

ISSN 1300-0225
e-ISSN 2667-6087

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ DERĐİSİ

JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL
RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

32

SAYI
NUMBER

2

2022

ANADOLU

EGE TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERĐİSİ
JOURNAL OF AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

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

AMAÇ ve KAPSAM

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

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

AIMS and SCOPE

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

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

ANADOLU'nun indekslendiĐi veri tabanları

ANADOLU is indexed by the following databases

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

ANADOLU hakkında bilgi ve yayımlanan sayılarına aşağıdaki web sitelerinden ulaşılabilir

Information about ANADOLU and its published issues can be found on the following websites.

DERĐİ PARK (<http://dergipark.org.tr/anadolu>)
ETAE (AARI) (<https://arastirma.tarimorman.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. Ertuğrul ARDA
Başkan Yardımcısı (Vice President) : Dr. Mehmet TUTAR

YAYIN KURULU - EDITORIAL BOARD

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

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

Editörler-Editors

Dr. Müge ŞAHİN : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Eylem TUĞAY KARAGÜL : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Ceylan BÜYÜKKİLEÇİ : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Neslihan ÖZSOY : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE
Dr. Seçil ALDEMİR : Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE

Uluslararası Yayın Kurulu-International Editorial Board

Prof. Dr. George BAOURAKIS : Mediterranean Agronomic Institute of Chania/GREECE
Prof. Dr. Konstadinos MATTAS : Aristotle University of Thessaloniki/GREECE

Biyoistatistik Editörü - Biostatistics Editor

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

İngilizce dil Editörü - English Language Editor

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

Telefon : + 90 232 8461331 (Pbx)
Faks : + 90 232 8461107

Enