ripa, and R. Muleo. 2019. Day-length is involved in flooding tolerance response in wild type and variant genotypes of rootstock *Prunus cerasifera* L. *Frontiers in Plant Science*, 10, 546. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00546>.
- Ingram, C. 1948. *Ornamental Cherries*. Publisher, Country Life.
- Lecouls, A. C., M. J. Rubio-Cabetas, J. C. Minot, R. Voisin, A. Bonnet, G. Salesses, E. Dirlewanger and D. Esmenjaud. 1999. RAPD and SCAR markers linked to the *Ma1* root-knot nematode resistance gene in Myrobalan plum (*Prunus cerasifera* Ehr.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99(1-2), 328-335. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001220051240>.
- Lecouls, A. C., V. Bergougnoux, M. J. Rubio-Cabetas, N. Bosselut, R. Voisin, J.-L. Poessel, M. Faurobert, A. Bonnet, G. Salesses, E. Dirlewanger and D. Esmenjaud. 2004. Marker-assisted selection for the wide-spectrum resistance to root-knot nematodes conferred by the *Ma* gene from Myrobalan plum (*Prunus cerasifera*) in interspecific *Prunus* material. *Molecular Breeding*, 13(2), 113-124. DOI: 10.1023/B:MOLB.0000018758.56413.cf.
- Li, G. and C. F. Quiros. 2001. Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in Brassica. *Theoretical and Applied Genetics* 103(2-3): 455-461. doi: <https://doi.org/10.1007/s001220100570>.
- Lin, Z. X., D. He, X. L. Zhang, Y. Nie, X. Guo, C. Feng, J. McD. Stewart. 2005. Linkage map construction and mapping QTL for cotton fibre quality using SRAP, SSR and RAPD. *Plant Breeding* 124(2): 180-187. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2004.01039.x>.
- Milošević T., and N. Milošević. 2018. Plum (*Prunus* spp.) Breeding. pp: 178-228. In: J. M. Al-Khayri, S.M. Jain, and D.V. Johnson (Eds). *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits* Vol:3. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7_5.
- Nasri, A., E. Baklouti, A. B. Romdhane, M. Maalej, H. M. Schumacher, N. Drira, and L. Fki. 2019. Large-scale propagation of Myrobalan (*Prunus cerasifera*) in RITA® bioreactors and ISSR-based assessment of genetic conformity. *Scientia Horticulturae*, 245, 144-153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.016>.
- Peakall, R. O. D., and Peter E. Smouse. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes* 6.1: 288-295. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x>.
- Perrier, X. and J. P. Jacquemoud-Collet. 2006. DARwin software. Available online: <http://darwin.cirad.fr/darwin>.
- Pritchard, J. K., M. Stephens and P. Donnelly. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155(2): 945-959. PMID: 10835412; PMCID: PMC1461096.
- Rubio-Cabetas, M. J., C. Pons, B. Bielsa, M. L. Amador, C. Marti, and A. Granell. 2018. Preformed and induced mechanisms underlie the differential responses of *Prunus* rootstock to hypoxia. *J. Plant Physiol.* 228, 134-149. doi: 10.1016/j.jplph.2018.06.004.
- Slavin, J. L., and B. Lloyd. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506-516. doi: <https://doi.org/10.3945/an.112.002154>.
- The Plant List (2013). Version 1.1. <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st January, 2020).
- Urbanovich, O. Y., P. V. Kuzmitskaya and A. V. Kilchevsky. 2017. Identification and genetic diversity of plum cultivars grown in Belarus. *Russian Journal of Genetics* 53(7): 775-784. doi: <https://doi.org/10.1134/S1022795417070134>.
- Walkowiak-Tomczak, D., J. Reguła and G. Łysiak. 2008. Physico-chemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 7(4): 15-22. ISSN: 1644-0730.
- Wöhrmann, T., D. Guicking, K. Khoshbakht and K. Weising. 2011. Genetic variability in wild populations of *Prunus divaricata* Ledeb. in northern Iran evaluated by EST-SSR and genomic SSR marker analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(8): 1157-1167. ISSN : 0925-9864.
- Zhao, Y., Y. Li, Y. Liu and Y.F. Yang. 2015. Genetic diversity of wild *Prunus cerasifera* Ehrhart (wild cherry plum) in China revealed by simple-sequence repeat markers. *Gene Conserve* 14(56). doi: 10.4238/2015.July.28.7.
- Zhebentyayeva, T., V. Shankar, R. Scorza, A. Callahan, M. Ravelonandro, S. Castro, T. Dejong, C. A. Saski and C. Dardick. 2019. Genetic characterization of worldwide *Prunus domestica* (plum) germplasm using sequence-based genotyping. *Horticulture Research*, 6(1), 1-13. doi: <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0090-6>
- Zubair, S.J., A.M. Ali and J.M. Jubrael. 2016. Genetic variation assessment of some *Prunus* species using SRAP markers. *Science Journal of University of Zakho* 4(2): 173-176. doi: 10.25271/2016.4.2.77.

Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Çiçek Tozu Performanslarının Farklı İnkübasyon Sıcaklıkları ve Süreleri Boyunca Belirlenmesi

Sultan Filiz GÜÇLÜ^{1*} 

Emel KAÇAL² 

Fatma KOYUNCU³ 

¹*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Atabey Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Fidan Yetiştiriciliği Programı, Atabey-Isparta/ TURKEY*

²*T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir-Isparta/ TURKEY*

³*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/ TURKEY*

¹<https://orcid.org/0000-0003-0561-7037>

²<https://orcid.org/0000-0003-4834-5510>

³<https://orcid.org/0000-0001-5803-6944>

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

Received (Geliş tarihi): 07.01.2021 Accepted (Kabul tarihi): 05.03.2021

ÖZ: Böğürtlen, yüksek antioksidan miktarı ve kolay çoğaltılması nedeniyle önemli bir üzümsü meyvedir. Meyvecilikte etkili bir tozlanma için ilk şart canlı, morfolojik homojenlik düzeyi yüksek, çimlenme yeteneğinde çiçek tozlarının bulunmasıdır. Bu çalışmada Navaho, Jumbo, Bursa I ve Bursa II böğürtlen çeşitlerine ait çiçek tozları kullanılmıştır. Çeşitlerin polen performanslarını belirleyebilmek amacıyla çiçek tozu üretim miktarları, çiçek tozu canlılık testleri, farklı sıcaklıklarda çiçek tozu çimlendirme ve çiçek tozu çim borusu uzunlukları belirlenmiştir. Bursa II çeşidi çiçek tozu üretim miktarı ve morfolojik homojenlik düzeyi bakımından en yüksek değerleri veren çeşit olmuştur. Çiçek tozu çimlenmesi ve tüp büyümesi için en uygun sıcaklığın 18 °C olduğu, sıcaklık yükseldikçe hem çimlenme oranının düştüğü hem de daha kısa çim borularının oluştuğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çiçek tozu çimlenmesi, TTC, küresel ısınma, çim borusu uzunluğu.

Determination of Pollen Performance of Some Blackberry Varieties During Different Incubation Temperatures and Incubation Periods

ABSTRACT: Blackberry is an important berry fruit due to its high antioxidant content and easy propagation. The first condition for effective pollination in fruit growing is the presence of vital pollen with high morphological homogeneity and germination ability. In fruit growing, which is one of the areas most affected by global climate changes, high temperatures can adversely affect pollen germination and pollen tube growth. Pollen belonging to Navaho, Jumbo, Bursa I and Bursa II blackberry varieties were used in the study. In order to determine the pollen performance of the cultivars, pollen production amounts, pollen viability tests, pollen germination at different temperatures and pollen tube growth measurement trials were conducted. Bursa II variety was the type that gave the highest values in terms of pollen production amount and morphological homogeneity level.

Keywords: Pollen germination, TTC, global warming, pollen tube growth.

GİRİŞ

Meyve üretimi, çiçek uyarımı ile başlayan, tozlanma, dölleme ve meyve gelişimi ile devam eden bir süreçtir (Kaçal ve Koyuncu, 2010). Başarılı bir tozlanma ve dölleme için ise ilk şart yeterli sayıda ve canlı çiçek tozlarının dişicik tepesi üzerine gelmesi, dişicik tepesine gelen çiçek tozlarının çimlenerek polen tüpünü meydana getirme yeteneğine sahip olması ve bu süreçte yumurtalığın canlı olmasıdır (Tosun ve Koyuncu, 2007; Güçlü ve ark., 2015). Çiçek tozlarının optimal çimlenme düzeyleri; bitki tür ve çeşidine, ortamın besin maddesi içeriğine, basınç, pH durumu ile ekolojilere göre değişebilmektedir (Eti, 1991; Voyiatzis ve Paraskevopoulou-Paroussi, 2002; Koyuncu, 2006). Bitkilerde erkek eşey hücresi olan çiçek tozlarının sağlıklı gelişmesi, canlılık ve çimlenme yeteneklerinin yüksek olması, dölleme olayının başarılı bir şekilde sonuçlanmasında büyük önem taşımaktadır (Engin ve Ünal, 2002; Özcan, 2020). Çiçek tozu kalitesi kriteri olarak da nitelenen bu özellikler yanında, çiçeklerde üretilen çiçek tozlarının kantitatif yönden de yüksek değerler taşıması istenir (Eti, 1990; Sütyemez ve Eti, 1998). Tozlanma ve dölleme meyve tutma oranını etkileyen temel faktörlerdendir. Bu nedenle tür ve çeşitlerin çiçek tozu özellikleri ile diğer özelliklerinin bilinmesi yetiştiriciler ve ıslahçılar için büyük önem taşımaktadır. Bir meyve türünde dölleme düzeyinin, dolayısıyla meyve tutumunun yüksek olmasında, çiçek tozu özelliklerinin (üretilen çiçektozu miktarı, çimlenme oranı vb.) önemli düzeyde etkisi bulunmaktadır.

Böğürtlen, *Rosales* takımı, *Rosineae* alt takımı, *Rosaceae* familyası, *Rosoideae* alt familyasından *Rubus* cinsi içerisinde yer alan çalı formundaki bitkilerden oluşan, botanik olarak birleşik bir meyvedir. Böğürtlen çiçekleri çeşitlere bağlı olarak değişik uzunlukta iki yaşlı dalların ve bazı çeşitlerde de bir yaşlı dalların yan sürgünleri üzerindeki karışık tomurcukların sürmesiyle ortaya çıkar. Böğürtlenlerde çiçeklenme genellikle mayıs sonunda başlar, ağustos sonuna kadar devam eder (Ağaoğlu, 1986). Böğürtlen çeşitlerinin çoğu kendine verimlidir. Tozlanma genellikle arılarla

olur, ancak rüzgâr da tozlanmada etkilidir. Ticari yetiştiricilikte 4 da alana 1-2 arı kovanı olacak şekilde bir düzenleme yapılmalıdır. Genetik yapıları bakımından poliploid karakterde olan böğürtlenlerde diğer tüm türlerde olduğu gibi cansız, morfolojik homojenlik düzeyi düşük, çimlenme yeteneği bakımından zayıf çiçek tozları tozlanma ve döllemeyi, dolayısıyla meyve tutumunu olumsuz etkilemektedir (Türemiş ve Derin, 2000). Bu nedenle çiçek tozu ile ilgili yapılan *in vitro* çalışmalar böğürtlenlerde de çeşit bazında önem kazanmaktadır. Son yıllarda üniversitelerin de böğürtlenle ilgili araştırmalara önem vermesinin de etkisiyle, ıslah çalışmaları, yetiştirme teknikleri ile ilgili çalışmalar ve adaptasyon çalışmaları hızla artmıştır (Demirsoy ve ark., 2006; Kafkas ve ark., 2006; Gündoğdu ve ark., 2016). Yabani formlarında çok sayıda çalışma yapılmasına karşın kültür çeşitlerinde bu sayının az olduğu dikkat çekmektedir. Bu nedenle çeşitlerin özellikle dölleme biyolojisine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır (Eskimez ve ark., 2019).

Meyve yetiştiriciliği, çok yıllık bir tarımsal faaliyet olduğu için küresel iklim değişikliklerinden yüksek oranda etkilenmektedir. Küresel ısınma, kış döneminde hava sıcaklığını arttırma potansiyeline sahiptir ve öngörülen bu sıcaklık değişimlerinin, çoğu meyve türü, asma ve sert kabuklu meyve yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerde olumsuz etkilerinin olabileceği ifade edilmektedir (Şahin ve ark., 2015). Yüksek sıcaklıkların tozlanma ve döllemede önemli bir rolü olan arı faaliyetinin engellemesiyle meydana gelen olumsuz etkisi yanında, çiçek tozu canlılık, morfolojik homojenlik, çiçek tozu çimlenmesi ve çiçek tozu çim borusu uzunluğuna olumsuz etkisi nedeniyle de meyve yetiştiriciliğinde olumsuz etkileri söz konusudur. Polen ve polen tüp büyümesi, bitki türlerinin, aynı tür içindeki farklı çeşitlerin hatta genotiplerin stres koşullarında verdikleri tepkilerin anlaşılması için iyi bir belirteç olarak kullanılabilir (Çetinbaş-Genç ve ark., 2019). Bu çalışmada, yüksek antioksidan değeri ile son yıllarda öne çıkan böğürtlen meyve türüne ait dört çeşidin dölleme biyolojilerini araştırmak amacıyla çiçek tozu çimlendirme

testleri yapılmış ve farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu uzunluğuna etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın bitkisel materyalini, SDÜ Çiftçi Eğitim Merkezi (37.837124 enlem ve 30.538231 boylam) AR-GE parselinde bulunan, Navaho, Jumbo, Bursa I ve Bursa II böğürtlen çeşitleri oluşturmuştur. Laboratuvar çalışmaları, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fak. laboratuvarında yürütülmüştür.

Çiçek tozlarını elde etmek amacıyla sabah erken saatlerde, balon döneminde alınan çiçekler laboratuvara getirilmiş, anterler çıkarılarak 24 saat süresince, 25 °C’de bekletilmiştir. Çiçek tozu elde edildikten hemen sonra denemeler yapılmış, kalan çiçek tozları desikatör içinde +4 °C’de muhafaza altına alınmıştır.

Çeşitlere ait çiçek tozu üretim miktarları ve morfolojik homojenlik oranı “Hemasitometrik Lam” yöntemi ile belirlenmiştir (Eti, 1990). Bu amaçla, her ağaçtan henüz açmamış fakat açmak üzere olan 20 adet çiçek alınmıştır. Bu çiçekler 10’arlık iki gruba ayrılmış; her bir çiçeğin erkek organ başçıkları (anter) sayılarak, küçük şişeler içerisine erkek organ ipçikleri (filament) ayrılmış olarak konulmuştur. Her bir şişe içerisindeki 10’ar çiçeğe ait anterlerin kuruması ve patlamasını sağlamak amacıyla şişeler ağızları açık olarak güneş alan bir odanın kapalı bir penceresi önüne konulmuştur. Daha sonra her bir şişe içerisine 10 ml damıtık su konulmuştur. Bu suyun üzerine homojen çiçek tozu dağılımını sağlamak amacıyla yüzey gerilimini azaltacak bir madde eser miktarda damlatılmıştır. Bu amaçla tarımsal savaş ilaçları veya hormon püskürtmelerinde yayıcı-yapıştırıcı olarak kullanılan ve piyasada değişik adlarla satılan özel maddelerden yararlanılabileceği gibi, aynı görevi yapması sebebiyle çalışmada sıvı deterjan kullanılmıştır. Daha sonra hemasitometrik lam üzerinde sayım işlemi gerçekleştirilmiş ve morfolojik homojenlik oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$MH = \frac{(\text{Normal şekilli polen sayısı}) - (\text{Abortif polen sayısı})}{\text{Alandaki polen sayısı toplamı}} \times 100$$

Norton (1966)’a göre hazırlanan tetrazolium çözeltisi (TTC) %10’luk stok olarak hazırlanmıştır. Stok çözeltiden 1 kısım alınarak 9 kısım %60’lık sakkaroz çözeltisi ile karıştırılıp TTC miktarı %1 olarak ayarlanmıştır. Lamın üzerine 1 damla TTC çözeltisi damlatılmış çiçek tozları ekilmiş, üzerleri lamelle kapatılmıştır. Mikroskop altında 2 saat sonra yapılan sayımlarda, koyu kırmızı-turuncu boyanan çiçek tozları canlı, sarımsı pembe ya da renksiz olanlar cansız olarak kabul edilmiştir. İyotlu potasyum iyodür (IKI) testinde, çiçek tozları lamel üzerinde 1.0 g potasyum iyodür ve 0.5 g iyotun 100 ml destile su içerisinde çözünmesiyle hazırlanan iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi damlası üzerine ekilmiştir. Ekimden birkaç dakika sonra çiçek tozları renk değiştirmeye başlamıştır. Koyu kahverengi boyanan çiçek tozları canlı, açık kahverengi, sarımsı bej ya da boyanmayanlar cansız olarak kabul edilmiştir (Yıldız ve Kaplankıran,2014; Binici ve Dalkılıç, 2020).

Çiçek tozu çimlendirme denemeleri için “petride agar” yöntemi kullanılmıştır (Koyuncu ve ark., 2000; Güçlü ve Koyuncu, 2017). Yapılan ön denemeler sonucunda %1 agar + %15 sakkaroz + 5 ppm borik asit içeren besi ortamı çimlendirme ortamı olarak belirlenmiştir. Çimlendirme ortamına ekilen çiçek tozları 6, 12, 24 ve 48 saat boyunca 18, 25, 30 ve 35 °C inkubasyon sıcaklığında tutulmuşlardır. Daha önce yapılan ön denemeler sonucunda 18 °C kontrol sıcaklığı olarak belirlenmiştir. Çiçek tozu çim borusu uzunlukları, çiçek tozu ekiminden 24 saat sonra, Zeiss marka ışık mikroskobu altında oküler mikrometre kullanarak 40 büyütme ile ölçülmüştür.

İstatistiksel analizler

In vitro çimlendirme denemelerinde, her çeşit için 4 petri kullanılmış ve her bir petri 4 bölgeye ayrılarak her bölgede toplam 400 adet çiçek tozu sayılmıştır. Çiçek tozlarının canlılık ve çimlendirme testleri ile üretim miktarını belirlemek üzere tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen denemede verilerin

değerlendirilmesinde SPSS 22.0 (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılarak istatistiksel analiz yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki fark LSD çoklu karşılaştırma testine göre $P < 0,05$ düzeyinde test edilmiştir (Bilgin ve Mısırlı, 2017).

BULGULAR

Bursa I, Bursa II, Jumbo ve Navaho çeşitlerine ait çiçek tozu sayımları ve morfolojik homojenlik oranları Çizelge 1’de sunulmuştur. Bir çiçekte bulunan anter sayısı 72,36 adet (Bursa II) ile 67,94 adet (Navaho) arasında değişmiştir. Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı bakımından Bursa II (209.66 adet) ve Bursa I (208.20 adet) çeşitleri ön plana çıkmıştır. Bir anterde en az çiçek tozu bulunduran çeşit Navaho (186.84 adet) olmuştur. Çeşitlerin ortalama çiçek tozu miktarları karşılaştırıldığında ise Bursa II 19301.2 adet ile en üst sırada yer alırken Navaho 11263.37 adet ile en az çiçek tozuna sahip çeşit olmuştur. Bursa II çeşidi morfolojik homojenlik düzeyi bakımından %96,6 ile morfolojik homojenlik düzeyi en yüksek çeşit olmuştur. Bunu sırasıyla Bursa I (%95,9), Jumbo (%94,5) ve Navaho (%94,2) çeşitleri izlemiştir.

Çiçek tozu canlılığını belirlemek için yapılan boyama testlerine ait sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Yapılan boyama testlerine göre çeşitlerin canlılıklarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında

%94,40 değeri ile Bursa II çeşidi en yüksek değere sahip olmuştur. Bunu Jumbo (%89,85), Bursa I (%81,00), ve son olarak Navaho (%75,60) çeşitleri izlemiştir. Tüm çeşitler için boyama testleri ortalamaları karşılaştırıldığında İKI (İyotlu potasyum iyodür) testi %87,42 ile TTC (tetrazolium klorid) testine göre daha yüksek sonuç vermiştir.

Farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesi üzerine etkilerinin incelenmesi için 4 farklı sıcaklık koşulunda çiçek tozları çimlendirilmiştir. Daha önce yapılan ön denemelerle optimum çiçek tozu çimlenme sıcaklığı 18 °C olarak belirlenmiş ve bu sıcaklık kontrol sıcaklığı olarak ele alınmıştır. Farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenme oranına etkisi Çizelge 3’de verilmiştir. Dört farklı sıcaklığın tüm çeşitler için ortalama değerleri karşılaştırıldığında çeşitlerin ortalama çimlenme oranlarına göre 18 °C’de %58,44 ve 25 °C’de ve %57,47 çimlenme oranı bulunmuştur. Sıcaklık 30 °C’ye çıktığında çiçek tozu çimlenme oranı tüm çeşitlerde düşmeye başlamış, ortalama çimlenme oranı %37,52’ye düşmüştür. Yüksek sıcaklığın olumsuz etkisiyle 35 °C’de ortalama çimlenme oranı %5,71 olmuştur. Farklı sıcaklıklarda çeşitler karşılaştırıldığında ise ortalama %44,69 (Bursa II) ile %32,25 (Navaho) arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 1. Böğürtlen çeşitlerinde ortalama anter sayısı, bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı, bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı ve morfolojik homojenlik oranları.

Table 1. Average number of anthers in blackberry varieties, average pollen number in an anther, average pollen number in a flower and morphological homogeneity ratios.

Çeşitler Varieties	Bir çiçekteki ortalama anter sayısı (adet)* Average number of anthers (number)	Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı (adet)* Average pollen number in an anther (number)	Bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı (adet)* Average pollen number in a flower (number)	Morfolojik homojenlik (%) Morphological homogeneity ratios
Bursa I	71,97a	208,20a	17214,00b	95,9
Bursa II	72,36a	209,66a	19301,21a	96,6
Jumbo	69,71b	204,91a	14987,11c	94,5
Navaho	67,94b	186,84b	11263,37d	94,2
LSD Çeşit	1,19	6,21	1,97	
CV (%)	3,2			

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$). *The difference between values represented by different letters in the same column is statistically significant.

Çizelge 2. Canlılık testlerinin çeşitlere göre çeşitlerin canlılık oranları (%).
Table 2. Viability rates of varieties according to viability tests (%).

Çeşitler Varieties	TTC	IKI	Ortalama (Mean)
Bursa I	78,50	83,50	81,00b ^x
Bursa II	93,60	95,20	94,40a
Jumbo	86,20	93,50	89,85a
Navaho	73,70	77,50	75,60c
Ortalama (Mean)	83,00b ^y	87,42a	

LSD Çeşit/Varieties: 3,27

LSD Boya: 2,65

CV (%):3,66

^xAynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$). ^yAynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$). ^xThe difference between the values shown with different letters in the same column is statistically significant ($p<0,05$). ^yThe difference between the values shown with different letters in the same row is statistically significant ($p<0,05$).

Çizelge 3. Farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesi üzerine etkisi.

Table 3. Effect of different temperatures on pollen germination.

Çeşitler Varieties	18°C	25 °C	30 °C	35 °C	Ortalama ^x (Mean)
Bursa I	64,00	63,24	41,53	6,20	43,74 a
Bursa II	64,43	61,83	44,16	8,36	44,69 a
Jumbo	58,14	58,61	33,26	3,84	38,46 a
Navaho	47,21	46,20	31,16	4,46	32,25 b
Ortalama ^y	58,44 a	57,47 a	37,52 b	5,71 c	

LSD Çeşit/Varieties: 5,59

LSD Sıcaklık/Temperature: 11,20

CV (%): 5,46

^xAynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$). ^yAynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$). ^xThe difference between the values shown with different letters in the same column is statistically significant ($p<0,05$). ^yThe difference between the values shown with different letters in the same row is statistically significant ($p<0,05$).

Çiçek tozu ekiminden 6 saat sonra 18 °C ve 25 °C de hiçbir çeşitte çiçek tozu çimlenmesi başlanmamıştır. Çiçek tozu ekiminden 12 saat sonra Bursa I ve Bursa II çeşitlerinde çimlenme olduğu görülmüştür (%9,16-%8,16). Sıcaklık artışının tüm çeşitlerde çimlenme süresini olumsuz etkilediği görülmektedir. Sıcaklık 35 °C' ye çıktığında ise inkubasyon süresine bağlı olmaksızın tüm çeşitlerde çiçek tozu çimlenme miktarının düştüğü görülmektedir. Tüm sıcaklıklarda bütün çeşitler kendi maximum değerine 48 saat sonra ulaşmışlardır (Şekil 1).

Farklı sıcaklıkların 24 saat sonra çiçek tozu çim borusu uzunluğuna etkisi Çizelge 4'de sunulmuştur. Ortalama çiçek tozu çim borusu uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun çiçek tozu çim boruları 25 °C'de ölçülmüştür 116,68 µm, 113, 34 µm ile bunu 30 °C izlemiştir. Sıcaklığın 35 °C'ye çıkmasıyla çim borusu uzunluğu azalmış ve 100,08 µm'ye düşmüştür ($p<0,05$). Farklı sıcaklıklarda ortalama çim borusu uzunluğu bakımından çeşitler karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistik olarak önemli değildir. En uzun çim boruları Bursa II çeşidinde (112,98 µm) ölçülmüştür. Bursa I çeşidinde 110,17 µm, Navaho çeşidinde 109,01 µm ve Jumbo çeşidinde 108,70 µm 'dir.

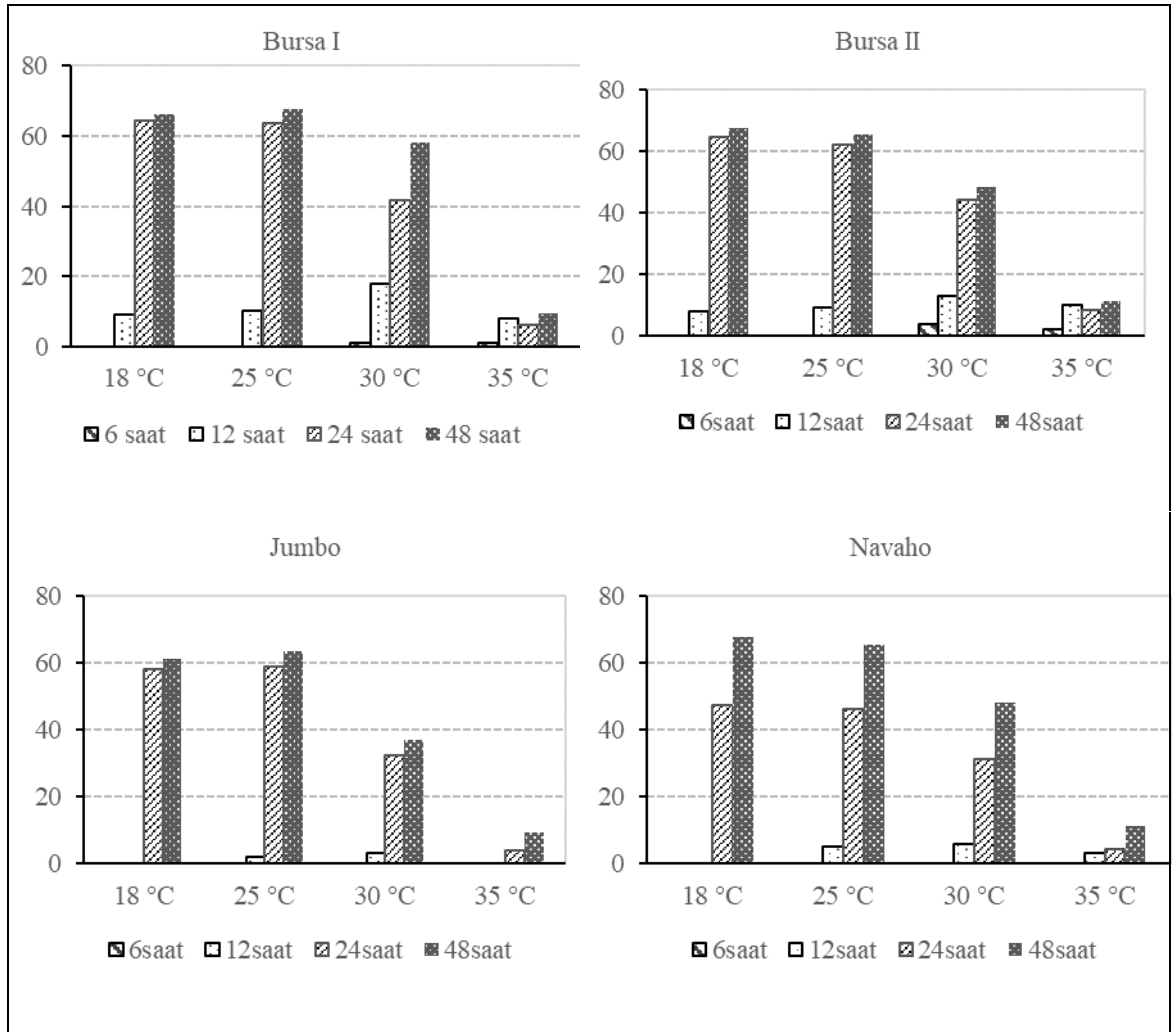
Çizelge 4. 24 saat sonra çeşitlerin farklı sıcaklıklardaki çim borusu uzunlukları (µm).
Table 4. Pollen tube lengths at different temperatures after 24 hours later (µm).

Çeşitler/ Varieties	18°C	25 °C	30 °C	35 °C	Ortalama/ Mean
Bursa I	113,17	117,15	112,16	98,23	110,17
Bursa II	109,89	119,23	116,51	106,30	112,98
Jumbo	109,81	114,24	113,31	97,45	108,70
Navaho	110,21	116,10	111,38	98,35	109,01
Ortalama/ Mean ^y	110,77a	116,68a	113,34a	100,08c	

LSD Sıcaklık/ Temperature: 5,64

CV (%): 4,98

^yAynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05). ^yThe difference between the values shown with different letters in the same row is statistically significant (p <0.05).



Şekil 1. Farklı sıcaklıklarda 4 farklı çeşidin 6, 12, 24 ve 48 saat inkubasyondan sonra çiçek tozu çimlenme yüzdeleri.
Figure 1. Germination percentage of after 6, 12, 24, 48 hours incubation period of four different varieties.

TARTIŞMA

Verimliliğin esas olduğu günümüz modern meyve yetiştiriciliği sistemlerinde, kullanılan çeşitlerin çiçek tozu üretim kapasiteleri, homojenlik durumları, canlılıkları ve çimlenme oranlarının bilinmesi, sürdürülebilir bir üretim için oldukça önemlidir. Çiçek tozlarının morfolojik olarak homojen olması, canlılık ve çimlenme yeteneklerinin artışı olumlu yönde etkilemektedir (Kazaz ve ark., 2020). Ayrıca morfolojik olarak homojen olmayan çiçek tozlarında yeterli bir tozlanma ve dölleme beklenmez. Morfolojik homojenlik tozlanma ve dölleme için mutlak gereklidir (Voyiatsiz ve Paraskevopoulou-Paroussi, 2002). Birçok meyve türü [kiraz (Tosun ve Koyuncu, 2007), kayısı (Abacı ve Asma, 2014; Bilgin ve Mısırlı, 2017), yenedünya (Karabıyık ve Eti, 2015)] çiçek tozu üretim miktarları bakımından incelenmiştir. Çalışma sonuçlarımıza paralel olarak böğürtlen yapılan başka bir çalışmada 1 çiçekteki anter sayısı Chester Thornless çeşidinde 79,0, Jumbo çeşidinde 70,5, Nessy çeşidinde 68,7, Oregon Thornles çeşidinde 55,5 bulunmuştur. Aynı çalışmada çeşitlerin morfolojik homojenlik oranları %56,4 (Oregon Thornless) ile %77,1 (Chester Thornless) arasında değişmiştir (Türemiş ve Derin, 2000). Çiçek tozu canlılığını belirlemede kullanılan boyama teknikleri; çiçek tozu enzim aktivitelerini, hücre bütünlüğünü ve çekirdeğin boyanabilirliğini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, asetokarmin, propione carmin, anilin mavisi (anilin blue), Alexander boyası (Alexander's stain), İKI (iyotlu potasyum iyodür), FDA (flourescein diacetate), NBT(p-nitro blue tetrazolium), MTT (2,5-diphenyl tetrazolium bromide) ve TTC (2-2-5-trifenil tetrazolium klorid) kullanılmaktadır (Vizintin ve Bohanec, 2004). Yapılan boyama testlerinde istatistiksel olarak bir fark olmasa da iyotlu potasyum iyodür testi tetrazolium klorid testine göre daha yüksek bir sonuç vermiştir. Benzer şekilde Asma (2008), kayısı polenlerinde yaptığı canlılık testinde iyotlu potasyum iyodürle yapılan boyama testinden tetrazolium klorid testine göre daha yüksek sonuçlar almıştır. Aynı şekilde Dorukoğlu ve Aslantaş (2013), farklı meyve türlerinin çiçek tozlarında canlılık testlerinde iyotlu potasyum iyodürün daha yüksek sonuçlar verdiğini

bildirmişlerdir. Isparta'da doğal olarak yetişen böğürtlen tiplerinde polen performanslarının belirlenmesi için yapılan çalışmada polen canlılıkları TTC testi ile belirlenmiş, polen canlılık oranlarının %79,88 ile %83,22 arasında değiştiği bildirilmiştir (Güçlü ve ark., 2018). Çilek çeşitleri ile yapılan başka bir çalışmada çiçek tozu canlılığı için TTC boyama testi kullanmış ve çiçek tozu canlılık oranının %82 (Allstar ve Elvira) ile %86,5 (Chandler) arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca çeşitlerin morfolojik homojenlik oranının da oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir (Koyuncu, 2006). Çalışmamıza benzer şekilde çiçek tozu canlılık oranları, çiçek tozu çimlenme oranlarından yüksek çıkmıştır. Eti ve Stosser (1988) bu parametreler arasında doğrudan ve tutarlı bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Son yıllarda araştırmacılar arasında çiçek tozu çimlenme testlerinin boyama testlerinden daha güvenilir olduğu, ancak pratik olması bakımından canlılık testlerinin seçildiği görüşü hakimdir (Impe ve ark., 2020).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin 4. değerlendirme raporuna (Anonymous, 2014) temel teşkil eden yüksek emisyon senaryosu (A2) model simülasyonları, yüzyılın sonuna doğru Türkiye'de yıllık sıcaklıkların günümüze göre 3,1 °C – 5,2 °C arasında artacağını öngörmektedir (Uzunoğlu ve ark, 2015). Tarımın, günümüzde geçmişe nazaran çok kolay yapılması ve drenajdaki düzelmelere rağmen sıcaklıkların artması ve yıllık yağışların azalması, bitkilerde ürün kaybını ve su tüketimini artırmaktadır (Dockerty ve ark., 2006). Son yıllarda yapılan çalışmalarda yüksek sıcaklıkların ve sıcaklık dalgalanmalarının generatif organları vegetatif organlardan daha çok etkileyeceği bildirilmiştir. Dolayısıyla meyve tutumu da olumsuz olarak etkilenecektir (Hebbar ve ark., 2018). Çalışmamızda 18 °C ve 25 °C, çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu uzaması için en uygun sıcaklıklar olarak belirlenmiş, yüksek sıcaklıkların çiçek tozu çimlenme oranı ve çim borusu uzunluğu üzerine olumsuz etki yaptığı görülmüştür. Çiçek tozu çimlenme oranı 35 °C'de çok belirgin bir düşüş gösterirken, çiçek tozu çim borusu uzunluğunda meydana gelen azalma çok fazla değildir. Yani yüksek sıcaklıklarda çimlenen çiçek

tozu sayısı az olsa da çiçek tozu çim borusu uzayabilmiştir. Buradan çiçek tozu çimlenmesinin çim borusu uzunluğuna göre yüksek sıcaklıklardan daha fazla etkilendiğini söyleyebiliriz. Çalışmamıza benzer şekilde Isparta'da doğal olarak yetişen böğürtlen tiplerinde 20 °C çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu uzaması için en uygun sıcaklık olarak bulunmuştur (Güçlü ve ark., 2018). Red Lake ve Rosenthal çeşitlerinin polen performanslarının belirlendiği çalışmada 15 °C, 'Red Lake' çeşidi için en uygun çimlenme sıcaklığı olurken, 20 °C, 'Rosenthal' çeşidi için optimum çimlenme sıcaklığı olarak bulunmuştur. İnkübasyon süresinin artmasıyla her iki çeşit içinde çiçek tozu çimlenme oranları artmıştır (Güçlü ve ark., 2019). Kirazda farklı sıcaklıkların çiçek tozu çim borusu uzaması üzerine yapılan başka bir çalışmada 20 ve 25 °C en uygun çimlenme ve tüp büyümesi sıcaklığı olurken, bizim çalışmamızda olduğu gibi tüm çeşitlerde inkübasyon süresi arttıkça çimlenme oranı artmıştır (Koyuncu ve Güçlü, 2009). Badem çiçek tozlarında yapılan bir çalışmada düşük ve yüksek sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine farklı oranlarda olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir. (Sorkheh ve ark., 2018). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre sıcaklık normalin üstünde değerlere çıktıkça çiçek tozu çimlenmesi azalmış, çim borusu uzunluğu bir süre artmış daha sonra ise onda da azalma meydana gelmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak çiçek tozu çimlenme oranları ve çim borusu büyümesi üzerine yüksek sıcaklıkların düşük sıcaklıklardan daha

fazla olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir (Kakani ve ark., 2002).

Çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu büyümesi morfolojik, fizyolojik, biyoteknolojik, ekolojik, biyokimyasal ve moleküler çalışmalar için çok nemli bir araştırma materyalidir. Çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu büyümesi üzerine etki eden faktörlerin araştırılması, pratik meyvecilikte kaliteli meyve tutumu ve meyvelerin dölleme biyolojileri çalışmalarına yardımcı olabilmektedir. Bu nedenle her tür hatta her çeşit için çiçek tozu çimlenme koşulları bilinmelidir.

SONUÇ

Çiçek tozu üretim miktarları, çiçek tozu morfolojik homojenlik oranları, çiçek tozu canlılık testleri, çiçek tozu çimlenme oranını içine alan "polen performansı" meyve yetiştiriciliğinde dölleme biyolojileri çalışmalarının temelidir. Bu nedenle tipler ve çeşitlerle ilgili yapılması gereken ilk çalışmalardandır. Çalışmamızda dört adet böğürtlen çeşidinin polen performansları belirlenmiştir. Bursa II çeşidi incelenen parametreler bakımından en iyi sonuçları veren çeşit olmuştur. Ayrıca son yıllarda üzerinde çokça tartışılan küresel ısınmanın meyvecilikte de olumsuz etkisi olabileceği, yüksek sıcaklıkların çiçek tozu performansını olumsuz etkileyebileceği ortaya konmuştur. Çalışmamızın, böğürtlende yapılacak ıslah ve adaptasyon çalışmalarına temel oluşturacağı pratik meyveciliğe de dölleme biyolojisi bakımından faydalı olacaktır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonymous. 2014. Climate change. Assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva.
- Abacı, Z.T ve B.M., Asma 2014. Melez kayısı genotiplerinde polen canlılık ve çimlenme durumları ile polen tüpü uzunluklarının araştırılması. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 29(1): 12-19.
- Ağaoğlu, S. 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yay. No:984. Ders kitabı: 290. Ankara.
- Asma, B.M 2008. Determination of pollen viability, germination ratios and morphology of eight apricot genotypes. African Journal of Biotechnology 7(23): 4269-4273.
- Bilgin, N.A. ve A. Mısırlı. 2017. Bazı kayısı çeşitlerinin çiçek tozu ve dölleme performanslarının belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 27(2): 220-227.
- Binici, S., ve G. G. Dalkılıç. 2020. Aydın ekolojisinde yetiştirilen bazı erik çeşitlerinde çiçek tozu kalite ve kantitesinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17(2): 263-270.
- Çetinbaş-Genç, A., G. Cai., , F. Vardar, and M. Ünal 2019. Differential effects of low and high temperature stress on pollen germination and tube length of hazelnut (*Corylus avellana* L.) genotypes. Scientia Horticulturae 255: 61-69.
- Demirsoy, L., H. Demirsoy, Ş. Bilgener, A. Öztürk, B. Ersoy, G. Çelikel ve G. Balcı. 2006. Samsunda yapılan

- böğürtlen çeşit adaptasyon çalışmaları. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu. Tokat. s 237-244.
- Dockerty, T., A. Lovett, K. Appleton, A. Bone, and G. Sünnenberg. 2006. Developing scenarios and visualisations to illustrate potential policy and climatic influences on future agricultural landscapes agriculture. *Ecosystems and Environment* 114(1):103-120.
- Dorukoğlu, E. ve R Aslantaş 2013. Erzurum şartlarında yetiştirilen bazı meyve tür/çeşitlerinin polen kalitesi ve kantitesinin belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 44(2): 111-119.
- Engin, H. ve A. Ünal. 2002. Bornova şartlarında yetiştirilen kiraz çeşitlerinin çiçeklenme zamanları ve çiçeklenme dönemindeki sıcaklıkların çiçeklenme üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 39(3):9-16.
- Eskimez, I., M. Polat, N. Korkmaz ve K. Mertoğlu. 2019. Investigation of some blackberry cultivars in terms of phenological, yield and fruit characteristics. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences* 3(2): 233- 238.
- Eti, S.1990. Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Canlılık ve çimlenme yeteneklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 69-88, Adana.
- Eti, S., 1991. Bazı meyve tür ve çeşitlerinde değişik *in vitro* testler yardımıyla çiçek tozu canlılık ve çimlenme yeteneklerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 69-81.
- Eti, S., and R. Stösser. 1988. Fruchtbarkeit der Mandarinensorte "Clementine" (*Citrus reticulata* Blanco) I. Polenqualität und Pollenschlauchwachstum. *Gartenbauwiss* 53 (4): 160-166.
- Güçlü, S.F., Z. Öncü ve F. Koyuncu. 2015. Bazı sert çekirdekli meyve türlerinde çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu uzunluğunun çoklu regresyon yöntemi ile modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(3): 92-97.
- Güçlü, S.F., and F. Koyuncu. 2017. An *in vitro* study of commercial fungicide effects on pollen germination in apple. *Scientific Papers-Series B. Horticulture* (61): 87-90.
- Güçlü, S. F., A.G. Sarıkaya, and F. Koyuncu. 2018. Pollen performances of naturally grown blackberries in Isparta-Turkey. *Scientific Papers Series B. Horticulture* 62: 141-146.
- Güçlü, S.F., M. Polat, and V. Okatan. 2019. Pollen performance of 'Red Lake' and 'Rosenthal' currant (*Ribes rubrum*) cultivars. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56(3): 313-317.
- Gündoğdu, M., T. Kan, and I. Canan. 2016. Bioactive and antioxidant characteristics of blackberry cultivars from East Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 40(3): 344-351.
- Hebbar, K.B., H.M. Rose, A.R. Nair, S. Kannan, V. Niral, M. Arivalagan, and P.V. Prasad. 2018. Differences in *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of coconut (*Cocos nucifera* L.) cultivars in response to high temperature stress. *Environmental and Experimental Botany* 153: 35-44.
- Impe, D., J.Reitz, C. Köpnick, H. Rolletschek, A. Börner, A.Senula, and M. Nagel. 2020. Assessment of pollen viability for wheat. *Frontiers in Plant Science* 10: 1588.
- Kaçal, E. ve F. Koyuncu. 2010. Jersey mac ve Jonagold elma çeşitlerinde çiçek tomurcuğu farklılaşma sürecinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 47(3): 303-307.
- Kafkas, E., M. Koşar, N. Türemiş ve K.H.C. Başer. 2006. Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food Chemistry* 97(4): 732-73.
- Kakani, V.G., P.V. Prasad, P.Q Craufurd, and T.R. Wheeler. 2002. Response of *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. *Plant Cell Environ.* 25 (12): 1651-1661.
- Karabıyık, Ş. ve S. Eti. 2015. Farklı yenidoğru çeşitlerinin değişik çiçeklenme dönemlerinde çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri ile üretim miktarlarının belirlenmesi. *Meyve Bilimi* 2(1): 42-48.
- Kazaz, S., E. Doğan, T. Kılıç, E.G.E. Şahin, H. Dursun ve G.S. Tuna. 2020. Polen kaynağı olarak kokulu gül genotipleri ile yapılan tozlama tohum oluşumunu etkiler mi? *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 57(3): 393-399.
- Koyuncu, F. 2006. Response of *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of strawberry cultivars to temperature. *European Journal of Horticultural Science* 71(3): 125.
- Koyuncu, F., H. Yılmaz ve M.A. Aşkın. 2000. Bazı çilek çeşitlerinde çiçek tozu üretim miktarları ve çimlenme oranının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24:699-703.
- Koyuncu, F. and S.F. Güçlü. 2009. Effect of temperature on *in vitro* pollen germination and tube growth in sweet cherries. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 6(5): 520-525.
- Norton, J. D., 1966. Testing of Plum Pollen Viability With Tetrazolium Salts. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 89: 354-356.
- Özcan, A. 2020. Effect of Low-temperature storage on sweet cherry (*Prunus avium* L.) pollen quality. *HortScience* 55(2): 258-260.
- Sorkheh, K., R., Azimkhani, N. Mehri, M.H. Chaleshtori, J. Halasz, S. Ercisli, and G.C. Koubouri. 2018. Interactive effects of temperature and genotype on almond (*Prunus dulcis* L.) pollen germination and tube length. *Sci Hortic.* 227: 162-16.

- Sütyemez, M. ve S. Eti. 1998. Pozantı ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı kiraz çeşitlerinin dölleme biyolojileri üzerine araştırmalar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 23:265.
- Şahin, M., E. Topal, N. Özsoy ve E. Altunoğlu. 2015. İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 6:147-154.
- Tosun, F. and F. Koyuncu. 2007. Investigations of suitable pollinator for 0900 Ziraat sweet cherry cv.: pollen performance tests, germination tests, germination procedures, *in vitro* and *in vivo* pollinations. Horticultural Science 34(2): 47-53.
- Türemiş, N. F. ve K. Derin. 2000. Bazı böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) çeşitlerinin çiçek tozu canlılık düzeyleri ve üretim miktarları ile uygun çiçek tozu çimlendirme ortamının saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24(5): 637-642.
- Uzunoğlu, F., S. Bayazit ve K. Mavi. 2015. Küresel iklim değişikliğinin süs bitkileri yetiştiriciliğine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2): 66-75.
- Vizintin, L. and B. Bohonec. 2004. In vitro manipulation of cucumber (*Cucumis sativus*) pollen and microspores: isolation procedures, viability tests, germination maturation. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 46:177-183.
- Voyiatzis, D. G., and G. Paraskevopoulou- Paroussi. 2002. Factors affecting the quality and in vitro germination capacity of strawberry pollen. Horticulture Science and Biotechnology 77(2): 200-203.
- Yıldız, E. ve M. Kaplankıran. 2014. Trabzon hurması genotiplerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 51(2): 117-123.

Organik ve Konvansiyonel Tarım Koşullarında Yetiştirilen Bazı Uçucu Yağ Bitkilerinin Kalite Özellikleri Üzerine Bir Ön Çalışma

Ünal KARİK^{1*} Murat TUNÇTÜRK² Orçun ÇINAR³ Erdiñç OĞUR⁴

^{1,4}Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir/ TURKEY
²Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van/ TURKEY
³Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya/ TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0001-6707-191X>

²<https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>

³<https://orcid.org/0000-0002-8356-384X>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-4496-2995>

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

Received (Geliş tarihi): 18.01.2021

Accepted (Kabul tarihi): 17.03.2021

ÖZ: Bu çalışma organik ve konvansiyonel tarım koşullarında yetiştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Materyal olarak Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.), İzmir kekiği (*Origanum onites* L.), lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.), lavander (*Lavandula angustifolia* Mill.), bahçe nanesi (*Mentha spicata* L.) ve tıbbi nane (*Mentha x piperita* L.) kullanılmıştır. Bitkiler tam çiçeklenme döneminde hasat edilmiş, inkübatörde kurutulmuş ve uçucu yağları su distilasyonu yöntemiyle çıkarılmıştır. Uçucu yağların kimyasal bileşimi GC/MS ile belirlenmiştir. Bitkilerdeki uçucu yağ oranları organik ve konvansiyonel tarım koşullarında türlere göre sırası ile Anadolu adaçayında %2,8-3,2, İzmir kekiğinde %3,5-3,8, lavandinde %5,4-6,3, lavanderde %3,1-3,4, bahçe nanesinde %1,7-2,2 ve tıbbi nanede %2,1-2,4 arasında değişim göstermiştir. Uçucu yağların ana bileşenleri ve oranları ise organik ve konvansiyonel tarım koşullarında türlere göre Anadolu adaçayında 1,8-sineol %40,92-44,52, İzmir kekiğinde karvakol %43,84-48,47, lavandinde linalol %32,84-34,69, lavanderde linalil asetat %33,03-36,28, bahçe nanesinde karvon %53,64-59,01 ve tıbbi nanede menthon %40,86-45,32 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak, organik tarım koşullarında incelenen tüm türlerin uçucu yağ oranlarının düştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte, organik ve konvansiyonel tarım koşullarında uçucu yağlarda bulunan ana bileşenlerin oranlarında önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Anahtar kelimeler: *Salvia fruticosa* Mill., *Origanum onites* L., *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha spicata* L., *Mentha x piperita* L., organic.

The Preliminary Study on Quality Characteristics of Some Essential Oil Plants Grown Under Conventional and Organic Farming Conditions

ABSTRACT: This study was carried out to determine the quality characteristics of some medicinal and aromatic plants grown under conventional and organic farming conditions. In the study, Anatolian sage (*Salvia fruticosa* Mill.), Turkish oregano (*Origanum onites* L.), lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.), lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.), spearmint (*Mentha spicata* L.) and peppermint (*Mentha x piperita* L.) species are used as a plant material. Plants were harvested in full bloom, dried in an oven, and their essential oils were extracted by water distillation. The chemical composition of the essential oils obtained was analyzed by GC/MS. Essential oil yield in organic and conventional farming conditions varied between, 2.8-3.2% in Anatolian sage, 3.5-3.8% in Turkish oregano, 5.4-6.3% in

lavandin, 3.1-3.4%, in lavender, 1.7-2.2% in spearmint and 2.1-2.4% in peppermint respectively. The main components and ratios of essential oils in samples obtained from organic and conventional farming; 1,8-cineole 40.92-44.52% in Anatolian sage, 43.84-48.47% carvacrol in Turkish oregano, linalool 32.84-34.69% in lavandin, linalyl-acetate 33.03-36.28% in lavender, carvone 53.64-59.01% in spearmint and menthone 40.86-45.32% in peppermint respectively. As a result, it was determined that the essential oil yields of all the species studied were decreased in organic farming conditions. However, no significant change occurred in the proportions of the main components in essential oils in organic and conventional farming conditions.

Keywords: *Salvia fruticosa* Mill., *Origanum onites* L., *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha spicata* L., *Mentha x piperita* L., organic.

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler; gıda, ilaç, kozmetik ve baharat gibi birçok kullanım amaçları olan ve insanlık tarihinin başlangıcından itibaren benzeri amaçlarla kullanıldıkları bilinen bitkilerdir. Söz konusu bitkilerin bir kısmı doğadan toplanırken bir kısmı da kültüre alınmış olup üretimi yapılmaktadır. Ancak tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin önemli bir kısmı doğadan toplanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin en çok göze çarpan ve araştırmaya konu olan özellikleri tedavi amaçlı kullanımlarıdır. Bitkilerle tedavi; geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi, doğal tedavi gibi farklı isimlerle, gelişmemiş ülkeler başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır (Demirezer, 2010).

Organik kimya biliminin gelişmesi ile tıbbi bitkiler konusunda çok sayıda bilimsel çalışma yapılmış ve etkili kimyasal maddeler birkaç kısma ayrılmıştır. Bu maddeler glikozitler, alkaloidler, organik asitler, tanenler, vitaminler, karbonhidratlar, sabit ve uçucu yağlardır. Her bitkinin karakteristik kokusunu veren eterik yağların organik bileşenlerinin tamamının uçucu olduğu bulunmuştur. Bir uçucu yağın değeri, bileşimini meydana getiren kokulu bileşiklerin çeşidine, bunların bulunuş oranlarına, özelliklerine ve çeşitli sanayi dallarında kullanılma yerlerine bağlıdır. Farklı kullanım yerlerinde farklı özellikler aranmaktadır. Gıda sanayinde tuzlu suda çözünürlük özelliği, parfüm sanayinde alkolde çözünürlük özelliği gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra gıda için toksik, parfüm için ise koku değeri, alerjik özelliği, istenen karışımlara uygunluğu gibi bazı kimyasal özellikleri eterik yağın kalitesi için önemli özelliklerdendir. Farklı türlerdeki yağların farklı kokulu olmasının sebebi bileşimlerindeki koku maddelerinin çeşit ve oranlarıdır. Bitkilerin

gelişmesinde etkili olan çevre koşulları (iklim, ışık, toprak reaksiyonu, su, mineral maddeler), bitkinin yaşı, fizyolojik gelişme dönemi, hasat ve kurutma işlemleri gibi faktörler bitkideki etken maddelerin sentezlenmesine, elde edilen uçucu yağın miktarına ve kalitesine olumlu ya da olumsuz etkiye bulunabilir. Hatta aynı yerde yetişen bitkilerde dahi bu farklılık bazen dikkati çekecek kadar fazladır (Yaşar, 2005).

Uçucu yağlardan elde edilen birçok madde, ilaç hammaddesi veya koku verici maddenin yarı sentez yoluyla elde edilmesinde kullanılır. Örneğin kafur, pinenden; vanilin, öjenolden yarı sentetik olarak hazırlanmaktadır. Ayrıca uçucu yağların en önemli kullanım yeri doğal aromalardır. Birçok doğal aromanın sağlanmasında veya aromaların zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin, karanfil yaprak yağından elde edilen öjenol ile doğal muz aroması sağlanır. Ayrıca uçucu yağlar dişçilik, ağız bakım ürünleri, parfümeri, boyacılık, madencilik ve gıdanın tüm alanlarında geniş ölçüde kullanılmaktadır (Çalıköğlü ve ark., 2006).

Günümüzde ithalat ve ihracatı yapılan bitki türleri arasında ilk sırayı Lamiaceae familyası almaktadır. İçerik bakımından zengin aromatik tada, uçucu yağ ve hoş kokuya sahip olduğundan dolayı günümüzde önemini korumaktadır. Lamiaceae familyası dünya genelinde her bölgede yayılış gösterirken genel olarak Akdeniz bölgesinde ve Kuzey-Batı Asya bölgelerinde daha yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Erdoğan, 2014). Genel olarak Akdeniz havzasında yayılış gösteren birçok türe sahip olan Lamiaceae familyası çok eski dönemlerden bu yana tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır (Yaniv ve ark., 1982). Lamiaceae familyası dünya genelinde 250 cins ve 7000 tür

içermektedir (Ulçay ve Şenel, 2018; Kahraman ve Doğan, 2010). Türkiye’de Lamiaceae familyasına ait 326 tanesi endemik olmak üzere 844 adet tür bulunmaktadır (Anonim, 2020a). Oldukça geniş bir familya olan Lamiaceae Türkiye’de de en büyük familyalar arasında yer almaktadır. Familya adaçayı (*Salvia* spp.), kekik (*Origanum* spp.) nane (*Mentha* spp.), reyhan (*Ocimum* spp.) ve lavanta (*Lavandula* spp.) gibi tıbbi ve aromatik bitkileri kapsamaktadır (Aktaş, 2001; Bağcı ve Koçak, 2008; Erdoğan, 2014; Karık, 2015).

Organik tarım genel itibariyle şu şekilde tanımlanabilir; “Ekolojik sistemdeki hatalı uygulamalara bağlı olarak bozulan doğal dengenin yeniden tesis edilmesine yönelik olarak insanlara ve doğaya zararı olmayan üretim sistemlerini içeren, genel olarak sentetik kimyasallar ve gübrelerin kullanılmasının yasaklanmasına ilaveten insanlara ve doğaya zararı olmayan ya da çok az zararı olan yeşil gübreleme, münavebe, toprağın korunması, bitki direncinin artırılması, parazit ve predatörlerle mücadeleyi öneren, tüm bu imkanların kapalı bir ortamda yapılmasını isteyen, üretimde miktar artışından ziyade ürün kalitesinin artırılmasını amaçlayan üretim şeklidir”(İlter ve Altındışli, 1996; İlter ve ark., 2012). Türkiye’de 2017 yılında kekik, adaçayı ve nanede toplam 1010 ton, 2018 yılında toplam 293 ton ürün organik üretim sertifikası almıştır (Anonim, 2020b).

Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkiler sektöründe üretim alanları ve ürün çeşitliliği her geçen gün artmaktadır. Bunun ana nedeni olarak dünyada bu bitkilerden elde edilen ürünlere olan talebin artması gösterilebilir. Üretimde kullanılan girdiler, kayıt sistemi, çevreye olan etkiler ve izlenebilirlik gibi birçok farklı noktayı birlikte değerlendiren üretim sistemleri son zamanlarda önem kazanmıştır. Organik tarım uygulamaları bu parametreleri içeren, yetkili sertifika kuruluşları tarafından kanun ve yönetmeliklerle izlenip sertifikalandırılan üretim modelleridir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim alanı olarak öne çıkan Denizli ili Bekilli ilçesinde 2020 yılında yürütülen bu çalışmada, organik ve konvansiyonel olarak üretimi yapılan kekik, adaçayı, iki farklı lavanta türü, bahçe nanesi ve tıbbi nane türlerinden alınan bitki

örneklerindeki uçucu yağ oranı ve bileşimi incelenmiştir. Böylece bu iki farklı üretim sisteminin bitkilerin kalite özelliklerine olan etkisi belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.), İzmir kekiği (*Origanum onites* L.), lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.), lavander (*Lavandula angustifolia* Mill.), bahçe nanesi (*Mentha spicata* L.) ve tıbbi nane (*Mentha piperita* L.) kullanılmıştır. Denizli ili, Bekilli ilçesi, Bükrüce köyünde belirtilen türlere ait 3 yıldır organik ve konvansiyonel üretim yapılan alanlardan, 2020 yılı Temmuz ayında alınan bitki örnekleri ile çalışma yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan organik bitkisel materyal, Likya Uluslararası Organik Ürünler Kontrol ve Sertifikasyon Hizmetleri Ltd. Şti. tarafından Savaş UYAR adına 16.1137.012.BÜ sertifika numarası ile sertifikalandırılmıştır. Konvansiyonel bitki örnekleri, aynı bölgede ve aynı ekolojik koşullarda yetiştirilen bitkilerin yer aldığı üretim alanlarından 2020 yılı Temmuz ayında temin edilmiştir. Alınan bitkisel materyallerin tamamı çeşit vasfında olmayıp, populasyon niteliğindedir.

Çizelge 1’de Denizli ili Bekilli ilçesine ait uzun yıllar ortalaması ve 2020 yılına ait sıcaklık ve yağış değerleri yer almaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde bölgemin iklim özelliklerinin karasal iklim niteliği taşıdığı görülmektedir. Uzun yıllar ortalaması toplam yağış miktarı 302 mm olarak belirlenmiş, 2020 yılında toplam yağış 286.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık değerlerine baktığımızda uzun yıllar sıcaklık ortalaması 14.1 °C olurken, 2020 yılı sıcaklık ortalaması 14.6 °C olarak ölçülmüştür. Genel olarak incelendiğinde, çalışma yılına ait iklimsel verilerin, uzun yıllar ortalaması ile büyük oranda örtüştüğü anlaşılmaktadır.

Çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin alındığı toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin yapılan analiz neticesinde elde edilen sınır değerler Çizelge 2’de verilmiştir. Toprakların bünye

bakımından orta (50-55) seviyede olduğu, tuzluluk problemi içermediği (0,1-0,3), kireç miktarının az (0,3-0,6) ve organik madde miktarının orta (2,2-2,7) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, bitki örneklerinin alındığı tarlaların fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından bu bitkilerin tarımı için uygun olduğu söylenebilir.

Metot

Bitkilerin tam çiçeklenme döneminde, organik ve komvansiyonel üretim alanlarındaki üretici tarlasından, her tür için bir tarladan ve tarlanın farklı beş yerinden bitki örnekleri alınmıştır. Her türe ait alınan beş adet bitki örneği eşit miktarda karıştırılarak tek örnek haline getirilmiştir. Elde edilen tek örnekler 40 C⁰ de 72 saat süre ile etüvide kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerden alınan örneklerde uçucu yağ oranı ve uçucu yağın kimyasal bileşimi

belirlenmiştir. Yapılan analizler ve bu analizlere ilişkin kullanılan yöntemler aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Uçucu yağ oranı (%): Kuru bitki örneklerinde uçucu yağ oranları Clevenger apareyi ile volümetrik olarak belirlenmiştir. 30 g drog 1000 ml'lik şilifli balona konmuş ve 300 ml saf su ilave edilmiştir. Üzerine soğutucu taşıyan toplama büreti yerleştirilmiştir. Toplama büretine su konulmuştur. Sistem elektrikli ısıtıcıda 4 saat ısıtılarak distilasyona devam edilmiştir. Sürenin sonuna doğru soğutma suyu kapatılarak su buharının iyice yoğunlaşması beklenmiş ve derhal soğuk su akışı yeniden başlatılmıştır. 10 dk sonra distilasyona son verilmiştir. Sistem kapatılıp, numune içindeki uçucu yağ miktarı hacim/ağırlık cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous, 2010).

Çizelge 1. Bekilli ekolojik koşullarında deneme yılı ve uzun yıllar ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) değerleri (Anonim, 2021).

Table 1. Trial year and long term mean temperature (°C) and total precipitation (mm) values of Bekilli ecological conditions (Anonim, 2021).

Aylar Months	Sıcaklık °C Temperature °C		Yağış (mm) Precipitation (mm)	
	2020	Uzun yıllar Long terms	2020	Uzun yıllar Long terms
Ocak (January)	2,1	2,4	20,2	32,4
Şubat (February)	5,2	4,3	60,3	77,6
Mart (March)	9,4	5,2	42,4	32,5
Nisan (April)	10,7	10,3	12,8	12,3
Mayıs (May)	13,6	15,3	21,5	22,7
Haziran (Jun)	15,8	20,6	10,7	12,6
Temmuz (July)	27,3	23,7	0,0	0,7
Ağustos (August)	27,1	25,4	7,2	6,9
Eylül (September)	26,5	23,2	6,3	7,2
Ekim (October)	19,7	19,8	7,6	8,8
Kasım (November)	12,4	13,3	6,4	7,5
Aralık (December)	6,1	5,2	90,8	80,8
Ortalama (Average)	14,6	14,1	286,2	302,0

Çizelge 2. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 2. Some physical and chemical properties of soil samples.

Derinlik Depth	Tekstür Texture	EC25 (1:2.5) Salinity	pH (1:2.5) pH	Kireç (%) Lime	Organik madde Organic matter (%)	Alınabilir P ₂ O ₅ Available P ₂ O ₅ (ppm)	Değişebilir K ₂ O Variable K ₂ O (ppm)
0-30	50-55	0,1-0,3	7,2-7,6	0,3-0,6	2,2-2,7	32-44	248-264
	Killi tın Clay loam	Az Few	Hafif alkali Slightly alkaline	Eseri Trace	Orta Middle	Yeterli Sufficient	Yeterli Sufficient

Uçucu yağın bileşimi (%): Uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşenlerin adları ve oranları GC ve GC/MS ile belirlenmiştir. Öncelikle uçucu yağ örnekleri analiz edilmek üzere 1:50 oranında hekzan ile seyreltme işlemine tabi tutulmuştur.

Gaz Kromatografisi (GC) analiz koşulları

Sistem: Agilent 6890N GC GC analiz koşulları; eş zamanlı olarak GC/MS sistemindeki madde çıkış zamanları ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır (FID 300°C). Bu amaçla kapiler kolon (HP Innowax Capillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılmıştır.

Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometrisi (GC/MS) analiz koşulları

Sistem: Agilent 5975 GC-MSD sistemi

Kolon: HP-Innowax Silika kapiler (60 m x 0.25 mm Ø, 0.25 m film kalınlığı)

Sıcaklık Programı: 60°C de 10 dak // 4°C/dak artışla 220°C ye // 220°C de 10 dak // 1°C/dak artışla 240°C

Enjektör: 250°C

Taşıyıcı Gaz: Helyum (0,8 ml/dak)

Split oranı: Splitless

Elektron enerjisi: 70 eV

Kütle Aralığı: m/z 35–450 olacak şekilde cihaz şartlandırılmıştır.

Örneklerin uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde Başer Uçucu Yağ Bileşenleri Kütüphanesi, Wiley ve Adams-LIBR (TP) Kütüphane Tarama Yazılımları kullanılmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, tanımlaması ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin alıkonma indisleri (RI), her bir bileşenin alıkonma zamanı ve C8-C22 karbon serili n-alkan serisinin aynı analiz koşulları için belirlenen alıkonma zamanları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uçucu Yağ Oranı (%)

Çalışmada kullanılan türlerin uçucu yağ oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Türlerimize göre baktığımızda, organik üretimde uçucu yağ oranı Anadolu adaçayında %2,8, İzmir kekiğinde %3,5, lavandinde %5,4, lavanderde %3,1, bahçe nanesinde %1,7 ve tıbbi nanede %2,1 olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel üretimde ise uçucu yağ oranı Anadolu adaçayında %3,2, İzmir kekiğinde %3,8, lavandinde %6,3, lavanderde %3,4, bahçe nanesinde %2,2 ve tıbbi nanede %2,4 olarak bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde, genel olarak organik üretimden elde edilen uçucu yağ oranı değerlerinin, konvansiyonel üretimden elde edilenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan türlerin uçucu yağ oranı (%).

Table 3. Essential oil ratio of species used in the study (%).

Türkçe adı Turkish name	Latince adı Latin name	Organik uçucu yağ oranı (%) Organic essential oil ratio (%)	Konvansiyonel uçucu yağ oranı (%) Conventional essential oil ratio (%)
Anadolu adaçayı Anatolian sage	<i>Salvia fruticosa</i> Mill.	2,8	3,2
İzmir kekiği Turkish oregano	<i>Origanum onites</i> L.	3,5	3,8
Lavandin	<i>Lavandula x intermedia</i>	5,4	6,3
Lavandin	Emeric ex Loisel.		
Lavander	<i>Lavandula angustifolia</i> L.	3,1	3,4
Lavander			
Bahçe nanesi	<i>Mentha spicata</i> L.	1,7	2,2
Spearmint			
Tıbbi nane	<i>Mentha x piperita</i> L.	2,1	2,4
Peppermint			

Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)

Anadolu adaçayında (*Salvia fruticosa* Mill.) değişik araştırmacılar tarafından farklı yerlerde yapılan çalışmalarda; Kalafatçılar (1996) Batı Anadolu Bölgesinin değişik yörelerinden topladığı *Salvia fruticosa* Mill.'da uçucu yağ oranını %1,5-5,15, Bayram ve ark. (1999) Antalya ve Muğla florasından toplanan populasyonlarda 1. yıl %3,55-5,28, 2. yıl %3,47-5,40 arasında, Bayram (2001) Bornova ekolojik koşullarında oluşturduğu klonlarında ortalama %3,68, Mossi ve ark. (2011) Brezilya'da yürüttükleri çalışmada %0,98, Putievsky ve ark. (1986) İsrail florasında yaptıkları çalışmada %1,4-3,8 arasında, Karoussou ve Kokkini (1997) Girit Adası'ndaki populasyonlarda %1 %5,5 arasında, Baydar ve ark. (1999) Isparta Bölgesinde %1,95, Aşkun ve ark. (2010) Marmara Adasında %2,3, Kocabaş ve ark. (2010) Antalya'da yürüttüğü çalışmada %2,9 Çiçek ve ark. (2011) İzmir Menemen koşullarında %1,14 ile %4,58 arasında, Karayel ve Akçura (2016) üç farklı lokasyonda (Kütahya, Balıkesir, Çanakkale) yetiştirilen *Salvia fruticosa* Mill. bitkisinin uçucu yağ oranını sırasıyla %1,93, %2,72 ve %4,10, Leontaritou ve ark. (2020) Yunanistan'da 10 farklı bölgeden topladıkları *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarının uçucu yağ oranının %2,17 ile %4,20 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Seidler-Lozykowska ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, organik olarak yetiştirilen *Salvia officinalis* L.'de uçucu yağ oranını %1,2 olarak belirlemiştir. Bu çalışmaların tamamı değerlendirildiğinde, *Salvia fruticosa* Mill. uçucu yağ oranının %1,14-5,40 arasında değiştiği görülmektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz organik uygulamada %2,8 ve konvansiyonel uygulamada %3,2 uçucu yağ değerleri, daha önceki çalışmalardan elde edilen değerlerin büyük bir bölümü ile benzerlik göstermektedir.

İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)

İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranları bakımından diğer araştırmacıların elde ettiği değerler incelendiğinde; Kırman (1993), geliştirilmiş *Origanum onites* L. hatlarında drog yaprak uçucu yağ oranlarının %1,66-3,00 arasında değiştiğini,

Ceylan ve ark. (1994) ortalama %2,92 olduğunu, Otan ve ark. (1994) %0,12-5,54 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bayram (1995) Bornova ekolojik koşullarında ortalama %2,0-2,81 arasında olduğunu belirtmiştir. Arabacı (1995) yapmış olduğu araştırmada, uçucu yağ oranlarının %2,02-2,33 arasında, Özsoy (1995) Muğla yöresinden toplanan *Origanum onites* L. populasyonlarından yetiştirilen tek bitkilerde %2,48 olarak tespit etmişlerdir. Kıtık ve ark. (1997), Batı Anadolu İzmir kekiği populasyonlarında en yüksek uçucu yağ oranını %5,50 olarak bildirmişlerdir. Ceylan ve ark. (1999) yaptıkları araştırmada uçucu yağ oranlarının iki yıllık ortalamasının %2,61-5,12 arasında değiştiğini saptamışlardır. Bayram ve ark. (1999) İzmir kekiğinde farklı biçim şekli ve biçim yüksekliğinde uçucu yağ oranını ilk yıl %2,36-3,11, ikinci yıl ise %1,74-2,45 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Baydar (2002), Isparta koşullarında kültüre alınan *Origanum onites* L. drog yapraklarında uçucu yağ oranını ortalama %3,55 olarak bulmuştur. Avcı ve Bayram (2013), İzmir'de farklı ekolojik koşullarda yetiştirdikleri *Origanum onites* L. klonlarının uçucu yağ miktarını %2,77 ile %4,20 aralığında, Stefanaki ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Yunanistan'dan 42 farklı lokasyondan topladıkları *Origanum onites* L. örneklerinin uçucu yağ oranının %3,0 ile %7,0 arasında, Economou ve ark. (2011) Yunanistan'da 7 farklı lokasyondan topladıkları *Origanum onites* L. örneklerinin uçucu yağ oranını %3,0-4,3 aralığında bulmuşlardır. Kosakowska ve Bączek (2019) yaptıkları çalışmada, organik olarak yetiştirilen *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*'da uçucu yağ oranını %5,8 olarak belirlemiştir. İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) organik ve konvansiyonel çalışmalardan elde edilen %3,5 ve %3,8 uçucu yağ değerleri, önceki çalışmalardaki sınır değerler olan %0,12-7,0 değerleri arasında yer almakta ve çalışmaların elde edilen değerlerin büyük bölümü ile örtüşmektedir.

Lavanta (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel, *Lavandula angustifolia* Mill.)

Lavanta türleri hakkında yürütülen çalışmalarda; Ceylan ve ark. (1988) *Lavandula officinalis* L.'in uçucu yağ oranının %1,26-3,14, arasında değiştiğini,

Renaud ve ark. (2001) lavandin kuru çiçek tomurcuklarında %7,1-9,9 ve lavander çeşitlerinin kuru çiçek tomurcuklarında ise %2,8-5,0 arasında uçucu yağ içerdiğini bildirmişlerdir. Baydar (2007) Isparta'da yetiştirilen Super lavandin çeşidinin uçucu yağ oranını saplı taze çiçeklerinde %1,0-1,5 arasında, sapsız kuru çiçeklerinde %5-6 arasında değiştiğini, Kara ve Baydar (2011) lavantanın (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. var. Super) uçucu yağ oranını kuru sapsız çiçekte %7,50-8,60 arasında, Atalay (2008) *Lavandula angustifolia* Mill.'nin drog çiçeğinde uçucu yağ oranını %2,1-2,6, aynı lavanta türünde Arabacı ve Bayram (2005) uçucu yağ oranının %1,54-2,34, Kara (2011) %2,1-9,62 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Seidler-Lozykowska ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada organik olarak yetiştirilen *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinde uçucu yağ oranını %1,78-2,04 arasında belirlemişlerdir. Detar ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada Macaristan'da yetiştirilen iki *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. çeşidinin uçucu yağ oranlarını %4,4-9,5 arasında, Sönmez ve Okkaoğlu (2019) yaptıkları çalışmada Adana'da yetiştirilen *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin uçucu yağ oranını %2,65 ile %4,45 arasında, Moussii ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin uçucu yağ oranını %2,32, Blazekovic ve ark. (2018) Hırvatistan'da yetiştirilen *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. çeşidinin uçucu yağ oranını %3,3 olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.)'de uçucu yağ oranı organik ve konvansiyonel üretimde %5,4-6,3 arasında bulunmuş olup, önceki çalışmalardan elde edilen %3,3-9,9 değerleri ile uyumludur. Lavander (*Lavandula angustifolia* Mill.)'den organik ve konvansiyonel uçucu yağ oranı değerleri %3,1-3,4 arasında belirlenmiş olup, önceki çalışmalardan elde edilen %1,26-5 değerleri arasında yer almaktadır.

Nane (*Mentha spicata* L., *Mentha x piperita* L.)

Daha önce farklı bölgelerde *Mentha spicata* L. türleri ile yapılan çalışmalarda; Telci (2001), Tokat koşullarında *Mentha spicata* L. türünde %0,80-3,76 arasında, Sülü (2010), Tokat-Kazova ekolojik

koşullarında ilk biçimde %0,82-2,37, ikinci biçimde %1,37-3,19 arasında, Özgüven ve Kırıcı (1999), Adana ve Pozantı lokasyonlarında %1,57-6,29 arasında, Büyükbayraktar (2014), Konya'da yapmış olduğu çalışmada *Mentha spicata* L. da %1,4-2,0 arasında, Kedia ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada Hindistan'dan topladıkları *Mentha spicata* L. türünün uçucu yağ oranını %0,6, Telci ve ark. (2010) 4 farklı lokasyonda (Aydın, Bursa, İzmir ve Tokat) yetiştirdikleri. *Mentha spicata* L. bitkilerinin uçucu yağ oranlarını %2,41 ile %2,74 arasında belirlemişlerdir. Özgüven ve Kırıcı (1999) 5 farklı *Mentha x piperita* L. çeşidinin Adana ve Mersin koşullarında uçucu yağ oranlarının %2,06 ile %6,57 arasında değişim gösterdiğini, Rajkumar ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada *Mentha x piperita* L bitkisinin uçucu yağ oranını %1,79 olarak belirlemişlerdir. Esetlili ve ark. (2015) organik olarak yetiştirilen *Mentha x piperita* L. uçucu yağının oranını %3,7 olarak bulmuşlardır. Zhao ve ark. (2013) Çin'de 8 farklı lokasyondan topladıkları *Mentha spicata* türünde uçucu yağ oranlarının %0,5-0,8 arasında değişim gösterdiğini bulmuşlardır. Ayran ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *Mentha x piperita* L uçucu yağ oranını %3,2 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda *Mentha spicata* L. türünde organik üretimde %1,7, konvansiyonel üretimde %2,2 uçucu yağ oranı elde edilmiş olup, önceki çalışmalardan elde edilen sınır değerler olan %0,8-6,29 arasında yer almaktadır. *Mentha x piperita* L. türünden organik uygulamada %2,1, konvansiyonel uygulamada %2,4 uçucu yağ oranı elde edilmiştir. Bu değer diğer çalışmalardan alınan %0,5-6,57 değerlerinin arasındadır. Bahçe nanesinde (*Mentha spicata* L.) uçucu yağ oranı bitkinin genetik yapısına (Ceylan 1987; Özgüven ve Kırıcı 1999; Tuğay ve ark. 2000), iklim koşullarına (Özgüven ve Kırıcı 1999) göre değişim göstermektedir.

Bitkilerde sekonder maddelerin oluşumu, genetik yapısı ile birlikte çevre faktörlerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bitkinin yetiştiği çevredeki iklim faktörleri ile birlikte edafik faktörler de büyük rol oynamaktadır (Franz, 1983; Palevitch, 1987).

Uçucu Yağ Bileşenleri (%)

Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)

Çizelge 4'te Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) uçucu yağ bileşenlerine baktığımızda, toplam 21 bileşenin tanımlandığı görülmektedir. Konvansiyonel ve organik üretimden gelen yağların, içerik olarak aralarında büyük farkların olmadığı anlaşılmaktadır. Uçucu yağın ana bileşeni olan 1,8-cineole konvansiyonel ve organik uygulamalarda sırası ile %44,52 ve %40,92 oranında ölçülmüştür. Diğer bir bileşen olan camphor ise %12,65-17,53 arasında belirlenmiştir.

Salvia fruticosa Mill. ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda; Karayel ve Akçura (2016) üç farklı lokasyonda (Kütahya, Balıkesir, Çanakkale) yetiştirilen *Salvia fruticosa* Mill. bitkisinin uçucu yağında 1,8-cineole en yüksek %56,05 oranı ile Kütahya lokasyonunda elde edilmiş, Leontaritou ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada Yunanistan'da

10 farklı bölgeden topladıkları *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında uçucu yağın ana bileşeni olan 1,8-cineole %27,78-46,65 arasında değişim göstermiş, Skoula ve ark. (2000) Yunanistan'da 3 farklı yerde yetiştirdikleri *Salvia fruticosa* Mill. örneklerinde ana bileşen olarak 1,8-cineole %48,06-59,27 aralığında tespit edilmiş, Delamare ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada Güney Brezilya'da yetiştirilen *Salvia fruticosa* Mill. bitkisinde uçucu yağın ana bileşeni olarak 1,8-cineole (%15,7) tespit etmişlerdir. Seidler-Lozykowska ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, organik olarak yetiştirilen *Salvia officinalis* L.'de uçucu yağ oranını Seidler-Lozykowska ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, organik olarak yetiştirilen *Salvia officinalis* L.'de uçucu yağda 1,8-cineole oranını %15,8 olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, elde ettiğimiz sonuçlar ile uyumludur.

Çizelge 4. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) uçucu yağ bileşenleri (%)
Table 4. Essential oil composition of Anatolian sage (*Salvia fruticosa* Mill.)

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1021	10,528	alpha-pinene	6,42	5,93
1024	10,641	alpha-thujene	0,46	1,43
1063	12,075	camphene	6,98	5,67
1107	13,686	beta-pinene	5,65	5,05
1160	16,017	myrcene	2,31	2,22
1198	17,648	limonene	2,14	2,42
1210	18,165	1,8-cineole	44,52	40,92
1243	19,597	gamma-terpinene	0,36	0,29
1268	20,669	cymene	1,45	1,29
1427	26,884	alpha-thujone	3,22	3,33
1447	27,559	beta-thujone	2,84	2,55
1524	30,196	camphor	12,65	17,53
1541	30,724	linalool	0,23	0,31
1553	31,143	linalyl acetate	0,33	0,32
1583	32,053	bornyl acetate	0,86	0,91
1603	32,687	beta-caryophyllene	3,45	3,41
1651	34,125	sabinyl acetate	0,26	0,20
1678	34,915	alpha-humulene	1,01	0,83
1699	35,531	alpha-terpineol	2,82	2,78
1701	35,599	borneol	1,36	1,34
2008	43,651	caryophyllene oxide	0,23	0,22
Toplam/Total			99,55	98,95

RT*: Retention Time (Alikonma Zamanı); RI** Retention Indice (Alikonma İndisi).

İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)

İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) uçucu yağının bileşenleri Çizelge 5'te görülmektedir. Kekik olarak adlandırılan bitkilerin uçucu yağında esas olarak carvacrol ve/veya thymol adlı bileşenler yer almaktadır. Yaptığımız çalışmada uçucu yağların ana bileşeni olarak carvacrol tanımlanmıştır. Carvacrol oranı konvansiyonel üretimde %48,47 olarak belirlenirken, organik üretimde %43,84 olarak ölçülmüştür. Kekikte diğer önemli bileşen olan thymol ise %11,79-10,08 arasında belirlenmiştir.

Özkan ve Erdoğan (2011) yaptıkları çalışmada Antalya'dan toplanan *Origanum onites* bitkisinin uçucu yağında %24,52 carvacrol olduğunu, Avcı ve Bayram (2013) İzmir'de farklı ekolojik koşullarda yetiştirdikleri *Origanum onites* L. klonlarında uçucu yağın ana bileşeni olarak carvacrolün %83,86-93,69 aralığında değişim gösterdiğini, Baydar (2002) Isparta koşullarında yetiştirdiği *Origanum onites* L. bitkisinin uçucu yağ ana bileşeni olan carvacrolün %54,81-72,43 arasında olduğunu, Stefanaki ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Yunanistan'dan 42 farklı

lokasyondan topladıkları *Origanum onites* L. örneklerinde uçucu yağın ana bileşeni olan carvacrolü %69,0-92,6 aralığında tespit ettiklerini, Economou ve ark. (2011) Yunanistan'da 7 farklı lokasyondan topladıkları *Origanum onites* L. örneklerinin uçucu yağ ana bileşeni olan carvacrolün %72,25 ile %89,22 arasında değiştiğini, Bostancıoğlu ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada Batı Anadolu bölgesinden topladıkları *Origanum onites* L. yağının ana bileşeni olarak carvacrol (%64,3) olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Kosakowska ve Bqczek (2019) yaptıkları çalışmada, organik olarak yetiştirilen *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*'da carvacrol oranını %73,85 olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz carvacrol değerleri (%43,84-48,47) yukarıda verilen çalışmalardan elde edilen değerlerin biraz altındadır. Bitkilerde sekonder maddelerin oluşumu, genetik yapısı ile birlikte çevre faktörlerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bitkinin yetiştiği çevredeki iklim faktörleri ile birlikte edafik faktörler de büyük rol oynamaktadır (Franz, 1983; Palevitch, 1987).

Çizelge 5. Kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağ bileşenleri (%).
Table 5. Essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) (%).

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1021	10,531	alpha-pinene	1,30	1,25
1024	10,654	alpha-thujene	1,36	1,38
1063	12,077	camphene	1,00	1,12
1107	13,689	beta-pinene	0,22	0,22
1160	16,022	myrcene	1,49	1,53
1164	16,165	phellandrene	0,39	0,48
1178	16,773	alpha-terpinene	2,57	2,51
1198	17,647	limonene	0,48	0,92
1208	18,086	sabinene	0,35	0,53
1231	19,095	beta-ocimene	0,31	1,14
1243	19,607	gamma-terpinene	13,06	15,45
1268	20,668	cymene	8,01	7,26
1279	21,139	alpha-terpinolene	0,31	0,82
1443	27,423	1-octen-3-ol	0,24	1,36
1464	28,159	trans-sabinene hydrate	0,53	0,84
1541	30,719	linalool	1,68	1,21
1549	31,001	cis-sabinene hydrate	0,36	0,39
1603	32,682	beta-caryophyllene	1,14	1,36
1604	32,739	terpinen-4-ol	1,01	1,45
1701	35,594	borneol	1,74	3,08
1727	36,321	beta-bisabolene	0,67	0,85
2008	43,632	caryophyllene oxide	0,18	0,25
2175	47,593	thymol	11,79	10,08
2207	48,308	carvacrol	48,47	43,84
Toplam/Total			99,66	99,32

RT*: Retention Time (Alıkonma Zamanı); RI** Retention Indice (Alıkonma İndisi).

Lavanta (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel., *Lavandula angustifolia* Mill.)

Yaptığımız çalışmada *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. ve *Lavandula angustifolia* Mill. türlerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimi Çizelge 6 ve Çizelge 7’de görülmektedir. *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. uçucu yağında ana bileşen olarak linalool bulunmuş olup, konvansiyonel ve organik üretimde sırası ile oranları %34,69 ve %32,84 olarak ölçülmüştür. Lavandin uçucu yağında linalyl acetate oranı %26,13-28,54 arasında değişim göstermiştir. *Lavandula angustifolia* Mill. uçucu yağında ana bileşen olarak linalyl acetate belirlenmiş, konvansiyonel ve organik üretimde oranları %36,28 ve %33,03 olarak ölçülmüş, linalool oranı %23,52-25,36 arasında bulunmuştur.

Kara ve Baydar (2011) Isparta yöresinde yetiştirilen *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. bitkilerinin uçucu yağında linalool oranını %46,8-54,6 arasında, Garzoli ve ark. (2020) linalool oranını (%35,8), Detar ve ark. (2020) Macaristan’da yetiştirilen iki *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. çeşidinin linalool oranını %41,7-58,9 arasında, Blazekovic ve ark. (2018) Hırvatistan’da

yetiştirilen *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. türünde linalool oranını %57,10 olarak tespit etmiştir. Bu türde çalışmamızdan elde ettiğimiz %32,84-34,69 linalool oranları bu çalışmalardan elde edilen değerlerin biraz altındadır.

Rai ve ark. (2020) *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin uçucu yağında linalyl acetate, %20,0, Fakhari ve ark. (2005) İran’dan topladıkları *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin uçucu yağında linalyl acetate %13,4, Moussii ve ark. (2020) *Lavandula angustifolia* Mill. uçucu yağında linalyl acetate, %9,78, Hassiotis ve ark. (2014) Yunanistan’da farklı zamanlarda hasat ettikleri *Lavandula angustifolia* Mill. bitkisinin uçucu yağ bileşiminde linalyl acetate, %21,30-25,01 arasında bulmuşlardır. Seidler-Lozykowska ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada organik olarak yetiştirilen *Lavandula angustifolia* Mill. uçucu yağında ana bileşen olarak linalool’ü %42,64-60,02 arasında belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada linalool oranı %23,52-25,36 arasında değişim göstermiştir. Bizim çalışmamızda aynı türden elde ettiğimiz linalyl acetate oranları %33,03-36,28 arasında ölçülmüş olup, yukarıda verilen çalışmaların üzerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 6. Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) uçucu yağ bileşenleri (%).
Table 6. Essential oil composition of lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) (%).

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1210	18,112	1,8-cineole	7,31	6,84
1231	19,099	beta-ocimene	0,65	0,82
1256	20,151	3-octanone	0,58	0,45
1374	24,934	octen-1-ol acetate	1,00	1,32
1413	26,388	hexyl butanoate	0,63	1,02
1442	27,402	cis-linalool oxide	2,65	3,06
1471	28,405	trans-linalool oxide	2,82	2,08
1524	30,181	camphor	4,93	3,25
1541	30,752	linalool	34,69	32,84
1553	31,146	linalyl acetate	26,13	28,54
1603	32,697	lavandulyl acetate	9,07	10,62
1663	34,459	beta-sesquiphellandrene	1,12	1,18
1671	34,705	lavandulol	1,86	2,03
1701	35,598	borneol	4,33	3,47
1956	42,363	hotrienol	0,44	1,05
2008	43,654	caryophyllene oxide	0,81	0,88
Toplam/Total			99,02	99,45

RT*: Retention Time (Alıkonma Zamanı); RI** Retention Indice (Alıkonma İndisi).

Çizelge 7. Lavander (*Lavandula angustifolia* Mill.) uçucu yağ bileşenleri (%).
Table 7. Essential oil composition of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) (%).

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1063	12,081	camphene	0,68	0,52
1210	18,113	1,8-cineole	2,96	3,02
1256	20,155	3-octanone	0,65	0,78
1268	20,686	cymene	0,70	0,63
1270	20,763	hexyl acetate	0,70	0,92
1374	24,938	octen-1-ol acetate	1,66	1,32
1442	27,407	cis-linalool oxide	4,82	4,12
1471	28,413	trans-linalool oxide	3,55	3,36
1524	30,189	camphor	0,68	0,58
1541	30,743	linalool	23,52	25,36
1553	31,155	linalyl acetate	36,28	33,03
1573	31,755	alpha-santalene	0,77	1,05
1583	32,069	bornyl acetate	0,61	0,96
1603	32,703	lavandulyl acetate	10,34	11,72
1663	34,461	beta-sesquiphellandrene	1,40	1,46
1671	34,708	lavandulol	0,82	0,45
1691	35,292	cryptone	0,65	1,02
1701	35,654	borneol	2,31	2,36
1956	42,366	hotrienol	1,17	1,08
2008	43,652	caryophyllene oxide	2,46	3,14
Toplam/Total			96,73	96,88

RT*: Retention Time (Alıkonma Zamanı); RI** Retention Indisi (Alıkonma İndisi)

Nane (*Mentha spicata* L., *Mentha x piperita* L.)

Çizelge 8 ve Çizelge 9'da *Mentha spicata* L. ve *Mentha x piperita* L. türlerine ait uçucu yağların bileşenleri görülmektedir. *Mentha spicata* L. türünde uçucu yağın ana bileşeni carvone olarak bulunmuş, konvansiyonel ve organik üretimde oranları %59,01 ve %53,54 olarak belirlenmiştir. Bu türde diğer önemli bileşen olarak limonene %14,41-15,35 arasında bulunmuştur. *Mentha x piperita* L. türünde ise uçucu yağın ana bileşeni olarak menthone belirlenirken, konvansiyonel ve organik uygulamada %45,32 ile %40,86 arasında ölçülmüş, diğer ana bileşen menthol ise %24,82-26,34 arasında elde edilmiştir.

Braga ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada *Mentha spicata* L. bitkisinin uçucu yağ ana bileşeni olarak carvone 75,41, Zhao ve ark. (2013) Çin'de *Mentha spicata* L. uçucu yağında carvone %46,7-65,4, Kedia ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada Hindistan'dan topladıkları *Mentha spicata* L. türünün uçucu yağında karvon %59,60, Telci ve ark. (2010) 4 farklı lokasyonda (Aydın, Bursa,

İzmir ve Tokat) yetiştirdikleri *Mentha spicata* L. bitkilerinin uçucu yağında pulegon %26,71-29,56 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz carvone değerleri %59,01-53,54 arasında olup, diğer çalışmalarla büyük oranda örtüşmektedir.

Özgüven ve Kırıcı (1999) 5 farklı *Mentha x piperita* L. çeşidinde menthone oranını %8,50-62,34 arasında, Rajkumar ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada *Mentha x piperita* L. uçucu yağında menton %31,66, Almeida ve ark. (2019) *Mentha x piperita* L. uçucu yağında menton %24,87, Reddy ve ark. (2019) *Mentha x piperita* L. uçucu yağında menthone %24,56, Smaoui ve ark. (2016) Tunus'tan topladıkları *Mentha x piperita* L. bitkilerinde uçucu yağda menthone %33,59 olarak bulmuşlardır. Ayran ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *Mentha x piperita* L. uçucu yağında ana bileşen olarak %50,80 oranında menthone bulmuşlardır. Esetlili ve ark. (2015) organik olarak yetiştirilen *Mentha x piperita* L. uçucu yağında menthone oranının %29,16-32,74 arasında olduğu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz menton değerleri (%45,32-%40,86) diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 8. Nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağ bileşenleri (%).

Table 8. Essential oil composition of spearmint (*Mentha spicata* L.) (%).

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1021	10,531	alpha-pinene	1,08	1,14
1107	13,688	beta-pinene	1,29	1,85
1208	14,257	sabinene	0,63	0,67
1160	16,022	myrcene	2,19	2,65
1198	17,647	limonene	14,41	15,35
1210	18,113	1,8-cineole	5,36	5,45
1334	23,361	3-octanol acetate	0,65	1,05
1464	28,159	trans-sabinene hydrate	1,06	1,32
1523	30,157	beta-bourbonene	1,48	1,87
1603	32,672	beta-caryophyllene	2,08	2,53
1620	33,212	cis-dihydro carvone	3,72	2,74
1638	33,737	dihydro carvone	0,44	1,05
1663	34,469	trans-beta-farnesene	0,46	0,72
1674	34,786	dihydrocarvyl acetate	2,24	3,08
1719	36,097	germacrene	0,40	0,46
1725	36,252	neodihydrocarveol	2,07	2,34
1751	36,982	carvone	59,01	53,54
1773	37,583	trans-carvyl acetate	0,56	0,85
1985	43,098	limonene dioxide	0,38	0,79
Toplam/Total			99,51	99,45

RT*: Retantion Time (Alıkonma Zamanı); RI** Retantion Indice (Alıkonma İndisi).

Çizelge 9. Nane (*Mentha x piperita* L.) uçucu yağ bileşenleri (%).

Table 9 Essential oil composition of peppermint (*Mentha x piperita* L.) (%).

RI**	R.T.*	Bileşen Compounds	Konvansiyonel (%) Conventional (%)	Organik (%) Organic (%)
1021	10,531	alpha-pinene	0,69	0,78
1107	13,697	beta-pinene	1,05	1,23
1208	14,257	sabinene	0,50	0,54
1198	17,645	limonene	1,70	1,84
1210	18,107	1,8-cineole	4,55	5,03
1464	28,165	trans-sabinene hydrate	1,72	1,84
1473	28,489	menthone	45,32	40,86
1485	28,903	menthofuran	3,85	4,25
1565	31,482	menthyl acetate	2,99	3,41
1595	32,448	neomenthol	1,74	1,62
1603	32,688	beta-caryophyllene	3,52	4,25
1642	33,846	menthol	24,82	26,34
1659	34,362	pulegone	0,88	0,94
1663	34,459	trans-beta-farnesene	0,47	0,54
1699	35,524	alpha-terpineol	0,78	0,63
1719	36,093	germacrene	2,81	3,02
1743	36,751	bicyclogermacrene	0,31	0,43
1746	36,828	piperitone	0,76	0,85
2099	45,834	viridiflorol	0,55	0,87
Toplam/Total			99,01	99,27

RT*: Retantion Time (Alıkonma Zamanı); RI** Retantion Indice (Alıkonma İndisi).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, bazı önemli uçucu yağ bitkilerinde organik ve konvansiyonel üretim yapılan tarım alanlarından alınan bitki örneklerinin kalite özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller, ülkemizde konvansiyonel olarak geniş alanlarda tarımı yapılan ürünler olup, son yıllarda iyi tarım ve organik tarım sertifikalı ürünlere olan talebin artması ve bu ürünlere devlet

desteğinin olması sertifikalı üretimi teşvik etmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde kalite parametreleri, en az verim değerleri kadar önemlidir. Bu nedenle, uygulanan tarım yöntemlerinin kaliteye olan etkisinin incelenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada, aynı ekolojik koşullarda farklı uçucu yağ bitkilerinden organik ve konvansiyonel tarım koşullarında kalite özellikleri bakımından elde edilen değerleri ortaya konulmuştur.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aktaş, K. 2001. Bazı Lamiaceae (Labiatae) türleri üzerinde taksonomik bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Manisa.
- Almeida, E. T. D. C., G. T. De Souza, J. P. D. S. Guedes, I. M. Barbosa, C. P. De Sousa, L. R. C. Castellano, M. Magnani, and E. L. De Souza. 2019. *Mentha x piperita* L. essential oil inactivates spoilage yeasts in fruit juices through the perturbation of different physiological functions in yeast cells. *Food Microbiology* 82:20-29.
- Anonim. 2020a. Bizim Bitkiler. Erişim: <https://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/index.php>.
- Anonim. 2020b. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Organik Tarımsal Üretim Verileri, <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/BitkiselUretim/Organik-Tarim/Istatistikler>.
- Anonim. 2021. Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Meteoroloji Verileri, Menemen-İzmir.
- Anonymous. 2010. European Pharmacopoeia (E. P.) 7th ed.; European Directorate for the Quality of Medicines&Health Care (EDQM): Strasbourg, France, 2010, p.1231.
- Arabacı, O. 1995. İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)'nin yetiştirme tekniği ve kalite özellikleri üzerinde araştırma. Doktora tezi. T.C. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Bornova-İzmir.
- Arabacı, O. ve E. Bayram, 2005. Aydın ekolojik koşullarında lavanta (*Lavandula angustifolia* mill.)'nın bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine bitki sıklığı ve azotlu gübrenin etkisi. A.D.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 2 (2): 13-19.
- Aşkun T., K. H. C. Başer, G. Tümen, and M. Kürçüoğlu. 2010. Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. *Turkish Journal of Biology* 34: 89-95.
- Atalay, A. T. 2008. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'da farklı dozlarda uygulanan organik ve inorganik azotlu gübrelerin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Konya.
- Avcı, A. B. ve E. Bayram. 2013. Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 50 (1): 13-20.
- Ayran, İ., S. A. Çelik, A. Kan, and Y. Kan. 2018. A study on essential oil yield and components of dried and fresh foliage of peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated in Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 2 (1): 199- 201.
- Bağcı, E. ve A. Koçak. 2008. *Salvia palaestina* Benth and *Salvia tomentosa* Mill. türlerinin uçucu yağ kompozisyonu, kemotaksonomik bir yaklaşım. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi* 20 (1): 35-41.
- Baydar H., R. A. Marquard ve T. Karadoğan. 1999. Isparta yöresinden toplanarak ihracat edilen bazı önemli *Origanum*, *Coridothymus*, *Thymbra*, *Salvia* L. türlerinin uçucu yağ verimi ve kompozisyonu. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi 15-18 Kasım. Adana. Cilt II, Endüstri Bitkileri, s.416-420.
- Baydar, H. 2002. Isparta koşullarında İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) verimi ve uçucu yağ kalitesi üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6 (2): 15-21.
- Baydar, H. 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi(Genişletilmiş II. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 51. Isparta.
- Bayram E. 2001. Batı Anadolu florasında yetişen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nda uygun tiplerin seleksiyonu üzerinde araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 25: 351-357.
- Bayram E., A. Ceylan ve H. Geren. 1999. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) ıslahında geliştirilen klonların agronomik ve kalite özellikleri üzerinde araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt II s.212-217.
- Bayram, E. 1995. Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) hatlarında bazı agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *The Journal of Agricultural Faculty of Ege University* 32 (3): 41-48.
- Bayram, E. H. Geren, A. Ceylan ve N. Özyay. 1999. İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)'nde farklı biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi.15-18 Kasım. Adana. s.222-226.

- Blazekovic, B., W. Yang, Y. Wang, C. Li, M. Kindl, S. Pepeljnjak, and S. Vladimir-Knezevic. 2018. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Lavandula × intermedia* 'Budrovka' and *L. angustifolia* L. cultivated in Croatia. *Industrial Crops & Products* 123:173-182.
- Bostancıoğlu, R. B., M. Kürkçüoğlu, K. H. C. Başer, and A. T. Koparal. 2012. Assessment of anti-angiogenic and anti-tumoral potentials of *Origanum onites* L. essential oil. *Food and Chemical Toxicology* 50: 2002-2008.
- Braga, V. A. A., G. D. S. Cruz, C. A. Guedes, C. T. D. S. Silva, A. A. Santos, H. N. Da Costa, C. J. C. L. Neto, A. A. C. Teixeira, and V. W. Teixeira. 2020. Effect of essential oils of *Mentha spicata* L. and *Melaleuca alternifolia* cheel on the midgut of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). *Acta Histochemica* 122 (3): 1-14.
- Büyükbayraktar, A. 2014. Konya ekolojik şartlarında farklı azot dozlarında yetiştirilen *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata* L. Türlerinin kurutma yöntemlerine göre drog verimi bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Yük. Lis. Tezi, Selçuk Ün. Fen Bil. Enst. Konya*.
- Ceylan, A. 1987. Tıbbi Bitkiler 2 (Uçucu Yağ İçerenler). E.Ü. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 481. Bornova, İzmir.
- Ceylan, A., A. Vömel, N. Kaya ve E. Niğdeli. 1988. İzmir kekiği (*Origanum smyrnaeum* L.)'nin adaptasyonu ve ıslahı üzerinde araştırmalar. I. Orman Tali Ürünleri Sempozyumu Programı.
- Ceylan, A., E. Bayram ve H. Geren. 1999. İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) ıslahında geliştirilen klonların agronomik ve kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry* 23: ek sayı 5.1163-1168.
- Ceylan, A., H. Otan, M. Polat, E. Bayram, A. O. Sarı, N. Özay, S. Kudat, N., B. Oğuz ve A. Kıtık. 1994. *Origanum onites* L. (İzmir kekiği) üzerinde agroteknik araştırmalar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Menemen-İzmir.
- Çalikoğlu, E., M. Kırılan ve A. Bayrak. 2006. Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye'deki durumuna genel bir bakış. *Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu. S. 1-2*.
- Çiçek F., M. Tutar, A. O. Sarı ve A. Bilgiç. 2011. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) yapraklarında uçucu yağ oranlarının aylara göre değişimi. *Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül. Bursa. Endüstri Bitkileri ve Biyoteknoloji. Cilt: 2, s.1287-1290*.
- Delamare, A. P. L., I. T. Moschen-Pistorello, L. Artico, L. Atti-Serafini, and S. Echeverrigaray. 2007. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry* 100: 603-608.
- Demirezer, L. Ö. 2010. Bitkilerin Tıpta Kullanılması Konusundaki Sorumluluklarımız. *Zeytinburnu/İstanbul Bildiri Kitabı. s.87-88*.
- Detar, E., E. Z. Nemeth, B. Gosztola, I. Demjan, and Z. Pluhar. 2020. Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochemical Systematics and Ecology* 90: 1-7.
- Economou, G., G. Panagopoulos, P. Tarantilis, D. Kalivas, V. Kotoulas, I. S. Travlos M. Polysiou, and A. Karamanos. 2011. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Industrial Crops and Products* 33: 236-241.
- Erdoğan, E. A. 2014. Lamiaceae familyasına ait bazı bitkilerin uçucu yağ içeriklerinin belirlenmesi, antimikrobiyal ve antitumörjenik aktivitelerinin araştırılması. *Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mersin*.
- Esetlili B. Ç., Ö. Çobanoğlu, M. Tepecik, B. Öztürk, and D. Anaç. 2015. Yield, essential nutrients and essential oils of peppermint (*Mentha x piperita* L.) grown under organic farming conditions. *J. of Uludag Agricultural Faculty* 29 (1): 29-36.
- Fakhari, A. R., P. Salehi, R. Heydari, S. N. Ebrahimi, and P. R. Haddad. 2005. Hydrodistillation-headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill. *J. of Chromatography A* 1098: 14-18.
- Franz, C. H. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae* 132: 203-215.
- Garzoli, S., S. Petralito, E. Ovidi, G. Turchetti, V. L. Masci, A. Tiezzi, J. Trilli, S. Cesa, M. A. Casadei, P. Giacomello, and P. Paolicelli. 2020. *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. essential oil and hydrolate: Evaluation of chemical composition and antibacterial activity before and after formulation in nanoemulsion. *Industrial Crops & Products* 145: 1-9.
- Hassiotis, C. N., F. Ntana, D. M. Lazari, S. Poullos, and K. E. Vlachonassios. 2014. Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* Mill. during flowering period. *Ind. Crops and Products* 62: 359-366.
- İlter, E. ve A. Altındişli. 1996. "Ekolojik Tarım", *Ekolojik Tarım ve İlkeleri*, (Ed. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği), Emre Basımevi. İzmir, s.1.
- İlter, E., U. Aksoy ve A. Altındişli. 2012. *Ekolojik Tarımın Tarihçesi ve Gelişimi*, (Ed. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği), İmak Ofset. Ankara.
- Kahraman, A., and M. Doğan. 2010. Comparative study of *Salvia limbata* C.A. and *S. palaestina* Bentham (sect. *Aethiopsis* Bentham, Labiatae) from East Anatolia, Turkey. *Acta Bot Croat* 69: 47-64.
- Kalafatçılar, Ö. A. 1996. Uçucu yağ bitkileri ekotiplerinin bazı morfolojik, anatomik ve kalite kriterleri üzerinde araştırma. *Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova-İzmir*

- Kara, N. 2011. Uçucu yağ üretimine uygun lavanta (*lavandula* sp.) çeşitlerinin belirlenmesi ve mikroçoğaltım olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri A.B.D. Isparta.
- Kara, N. ve H. Baydar. 2011. Türkiye’de lavanta üretim merkezi olan isparta ili kuyucak yöresi lavantalarının (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) uçucu yağ özellikleri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25 (4): 42-46.
- Karayel, H. B. ve M. Akçura. 2016. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)’in uçucu yağ bileşenlerindeki değişimlerin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 13: 13-23.
- Karık, Ü. 2015. Ege ve Batı Akdeniz Florasındaki Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının bazı verim ve kalite özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (2): 32-42.
- Karoussou R., and S. Kokkini 1997. Distribution and clinal variation of *Salvia fruticosa* Mill. (Labiatae) on the Island of Crete (Greece). Willdenowia 27: 113-117
- Kedia, A., B. Prakash, P. K. Mishra, C. S. Chanotiya, and N. K. Dubey. 2014. Antifungal, anti-aflatoxinogenic, and insecticidal efficacy of spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil. International Biodeterioration & Biodegradation 89: 29-36.
- Kırman, H. 1993. Geliştirilmiş izmir kekiği (*Origanum onites* L.) hatlarının bazı agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Bornova-İzmir.
- Kıtık, A. A. O. Sarı, B. Oğuz, A. Ceylan, E. Bayra ve N. Özyay. 1997. Batı Anadolu İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) populasyonlarında bazı özellikler açısından üstün tiplerin belirlenmesi ve kültür koşullarında performanslarının saptanması. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Menemen-İzmir.
- Kocabaş F. I., M. Kaplan M. Kürçüoğlu, and K. H. C. Başer. 2010. Effects of different organic manure applications on the essential oil components of Turkish sage (*Salvia fruticosa* Mill.). Asian Journal of Chemistry 22 (2): 1599-1605.
- Kosakowska, O., and K. Bączek. 2019. Yield and quality of “Greek oregano” (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) herb from organic production system in temperate climate. Industrial Crops and Products 141 (1) doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111782.
- Leontaritou, P., F. N. Lamari, V. Papatotiropoulos, and G. Iatrou. 2020. Morphological, genetic and essential oil variation of Greek sage (*Salvia fruticosa* Mill.) populations from Greece. Industrial Crops & Products 150: 1-15.
- Mossi A. J., R. L. Cansian, N. Paroul, G. Toniazzo, J. V. Oliveira, M. K. Pierozan, G. Pauletti, L. Rota, A. C. Santos, and L. A. Serafini. 2011. Morphological characterisation and agronomical parameters of different species of *Salvia* L. sp. (Lamiaceae). Brazilian Journal of Biology 71 (1): 121-129.
- Moussii, I. M., K. Nayme, M. Timinouni, J. Jamaledine, H. Filali, and F. Hakkou. 2020. Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba alba*, *Lavandula angustifolia* Mill. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. Synergy 10: 1-7.
- Otan, H., A. O. Sarı, A. Ceylan, E. Bayram, N. Özyay ve N. Kaya. 1994. Batı Anadolu florasında yayılış gösteren *Origanum onites* L. (İzmir kekiği) populasyonlarında bazı kalite özellikleri. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-29 Nisan. İzmir. 146-149.
- Özguven, M. ve S. Kırıcı, 1999. Farklı ekolojilerde nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerinin araştırılması. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23: 465-472.
- Özkan, A., and E. Erdoğan. 2011. A comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* L. (Lamiaceae) and its two major phenolic components. Turk J Biol 35: 735-742.
- Özsoy, Ü. 1995. Muğla yöresinden toplanan izmir kekiği (*Origanum onites* L.) populasyonlarının bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Bornova-İzmir.
- Palevitch, D. 1987. Recent advances in the cultivation of medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturæ 208: p.29-35.
- Putievsky, E., U. Ravid, and N. Dudai. 1986. The essential oil and yield components from various plant parts of *Salvia fruticosa* Mill. Journal of Natural Products 49: 1015-1017.
- Rai, V. K., P. Sinha, K. S. Yadav, A. Shukla, A. Saxena, D. U. Bawankule, S. Tandon, F. Khan, C. S. Chanotiya, and N. P. Yadav. 2020. Anti-psoriatic effect of *Lavandula angustifolia* Mill. essential oil and its major components linalool and linalyl acetate. Journal of Ethnopharmacology 261.
- Rajkumar, V., C. Gunasekaran, I. K. Christy, J. Dharmaraj, P. Chinnaraj, and C. A. Paul. 2019. Toxicity, antifeedant and biochemical efficacy of *Mentha x piperita* L. essential oil and their major constituents against stored grain pest. Pesticide Biochemistry and Physiology 156: 138-144.
- Reddy, D. N., A. J. Al-Rajab, M. Sharma, M. M. Moses, G. R. Reddy, and M. Albratty. 2019. Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha x piperita* L. (peppermint) essential oils. J. of King Saud University 31: 528-533.

- Renaud, E. N. C., D. J. Charles, and J. E. Simon. 2001. Essential oil quantity and composition from 10 cultivars of organically grown lavender and lavandin. *J. of Essential Oil Res.* 13 (4): 269-273.
- Seidler-Lozykowska K, Mordalski R, Kucharski W B, Kędzia, and J. Bocianowski. 2014. Yielding and quality of lavender flowers (*Lavandula angustifolia* Mill.) from organic cultivation. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 13 (6): 173-183.
- Seidler-Lozykowska, K., J. Bocianowski, and E. Karpinska. 2014. Yield and quality of sage herb (*Salvia officinalis* L.) from organic cultivation. *Biological Agriculture and Horticulture* 31 (1) doi.org/10.1080/01448765.2014.966323.
- Skoula, M., J. E. Abbes, and C. B. Johnson. 2000. Genetic variation of volatiles and rosmarinic acid in populations of *Salvia fruticosa* Mill. growing in Crete. *Biochemical Systematics and Ecology* 28: 555-561.
- Smaoui, S., A. B. Hsouna, A. Lahmar, K. Ennouri, A. Mtibaa-Chakchouk, I. Sellem, S. Najah, M. Bouaziz, and L. Mellouli. 2016. Bio-preservative effect of the essential oil of the endemic *Mentha x piperita* L. used alone and in combination with BacTN635 in stored minced beef meat. *Meat Science* 117: 196-204.
- Sönmez, Ç. ve H. Okkaoğlu. 2019. The effect of diurnal variation on some yield and quality characteristics of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) under Çukurova ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 7 (3): 531-535.
- Stefanaki, A., C. M. Cook, T. Lanaras, and S. Kokkini. 2016. The Oregano plants of Chios Island (Greece): Essential oils of *Origanum onites* L. growing wild in different habitats. *Industrial Crops and Products* 82: 107-113.
- Sülü, E. 2010. Seçilmiş Nane (*Mentha* spp.) klonlarının Tokat şartlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tokat.
- Telci, İ. 2001. Farklı Nane (*Mentha* spp.) klonlarının bazı morfolojik, tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tokat.
- Telci, I., I. Demirtas, E. Bayram, O. Arabaci, and O. Kacar. 2010. Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products* 32: 588-592.
- Tuğay, M. E., N. Kaya, G. Yılmaz, I. Telci ve E. Dönmez. 2000. TUBITAK, Togtag-1690 Nolu Proje Kesin Sonuç Raporu, Tokat ve Çevresinde Yaygın Olarak Bulunan Bazı Aromatik Bitkilerin Bitkisel ve Teknolojik Özellikleri.
- Ulçay, S., ve G. Şenel. 2018. Lamiaceae familyasına ait *Lycopus europaeus* L. türü üzerinde anatomik bir araştırma. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 3 (1): 45-52.
- Yaniv, Z., A. Dafni, and D. Palcivitch. 1982. Labiateae as medicinal plants in Israel. In: Martinus Nijhoff Publishers, The Hague p. 265-269.
- Yaşar, S. 2005. Çukurova Üniversitesi kampüsünde doğal olarak yetişen bazı çok yıllık tıbbi bitkilerin toprak özellikleri ile sabit ve uçucu yağ içeriklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Zhao, D., Y. W. Xu, G. L. Yang, A. M. Husaini, and W. Wu. 2013. Variation of essential oil of *Mentha haplocalyx* Briq. and *Mentha spicata* L. from China. *Industrial Crops and Products* 42: 251-260.

Fenik Yaylası (Yayladağı/Hatay) ve Çevresinin Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi

Erdinç OĞUR^{1*} 

Hayrettin OCAKVERDİ²

¹ **Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TURKEY**
² **Mustafa Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Antakya-Hatay/TURKEY**

¹ <https://orcid.org/0000-0002-4496-2995>

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

Received (Geliş tarihi): 01.02.2021 Accepted (Kabul tarihi): 20.02.2021

ÖZ: Araştırma alanı olan Fenik Yaylası coğrafik olarak Doğu Akdeniz'in Amanoslar dağ kuşağında, Samandağ ve Yayladağı ilçelerinin sınırları içerisinde yer alır. Fenik Yaylası, batısı Akdeniz, güneyi Yeditepe, kuzeyi Karaköse ve Yeşiltepe ile çevrili yaklaşık 61 km² 'lik bir alandır. Fenik Yaylası'nun bitki sosyolojisi ve vejetasyon ekolojisini kapsayan bu çalışma, alanın biyolojik çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği ve genetik kaynakların belirlenmesi, korunması ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, arazi klasik Braun-Blanquet (1932) metoduna göre analiz edilerek çalışma alanında maki vejetasyonu tipine ait 7 bitki birliği belirlendi. Üst sintaksonomik kategori değerlendirmesinde 6 tane birlik **Quercion calliprini** Zohary (1962) alyansı (**Cisto-Quercetum cocciferae**, **Gynandrio-Quercetum cocciferae**, **Myrto-Quercetum cocciferae**, **Andropogo-Quercetum cocciferae**, **Genisto-Spartietum juncei**, **Myrto-Ericetum manipuliflorae**), bir tane birlik **Ptosimopappo-Quercion Quézel**, Barbero at Akman (1978) alyansında (**Lauro-Arbutetum andrachne**) değerlendirilirken tüm birlikler **Quercetalia ilicis** Braun-Blanquet (1947) ordosu ve **Quercetea ilicis** Braun-Blanquet (1947) sınıfında değerlendirilmiştir. Birlikler sintaksonomik kategorilerin belirlenmesinin yanı sıra bitki-iklim-toprak arasındaki ilişkiler de ekolojik olarak değerlendirilmiştir. Günümüzde hızla artan insan nüfusu, çalışma alanımızda da etkisini göstermekte ve doğal bitki örtüsü üzerindeki tahribatı artırmaktadır. Fenik yaylası ve çevresinde, en büyük tehdit olarak alanların tarım arazilerine dönüştürülmesi bunun yanı sıra hayvan otlatılması, aşırı bitki kesimi ve yapılaşma gibi insan kaynaklı olumsuz etkiler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hatay, Fenik Yaylası, vejetasyon, bitki sosyolojisi, ekoloji.

Plant Sociology and Ecology of Fenik Plateau (Yayladağı / Hatay) and its Environment

ABSTRACT: Fenik Plateau, the study area, is located on Amanos Mountain Range within the borders of Samandağ and Yayladağı districts. Fenik Plateau is about 61 km² wide surrounded by Mediterranean in the west, Yeditepe in the south, Karaköse and Yeşiltepe in the north. This study includes plant sociology and vegetation ecology of Fenik Plateau in order to specify the plant biological diversity, ecosystem diversity and genetic resources of the area and than to recommend the sustainable management practises to be applied in the area. As a result of field studies, according to classical Braun-Blanquet (1932) method, totally 7 maquis plant associations were determined. The following upper category 6 of the associations were evaluated as **Quercion calliprini** Zohary (1962) alliance (**Cisto-Quercetum cocciferae**, **Gynandrio-Quercetum cocciferae**, **Myrto-Quercetum cocciferae**, **Andropogo-Quercetum cocciferae**, **Genisto-Spartietum juncei**, **Myrto-Ericetum manipuliflorae**) and one of the unions was evaluated as **Ptosimopappo-Quercion Quézel**, Barbero at Akman (1978) alliance (**Lauro-Arbutetum andrachne**) while all the associations were evaluated as a part of the **Quercetalia ilicis** Braun-Blanquet (1947) ordo and **Quercetea ilicis** Braun-Blanquet (1947) in class category. In addition to determining the syntaxonomic categories of the associations, the relationship between the plant, climate and soil was evaluated as well. Nowadays, rapidly growing population shows its effects on our study field and increases the damage on natural vegetation. On Fenik Plateau and its surrounding, converting the land into a farmland is the biggest threat; besides this, excessive grazing animals, cutting plants and over constructing are determined as the negative effects caused by people.

Keywords: Hatay, Fenik Plateau, vegetation, plant sosyology, ecology.

GİRİŞ

İnsanlığın geleceğini güvence altına alması, doğal kaynakların araştırılması, korunması ve artan gereksinimlerine alternatif enerji kaynakları geliştirmesine bağlıdır. Bu kaynaklar içerisinde özel yeri olan vejetasyon ekolojisinin önemi tartışılmazdır. Bu nedenle bitkilerle çevresi arasındaki ilişkilerin araştırılması, bilinmesi ve uygulamaya koyulması birçok çevre sorununun çözümünde temel olacaktır. Vejetasyon, bir bölge veya geniş bir alanın ekolojik şartlarına göre yayılmış doğal bitki örtüsüdür. Genel anlamda ekolojik istekleri, ekolojik toleransları ve rekabet güçleri benzer olan bitkilerin, çeşitli faktörlerin etkileşmesi sonucu oluşturduğu sosyolojik cemiyetlerdir (Kılınç, 2004; Ocak-verdi, 1990).

Anadolu'nun coğrafik konumu, iklimi, jeolojisi, toprak ve su kaynakları gibi ekolojik değerleri çeşitlilik göstermektedir. Avrupa, Afrika ve Asya kıtaları arasında bir köprü durumunda ve göç yolu üzerinde olması, çok kısa mesafelerde farklılık gösteren jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilik, buna bağlı olarak ortaya çıkan mikroklimalar, üç fitocoğrafik bölgenin (Avrupa-Sibirya, Akdeniz, İran-Turan) kesiştiği yerde bulunması, buzul döneminde birçok canlıya sığınak olması ve pek çok bitkinin makro-mikro gen merkezi olması gibi eşsiz özellikler ülkemizi çok zengin bir flora ve farklı vejetasyon tiplerine sahip olmasına olanak tanımıştır (Demirsoy, 1996; Karagöz ve ark., 2010).

Türkiye, bitki zenginliği açısından dünyada kıta özelliği gösteren nadir ülkelerden biridir. Avrupa Kıtasında 12.000 civarında çiçekli bitki türü yetiştiği bilinirken ülkemizde bu sayı 10.000'in üzerinde olup bunların 3000'den fazlası da endemiktir (Ekim, 2002). Türk bilim insanlarının Türkiye florasını resimli ve Türkçe yazmasına başlamasıyla beraber Türkiye Bitkileri Listesi (Güner ve ark., 2012) kitabı ile o yıla kadar tüm literatürde var olan ülkemiz florasına ait damarlı bitkiler derlenmiş, geçerli taksonlar ve sinonimler saptanmıştır. Bu verilere göre Türkiye florası;

- 167 familya
- 1321 cins

- 10.036 tür
- 11.707 damarlı bitki taksonu (alttür, varyete, hibrit) içermektedir ve bu taksonların 3649'u (%31,82) endemiktir (Güner ve ark., 2012).

Hatay İli, Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz Bölgesi'nin doğu ucunda yer alır. Sulak alanları, kıyı kumulları, ovaları, makilik ve ormanlık alanlarıyla yüksek biyoçeşitlilik gösteren bir bölgedir. Toroslar'ın en doğu ucunu oluşturan İskenderun Körfezi'nin hemen doğusunda yükselen Amanos Dağları, ihtiva ettiği 251'i endemik 1580 bitki türü ile çok zengin bir habitat oluşturmaktadır. Türkiye'de tür çeşitliliği açısından en zengin doğa alanıdır. Bu taksonlar kıyıdağlından itibaren üç kuşak halinde tanımlanabilir; kıyılarda Akdeniz bitki örtüsü olan "maki", yukarılara çıkıldıkça Akdeniz ve Karadeniz bitki örtüsü özelliklerine sahip "ormanlar" ve orman üst sınırı üzerindeki "yüksek dağ bozkırı" bitki örtüsüdür. Dağın bitki örtüsünü oluşturan türlerin % 65'i Akdeniz, % 19'u Avrupa Sibirya ve % 2,5'i İran-Turan elementlerine ait türlerden meydana gelmektedir (Zohary, 1973; Akman, 1973a; Akman, 1973b; Yılmaz, 1996; Byfield ve ark., 2005; Güzelmansur ve ark., 2013; Ege, 2014).

Ülkemizin zengin biyoçeşitlilik ve genetik kaynakları, başta yabancı araştırmacılar olmak üzere çok sayıda bilim insanının dikkatini çekmiş ve yaptıkları çalışmalarla ülkemizin flora ve vejetasyonunu tanımlamaya çalışmışlardır. Flora ve vejetasyonu zengin olan Anadolu'da son yıllarda Ege, Karadeniz, Orta Anadolu ve Güney Batı Anadolu'da ayrıntılı çalışmalar yapılmış ve bu bölgelerdeki fitososyolojik birimlerin ortaya koyulmasında hayli yol alınmıştır. Ancak Güney Anadolu'nun Doğu Akdeniz Bölgesi'nde özellikle vejetasyon konusunda sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Hatay ili sınırlarında bulunan Fenik Yaylası'nın araştırma alanı olarak seçilmesinin ilk nedeni, bölge vejetasyonundaki çalışma eksikliğini kısmen de olsa giderebilmektir. Ayrıca flora ve vejetasyon yönünden çok zengin olan Doğu Akdeniz Bölgesi'nin bu kesimlerinde daha önce bitki sosyolojisi ve ekolojisi yönünden araştırma yapılmaması, birden fazla mikroklima alanı olan vadi içermesi, buraya has bitki birliklerini içeren

farklı ekosistemler oluşturması ve insan kaynaklı tahribatın hızla sürmesi Fenik Yaylası'nın çalışma alanı olarak seçilmesinin diğer nedenleridir.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın materyalini, Hatay ili Yayladağı ilçesi sınırlarındaki Fenik Yaylası ve çevresinde bulunan bitki örtüsü oluşturmaktadır. Arazi çalışmaları 2004-2007 yılları arasında yapılmıştır.

Araştırma alanının tanımı ve coğrafik durumu

Hatay ili Yayladağı ilçesi sınırlarındaki Fenik Yaylası ve çevresinin sınırı; batıda Akdeniz, kuzey-batıda Meydan Köyü, kuzeyde Karaköse, güneyde Yeditepe ve doğuda Yeşiltepe yerleşim alanları ile çevrelenmiştir. Coğrafik olarak $36^{\circ} 00' 395'' - 35^{\circ} 59' 365''$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ} 00' 324'' - 35^{\circ} 58' 801''$ doğu boylamları aralığında ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nin güney ucunda bulunmaktadır (Şekil 1).

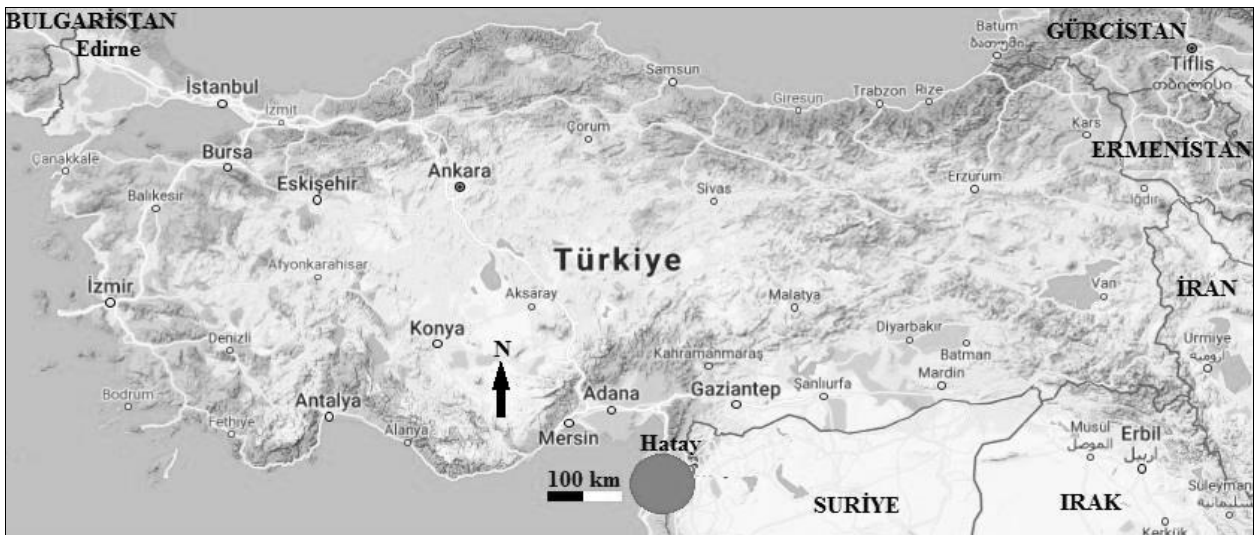
Fenik Yaylası Doğu Akdeniz'de Amanoslar Dağ Kuşağında, Samandağ ve Yayladağı sınırları arasında 61 km^2 'lik engebeli ve dağlık bir arazi yapısına sahiptir. P.H. Davis'in Grid sistemine göre Fenik Yaylası'nın çok küçük bölümü C5, geri kalan bölümü C6 karesindedir.

Araştırma alanının kısa jeolojisi

Araştırma alanı Mezozoik (alt ve üst kretase), Tersiyer (üst paleosen ve orta eosen) oluşukları ile temsil edilmiş, ayrıca az miktarda Kvarterner sedimanları da vardır. Plütonizma ile ilgili olarak ofiolitler bölgede geniş alanlar işgal etmektedir (Atalay, 1987; Tamer, 1974; Yılmaz ve ark., 1984).

Araştırma alanının iklimi

İklim, yeryüzündeki tüm canlı ve cansız varlıkların yayılışına ve yaşamına etki eden en önemli faktördür. Bu nedenle iklimin sabit niş kullanan bitkiler için ayrı bir önemi vardır. Bitkilerin yayılışları ekolojik isteklerine, adaptasyonları da ekolojik toleranslarına bağlı olduğundan her bitki türü iklim elemanlarının ekstrem değerleri arasında yayılabilir. İklim, bitki birliklerine uygun bir ekolojik ortam hazırlamakla kalmaz hangi tür organizmalarla yaşayacaklarını ve bölgedeki ekolojik üretimlerini de belirler. Bu yüzden araştırma alanlarında iklim verilerinin belirlenmesi araştırmanın en önemli ekolojik yönünü oluşturmaktadır. İklim kavramı içerisinde dikkate alınması gereken en önemli faktörler sıcaklık, yağış, nem ve rüzgârdır. Araştırma alanı, tipik Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer alır. İklim bilgileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Samandağ Meteoroloji İstasyonu'nda yapılan 1975-2004 yılları arasındaki verilerine göre hazırlanmıştır (Şekil 2).



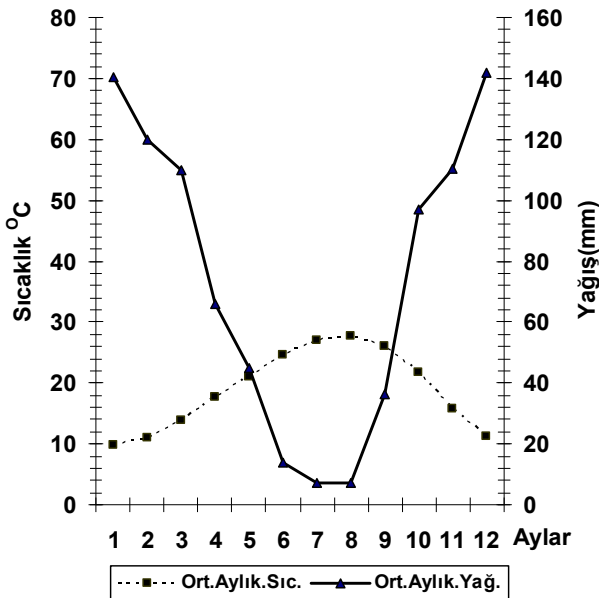
Şekil 1. Araştırma alanının haritası.
Figure 1. Map of the research area.

Yağışlar

Bölgenin yıllık yağış miktarı 895,2 mm'dir. Aylık en yüksek yağış ortalaması 142 mm ile Aralık ayında, en düşük ise 7,4 mm ile Temmuz ve Ağustos aylarındadır. En yağışlı mevsim sırasıyla Kış (Aralık 142 mm, Ocak 140,6 mm, Şubat 119,9 mm), Sonbahar (Eylül 36,2 mm, Ekim 97,1 mm, Kasım 110,3 mm), İlkbahar (Mart 109,7 mm, Nisan 65,9 mm, Mayıs 45 mm.) ve Yaz (Haziran 13,7 mm, Temmuz 7,4 mm, Ağustos 7,4 mm) dir. Bu verilere göre bölgenin yağış rejimi karakteristik doğu Akdeniz tipi olup Kış, Sonbahar, İlkbahar, Yaz (K.S.İ.Y) şeklindedir.

Sıcaklık

Bölgede ortalama yıllık sıcaklık 19 °C'dir. Burada aylık ortalama sıcaklık olarak en yüksek 27,8 °C ile Ağustos ayında, en düşük de 9,9 °C ile Ocak ayındadır. En sıcak ay Ağustos olup maksimum sıcaklık ortalaması 30,5 °C, en soğuk ay ise Ocak olup minimum sıcaklık ortalaması 6,5 °C dir.



Şekil 2. Araştırma alanının iklim diyagramı (1975-2004).
Figure 2. Climate diagram of the research area (1975-2004).

Nispi nem

Yıllık bağıl nem miktarı ortalaması %75'tir. Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül yıllık ortalamanın üzerinde olan aylardır. En yüksek

aylık ortalama bağıl nem miktarı %81 ile Haziran ve Temmuz aylarında iken, en düşük aylık ortalama bağıl nem miktarı %66 ile Kasım ayına aittir (Anonymous, 2004).

Rüzgâr

Akdeniz bölgesinde rüzgâr genellikle kışın karadan denize, yazın ise denizden karaya doğru eser (Uslu 1974). Ana ve ara yönlere ait rüzgâr diyagramına bakıldığında, rüzgârın en fazla Güneybatı yönünde estiği görülür. Aylara göre en hızlı rüzgâr 31,4 m/s hızla Ekim, en yavaş ise 18,4 m/s ile Haziran aylarına aittir (Anonymous, 2004).

Survey-envanter çalışmaları

Araştırma alanının vejetasyonuna ait bilgiler, vejetasyonun optimum geliştiği dönemlerde yapılan periyodik survey-envanter çalışmaları belirlenmiştir. Arazi çalışmaları esnasında bitki örnekleri, teşhise imkân tanıyan yapraklı ve çiçekli kısımlarıyla toplanmış, habitat özellikleri, bitki yoğunluğu, yükselti, tarih ve lokaliteler arazi defterine not edilmiştir. Toplanan bitki örnekleri yayılış alanlarında gözlemlenmiş, bitkilerin yayılış alanları, ekolojik özellikleri ve türler üzerindeki olumsuz etkiler belirlenmiştir.

Bitkilerle çevre arasındaki ilişkileri belirlemek için vejetasyonu habitat ve floristik kompozisyon bakımından temsil edecek, bitki örtüsü bakımından homojen olduğu gözlenen alanlardan örnek parseller alınmıştır. Vejetasyon araştırmaları sırasında örnek parsel yapılırken araştırmaların temeli durumundaki ekolojik verilere dayalı Braun-Blanquet (1932) metodu esas alınmıştır.

Çalışma alanındaki bitki birliklerini temsil edecek örnek alan büyüklüğü sosyolojik ilişkilere dayanan en küçük örneklik alan (minimal area) metodu kullanılarak yapılmıştır (Braun-Blanquet 1932). Birliklerin tümü maki vejetasyonu karakterli olduğundan örnek alan büyüklüğü hepsinde 400 m² olarak belirlenmiştir. Arazinin morfolojik yapısının durumu, bitki örtüsünün homojenliği ve yayılma genişliğine göre birliklerin örnek parsel sayıları farklılık göstermiştir.

Araştırma alanından alınan örnek parsellerin değerlendirilmesi sonucu ekolojik ve floristik

yönden belirgin benzerlik taşıyan kesimler bitki birliği olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan bitki birliklerine ait vejetasyon tabloları da Braun-Blanquet (1932) metodu esas alınarak yapılmıştır. Tablolarda belirlenmiş bitki birliklerini temsil eden floristik kompozisyonu oluşturan türlerin sintaksonomik kategorilere dağılışını belirlemek için Akman ve ark. (1978; 1979a; 1979b), Ocakverdi (1990), Akman (1995), Çakan (1997), Duman ve Ayaç (1994), Düzenli (1976), Quézel ve ark. (1978), Quézel ve ark. (1980), Quézel ve ark. (1992), Uslu (1977), Vural ve ark. (1994; 1999), Yolcu (2005) ve Yurdakulol (1973)'ün çalışmalarından yararlanılmıştır.

Botanik sınıflandırma

Arazi çalışmaları esnasında bitki örnekleri tüm tanımlayıcı parçalarıyla toplanmış, herbaryum tekniklerine uygun olarak kurutulmuş ve herbaryum örneği haline getirilmiştir (Seçmen ve ark., 2008; Tan ve ark., 2001). Herbaryum örnekleri önce familya ve cins düzeyinde teşhis ve tasnif edildikten sonra tür ve tür altı kategorilerinin teşhisi yapılmıştır (Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000).

Alanın büyük toprak grupları ve toprak analizleri

Araştırma alanını içine alan Amanos Dağları'nda, toprak grupları Akman (1973a)'a göre marn anakaya üzerinde erozyon topraklar, kahverengi kalkerli topraklar, kahverengi yıkanmış topraklar, kahverengi orman toprakları ve kırmızı akdeniz toprakları olmak üzere 5 toprak tipi tanımlanmıştır.

Toprak, içerdiği besin maddeleri ve bu maddelerin yeniden üretilmesini sağlayan madde döngüsü sayesinde üzerinde ve içerisinde canlı ve cansız varlıklarla birlikte başlı başına bir ekosistemdir üzerinde ve içinde yaşayan canlıları besleyen ve barındıran bir ortamdır. Bu ekosistemler, çevrenin diğer faktörleriyle birlikte uyum ve denge

sonucunda oluştuğu bilinmektedir. Toprak, jeolojik yapının parçalanmasıyla açığa çıkan çeşitli ölçülerdeki kum, kil ve silt ile canlı organik artıklarının ayrıştırılmasıyla oluşan organik maddelerin, hava ve su gibi atmosferik üyelerin karışımından oluşur. Her toprak çeşidinin özel yapısı ve bileşimi ile fiziksel ve biyolojik özellikleri vardır. Oluşumu binlerce yıl gerektiren toprağın özelliklerini yansıtan faktörlerin başında iklim, mineral madde ve üzerinde yaşayan canlılar gelir (Billings, 1968).

Araştırma alanında belirlenen bitki birliklerinin yayıldıkları topraklar hakkında bilgiler her birlikten alınan örneklerin analizi sonucu elde edilmiştir (Çizelge 1). Örnekler önce Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim Dalı laboratuvarlarında açık havada kurutulup 2 mm'lik eleklerden geçirildikten sonra kimyasal ve fiziksel analizleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

Tekstür; Bouyoucos-Hidrometre metoduyla toprak örneklerine ait (% silt, % kil ve % kum) bünye özellikleri belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962).

Su ile doygunluk; 100 gr. Hava kuru toprağın sature hale gelinceye kadar ilave edilen saf su miktarının yüzde ifadesidir (Richards, 1954).

pH; Cam ve kalomel elektrotlu Beckman pH metresi kullanıldı. pH ölçümleri saf su ile hazırlanmış ve 24 saat bekletilmiş saturasyon çamurlarında ölçülmüştür (Richards, 1954).

Kireç (CaCO₃); Scheibler kalsimetresindeki CO₂ basıncına göre sonuçlar CaCO₃ olarak hesaplanmıştır (Allison, 1965).

Organik madde (%); Walkley-Black yaş yakma sistemine göre demir sülfat titrasyonu ile yapılmıştır (Allison, 1965).

Total Azot (%); Kjeldal metoduna göre belirlendi (Bremner, 1965).

Çizelge 1. Araştırma alanındaki bitki birliklerinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları.
Table 1. Analysis results of the soil sample taken from the plant associations in the study field.

Örnek no (Sample no)	Toplam organik madde (Total organic matter)	Toplam azot (Total nitrogen)	pH	Tarla kapasitesi (Field capacity) (%)	Kireç (Lime) (CaCO ₃)	İletkenlik (Conductivity) (mS/cm)	Tekstür (Texture)	Bitki birlikleri (Plant association)
1a	5,23	0,26	6,97	38	24,5	1,34	Killi-Tın Clay-Loam	<i>Cisto- Quercetum cocciferae</i>
1b	5,38	0,27	6,86	42	23,6	1,48	Killi-Tın Clay-Loam	
2a	2,8	0,14	7,14	28	29,1	1,77	Kumlu-Kil Sandy-Clay	<i>Gynandrio- Quercetum cocciferae</i>
2b	3,5	0,17	7,09	30	26,2	1,45	Kumlu-Kil Sandy-Clay	
3a	5,3	0,27	6,99	35	12,2	1,17	Killi-Tın Clay-Loam	<i>Mryto- Quercetum cocciferae</i>
3b	6,4	0,32	6,84	44	9,4	1,19	Killi-Tın Clay-Loam	
4a	2,3	0,12	7,30	32	47,1	1,92	Kil Clay	<i>Andropogo- Quercetum cocciferae</i>
4b	2,7	0,14	7,31	34	45,9	1,71	Kil Clay	
5a	8,4	0,42	6,79	52	4,4	1,34	Killi-Tın Clay-Loam	<i>Lauro- Arbutetum andrachne</i>
5b	11,8	0,55	6,77	61	3,1	1,26	Tın Loam	
6a	7,6	0,38	6,89	48	7,6	1,38	Killi-Tın Clayey-Loam	<i>Genisto - Spartietum juncei</i>
6b	6,8	0,34	6,92	40	9,2	1,42	Killi-Tın Clay-Loam	
7a	13,2	0,65	6,72	65	2,1	1,29	Tın Loam	<i>Myrto- Ericetum manupuliflorae</i>
7b	10,4	0,52	6,87	58	3,2	1,35	Killi-Tın Clay-Loam	

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bölgede yapılan survey ve envanter çalışmalarıyla Fenik Yaylası'nda farklı iklim, toprak, anakaya, bakı ve insan faaliyetleri sonucu çeşitli bitki birliklerinin yayıldığı belirlenmiştir. Fenik Yaylası'nın vejetasyonu, batıdaki deniz seviyesinden doğuya doğru yükselen ve en yüksek noktası olan Aydınbahçe'ye (650 m.) kadar maki vejetasyonundan oluşan yatay bir tabakalaşma gösterir. Makinin hâkim türü *Quercus coccifera* olup sahildeki 35 m'den itibaren örtüş dereceleri değişen çalılıklar şeklinde yayılmıştır. Arazinin engebeli olması ve çeşitli vadilerin varlığı, burada

farklı türlerin hâkimiyetini belirlemede en önemli etken olmuştur. Bu çalışmada araştırma alanı içerisinde 7 bitki birliği tanımlanmıştır.

Alyans: *Quercion calliprini* Zohary (1962)

Ordo : *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947)

Sınıf : *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947)

1. *Cisto-Quercetum cocciferae* birliği
2. *Gynandrio-Quercetum cocciferae* birliği
3. *Myrto-Quercetum cocciferae* birliği
4. *Andropogo-Quercetum cocciferae* birliği
5. *Genisto-Spartietum juncei* birliği

6. *Myrto- Ericetum manipuliflorae* birliği

Alyans: *Ptosimopappo-Quercion* Quézel, Barbéro & Akman (1978)

Ordo : *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947)

Sınıf : *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947)

7. *Lauro-Arbutetum andrachne* birliği**Araştırma alanının vejetasyon ekolojisi****1. *Cisto- Quercetum cocciferae* birliği**

Araştırma alanında en yaygın bitki olan ve ancak 130 cm. kadar boylanabilen *Quercus coccifera* L. bitkisi birliğin de dominant türüdür. Habitatın ekolojik koşullarına uygun olarak *Cistus salviifolius* L., *Rhamnus alaternus* L., *Allium subhirsutum* L. ve *Scorzonera kotschyi* Boiss. birlik içerisinde yoğun tekrür ettiği için karakter tür olarak seçilmiştir (Çizelge 2.).

GPS koordinatları N. 35° 59' 589" ve E. 35° 59' 920" olan birlik araştırma alanının batıya bakan % 30-50 eğimli ve 130-300 m. yüksekliklerinde yayılır. Habitat % 10 kadar Rupikol özellik gösterse de çakıl oranı az olduğundan fazla hareketli değildir. Geniş gruplar halinde yayılan birliğin toprağı killi tın bünyeli, ortalama organik maddesinin % 5,4 olması hem pH'nın nötre yakınlığına hem de kireç miktarının % 24,5 şeklinde yükselmesine imkân vermiştir. Habitat hâkim batı rüzgârından fazla etkilendiğı için bitkilerde transpirasyon artmıştır. Bu durum floristik kompozisyonun zayıflamasına ve bitkilerin de bodurlaşmasına neden olmuştur. Toplam 8 örnek parsel ile tanımlanan birlik sintaksonomik olarak *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. *Cisto-Quercetum cocciferae* Birliği.Table 2. *Cisto-Quercetum cocciferae* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	1	2	3	5	4	6	7	8	Bulunma sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height) (m)	130	160	190	200	225	240	265	290	
Yön (Direction)*	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	
Eğim (Slope) (°)	45	45	50	50	50	55	55	55	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)								
Genel örtüş (General overlap) (%)	95	80	90	85	85	80	85	85	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	90	75	80	80	80	80	80	85	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	150	110	100	130	120	125	135	130	
Ot örtüş (Grass overlap) (%)	30	25	30	35	30	30	30	30	
Birliğin karakter türleri									
(Character types of the union)									
<i>Quercus coccifera</i>	34	34	33	34	33	33	34	34	V
<i>Cistus salviifolius</i>	22	22	22	22	12	22	12	22	V
<i>Rhamnus alaternus</i>	12	22	22	22	+2	22	+2	22	V
<i>Allium subhirsutum</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Scorzonera kotschyi</i>	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	.	IV
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri									
(Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)									
<i>Rubia tenuifolia</i> subsp. <i>brachypoda</i>	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri									
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)									
<i>Phillyrea latifolia</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	IV
<i>Geranium purpureum</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Quercetea ilicis</i> sınıfının karakter türleri									
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)									

Çizelge 2. Devam
Table 2. Continued

<i>Cyclamen persicum</i>	21	11	21	21	11	21	11	11	V
<i>Pistacia terebinthus</i>	+2	12	12	12	12	12	11	11	V
<i>Asparagus acutifolius</i>	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	II
<i>Melica eligulata</i>	.	.	+1	+1	+1	.	.	.	II
<i>Myrtus communis</i>	.	.	.	.	.	.	+2	+2	II
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)									
<i>Astragalus schizopterus</i>	.	+1	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Fagetali silvaticae</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Fagetali silvaticae</i> ordo)									
<i>Festuca heterophylla</i>	11	11	11	11	11	+2	11	+2	V
<i>Quercetea pubescentis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetea pubescentis</i> class)									
<i>Coronilla emerus</i> subsp. <i>emeroides</i>	+1	.	.	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Cisto-Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)									
<i>Cistus creticus</i>	11	.	11	12	12	12	22	12	V
<i>Micromeria myrtifolia</i>	+2	+1	+1	+2	+1	+1	.	+1	V
<i>Psoralea bituminosa</i>	+1	+1	.	.	.	+1	+1	+1	IV
<i>Teucrium polium</i>	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	II
<i>Themeda triandra</i>	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Astragalo-Brometea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Astragalo-Brometea</i> class)									
<i>Bromus tectorum</i>	11	11	11	12	11	11	11	12	V
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	.	II
Diğerleri (Others)									
<i>Genista acanthoclada</i>	22	12	12	12	22	22	12	22	V
<i>Piptatherum miliaceum</i>	21	21	11	11	11	11	11	11	V
<i>Dactylis glomerata</i>	11	11	11	12	11	11	+2	11	V
<i>Lotus peregrinus</i> var. <i>peregrinus</i>	11	11	+2	+2	+2	+2	+1	+1	V
<i>Galium floribundum</i> subsp. <i>floribundum</i>	+2	11	+2	11	+2	+2	11	11	V
<i>Galium verum</i>	+2	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	V
<i>Asperula arvensis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Ornithogalum narbonense</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Allium rubellum</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Minuartia mesogitana</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	11	11	.	.	+1	+1	+1	+1	IV
<i>Callipeltis cucullaria</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Carduus pycnocephalus</i> subsp. <i>albidus</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Silene aegyptiaca</i> subsp. <i>aegyptiaca</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Euophorbia taurinensis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	+1	IV
<i>Senecio vernalis</i>	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	IV
<i>Geranium rotundifolium</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	IV
<i>Ruta chalepensis</i>	.	+2	+2	+1	.	+1	+1	+1	IV
<i>Anagallis arvensis</i>	.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	IV

Çizelge 2. Devam
Table 2. Continued

<i>Stipa bromoides</i>	.	.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	IV
<i>Lolium perenne</i>	.	.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	IV
<i>Linaria chalepensis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	IV
<i>Salvia verticillata</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	IV
<i>Orobancha nana</i>	+1	.	.	+1	.	+1	+1	+1	IV
<i>Aegilops umbellulata</i>	.	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	IV
<i>Cytinus hypocistis</i>	+1	+1	+1	.	.	.	+1	.	III
<i>Micromeria graeca</i>	+1	+1	.	.	.	+1	.	+1	III
<i>Medicago polymorpha</i>	+1	+1	.	+1	+1	.	.	.	III
<i>Thlaspi annuum</i>	+1	+1	+1	+1	.	.	.	.	III
<i>Dianthus strictus</i>	+1	+1	.	.	+1	+1	.	.	III
<i>Lamium amplexicaule</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	.	.	III
<i>Scandix pecten-veneris</i>	+1	+1	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Ajuga chamaepitys</i>	+1	+1	.	+1	.	.	.	.	II
<i>Hymenocarpus circinnatus</i>	+1	.	.	+1	+1	.	.	.	II
<i>Catapodium rigidum</i>	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	II
<i>Convolvulus cantabrica</i>	+1	.	+1	.	.	.	.	.	II
<i>Ornithogalum sphaerocarpon</i>	.	+2	+2	.	.	.	.	.	II
<i>Sedum caespitosum</i>	.	.	.	+1	+1	.	.	.	II

* B: Batı (W: West).

2. *Gynandrio-Quercetum cocciferae* birliği

Quercus coccifera L. burada da hâkim durumdadır ve Samandağ sahilinin doğu ucundaki Sabra burnundan Fenik Yaylası'na doğru 40 m. yüksekliğe kadar yayılmıştır. *Gladiolus antakiensis* A.P. Hamilton lokal endemik olduğundan, *Gynandris sisyrinchium* (L) Parl., *Leontodon crispus* Vill., *Cicerbita mulgedioides* (Schult Bip. ex Vis. et Panc) Beauverd birlik içerisinde yüksek tekerrürlü olduklarından karakter tür olarak seçilmiştir (Çizelge 3).

Birlik ilkbahar başlangıcından kış aylarına kadar karakeçinin otlak alanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yerleşim alanına ve deniz kenarına yakın olduğundan hem piknik alanı olarak kullanılmakta hem de yakacak olarak aşırı kesim yapılmaktadır. O yüzden birlik içerisinde belirgin sinüzya teşekkülü olmamış ve floristik kompozisyon zayıf

kalmıştır. Bu durum % 30 eğime rağmen orta derecede erozyona yol açtığı için organik maddesi azalan toprağın kum ve kireç miktarını arttırmış, su tutma kapasitesini düşürmüştür.

Bu olumsuz etkenler, bitkilerin belli bir su stresi yaşamalarına ve azami 140 cm. boylanabilen bodur maki katının gelişmesine neden olmuştur. Ancak sıcaklık ve nemin optimum özelliği makilerde büyümenin sürekliliğini sağladığı için ekosistemin tampon gücünü koruyacak produktiviteye imkan vermiştir. GPS koordinatları N. 36° 00' 245" ve E. 35° 58' 482" olan birlik, Nisan 2005 tarihinde yapılan 9 örnek parsel ile tanımlanmıştır. Sintaksonomik olarak da *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve bunların bağlı bulunduğu *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. *Gynandrio - Quercetum cocciferae* birliği.

Table 3. *Gynandrio - Quercetum cocciferae* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	9	10	15	12	14	16	11	13	17	Buluma sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height) (m)	35	35	55	45	50	60	40	50	60	
Yön (Direction)*	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	B/W	
Eğim (Slope) (°)	25	25	30	25	25	30	20	30	35	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)									
Genel örtüş (General overlap) (%)	90	80	95	70	100	100	95	90	90	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	85	70	85	65	100	95	90	75	85	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	60	70	80	70	110	150	80	75	75	
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	25	40	30	40	20	20	40	30	15	
Birliğin karakter türleri (Character types of the union)										
<i>Quercus coccifera</i>	45	34	44	34	55	45	44	44	33	V
<i>Gynandrisis sisyrinchium</i>	11	21	+2	11	11	12	22	12	11	V
<i>Gladiolus antakiensis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Cicerbita mulgedioides</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	V
<i>Leontodon crispus subsp. asper</i>	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	+1	.	IV
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)										
<i>Rubia tenuifolia subsp. brachypoda</i>	+1	+1	+2	+1	+1	.	+1	.	.	IV
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)										
<i>Ruscus aculeatus</i>	+1	+2	11	+1	+1	.	+1	+2	.	IV
<i>Quercetea ilicis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)										
<i>Rhamnus alaternus</i>	12	22	+2	+2	+2	+2	+2	22	33	V
<i>Cyclamen persicum</i>	11	11	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	V
<i>Asparagus acutifolius</i>	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Myrtus communis</i>	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	II
<i>Pistacia terebinthus</i>	.	.	.	+2	+2	.	.	.	.	II
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)										
<i>Hypericum thymifolium</i>	+1	+1	11	.	+1	21	+1	+1	+1	V
<i>Astragalus schizopterus</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	+1	II
<i>Ouerco-Cedratalia</i> ordosu karakter türleri (Character types of the <i>Ouerco-Cedratalia</i> ordo)										
<i>Crepis reuterena subsp. reuterena</i>	+1	.	+1	.	+1	+1	.	.	.	III
<i>Briza humilis</i>	+1	.	+1	.	.	.	+1	.	.	II
<i>Fagetalia silvaticae</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Fagetalia silvaticae</i> ordo)										
<i>Festuca heterophylla</i>	+2	+2	.	+2	.	.	.	.	.	II
<i>Cisto- Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)										
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	12	12	.	+2	+2	12	.	+2	.	IV
<i>Phlomis longifolia</i>	+1	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	IV
<i>Themeda triandra</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	.	IV
<i>Daphne sericea</i>	.	.	.	11	+2	.	+2	+2	.	III
<i>Cistus creticus</i>	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	I
<i>Astragalo-Brometea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Astragalo-Brometea</i> class)										
<i>Bromus tectorum</i>	11	12	11	12	11	11	12	11	+2	V
<i>Helianthemum nummularium</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	.	+1	+1	IV

Çizelge 3. Devam
Table 3. Continued
Diğerleri (Others)

<i>Piptatherum miliaceum</i>	11	21	21	21	11	11	21	11	11	V
<i>Dactylis glomerata</i>	+2	12	11	11	11	11	12	12	11	V
<i>Lolium perenne</i>	+1	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Catapodium rigidum</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	V
<i>Crepis sancta</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	V
<i>Tordylium syriacum</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	.	V
<i>Genista acanthoclada</i>	.	.	+2	11	+2	+2	11	22	+2	IV
<i>Erodium laciniatum</i>	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	IV
<i>Euophorbia taurensis</i>	+1	+1	.	+1	+1	.	.	+1	+1	IV
<i>Minuartia mesogitana</i>	+1	11	+1	.	.	11	.	+1	11	IV
<i>Stipa bromoides</i>	.	+2	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	IV
<i>Salvia viridis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	.	+1	IV
<i>Crepis zacintha</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	.	.	+1	IV
<i>Legousia falcata</i>	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Anchusa azurea</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Trifolium repens</i>	+1	.	.	+1	.	+1	.	+1	+1	III
<i>Pancratium maritimum</i>	+1	+1	.	+1	.	.	+1	.	+1	III
<i>Trifolium angustifolium</i>	+1	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	III
<i>Galium cassium</i>	.	.	+1	+1	.	11	11	+1	.	III
<i>Linum corymbulosum</i>	.	.	+1	+1	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Geranium rotundifolium</i>	+1	.	+1	.	+1	.	.	.	+1	III
<i>Torilis arvensis</i> subsp. <i>purpurea</i>	+1	+1	.	+1	.	.	+1	.	.	III
<i>Ornithogalum sphaerocarpum</i>	+1	+2	.	+1	+1	.	.	.	.	III
<i>Anagallis arvensis</i>	+1	.	+1	+1	.	.	.	.	+1	III
<i>Valantia hispida</i>	+1	+1	.	.	.	+1	.	.	+1	III
<i>Ononis natrix</i>	+1	.	.	.	.	+1	+1	.	+1	III
<i>Vaccaria pyramidata</i>	+1	+1	.	.	.	.	+1	+1	.	III
<i>Tragopogon longirostris</i>	.	.	+1	.	+1	+1	.	.	+1	III
<i>Dianthus strictus</i>	+1	+1	.	.	.	.	+1	.	.	II
<i>Arum dioscoridis</i>	+2	+2	.	.	.	.	+2	.	.	II
<i>Lotus corniculatus</i>	+1	.	.	+1	.	.	.	.	+1	II
<i>Medicago coronota</i>	+1	.	+1	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Steptorhamphus tuberosus</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Cicerbita racemosa</i>	.	.	.	+1	.	.	+1	+1	.	II
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	+1	+1	.	.	.	.	+1	.	.	II
<i>Lotus peregrinus</i> subsp. <i>peregrinus</i>	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	II
<i>Galium floribundum</i> subsp. <i>floribundum</i>	11	.	.	.	.	.	11	.	.	II
<i>Plantago scabra</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Anarrhinum orientale</i>	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	II
<i>Avena sterilis</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Hippocrepis unisiliquosa</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Ononis viscosa</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	I

* B: Batı (W: West).

3. Myrto- Quercetum cocciferae birliği

Quercus coccifera bu kez de alandaki ilk vadinin 250-400 metrelerindeki kuzey yamaçlarında *Myrtus communis* L. ile birlik oluşturmuştur. Burası tuzlu batı rüzgarlarından etkilenmediği gibi rakım

nedeniyle de farklı ekolojik koşullar bitkilerin vitalitesini arttırmış ve floristik kompozisyonda değişmeye yol açmıştır. Böylece *Cerotonia siliqua* L., *Lavatera punctata* L. ve *Serratula cerinthifolia* (Sm.) Boiss. türleri de birlik içerisinde yüksek

tekerrürlü olduklarından karakter tür seçilmiştir (Çizelge 4).

Birliğin habitat topraklarında % 100 örtüşe varan sıklıkla orantılı olarak, bariz bir A horizonu gelişmiş ve organik madde artmıştır. Bu durum toprakta su tutma kapasitesi ve pH'nın yükselmesine, kireç miktarının ise düşmesine neden olmuştur. Böyle habitatlarda yer yer 3,5 m kadar boylanan makiler rupikol karakterli arazinin % 50 eğimine rağmen erozyonu nispeten azaltmıştır. Ancak insanların bitkileri yakacak için kestikleri ve apikal

meristemleri karakeçi sürüsünün tehdidi altında olan alanlarda 100 cm'den fazla boylanmamıştır. GPS koordinatları N. 35° 59' 53" ve E. 35° 59' 93" olan birlik habitatlarında 22 Nisan-10 Mayıs 2005 tarihlerinde 11 örnek parsel yapılarak floristik sisteme göre ekolojik olarak değerlendirilmiştir. Diğer birlikler gibi Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin karakteri olan sintaksonlarda yer alan birlik, *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. *Myrto - Quercetum cocciferae* birliği.

Table 4. *Myrto - Quercetum cocciferae* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	23	24	22	18	25	19	21	20	26	27	28	Bulama sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height) (m)	120	150	50	75	170	90	125	70	210	210	160	
Yön (Direction) *	K/N	KB/NW	K/N	K/N	KB/NW	K/N	K/N	K/N	B/W	B/W	B/W	
Eğim (Slope) (°)	50	40	25	65	65	50	65	40	65	65	65	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)											
Genel örtüş (General overlap) (%)	100	95	90	100	100	100	85	100	90	90	85	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	100	95	90	100	100	100	80	100	85	90	75	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	200	120	250	350	120	400	250	300	130	130	100	
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	20	30	10	5	20	5	35	5	30	30	35	
Birliğin karakter türleri												
(Character types of the union)												
<i>Quercus coccifera</i>	34	33	33	22	33	12	22	34	44	44	33	V
<i>Myrtus communis</i>	22	33	12	11	33	33	33	11	22	11	33	V
<i>Ceratonia siliqua</i>	12	22	22	+2	12	22	+2	.	22	12	+2	V
<i>Lavatera punctata</i>	+1	+1	.	.	+1	.	+1	+1	+1	+1	.	IV
<i>Serratula cerinthifolia</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	.	.	.	III
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri												
(Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)												
<i>Arbutus andrachne</i>	+2	+2	22	12	12	.	12	.	11	+2	+2	V
<i>Rubia tenuifolia subsp. brachypoda</i>	+1	+1	.	+1	.	.	11	.	.	.	.	II
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri												
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)												
<i>Phillyrea latifolia</i>	11	+2	22	+2	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Geranium purpureum</i>	+1	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	II
<i>Cercis siliquastrum</i>	.	.	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	I
<i>Quercetalia ilicis</i> sınıfının karakter türleri												
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)												
<i>Cyclamen persicum</i>	+1	+1	11	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+2	11	V
<i>Pistacia terebinthus</i>	33	+1	22	33	.	33	11	.	.	+2	+2	IV
<i>Smilax aspera</i>	.	+1	12	+2	+1	+2	11	+2	+1	.	.	IV
<i>Rhamnus alaternus</i>	.	.	+2	12	.	+2	+2	.	.	.	.	II
<i>Asparagus acutifolius</i>	.	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	II
<i>Melica eligulata</i>	.	+1	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1	II
<i>Jasminium fruticans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I

Çizelge 4. Devam

Table 4. Continued

Ptosimopappo-Quercion alyansının karakter türleri (Character types of Ptosimopappo-Quercion alliance)												
<i>Hypericum thymifolium</i>	11	11	+1	11	21	+2	21	.	21	21	21	V
<i>Astragalus schizopterus</i>	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
Fagetalia silvaticae ordosunun karakter türleri (Character types of the Fagetalia silvaticae ordo)												
<i>Festuca heterophylla</i>	.	+2	+2	11	11	11	.	11	11	11	11	V
Quercetea pubescentis sınıfının karakter türleri (Character types of the Quercetea pubescentis class)												
<i>Hedera helix</i>	+1	+1	+2	+1	+1	+1	.	+1	+1	11	11	V
<i>Cotinus coggyria</i>	+2	22	.	.	+2	12	.	12	11	22	22	IV
<i>Styrax officinalis</i>	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	.	.	I
<i>Coronilla emerus</i> subsp. <i>emeroides</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	I
Cisto-micromerietea sınıfının karakter türleri (Character types of the Cisto-Micromerietea class)												
<i>Micromeria myrtifolia</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	IV
<i>Daphne sericea</i>	+2	+2	.	33	+2	.	.	.	.	+2	+2	III
<i>Cistus creticus</i>	+2	11	.	.	22	.	.	.	11	22	.	III
<i>Spartium junceum</i>	+1	+1	.	.	.	+2	12	+2	.	.	.	III
<i>Themeda triandra</i>	.	.	+2	.	.	.	+2	.	.	.	.	I
<i>Phlomis longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	I
<i>Origanum syriacum</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Salvia tomentosa</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Astrogalo-Brometea sınıfının karakter türleri (Character types of the Astragalo-Brometea class)												
<i>Bromus tectorum</i>	11	11	+2	11	+2	11	.	11	11	11	+1	V
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	I
Diğerleri (Others)												
<i>Lolium perene</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Dactylis glomerata</i>	11	11	.	+1	11	+1	.	+1	11	11	11	V
<i>Stipa bromoides</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	V
<i>Aegilops umbellulata</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	IV
<i>Lotus peregrinus</i> var. <i>peregrinus</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Genista acanthoclada</i>	+2	22	.	.	22	.	+2	.	11	.	+2	III
<i>Andropogon ischaemum</i>	11	+2	.	.	21	.	.	.	22	22	11	III
<i>Carthamus lanatus</i>	.	.	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Centaurium pulchellum</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+2	.	.	.	.	III
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	II
<i>Dorycnium hirsutum</i>	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	+1	+1	II
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	.	+2	+2	.	+2	+2	.	.	.	.	II
<i>Anarrhinum orientale</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.	II
<i>Medicago coronota</i>	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	+1	.	.	II
<i>Mimuartia mesogitana</i>	+1	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	+1	II
<i>Galium verum</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	+1	II
<i>Micromeria graeca</i>	+1	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	II
<i>Ruta chalepensis</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Tordylium syriacum</i>	.	.	+1	+1	.	.	.	+1	.	.	.	II
<i>Ononis natrx</i>	.	+1	.	.	+1	.	.	.	+2	.	.	II

Çizelge 4. Devam

Table 4. Continued

<i>Bromus sterilis</i>	+1	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	II
<i>Crucianella latifolia</i>	.	.	.	11	.	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Valerianella coronata</i>	+1	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	II
<i>Torilis arvensis</i> subsp. <i>purpurea</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	.	II
<i>Linaria chalepensis</i>	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carduus pycnocephalus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	I
<i>Allium rubellum</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Anagallis arvensis</i>	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Catapodium rigidum</i>	+1	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Crepis zacintha</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Trifolium angustifolium</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Mercurialis annua</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Campanula saxonorum</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Campanula strigosa</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Umbilicus horizontalis</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Dryopteris pallida</i>	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	I
<i>Galium canum</i>	.	.	+1	.	.	.	.	+2	.	.	.	I
<i>Pterocephalus plumosus</i>	.	.	+1	.	.	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Bromus japonicus</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Pallenis spinosa</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	I
<i>Trifolium campestre</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Raphanus raphanistrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	I
<i>Arum dioscoridis</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Galium floribundum</i> subsp. <i>floribundum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Euphorbia taurensis</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Geranium rotundifolium</i>	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Convolvulus centabrica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
<i>Salvia viridis</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Trifolium repens</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Linum corymbulosum</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Sedum pallidum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Ptilostemon chamaepeuce</i>	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Rhagadiolus stellata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Linum nodiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	I
<i>Linum pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	I
<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I
<i>Alkanna confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	I

* K: Kuzey, KB: Kuzeybatı, B: Batı (N: North, NW: Northwest, W: West).

4. *Andropogo- Quercetum cocciferae* birliği

Birlik araştırma alanının % 40–50 eğimli ve 90-250 metrelerdeki batı yamaçlarında seyrek bir yayılış göstermiştir. Çünkü yamaçlar sarp ve engebeli olup insan tahribine müsait değilse de

burada iki önemli olumsuz faktör vardır. Birisi bölgenin denizden esen hâkim batı rüzgârının habitatı olumsuz etkilemesi, yaz kuraklığında neden olduğu transpirasyona cevap veremeyen çoğu otsu bitkilerin selekte olmasına ve yaprakları

kalın mum tabakası ile kaplı olmayan odunsu bitkilerin de bodur kalmasına yol açmıştır. Diğer de seyrek örtüslü habitatta çakıl ve taşlar belli sahalarda gruplaşmış olup birden fazla kanallardan akararak birleştikleri için bu çakıl yığınları bitki örtüsünden yoksundur. Böylece rupikol karakterli habitat toprak erozyonuna elverişli olduğundan A horizonunun teşekkülünü de sağlayamamıştır. Bu yüzden toprağın organik maddece zayıf kalması, buna bağlı olarak su tutma kapasitesinin düşmesine ve kireç miktarının artmasına yol açmıştır.

Yukarıdaki izah edilen ekolojik koşulların farklılığı nedeniyle *Quercus coccifera* alanın farklı mikroklimalarında farklı türlerle birlik

oluşturmaktadır. Bütün bunlar bu bitkinin bölgedeki maki türleri arasında ekolojik toleransı en yüksek olduğunu gösterir. Habitatın ekolojik özelliğine ve floristik sisteme uygun olarak birlikte ısrarla bulunan Akdeniz elementlerinden, *Andropogon distachyos* L., *Olea europaea* var. *sylvestris* (Miller) Lehr. ve *Helichrysum stoechas* (L.) Moench türleri birliğe karakter tür olarak seçilmiştir (Çizelge 5). GPS koordinatları N. 36° 00' 122" ve E. 35° 58' 558" olan birlik sintaksonomik yönden diğerleri gibi Akdeniz kökenli *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 5. *Andropogo - Quercetum cocciferae* birliği.

Table 5. *Andropogo - Quercetum cocciferae* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	36	35	37	38	39	Bulunma sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height)(m)	130	90	150	200	250	
Yön (Direction)*	B-W	B-W	B-W	B-W	B-W	
Eğim (Slope) (°)	45	45	40	50	50	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)					
Genel örtüş (General overlap) (%)	80	80	90	70	90	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	65	70	85	70	85	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	200	200	200	150	200	
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	45	30	30	25	25	
Birliğin karakter türleri (Character types of the union)						
<i>Quercus coccifera</i>	23	33	33	33	23	V
<i>Andropogon distachyos</i>	12	11	11	11	11	V
<i>Olea europaea subsp. sylvestris</i>	12	12	22	11	22	V
<i>Helichrysum stoechas</i>	+2	+1	+1	+1	.	IV
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)						
<i>Rubia tenuifolia</i> subsp. <i>brachypoda</i>	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Arbutus andrachne</i>	.	.	.	+2	+2	II
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)						
<i>Ceratonia siliqua</i>	+2	+2	+2	.	.	III
<i>Quercetea ilicis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)						
<i>Rhamnus alaternus</i>	22	12	12	12	12	V
<i>Pistacia terebinthus</i>	+2	+2	12	11	+2	V
<i>Myrtus communis</i>	11	12	12	+2	22	V
<i>Cyclamen persicum</i>	+2	+1	+1	+1	+2	V
<i>Asparagus acutifolius</i>	+1	.	+1	.	+1	III
<i>Jasminum fruticans</i>	+1	+1	+2	.	.	III
<i>Smilax aspera</i>	.	.	+1	.	+1	II
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)						

Çizelge 5. Devam
Table 5. Continued

<i>Astragalus schizopterus</i>	+1	+1	.	.	.	II
<i>Fagetalia silvaticae</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Fagetalia silvaticae</i> ordo)						
<i>Festuca heterophylla</i>	11	11	11	+2	+2	V
<i>Quercetea pubescentis</i> Sınıfının Karakter Türleri (Character types of the <i>Quercetea pubescentis</i> class)						
<i>Cotinus coggyrea</i>	+2	+2	12	12	+2	V
<i>Coronilla emerus</i> subsp. <i>emeroides</i>	+1	+1	.	+1	.	III
<i>Cisto Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)						
<i>Cistus creticus</i>	22	+2	22	12	.	IV
<i>Micromeria myrtifolia</i>	+1	+1	+1	+1	.	IV
<i>Spartium junceum</i>	+2	+2	+2	.	.	III
<i>Astragalo-Brometea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Astragalo-Brometea</i> class)						
<i>Bromus tectorum</i>	11	11	+2	.	.	III
<i>Helianthemum nummularium</i>	+1	.	+1	.	+1	III
Diğerleri (Others)						
<i>Genista acanthoclada</i>	+2	+2	11	11	+2	V
<i>Dactylis glomerata</i>	12	11	11	+2	11	V
<i>Ruta chalepensis</i>	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Stipa bromoides</i>	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Lolium perenne</i>	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Carthamus lanatus</i>	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Trifolium angustifolium</i>	+1	+1	.	+1	+1	IV
<i>Tordylium syriacum</i>	+1	.	+1	+2	+2	IV
<i>Galium cassium</i>	+1	+1	.	+1	+1	IV
<i>Linum corymbulosum</i>	+1	+1	+1	+1	.	IV
<i>Dorycnium hirsutum</i>	+1	.	+1	+2	+1	IV
<i>Galium verum</i>	+1	.	.	+1	+1	III
<i>Lamium amplexicaule</i>	+1	+1	+1	.	.	III
<i>Lotus corniculatus</i>	+1	+1	.	+1	.	III
<i>Medicago coronota</i>	+1	.	+1	+1	.	III
<i>Crucianella latifolia</i>	+1	.	+1	.	+1	III
<i>Torilis arvensis</i>	.	+1	+1	+1	.	III
<i>Trifolium campstre</i>	+1	+1	.	.	+1	III
<i>Piptatherum miliaceum</i>	11	.	.	11	11	III
<i>Medicago polymorpha</i>	+1	+1	.	.	.	II
<i>Linaria chalepensis</i>	+1	+1	.	.	.	II
<i>Dianthus strictus</i>	.	+1	+1	.	.	II
<i>Aegilops umbellulata</i>	.	+1	.	.	+1	II
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	+1	+2	.	.	.	II
<i>Trifolium repens</i>	+1	.	.	+1	.	II
<i>Ononis natrix</i>	+1	+2	.	.	.	II
<i>Linum nodiflorum</i>	+1	+1	.	.	.	II
<i>Linum pubescens</i>	+1	.	.	.	.	I

* B: Batı (W: West).

5. *Genisto-Spartietum juncei* birliği

Spartium junceum L bitkisi nispeten serin habitatları tercih ettiğinden, ilk iki vadi arasında doğuya yükselen bayırın kuzeye bakan yamaçlarında birlik oluşturmuştur. Yamacın güneş alan fazla eğimli kserofit kısımlarında *Genista acanthoclada* DC. ko-dominant duruma geçmiştir. Böylece her iki bitki habitatı % 90-100 örterek ışık rekabetinden dolayı floristik kompozisyonun zayıf kalmasına neden olmuştur. Bu özel mikroklimada sık tekerrür eden *Ainsworthia trachycarpa* Boiss., *Ferulago cassia* Boiss. ve *Michauxia campanuloides* L'Herit Exaiton Doğu Akdeniz elementleri olup birliğin diğer karakter türleridir (Çiğelge 6).

Genelde dominant ve ko-dominant şeklinde iki farklı türden oluşan birliklerde türlerin örtüş bollukları bireysel olmasına rağmen burada *Spartium* ve *Genista* daha çok gruplar halinde habitatı paylaşmışlardır. Bu ilginç özellik, habitatın güneşlenme durumu ile toprak yapısı ve derinliğinden kaynaklanır. GPS koordinatları N. 35° 59' 941" ve E. 35° 58' 858" olan birlik 6 örnek parsel yapılarak tanımlanmıştır. Sintaksonomik olarak da Akdeniz fitocoğrafik orijinli *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 6. *Genisto - Spartietum juncei* birliği.
Table 6. *Genisto - Spartietum juncei* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	42	40	41	43	45	44	Bulunma sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height)(m)	250	220	230	275	310	290	
Yön (Direction)*	KB/NW	B/W	KB/NW	KB/NW	KB/NW	KB/NW	
Eğim (Slope) (°)	70	50	50	50	60	50	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)						
Genel örtüş (General overlap) (%)	100	100	100	100	100	100	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	100	90	100	95	100	95	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	350	200	300	350	350	350	
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	10	25	20	10	15	20	
Birliğin karakter türleri (Character types of the union)							
<i>Spartium junceum</i>	33	22	34	34	34	33	V
<i>Genista acanthoclada</i>	22	22	22	23	+1	22	V
<i>Ainsworthia trachycarpa</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Ferulago cassia</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Michauxia campanuloides</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)							
<i>Quercus coccifera</i>	+2	+2	+2	+2	12	+2	V
<i>Rubia tenuifolia</i> subsp. <i>brachypoda</i>	+1	.	+1	+2	+1	+1	V
<i>Arbutus andrachne</i>	12	+2	22	.	+2	+2	V
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)							
<i>Ceratonia siliqua</i>	.	.	.	.	+2	+2	II
<i>Quercetea ilicis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)							
<i>Cyclamen persicum</i>	+2	11	+2	+2	+2	+2	V
<i>Pistacia terebinthus</i>	+2	11	22	22	22	22	V
<i>Smilax aspera</i>	11	+2	+2	11	+2	+2	V
<i>Rhamnus alaternus</i>	+2	+2	+2	+2	+2	.	V
<i>Asparagus acutifolius</i>	+1	+1	+1	.	+1	+1	V
<i>Myrtus communis</i>	11	22	.	.	.	.	II
<i>Melica eligulata</i>	.	.	.	.	+1	+1	II
<i>Jasminum fruticans</i>	.	11	.	.	.	.	I
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)							

Çizelge 6. Devam
Table 6. Continued

<i>Hypericum thymifolium</i>	11	11	11	11	11	11	V
<i>Fagetalia silvaticae</i> ordosunun karakter türleri (Character types of the <i>Fagetalia silvaticae</i> ordo)							
<i>Festuca heterophylla</i>	+2	11	11	11	11	11	V
<i>Quercetea pubescentis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetea pubescentis</i> class)							
<i>Cotinus coggyria</i>	+2	11	11	+2	11	22	V
<i>Cisto- Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)							
<i>Cistus creticus</i>	11	11	11	21	11	11	V
<i>Psoralea bituminosa</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	V
<i>Themeda triandra</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	V
<i>Micromeria myrtifolia</i>	+1	.	+1	+1	.	.	III
<i>Astragalo-Brometea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Astragalo-Brometea</i> class)							
<i>Bromus tectorum</i>	+1	+2	+2	+1	+2	+2	V
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	+1	.	.	.	.	I
Diğerleri (Others)							
<i>Piptatherum miliaceum</i>	11	11	11	+2	+2	+2	V
<i>Dactylis glomerata</i>	+2	11	11	+2	+2	11	V
<i>Galium verum</i>	+1	.	+1	+1	+1	+1	V
<i>Anagallis arvensis</i>	+1	.	.	+1	+1	+1	IV
<i>Lolium perenne</i>	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Aegilops umbellulata</i>	+1	.	+1	+1	+1	.	IV
<i>Stipa bromoides</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Trifolium angustifolium</i>	+1	.	+1	+1	.	.	III
<i>Tordylium syriacum</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Carthamus lanatus</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Pterocephalus plumosus</i>	+1	.	+1	+1	.	.	III
<i>Sanquisorba minor</i>	+1	.	+1	+1	.	.	III
<i>Trifolium repens</i>	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Linaria chalepensis</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Dianthus strictus</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Medicago coronata</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Crucianella latifolia</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Nepeta flavida</i>	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Thesium arvense</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Cynoglossum creticum</i>	.	+1	.	.	.	.	I

* KB: Kuzeybatı, B: Batı (NW: Northwest, W: West).

6. Myrto- Ericetum manipuliiflorae birliği

Erica manipuliiflora Salise. bölgedeki iki vadi arasında doğuya yükselen bayırın sonlandığı doğu ve kuzey yamaçların 545-620 metrelerinde birlik oluşturmuştur. GPS koordinatları N. 35° 59' 368" ve E. 36° 00' 321" olan birliğin ko-dominant türü *Myrtus communis* L. dir. Doğu Akdeniz elementi

olan ve diğer birliklerde tekerrür etmeyen *Rhamnus oleodies* L. ssp. *graecus* (Boiss. et Reul) Holmboe ile *Piptatherum coeruleum* (Desf.) P. Beauv. karakter tür olarak seçilmiştir (Çizelge 7).

Birlik içerisinde çok zayıf ağaç katı oluşturan *Pinus brutia* Ten., geçmişte bölgenin hakim ormanı iken aşırı kesim sonucu regresiv gelişime

geçmiştir. Akdeniz'in diğer sahilleri ve Ege sahillerinde olduğu gibi bu tahribat sonucu *Erica* hâkim duruma geçmiştir. Birlik habitatının doğu ve kuzey yönlerinin vadilere komşu olması, makilerde vitaliteyi olumlu etkilediğinden zemin örtüsünü de % 100'e yükseltmiştir. Bu durum toprağın organik maddesini % 13,2'ye yükseltirken, pH' sını da 6,72

şeklinde hafif asitliğe yönelmiştir. İnsan tahribi nedeniyle regresiv gelişimin devam etmesi nedeniyle birlik sintaksonomik olarak herhangi bir ordo ile temsil edilemedi. Ancak *Quercion calliprini* Zohary (1962) alyansı ile *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 7. *Myrto - Ericetum manipuliiflorae* birliği.

Table 7. *Myrto - Ericetum manipuliiflorae* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	48	51	47	46	49	50	Bulunma sınıfı (Presence class)
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400	
Yükseklik (Height)(m)	570	620	560	545	585	600	
Yön (Direction)*	G/S	G/S	G/S	G/S	G/S	G/S	
Eğim (Slope) (°)	25	40	20	15	25	30	
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)						
Genel örtüş (General Overlap) (%)	100	100	95	95	95	90	
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	100	100	90	90	95	90	
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	125	80	75	70	75	80	
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	10	20	20	20	20	15	
Birliğin karakter türleri (Character types of the union)							
<i>Erica manipuliiflora</i>	33	34	34	34	34	33	V
<i>Myrtus communis</i>	22	22	22	22	22	22	V
<i>Rhamnus oleoides</i> subsp. <i>graecus</i>	+1	+1	+2	+1	+1	+1	V
<i>Piptatherum coeruleescens</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)							
<i>Quercus coccifera</i>	+2	+2	+2	+1	+1	+1	V
<i>Arbutus andrachne</i>	22	12	+2	+2	11	.	V
<i>Rubia tenuifolia</i> subsp. <i>brachypoda</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Quercetalia ilicis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)							
<i>Pinus brutia</i>	+2	11	+1	+1	+1	+1	V
<i>Jasminum fruticans</i>	+1	+2	+2	+1	+1	+1	V
<i>Melica eligulata</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Smilax aspera</i>	+1	+1	+1	+1	+1	.	V
<i>Pistacia terebinthus</i>	+2	.	11	+2	.	+2	IV
<i>Asparagus acutifolius</i>	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Rhamnus alaternus</i>	+1	.	.	+1	+1	.	III
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri (Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)							
<i>Hypericum thymifolium</i>	+2	11	11	+2	+1	+2	V
<i>Quercetalia pubescentis</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Quercetalia pubescentis</i> class)							
<i>Cotinus coggyria</i>	+2	+1	11	+1	+1	+1	V
<i>Cisto-Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)							
<i>Cistus creticus</i>	11	11	11	11	11	12	V
<i>Phlomis longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Daphne sericea</i>	+2	12	.	.	.	11	III
<i>Micromeria myrtifolia</i>	.	+1	.	.	+1	+1	III
<i>Spartium junceum</i>	12	.	.	+2	.	.	II
<i>Astragalo-Brometalia</i> sınıfının karakter türleri (Character types of the <i>Astragalo-Brometalia</i> class)							

Çizelge 7. Devam
Table 7. Continued

<i>Helianthemum nummularium</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	IV
<i>Bromus tectorum</i>	+1	+1	.	.	.	.	II
Diğerleri (Others)							
<i>Genista acanthoclada</i>	+2	12	12	12	+2	+2	V
<i>Piptatherum miliaceum</i>	11	11	11	11	11	11	V
<i>Dactylis glomerata</i>	+2	+2	+2	+2	+2	2	V
<i>Stipa bromoides</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Lolium perenne</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Centaurium erythraea</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Dorycnium hirsutum</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	V
<i>Carthamus lanatus</i>	+1	+1	.	.	+1	+1	IV
<i>Salvia viridis</i>	.	+1	.	.	+1	+1	III
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	+1	+1	.	.	+1	III
<i>Cytisopsis dorycnifolia subsp. dorycnifolia</i>	11	11	+2	.	.	.	III
<i>Orchis anatolica</i>	+1	.	+1	.	+1	.	III
<i>Aegilops umbellulata</i>	.	.	+1	+1	.	.	II
<i>Ainsworthia tranchycarpa</i>	.	.	+1	.	+1	.	II

* G: Güney (S: South).

7. *Lauro-Arbutetum andrachne* birliği

Araştırma alanında vejetasyon yoğunluğunun ve bitkilerdeki vitalitenin en yüksek seviyedeki bitki birliği olup hâkim türü *Arbutus andrachne* L. dir. Birlik vadilerin kuzeye bakan güney yamaçların 210-350 metre 50-65 derece eğimli sarp arazide yayılmıştır. Bu durum vadinin açık tarafından gelen hızlı rüzgârların bitkilerde aşırı transpirasyonu engellediği gibi fotosentezin hızını da yükselterek bitkilerin boyca uzamasını kolaylaştırmıştır. Ayrıca toprak suyunun buharlaşmasını ve bitkilerin su stresi yaşamamasını önleyerek büyüme ve gelişmelerini artırmıştır. Böylece örtüş-bolluk oranı yükselen bitkiler zemine uzun gün bitkilerin girişine izin vermediği için floristik kompozisyon zayıftır. Bu habitatta ısrarla bulunan ve örtü bolluğu yüksek Akdeniz elementi olan *Laurus nobilis* L. de ko-dominant olup birliğin belirleyici karakter türüdür.

Yine bu özel habitatta ısrarla bulunan *Veronica leiocarpa* Boiss. ve *Asplenium adianthum-nigra* L. higrofil bitkiler de birliğin diğer karakter türleridir (Çizelge 8).

Lauro-Arbutetum andrachne birliğinin bu özel ekolojik döngüsünde, habitat toprağında bariz A horizonu ve zengin organik madde oluşmuştur. Bu durum killi-tın bünyeli toprakta kireç miktarının düşmesini, pH'ın asit yönünde yükselmesini ve su tutma kapasitesinin de artmasını sağlamıştır. GPS koordinatları N. 36° 00' 912" ve E. 35° 58' 734" olan ve 6 örnek parsel yapılan birlik yukarıdaki ekolojik özellikleri nedeniyle, floristik açıdan da komşu birliklerden farklıdır. Vadinin bu mikroklimatik yapısı, birliğin *Ptosimopappo-Quercion* Quézel, Barbero at Akman (1978) alyansı, *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) ordosu ve *Quercetalia ilicis* Braun-Blanquet (1947) sınıfına dâhil etmiştir.

Çizelge 8. *Lauro-Arbutetum andrachne* birliği.Table 8. *Lauro-Arbutetum andrachne* plant association.

Örnek parsel no (Sample parcel number)	30	31	29	32	33	34	Bulunma sınıfı (Presence class)	
Alan genişliği (Field width) (m ²)	400	400	400	400	400	400		
Yükseklik (Height)(m)	230	245	210	265	290	310		
Yön (Direction)	G/S	G/S	G/S	G/S	G/S	G/S		
Eğim (Slope) (°)	65	60	65	65	50	60		
Anakaya (Bedrock)	Kireçtaşı (Limestone)							
Genel örtüş (General overlap) (%)	100	100	95	100	100	100		
Çalı örtüş (Shrub overlap) (%)	100	100	95	100	100	100		
Çalı boyu (Shrub length) (cm)	350	400	300	450	500	500		
Ot örtüş (Grass overlap)(%)	15	15	20	10	5	10		
Birliğin karakter türleri								
(Character types of the union)								
<i>Arbutus andrachne</i>	44	45	34	34	44	44	V	
<i>Laurus nobilis</i>	32	22	22	22	23	23	V	
<i>Veronica leiocarpa</i>	+1	+1	11	+1	+1	+1	V	
<i>Asplenium adianthum-nigrum</i>	11	11	11	11	11	11	V	
<i>Ptosimopappo-Quercion</i> alyansının karakter türleri								
(Character types of <i>Ptosimopappo-Quercion</i> alliance)								
<i>Hypericum thymifolium</i>	+2	11	+1	11	+1	11	V	
<i>Astragalus schizopterus</i>	.	+1	.	+1	+1	+1	IV	
<i>Quercetalia ilicis</i> ordosunun karakter türleri								
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> ordo)								
<i>Phillyrea latifolia</i>	22	11	11	.	.	.	III	
<i>Ceratonia siliqua</i>	+2	+2	+2	.	.	.	III	
<i>Quercetalia ilicis</i> Sınıfının Karakter Türleri								
(Character types of the <i>Quercetalia ilicis</i> class)								
<i>Cyclamen persicum</i>	+2	+1	+2	+2	+1	+2	V	
<i>Smilax aspera</i>	+2	11	+2	11	11	12	V	
<i>Asparagus acutifolius</i>	.	+1	+1	+2	+2	+2	V	
<i>Jasminum fruticans</i>	+1	+2	.	+1	+2	+2	V	
<i>Pistacia terebinthus</i>	.	11	.	12	11	11	IV	
<i>Myrtus communis</i>	22	+2	11	.	22	.	IV	
<i>Quercion calliprini</i> alyansının karakter türleri								
(Character types of <i>Quercion calliprini</i> alliance)								
<i>Quercus coccifera</i>	+2	12	12	11	22	11	V	
<i>Fagetalia silvaticae</i> ordosunun karakter türleri								
(Character types of the <i>Fagetalia silvaticae</i> ordo)								
<i>Festuca heterophylla</i>	+2	+2	11	+2	+2	11	V	
<i>Quercetalia pubescentis</i> sınıfının karakter türleri								
(Character types of the <i>Quercetalia pubescentis</i> class)								
<i>Styrax affinalis</i>	+2	+2	11	11	11	11	V	
<i>Cotinus coggyria</i>	+2	+2	.	12	.	.	III	
<i>Cisto- Micromerietea</i> sınıfının karakter türleri								
(Character types of the <i>Cisto-Micromerietea</i> class)								
<i>Daphne sericea</i>	11	.	22	+2	.	.	III	
<i>Cistus creticus</i>	+2	+2	+2	.	.	.	III	
<i>Micromeria myrtifolia</i>	+2	+1	+2	.	.	.	III	
<i>Spartium junceum</i>	.	.	.	+2	11	+2	III	
<i>Astragalo-Brometea</i> sınıfının karakter türleri								
(Character types of the <i>Astragalo-Brometea</i> class)								
<i>Bromus tectorum</i>	+2	+2	+2	+1	+1	+1	V	
Diğerleri (Others)								

Çizelge 8. Devam
Table 8. Continued

<i>Piptatherum miliaceum</i>	11	+2	11	+2	+2	+2	V
<i>Dactylis glomerata</i>	+2	+2	+2	+2	+1	+1	V
<i>Lolium perenne</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	V
<i>Dryopteris pallida</i>	+2	+2	+2	+1	+1	+2	V
<i>Stipa bromoides</i>	+1	+1	.	+1	+1	+1	V
<i>Ruta chalepensis</i>	.	+1	.	+1	+1	+1	IV
<i>Aeligops umbellulata</i>	.	+1	+1	+1	+1	.	IV
<i>Lotus corniculatus</i>	+1	+1	+1	+1	.	.	IV
<i>Galium floribundum</i> subsp. <i>floribundum</i>	+2	+1	+1	.	.	.	III
<i>Trifolium angustifolium</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Trifolium campestre</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Dorycnium hirsutum</i>	+1	+1	+1	.	.	.	III
<i>Genista acanthoclada</i>	+2	.	+2	.	.	.	II
<i>Polypogon viridis</i>	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Salvia viridis</i>	.	+1	.	+1	.	.	II
<i>Crepis sancta</i>	+1	+1	.	.	.	.	II
<i>Crepis zacintha</i>	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Linum corymbulosum</i>	+1	.	+2	.	.	.	II
<i>Linum nodiflorum</i>	+1	.	+1	.	.	.	II
<i>Galium verum</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Scandix pecten-veneris</i>	.	+1	.	.	.	.	I
<i>Catapodium rigidum</i>	+1	.	.	.	.	.	I
<i>Trifolium repens</i>	.	.	+1	.	.	.	I
<i>Centaurium erythraea</i>	+1	.	.	.	.	.	I

* G: Güney (S: South).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma alanı Fenik Yaylası Yayladağı ilçesine bağlı olmasına rağmen Samandağ ilçesi ve Akdeniz sahili ile sınır teşkil etmektedir. 2004-2007 yılları arasında vejetasyonun optimum geliştiği dönemlerde yapılan periyodik survey ve envanter çalışmalarıyla Fenik Yaylası ve çevresinin fitososyolojik ve ekolojik koşulları değerlendirilerek bu bölgede 7 bitki birliği tanımlanmıştır. Bitki birliklerinin floristik kompozisyonu ile iklim ve toprak verileri arasında mümkün olduğunca ilişki kurularak ekolojik değerlendirmeler yapılmıştır.

Belirlenen bitki birliklerinde toprağı tın ve killi tın bünyeli, ortalama organik maddesi yüksek olan alanlarda toprakta bariz bir A horizonu gelişmiştir.

Bu durum toprakta su tutma kapasitesinin artmasına kireç miktarının ise düşmesine neden olmuştur. Böyle habitatlarda 3,5 metreye kadar boylanan sık bitki örtüsü gelişmiş ve rupikol karakterli arazinin % 50 eğimine rağmen toprak erozyonu azaltmıştır. Ancak kil ve kumlu-kil bünyeli topraklarda yayılış gösteren birliklerde toprakta organik madde bariz olarak azalarak A horizonunun teşekkülünü sağlayamamıştır. Toprağın organik maddece zayıf kalması, buna bağlı olarak toprağın su tutma kapasitesinin düşmesine, kireç miktarının artmasına ve bitki örtüsünün seyrek örtüslü olmasına yol açmıştır. Habitatta, çakıl ve taşların belli sahalarda gruplaştığı alanlar bitki örtüsünden yoksundur. Bu durum rupikol karakterli habitatlarda toprak erozyonunu hızlandırmaktadır.

İklim, yeryüzündeki tüm canlı ve cansız varlıkların yayılışına ve yaşamına etki eden en önemli faktördür. Bu nedenle iklimin sabit niş kullanan bitkiler için ayrı bir önemi vardır. Bu yüzden araştırma alanlarında iklim verilerinin belirlenmesi araştırmanın en önemli ekolojik yönünü oluşturmaktadır. İklim kavramı içerisinde dikkate alınması gereken en önemli faktörler sıcaklık, yağış, nem ve rüzgârdır.

Akdeniz bölgesinde rüzgâr genellikle kışın karadan denize, yazın ise denizden karaya doğru eser (Uslu 1974). Araştırma alanında rüzgârın en fazla Güneybatı yönünde ve aylara göre en hızlı rüzgâr 31,4 m/s hızla Ekim ayında estiği görülmektedir (Anonymous, 2004). Bölgenin hâkim rüzgâr hızı ve yönü denize yakın uzanan vadilerde yayılan bitki birlikleri için çok önemlidir. Çünkü bu yönde şiddetli esen rüzgâr, vadilerin güneye bakan yamaçlarında hem evapotranspirasyon yoluyla toprak suyunun hızla buharlaşmasına hem de bitkilerin transpirasyon hızını artırarak su stresi yaşamalarına yol açmıştır. Bu nedenle gerek bitki birlikleri gerekse buradaki bitki türleri ve bunların fizyonomisi değişmektedir. O yüzden bu habitatlardaki bitkiler kısa boylu bodur kaldıkları gibi habitattaki genel örtüş oranları da büyük ölçüde zayıflamış ve eğimi fazla olan yerlerde toprak erozyonu hızlanmıştır.

Bölgenin yıllık yağış miktarı 895,2 mm'dir. Ancak, araştırma alanı bitki örtüsünün optimum gelişim gösterdiği dönem olan Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında en düşük yağış miktarını almaktadır (Anonymous, 2004). Vegetasyonun canlı olduğu Nisan-Eylül ayları arasında hava neminin % 75'i (Anonymous, 2004) geçmesi önemli bir etkidir. Çünkü yüksek nem, çok az yağış alan yaz kuraklığında bitkilerin güneşten etkilenme derecesini azaltmaktadır. Bu dönem aralığındaki sıcaklık ve nemin optimum özelliği makilerde büyümenin sürekliliğini sağladığından dolayı ekosistemin tampon gücünü koruyacak produktiviteye imkan vermesidir.

Araştırma alanına özel ekolojik anlam kazandıran vadiler, Samandağ Meydan köyünden itibaren Kel Dağı'nın kuzeyindeki Gözlüce ve Aydınbahçe

yerleşim birimlerine kadar uzanır. Vadilerin bitiş noktasında arazinin bakışı ve yüksekliğine göre de özellikle maki bitki türlerinin hâkimiyeti değişir. Vadilerin güneye bakan yamaçları ve dışında kalan alanlar %70-80 örtüslü *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*, *Pistacia terebinthus*, *Cotinus coggygria*, *Genista acanthoclada*, *Cistus salviifolius* ve *C. creticus* türlerinden ibarettir. Ancak vadiler arasındaki yamaçların zirvelerinden aşağıya inildikçe eğimin arttığı yamaçlarda bitki örtüsü daha sık ve iyi gelişmiştir. Özellikle kuzeye bakan % 50-75 eğimli sarp yamaçlarda yakıcı güneşin etkisi ve insan tahribi az olduğu için makiler çok iyi geliştiği gibi örtüş-bolluk durumları da artmıştır. Ayrıca bu durum vadinin açık tarafından gelen hızlı rüzgârların bitkilerde aşırı transpirasyonu engellediği gibi fotosentezin hızını da yükselterek bitkilerin boyca uzamasını kolaylaştırmıştır. *Arbutus andrachne* ve *Spartium junceum* hâkim durumda olduğu bu yamaçlarda örtüş %100 kadardır.

Günümüzde hızla artan insan nüfusu lüks yaşamı için doğal ortamları hızla kirletmektedir. Doğal ortamların bütünleyicisi ve iklime denge kazandıran bitki örtüsü, en fazla tahrip edilen varlıktır. İnsanlar, biyosferde işgal ettiği gerçek çevre olan akuatik ve karasal ekosistemlerin hemen tümünü kontrol etmeye başlamasından itibaren israfa dönüşen sömürücü baskıyla yok edici bir rolü üstlenmiştir. Fenik Yaylası ve çevresinin doğal bitki birlikleri üzerindeki insan kaynaklı olumsuz etkileri aşağıda verilmiştir:

Yapılaşma: Bölgenin Samandağ kesimindeki Meydan Kumsalının Sabra Burnu yönünden başlayarak Aydınbahçe ve Gözlüce yerleşim alanları arasında kalan bölümde hızla yapılaşma başlamıştır. Bu yapılaşma, bitki örtüsünün denizle bulunduğu ve mükemmel doğal güzelliklerin olduğu alanda yazlık konut ve çay bahçeleri şeklinde yapılaşma faaliyetleridir.

Bitki türlerinin sökülmesi ve aşırı kesimi: Bölgenin doğu ve batı tarafının yerleşim alanlarına yakın olması, başta meşe ve sandal ağacı gibi büyük makilerin aşırı kesimi ve naklini kolaylaştırmıştır. Özellikle köylüler sonbaharda kışın ısınma

gereksinimini karşılamak, yazın da tandırda ekmek pişirmek için tüm odunsu bitkilerin büyük ve kalın dalların kesmektedir. Bu tahribat yer yer bitkilerin optimum gelişme gösterdiği ilkbahar döneminde de yapılarak yaz sıcaklarında kuruduktan sonra sonbaharda katırlarla evlere indirilmektedir. Ayrıca, yöredeki bazı bitki türlerinin, özellikle defne ve bazı odunsu tıbbi bitkiler gibi türlerin, köklenerek sökülmesi de aynı tahribata neden olmakta ve bitki topluluklarının kompozisyonlarında değişme ve frekanslarında azalmaya neden olmaktadır. Sonuçta her iki tahribat faktörüyle açılan alanlarda erozyon başlamakta ve kırmızı topraklar denize sürüklenmektedir.

Otlatma: Fenik Yaylası'na son dönemde çiftlik ev ve ahır gibi çarpık yapılaşma yaparak yerleşen halkın geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Bölgede mera gibi alanların olmaması nedeniyle otlatma yeri olarak maki bitki örtüsü kullanılmaktadır. Başta karakeçi olmak üzere ilkbahardan itibaren bölgeye serbest bırakılan hayvanlar odunsu bitkilerin yeni faaliyete geçen meristemlerini kopardıkları için bu bitkiler boyca uzama yerine sarmaşık gibi yerde sürünmeye başlamışlardır. Ayrıca otlatmanın ve örtüşün biraz daha az yoğun olduğu alanlarda da boyu kısa bodur kalmıştır.

Zirai alanların açılması: Kontrolsüz artan nüfusa yeterli besin sağlayabilmek için çalışma alanımızın eğimi az, kayalık kesimleri arasındaki hafif taşlı derin topraklı organik maddece zengin habitatlar tarım arazisine dönüştürülmektedir. Buradaki yoğun bitki örtüsü önce yakılarak terk edilmekte sonra da ertesi yılın baharında teraslama yöntemiyle

tarla yapılmaktadır. Söz konusu tahribat doğal vejetasyonun ortadan kaldırılması şeklinde daha tehlikeli boyutta sürmektedir. Zamanla daha kolay anlaşılacakla birlikte insan etkisisonucu hızla tahrip olan doğal bitki birlikleri (vejetasyon) iklimde de aynı hızla değişime ve kararsızlığa neden olmaktadır. Bu durum günümüzde çok güncel bir konu olan küresel ısınma olayının gerçekte küresel biyolojik iklim değişiminin göstergesidir.

Fenik yaylası ve çevresinin bitki örtüsü Anadolu'ya özgü diğer bölgelerde olduğu gibi olağanüstü güzellikler içeren doğal zenginliktir. Doğal bitki örtüsü üzerindeki insan kaynaklı olumsuz etkiler, geri dönüşümsüz bir hal almadan acilen önlenmelidir. Bu nedenle öncelikle devletin yetkili kurumlarının bu araştırma sonuçlarını dikkate alarak yukarıda sıralanan insan kaynaklı tahribatı engellemek ve doğal bitki örtüsünün korunması için acil olarak kontrollü uygulamaya geçmesi gerekmektedir. Aynı zamanda etkili ve sürekli koruma tedbirleri belirlenerek, eğitim çalışmalarıyla yerel halk bu konuda bilinçlendirilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, "Fenik Yaylası ve Çevresinin (Yayladağ/Hatay) Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi Yönünden Araştırılması" isimli yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akman, Y. 1973a. Contribution a le etude de la des montagnes de l'amanus, I-III Comm. Fac. Sci. Univ. Ank. Seri C 17: 1-70.
- Akman, Y. 1973b. Aperçu preliminaire sur les conditions phytosociologiques de la chaine de L'Amanous dans la region du Hatay (I-II-II). Com De La Fac-Des scid'Ank. Serie C, Tome 17.
- Akman, Y. 1995. Türkiye Orman Vejetasyonu. Ankara Üniv. Fen. Fak. Botanik Anabilim Dalı, Ankara.
- Akman, Y., M. Barbero, and P. Quézel. 1978. Contribution a L'etude de la vegetation forestiere d'Anatolie mediterraneenne. Phytocoenologia 5 (1): 1-79.
- Akman, Y., M. Barbero, and P. Quézel. 1979a. Contribution a L'etude de la vegetation forestiere d'Anatolie mediterraneenne. Phytocoenologia 5 (2): 189-276.
- Akman, Y., M. Barbero, and P. Quézel. 1979b. Contribution a L'etude de la vegetation forestiere d'Anatolie mediterraneenne. Phytocoenologia 5 (3): 277-346.

- Allison, L. E., and C.D. Noode. 1965. Carbonete (C.A.Blake, Editör) methods of soil analysis. Part. II Agronomy series, No:9 American Soc. Of Agro., Winciston, s. 1367-1368.
- Anonymous, 2004. Ekstrem sıcaklık yağış değerleri, meteoroloji bülteni, Meteoroloji Gen. Müd. Yayınları, Ankara.
- Atalay, İ. 1987. Türkiye Jeomorfolojisine Giriş. Ege Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No:9, İzmir.
- Billings, W.D., and H.A. Mooney. 1968. The Ecology of arctic and alpine plants. Biological Reviews, 43: 481-529.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal 54:464-465.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology (Translated by Fuller and Conrad). New York, London.
- Braun-Blanquet, J. 1947. The vegetation cover in the Montpellier region and its relationship with soil. Sigma Communication (Support for Improvement of Govern- ance and management Programme). 94, Montpellier.
- Bremner, J. M. 1965. Total Nitrogen. Chapter 83. pp. 1149-1178. In: A. G. Norman (Ed.) Methods of soil analysis. Part. II, Chemical and Microbiological Methods. Am. Soc. Agron. Inc. Madison, Winciston.
- Byfield A. ve H. Çakan. 2005. Amanos Dağları. İstanbul: WWF Türkiye. 122 Önemli Bitki Alanları. 2005.
- Çakan, H. 1997. Musa ve Kel Dağlarının (Hatay) bitki ekolojisi, Ç. Ü. Fen BilimleriEnstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- Davis, P.H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol: 1-9. Edinburgh University Pres, Edinburgh.
- Davis, P.H., R.R. Mill, and K. Tan. 1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands (Supplement). Edinburgh University Press. Vol. 10, Edinburgh.
- Demirsoy, A. 1996. Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası. Meteksan AŞ. Ankara.
- Duman, H. ve Z. Aytaç. 1994. Ahır, Berit, Binboğa ve Öküzdağlar (Kahramanmaraş-Kayseri) Yüksek Dağ stebinin flora ve vejetasyonu, TBAG-940 Nolu Proje, Tübitak, Ankara.
- Düzenli, A. 1976. Hasan Dağı'nın bitki ekolojisi ve bitki sosyolojisi yönünden araştırılması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22: 2.
- Ege, İ. 2014. Amik Ovası ve Yakın Çevresi'nin Jeomorfolojisi, Doğu Mat Grup Matbaacılık Ltd. Şti., ISBN: 978-60584765-0-9, s.25
- Ekim, T. 2002. TÜRSAB Botanik Seminer Notları, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Anabilim Dalı. İstanbul.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim, and H.K.C. Başer. 2000. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburgh University press. Supplement 2 Vol.11. 656 s. Edinburgh.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural ve M.T. Babaç. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Güzelmansur, A. ve Y. Lise. 2013. Amanos Dağları'nın biyoçeşitliliği. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 18 (2): 55-68, ISSN 1300-9362.
- Karagöz, A., N. Zencirci, A. Tan, T. Taşkın, H. Köksel, M. Sürek, C. Tokar ve K. Özbek. 2010. Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak. Bildiriler Kitabı. s.: 155-177.
- Kılınç, M., Kutbay, H. G. 2004. Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık. Ankara.
- Ocakverdi, H. 1990. Karadağ'ın (Karaman) fitososyolojik ve fitoekolojik yöndene araştırılması. Selçuk Üniv. Araştırma Fonu Proje No: 88-002, Konya
- Quézel, P., M. Barbéro, and Y. Akman. 1978. L'Interpretation phytosociologique des groupements forestiers dans le basin Méditerranéen Oriental. Documents Phytosociologiques 2: 329-352 (in French).
- Quézel, P., M. Barbéro, and Y. Akman. 1980. Contribution a L'etude de la vegetation forestiere d'Anatolie septentrionale Phytocoenologia, 5(3/4): 365-519 Stuttgart-Lehren.
- Quézel, P., M. Barbéro, and Y. Akman. 1992. Typification de syntaxa décrits en région méditerranéenne orientale. Ecologia Mediterranea 18: 81-87 (in French).
- Richards, L, A. 1954. Diagnosis And Impravenent Of Saline And Alkali Soils. Hand book 60. U.S. Government Printing Office Washington.
- Seçmen, Ö., Y. Gemici, G.Görk, L. Berat, ve E. Leblebici. 2008. Tohumlu Bitkiler Sistematigi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No:116. İzmir.
- Tamer, Y. 1974. Hatay- Yayladağı Bölgesi Fosfat ve Jeolojik Etüdü. Ankara.
- Tan, A., T. Taşkın. 2001. Herbarium Hazırlama Teknikleri. TAYEK/TYUAP. 4-6 Eylül 2001. 103: 1-6. Menemen İzmir.
- Uslu, T. 1974. Mersin ile Silifke arası kumul ve maki vejetasyonunun bitki ekolojisi ve sosyolojisi yönünden araştırılması. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi. Ankara.
- Uslu, T. 1977. Plant ecological and sociological research on the dune and maquis vegetation between Mersin and Silifke, Communications Com. De la Fac-Des Sci-d' Ank. Seric C2, Torne 21.

- Vural, M., H. Duman, A. Güner, A. A. Dönmez ve H. Şağban. 1994. The vegetation of Köyceğiz-Dalyan (Muğla) special protected area. Tr. J. of Botany 19: 431-476.
- Vural, M., Y. Akman, and P. Quézel. 1999. Contribution a l'étude de la vegetation forestiere du Taurus central: analyse phyto-ecologique d'un sud-nord, entre Silifke et Karaman. Fitosociologia 36 (1): 3-21, 1999.
- Yılmaz, T. 1996. Akdeniz doğal bitki örtüsü. Çukurova Üniversitesi Yayınları No: 172. Adana.
- Yılmaz, Y., O. Gürpınar, N. Yalçın, C. Yetiş, E. Yiğitbaş, Y. Günay, B. Sarıtaş. 1984. Amanos dağlarının jeolojisi. İstanbul Üniv. Mühendislik Fak. TPAO raporu no: 1920,1-4. 591 syf. Ankara.
- Yolcu, H. 2005. Kızıldağ (Hatay) vejetasyonunun araştırılması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Adana.
- Yurdakulol, E. A. 1973. Phytosociologique and ecological research on the vegetation of the pos forest (Adana distr. Karsantı) of the Anti-Taurus Mountain, Communications De La Faculte des Sciences De L'Universte, Seri C2, Suppl:1-50 Ankara.
- Zohary, M. 1962. Plant Life of Palestine. The Ronald Press Co. New York.
- Zohary, M. 1973. Geobotanical Foundations of The Middle East, Vol;1-2, Stuttgart.

General Overview of Medicinal and Aromatic Plants in Turkey

Bekir PAKDEMİRLİ^{1*}  Nevzat BİRİŞİK²  Melek AKAY³ 

¹Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara/ TURKEY
^{2,3}General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM), Ankara/ TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0002-0336-0613>

²<https://orcid.org/0000-0002-2023-6155>

³<https://orcid.org/0000-0002-8717-0699>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): bekir@pakedemirli.com

Received (Geliş tarihi): 15.03.2021

Accepted (Kabul tarihi): 30.04.2021

ABSTRACT: Medicinal and aromatic plants (MAPs) are widely used in traditional foods, as food supplements or herbal medicines throughout history. Recently, MAPs are generally defined as plants that are used as drugs to prevent or cure diseases in order to maintain health and for other purposes. In general, MAPs used as food, herbal tea, supplementary food and medicine are obtained from nature or through cultivation. There is a worldwide trend of increased use MAPs, and although treating diseases with medicinal plants is more common in Far East countries, the trade of herbal medicinal products is a rising market in western societies. When we consider the trend of MAPs, Turkey is an important genetic center of many plant species thanks to its geographical location and genetic diversity. In addition, Turkey is a main partner of many countries that demand MAPs products for the world MAPs market. In this paper, the current situation of MAPs production in the world and Turkey are reviewed based on available data. In addition, this review touches upon Turkey's historical, cultural and economic situation as well as the subsidies for and research and development (R&D) activities focused on MAPs. Finally, the opportunities, potential, problems and outlook in this area are described in order to inform future decisions about MAPs.

Keywords: Medicinal and aromatic plants, Turkey, agricultural economics.

Türkiye'deki Tıbbi ve Aromatik Bitkilere Genel Bakış

ÖZ: Tıbbi ve aromatik bitkilerin (TAB'ler), geçmişten günümüze gıda takviyesi veya bitkisel ilaç olarak geleneksel gıda formlarında yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Son zamanlarda ise TAB'ler genel olarak hastalıkları önlemek ve hastaların iyileşmeleri için ilaç ve başka amaçlar içinde kullanılan bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak gıda, bitki çayı, tamamlayıcı gıda ve ilaç olarak kullanılan TAB'ler doğadan toplama veya yetiştiricilik yoluyla elde edilir. Dünyada TAB'lerin kullanımında artan bir trend söz konusudur. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde tıbbi bitkiler hastalıkların tedavisinde daha yaygın kullanılırken bitkisel tıbbi ürün ticareti batı toplumlarında yükselen bir pazar haline gelmiştir. Türkiye ise gerek coğrafi konumu gerekse genetik çeşitliliği ile öne çıkan bir ülke olarak birçok bitki türünün önemli genetik merkezlerinden biridir. Ayrıca Türkiye, dünya TAB pazarında önemli bir role sahiptir. Bu çalışma ile var olan verilere çerçevesinde TAB'leri dünya ve Türkiye'deki mevcut durumu ele alınmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin tarihsel, kültürel ve ekonomik durumu ile TAB'lere verilen desteklemeler ve bu alanda yapılan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine değinilmiştir. Bu çerçevede, tıbbi ve aromatik bitkilerin genel değerlendirilmesi yapılarak geleceğe yönelik atılacak adımlar için TAB'ler alanlarındaki fırsatlar, potansiyeller, sorunlar ve öngörüler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitkiler, Türkiye, tarım ekonomisi.

INTRODUCTION

Thousands of years ago, people recognized the therapeutic power of plants and took advantage of them to live healthily. Today, medicinal and aromatic plants (MAPs) are generally defined as plants that are used as drugs to prevent or cure diseases in order to maintain health and for other purposes. According to the World Health Organization (WHO) (Anonymous, 2015), an important portion of medical and pharmacological findings are completed through a greater understanding of natural plants, and the natural products collected from ecosystems are mostly accepted as reliable by many communities for medicinal and cultural purposes. Moreover, as WHO reports, a recent development is that approximately 4 billion people in the world first turn to herbal drugs to solve their health problems.

In history, approximately 250 plants were used as drugs during the Mesopotamian civilization period, while around 600 plants were used for medicinal purposes in the Ancient Greek period (Saber, 1982). Since the 1990s, the demand for natural products has increased, and the herbal-based medicine and cosmetics industry has developed rapidly (Anonim, 2017; Dar *et al.*, 2017). As a result, the number of drugs known to be used in treatment and obtained from medicinal plants is greater than ever before. As Karık and Tunçtürk (2019) point out, the rate of drugs listed as originally made from plants is more than 40%, although it was less than 5% in the mid-1970s.

In general, while medicinal plants are used in fields such as sanitation, nutrition, cosmetics, body care and incense, aromatic plants are mostly used to give fragrance and taste. However, it is important to know that some plants are used for both medicinal and aromatic purposes. There are two types of MAPs: those collected from nature and those cultivated in the field. MAPs collected from nature spontaneously grow in places such as forests, pastures, and unused agricultural lands. Likewise, a significant proportion of MAPs traded worldwide is collected from nature.

MAPs have a wide area of use in both whole fresh and dry states. There are many different usage forms such as leaves, roots, flowers, seeds, shells, tubers or the entire aboveground part, fragmented or ground forms, and extracts prepared in different ways. Furthermore, the most common uses of MAPs in the food industry are as spices, herbal teas, food supplements and food additives. Some examples of common MAPs are black tea and coffee as well as sage, lime, mint, fennel, chamomile, rosehip, mountain tea, lemon balm, rosemary, thyme and anise which are all widely used in the category of herbal teas.

According to WHO data, approximately 20.000 plants are commonly used for medicinal purposes. The highest number of MAPs is found in China with 4.941, followed by India with 3.000, the USA with 2.564, Vietnam with 1.800, Malaysia with 1.200 and Indonesia with 1.000, while the number of MAPs in Turkey is 500 (Schippmann *et al.*, 2002). On the other hand, the main trade centers for herbal drugs in the world are China, Germany, the USA, France, Italy, Japan, Spain, England and Hong Kong (Faydaoğlu and Sürücüoğlu, 2011). It is difficult to determine the world production and trade figures, as there is no system that specifically classifies MAPs.

The current situation seems to be that data of each MAP is not accurately provided by any national or international database system in many countries. As a result, this paper first covers the current situation based on available data of MAPs in the world. In the second part, the historical, cultural and economic situation of Turkey's MAPs and the government's role in subsidies and research and development (R&D) activities will be touched upon. Then, the opportunities, potential, problems and outlook of MAPs will be given to guide future decisions. The final conclusion will be based on the general overview of MAPs in Turkey.

MAPs in the World

The distribution of plants on Earth is uneven, but the tropics are the richest areas of diversity,

especially the northern parts of South America and the Indonesian archipelago (Anonim, 2016). The number of plant species in the world is estimated as 320.000 with 3.000 of them used just for food production, 25.000 for treatment, 5.000 for industrial purposes, 15.000 as ornamental plants, and the rest are applied for other purposes (Karık and Tunçtürk, 2019). Moreover, the number of medicinal plants popular worldwide is 4-6.000, and the number of species traded is 3.000 (Acıbuca and Budak, 2018).

Especially after the 1990s, the use of medicinal and aromatic plants is increasing daily with the discovery of new areas of use as well as increased demand for natural products (Temel *et al.*, 2018). When we look at the production of MAPs in the world, China and India are the biggest producers of medicinal plants which are mostly collected from nature. Schippmann *et al.* (2002), claim that while 800 plants in China are collected from nature, 1.000 commonly used medicinal plants are collected from nature in India. On the other hand, in Europe, the total number of species traded is around 2.000 and approximately 60% of them are collected from nature. Bulgaria has the highest rate of gathering MAPs from nature with 750 plants, followed by Romania with 350 species. The number of species cultivated throughout Europe and commonly used is about 140 and remains at a very low level (Schippmann *et al.*, 2002).

When we look at the MAP production areas in the world in 2018 (Table 1), coffee production has the largest area with 10.5 million hectares (ha). Brazil, Indonesia, Colombia and Ethiopia account for approximately 43% of the total coffee production area. Tea has the second highest production area, and China, India and Kenya have 76.3% of the world's total tea areas. In addition, Turkey has 84 thousand ha of tea production and ranks 8th in the world. Anise, fennel and coriander are also cultivated in large areas with 1.2 million ha worldwide. India (71.6%), Syria and Turkey (4.4%) have the most total anise, fennel and coriander production areas.

In 2018, India produced 67.8% of the world's total spice with 1.9 million tons in the world. It is well known that India uses many kinds of spices as they have such colorful cultural and consumption habits. Turkey produced 246 thousand tons (8.7%) of spices in the same period. Piper-type peppers (black pepper, *etc.*) represent a large proportion of total spice production and are produced on 586 thousand ha worldwide. Indonesia, India and Vietnam represent 73% of the total production areas. Other medicinal and aromatic plants produced in the world are shown in Table 1. Ginger is produced on 373 thousand ha, India ranks first in ginger with an area of 168 thousand ha, followed by Nigeria with 72 thousand ha and China with 47 thousand ha. As a result, approximately 64% of ginger production is carried out by India (32.0%), Nigeria (18.3%) and China (13.2%). Other important MAPs in the world include cumin, thyme, sage, sumac, juniper, rosemary, bay, thistle, basil, linden, nettle, saffron, milk thistle, licorice, and caraway (Keykubat, 2016; Dar *et al.*, 2017).

In world trade, MAPs are divided into six main product groups in the harmonized system. These product groups are 07 (edible vegetables, some roots and tubers), 09 (coffee, tea, mate and spice), 13 (seeds and plant parts), 3301 (lac, gum, resin, *etc.*), and 12 (essential oils, *etc.*). According to available data, the world trade of MAPs has increased since 2001. The export value, which was 18.3 billion USD in 2001, reached 70.7 billion USD in 2019. The most important main product group subject to world exports is coffee, tea, Paraguay tea and spices with a 66.9% share in total exports. Among the products in this group, coffee and coffee pods constitute the highest share with 62.4% of the world total MAP trade. A total of 29.8 billion USD of coffee and coffee pods were exported in 2019; Brazil (4.6 billion), Switzerland (2.5 billion) and Vietnam (2.5 billion) are the main exporters (Anonymous, 2021b).

On the other hand, in the sub-group of ginger, saffron, thyme, laurel, *etc.*, China, India and the Netherlands are among the main exporting

Table 1. The World's medicinal and aromatic plants production (Anonymous. 2021b).
Çizelge 1. Dünyada tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi (Anonymous. 2021b).

Name of plants Bitki isimleri	Areas (thousand ha) Alan (bin ha)								Production (thousand tons) Üretim (bin ton)							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Coffee / Kahve	10.439	10.712	10.652	10.154	10.584	10.439	10.712	10.652	8.762	8.866	9.354	9.162	10.303	10.439	10.712	10.652
Tea / Çay	3.789	3.886	3.907	4.047	4.193	3.789	3.886	3.907	5.510	5.790	5.860	6.048	6.338	6.789	7.079	7.369
Anise, fennel, coriander / Anason, rezene, kişniş	1.138	1.188	1.334	1.265	1.236	1.138	1.188	1.334	1.001	1.077	1.157	1.173	1.147	1.138	1.188	1.334
Spices / Baharatlar	925	993	1.032	1.149	1.142	925	993	1.032	2.338	2.145	2.435	2.801	2.837	925	993	1.032
Ginger / Zencefil	309	343	379	365	373	309	343	379	2.278	2.604	3.185	2.938	2.786	309	343	379
Piper type peppers / Piper cinsi biberler	487	514	545	563	586	487	514	545	524	577	623	692	733	487	514	545
Cinnamon / Tarçın	268	266	265	260	265	268	266	265	213	219	225	223	222	268	266	265
Paraguayan tea (mate) / Paraguay çayı	266	264	261	262	260	266	264	261	959	990	1.015	1.016	965	266	264	261
Poppy (seed) / Haşhaş (tohum)	100	143	110	101	117	100	143	110	81	101	84	70	76	100	143	110
Vanilla / Vanilya	95	92	88	96	98	95	92	88	7	7	7	8	8	95	92	88
Hops / Şerbetçi otu	83	87	91	92	92	83	87	91	134	134	144	151	149	83	87	91
Hemp (seeds) / Kenevir (tohum)	25	24	27	32	32	25	24	27	103	78	100	146	143	25	24	27
Mint / Nane	4	3	3	4	4	4	3	3	93	108	107	99	107	4	3	3

countries. Ginger is one of the most important exported spices in this group, with a value approaching 890 million USD. The other important suppliers of this product, for which China has the largest export value, are the Netherlands and Thailand. Other important spices and their main exporters are cumin from India and Syria, vanilla from Madagascar and France, cinnamon from Sri Lanka and China, saffron from Iran and Spain, and turmeric from India (Anonymous, 2021a).

In the world MAP export market, the export share of countries such as European countries and the USA have high values as they mostly use MAPs for raw materials in the food, beverage and perfumery industries and in other processed products. On the contrary, spices, coffee and tea products are mostly used by China, India, South American countries, Vietnam, Kenya, Indonesia and Turkey (Anonim, 2018).

MAPs in Turkey

Turkey has a great advantage in terms of its geographical position, climate, plant diversity, agricultural potential and a large surface area to produce MAPs. In addition, it is one of the leading countries in the trade of MAPs to the EU. Turkey is located at the intersection of three phytogeographical regions, and is a bridge between Southern Europe and Southwest Asian MAP flora. These MAPs are used as inputs for the herbal medicine, plant chemical, food and additives, cosmetics and perfumery industries.

Plant diversity in Turkey paves a way to understand the importance of MAPs in terms of history and culture. Turkey is surrounded on three sides by the sea and has different microclimate features such as steppe, forest, maquis, rocky and salty regions. The plant richness of Turkey stems from these different geological and topographical features and from its location at the intersection of three regions. In its historical development, Anatolia was located on migration routes and has hosted many civilizations, which play an important role in increasing plant diversity and enrichment of gene resources. Anatolia is also the gene center of

many cultivated plants in the world. Nowadays, although the number of MAPs is not exactly known in Turkey, it is estimated to be around 500, 200 of which have great export potential (Baytop, 1999; Faydaoğlu and Sürücüoğlu, 2011).

MAPs are basically gathered from nature and cultivated in fields based on the organic and good agricultural farming system in Turkey. According to the General Directorate of Forestry (OGM), laurel ranks first within the scope of non-wood products from forest areas with 32.5 thousand tons. Moreover, chestnut is in second place with 5.9 thousand tons, and thyme is in third place with 1.8 thousand tons. There are many MAPs such as carob, myrtle, moss, rosin, rosemary, sage, summer snowflake, cistus, rosehip, and linden blossom that are directly collected from nature (Anonim, 2020b). For example, it is important to highlight that while 99.6% of organic thyme is produced in Antalya, 62.7% of the thyme collected from nature is gathered from the Aegean region, especially in Izmir.

Considering the usage of MAPs, it is evident that products obtained with organic farming and good agricultural practices are frequently preferred by consumers. A total of 44 thousand tons of MAPs were produced in a total area of about 18 thousand ha within the scope of organic agriculture in 2019 (Anonim, 2020a). The amount of MAPs produced with good agricultural practices was 32 thousand tons in 2019, with cumin, thyme and black cumin as the most produced MAPs.

As an example, thyme is a plant that has many uses, especially in the spice, pharmaceutical, cosmetic and chemical sectors. The demand for thyme has increased thanks to alternative medicine applications, and it has become a product with increasing economic value. While some of the thyme is collected from nature, recently some types of thyme have been cultivated on agricultural land in order to meet the demand for export.

MAP production is mostly carried out by small family businesses, and having small fields is a problem that makes mechanization unmanageable.

Therefore, it seems that MAPs are produced by manual labour. When we look at the MAPs' production cost, sesame, anise, hops, cumin and thyme have the highest costs, with labour costs generally having the highest share in total costs.

Main MAPs production

The MAP production areas increased by 91.7% in 2019 compared to 20 years ago. Turkey had 167.2 thousand ha in 2019. Table 2 shows the production areas and amount of MAPs in Turkey with respect to the last five-year period based on Turkish Statistical Institute data.

When we look at the MAP production area, poppy production has the largest area in Turkey. Poppy production, import and export are regulated by the Protocol of the United Nations with Single Convention on Narcotic Drugs. Legally, France, Spain, Hungary, Australia, India, Turkey and China are allowed to produce poppy. Turkey produced 27.3 thousand tons of poppy cultivated in 677 thousand ha in 2019. With regard to poppy production areas by province, Afyonkarahisar has the largest area with 23.7% of the total, followed by Denizli with 18.9% and Konya with 5.3%. While Afyonkarahisar ranks first in total poppy production with 7.6 thousand tons, Konya, which is in the third place in production area, is in the second place for production with 5.6 thousand tons due to high yield. There are many breeding studies in Turkey focused on poppy production to increase its industrial potential and its place in the world market.

Cumin production, which has the highest share after poppy production in terms of total area, increased approximately 2.5 times in 2019 compared to 20 years ago and was produced on 32 thousand ha. The total cumin production in 2019 was 20.2 thousand tons, with 80.4% of cumin production in Ankara (41.5%) and Konya (38.3%). On the other hand, anise production had an increase of 92.2% in 2019 compared to the previous year. In anise production, Konya takes first place with 5.3 thousand tons of production, while Burdur is

second with 3.5 thousand tons and Denizli is third with 2.2 thousand tons of production.

Although a significant proportion of thyme was collected from nature in the past years, more recently it has been cultivated in large agricultural areas. As a result, the majority of exported thyme has been produced as a cultivated plant. Thyme production areas increased 3.3 times in 2019 compared to 2005 and reached 15.7 thousand ha. Denizli, which is the most important province in thyme production, had 92.5% of the total thyme cultivation area in 2019 and met 15.7 thousand tons (87.6%) of total production.

As MAPs, rose, thyme, lavender, anise, fennel and sage are important species used in essential oil production, and particularly thyme, lavender and sage use has increased over the years in Turkey (Karık and Öztürk, 2010). Recently, some new herbs such as rosemary, echinacea, caper, licorice, stevia, chamomile, gypsophila, tarragon and basil are among those that are cultivated (Anonim, 2018). For instance, having a high potential for exporting roses, Turkey needs to increase the added value of the products instead of exporting raw materials. With regard to this, Turkey will increase its rose oil export revenues.

The government supports of MAP production in the current situation have an important role in increasing the quality and quantity of MAPs and to meet demand at the national and international levels. The supports for MAP production are given under the title: Diesel-Fertilizer, Organic Agriculture, Good Agricultural Practices, Domestic Certified Sapling/Seedling and Standard Sapling Use, Small Family Business, Young Farmer, Rural Development, Renting of Public Land, and finally Agricultural Loan Interest subsidies.

Table 2. Turkey's medicinal and aromatic plants production (Anonim, 2020c).
Çizelge 2. Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi (Anonim, 2020c).

Name of plants Bitki isimleri	Areas (ha) Alan (ha)										Production (tons) Üretim (ton)			
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2016	2017	2018	2019
Poppy (capsule) / Haşhaş (kapstül)	61.592	29.922	23.731	45.123	67.737	30.730	16.550	13.836	26.991	27.288	16.550	13.836	26.991	27.288
Cumin / Kimyon	27.025	26.885	26.736	36.176	32.189	16.897	18.586	19.175	24.195	20.245	18.586	19.175	24.195	20.245
Anise / Anason	13.812	13.655	12.183	12.446	23.917	9.050	9.491	8.418	8.664	17.589	9.491	8.418	8.664	17.589
Thyme / Kekik	10.486	12.113	12.147	13.906	15.707	12.992	14.724	14.477	15.895	17.965	14.724	14.477	15.895	17.965
Red pepper / Kırmızı Biber	11.289	12.242	10.171	11.987	11.941	204.131	228.531	179.264	227.380	240.656	228.531	179.264	227.380	240.656
Rose (for oil) / Gül (yağlık)	2.824	2.975	3.328	3.421	3.846	9.483	12.267	13.372	14.773	16.560	12.267	13.372	14.773	16.560
Black Cumin / Çörekotu	468	2.316	3.256	3.386	3.709	425	2.527	3.094	3.322	3.603	2.527	3.094	3.322	3.603
Fennel / Rezene	1.551	1.750	1.653	2.340	3.386	1.461	2.464	2.022	3.067	4.655	2.464	2.022	3.067	4.655
Mint / Nane	1.058	1.092	1.052	1.013	1.265	14.945	15.550	14.213	14.511	16.011	15.550	14.213	14.511	16.011
Lavender / Lavanta	322	570	661	868	1.190	400	747	845	1.040	1.462	747	845	1.040	1.462
Heather / Süpürgeotu	1.504	1.385	1.034	1.020	747	2.078	1.883	2.183	2.324	1.951	1.883	2.183	2.324	1.951
Fenugreek / Buy (çemen otu)	483	823	1.450	719	604	491	914	1.521	745	645	914	1.521	745	645
Sage / Adaçayı	54	368	412	395	560	80	411	557	428	1.233	411	557	428	1.233
Common hop / Şerbetçiotu	350	342	330	330	331	1.869	1.846	1.785	1.785	1.800	1.846	1.785	1.785	1.800
Lemon balm / Oğul otu (melisa)	51	21	21	17	21	242	108	106	84	93	242	106	84	93
Coriander / Kışniş	15	50	41	41	16	11	42	29	29	12	42	29	29	12

In recent years, Research and Development (R&D) activities for MAPs have been enlarged throughout Turkey with the collaboration of universities, public and private sectors. Significant studies have been conducted in breeding and the number of registered varieties has increased together with the intense interest and demand for MAPs. Consequently, MAP R&D projects have been ongoing in the fields of cultivation, breeding and variety development. For instance, registration studies have been initiated for plants such as flax, anise, coriander, thyme, sage, basil, lemon balm, echinacea, black cumin, saffron, mountain tea, blessed thistle (cnicus), nettle and hemp in recent years. To date, 80 species have been registered in Turkey, and 33 varieties in 16 species have been registered by General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM) institutes, 29 varieties in seven species by the private sector, eight varieties in four species by universities, and other public institutions have just registered 10 poppy cultivars (Anonim, 2020d). Moreover, there is R&D on herbal teas and oils acquired from MAPs, particularly for health effects.

Main MAPs trade

With respect to the trade data for the main MAPs in Turkey obtained from TUIK, Turkey increased its MAP export value 3.5 fold with approximately 371 million USD in 2019, as compared to 106 million USD in 2001. Considering Turkey's total MAPs export value, coffee, tea, Paraguayan tea and spices are recorded in the main product groups with the highest share, 63%. The main export product group also includes ginger, saffron, thyme and laurel. The export values of thyme and laurel (also called bay leaf) are about 54 million USD and 38 million USD, respectively. In world thyme and laurel export, Turkey is one of the largest exporters (Anonim, 2020c). Turkey's thyme export volume and value surged by 31% and 92%, respectively from 2010 to 2019 with the main importers being the Aegean Free Zone, the US and Germany. On the other hand, Turkey exported around 14 thousand tons of laurel in 2019, and more than half of it was exported to Vietnam, China and the US.

The export value of essential oils was 49 million USD consisting of approximately 13 million USD from rose oil, 12 million USD from citrus and other non-mint oils, 1.1 million USD from stearoptene, and 3.9 million USD thyme oil in 2019. France, England, Switzerland and the US are the main importer of Turkey's essential oils. In addition, the product group of anise, fennel, coriander, cumin and similar spices is an important group with an export value of 22.4 million USD. The products with the highest export value in this group are cumin and anise. Last but not least, tea, which is in the main product group of coffee, tea, Paraguayan tea and spices, is an important product with an export value of 15.1 million USD and is mostly exported to Belgium and Germany.

MAP imports have increased in recent years and reached 656.5 million USD in 2019. Sesame seed is the product with the highest import value in the MAP sub-product groups with 267.4 million USD corresponding to 170.6 thousand tons, with 46.8% of sesame seeds imported from Nigeria in the same year. The other imported MAPs are coffee and its products with 70.4% of imports from Brazil; tea with almost 80% of imports from Sri Lanka; thyme with 68.9% of imports from Albania and Mexico; and essential oil which is mostly imported from Indonesia and France.

Considering the foreign trade balance of MAPs, the sesame seed trade deficit was 233.8 million USD, and coffee and coffee products had a deficit of 181.4 million USD in Turkey in 2019. The most important groups with foreign trade surplus are ginger, saffron, thyme, laurel and similar products with 92.3 million USD, and poppy seed with 90.3 million USD (Anonim, 2018).

Although Turkey is very rich in natural resources, it continues to be an exporter of unprocessed raw plants and imports many MAPs. Unfortunately, while it is possible to increase the economic returns of many MAPs produced and traded in Turkey such as cumin, saffron, thyme, black cumin, sage, lime, garlic, and coriander to higher levels, recent global developments in raising standards have worked against Turkey. In this

manner, in order to have a consistent place in world trade, Turkey needs to follow the world trend in MAPs production while planning the trade and production of MAPs.

RESULTS and DISCUSSION

A significant portion of MAPs is collected from nature, and this causes difficulties in continuously meeting the raw material needs of the sector. There is also a risk due to the unconscious collection of MAPs. As a result, the MAPs collected from nature must be protected to ensure the long-term existence and genetic diversity of these species.

The production of medicinal and aromatic plants is a labor-intensive branch of production. Considering the labour costs, machinery and equipment used on a small farm scale can be developed in order to reduce the cost. On the other hand, it is a fact that the MAP products providing added value have not yet been defined in the marketing system of MAPs. Hence, there is insufficient awareness of the uses and forms of MAPs, especially the products with health risks.

Capacity and technology in the MAP sector must be evaluated at the local level in Turkey. Given an example from the essential oil sector, there are problems in the use of capacity. While there is periodic idle capacity in the sector during the year in some regions, the capacity is not sufficient in other regions. For this reason, it is necessary to ensure clustering of product or product groups on a geographical basis.

In addition to the development of high capacity MAP production, there is a need to increase the quality of products demanded by the national and international markets. The most important factor affecting quality is the selection of varieties based on suitable ecology and market demands. Moreover, improvements are required in breeding, harvesting, storage, processing and marketing. Besides breeding, post-harvest practices significantly affect the quality. MAPs, which are largely dried and stored after harvest, should be examined for contamination during the drying process.

CONCLUSION

Turkey has a wide variety of plant species due to its geographical location and climate characteristics. Considering Turkey's soil and water resources and the current state of biodiversity, it is important to increase the country's global competitive power in order to ensure the production of MAPs with the quality and characteristics demanded by the markets for these products. In addition, it is essential to turn Turkey's biodiversity into an advantage in international markets. In other words, such biodiversity can be evaluated in an economic and environmental framework. Considering the importance of MAPs in Turkey's economy, the sector needs to remedy its shortcomings in order to increase the share of Turkey's role in the world MAPs trade market.

In terms of a marketing strategy, a goal can be to enhance the market facilities of MAP production at the domestic and worldwide level and to create additional added value. In line with this goal, information sharing might be achieved by bringing together actors such as farmers, collectors, intermediaries, processors, wholesalers, retailers, exporters, importers and consumers on transparent platforms in order to supply the right product to the market in a competitive manner. Moreover, consumers are the most dynamic and crucial factor in marketing strategy so it is essential to analyse market needs based on the production and processing of MAPs.

From the perspective of producers and processors, contractual agriculture needs to be expanded for a sustainable farmer-dealer relationship. In order to ensure continuity in production and product standards, conditions must be established to create a purchase guarantee of a certain amount of product in contracted production.

Turkey is aware of its MAPs production potential, it is, therefore, important to analyse the competitor countries in the sector and to find new markets. In addition, measures should be taken to protect national market products such as poppy, thyme and

laurel that have an important place in the world market. When we look at the world trend, developed countries like the USA and EU countries increase their quality criteria day by day. As Turkey also has an increasing trend in MAP production, the sector should develop production processes and add more value by creating product varieties of MAPs in accordance with world criteria.

The targeted level in foreign markets can be achieved when MAP product varieties are increased and meet the appropriate standards and quality parameters. Since MAPs products are not only used and commercialised for medicinal purposes but also for herbal extract, essential oil and concentrates, the value of these products can increase rapidly in an economic and strategic manner.

REFERENCES

- Acıbuca, V. ve D. Bostan Budak. 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. 33(1): 37-44.
- Anonim. 2016. Tıbbi aromatik bitkiler ve iyi yaşam. İzmir Ticaret Borsası. <http://itb.org.tr/dosya/rapordosya/tibbi-aromatik-bitkiler-ve-iyi-yasam.pdf?v=1506816000032>.
- Anonim. 2017. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler AR-GE Projesi Eğitim Kitabı. <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/tibbi-ve-aromatik-bitkiler-ar-ge-projesi-egitim-kitabi/1637>
- Anonim. 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Ulusal Eylem Planı. Basılmamış yayın. Ankara
- Anonim. 2020a. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü verileri. Ankara.
- Anonim. 2020b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü. Odundışı Orman Ürünleri Daire Başkanlığı istatistikleri kayıtları. Ankara.
- Anonim. 2020c. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Dis-Ticaret-104>.
- Anonim. 2020d. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=136>
- Anonymous. 2015. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/biodiversity-and-health>.
- Anonymous. 2021a. The International Trade Centre (ITC). <https://www.trademap.org/Index.aspx>.
- Anonymous. 2021b. The Food and Agriculture Organization (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmiste ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri. II. Baskı ISBN: 975-420-021- İstanbul.
- Dar, R. A., M. Shahnawaz, and H. Qazi. 2017. General overview of medicinal plants: A review. The Journal of Phytopharmacology 6(6): 349-351.
- Faydaoğlu E. ve M.S. Sürücüoğlu. 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 11(1):52-67.
- Karık, Ü. ve M. Öztürk. 2010. Uçucu yağ sektörünün ulusal ekonomimizdeki yeri, sorunları ve çözüm önerileri. Alatarım 9(2): 30-37.
- Karık, Ü., and M. Tunçtürk. 2019. Production, trade and future perspective of medicinal and aromatic plants in Turkey. Anadolu J. of AARI 29(2):154-163.
- Keykubat, B., 2016. Medicinal and aromatic plants and good life. Izmir Commodity Exchange R&D Department.
- Saber, A.H. 1982. Chronological notes on medicinal plants. Hamdard 25(1-4):57.
- Schippmann, U., D. J. Leaman, and A. B. Cunningham. 2002. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global Trends and Issues. p. 12-13. October 2002. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Roma.
- Temel, M., B. Tinmaz, M. Öztürk, ve O. Gündüz. 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 21(Özel Sayı): 198-214.

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, ORC-ID'leri ve sorumlu yazarın e-posta adresi verilmelidir.
11. Makale A4 kağıdına yazılmalı, marjın olarak; üst: 4,0 cm, alt: 3,35 cm, sağ: 2,25 cm, sol: 2,25 cm, üst bilgi: 2,55 cm, alt bilgi: 2,35 cm boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar girinti verilmeden satır başından başlamalı ve her iki yana dayalı olmalıdır.
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 yayınlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Dergi adları ve kısaltmalar Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>)'a göre yapılmalıdır. Yazarlar referansların ya da literatürlerin doğruluğundan sorumludur.

Makalede yer alan literatür bildirişleri aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Kongre, sempozyum veya seminer

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. pp. 250-255. *In: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.*

Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Kitap

Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, İzmir.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Iowa State Univ. Press Ames, IA, USA.

Kitaptan bir bölüm

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.). Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s.10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki Islahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Enst. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Bilimsel dergiden makale

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıtık, 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 biyosistemik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Doktora ve yüksek lisans tezi

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) melez varyete (F1) islahında 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 gerekirse, 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 apsis (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 ‡, §, #, ¥, ¶ 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. Yayının benimsenen bilimsel standartlara uymadığı veya anlaşılması zor ve gereksiz tekrarlamalarla dolu olduğu durumlarda, Anadolu Yayın Kurulu, yayınlanmak 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 yüklemeyiz. 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 Enstitüsü 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.

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.
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 " ;".

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. 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.

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 Islahında 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.

Kıttıkı, 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) islahında 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/croptgloss/. 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.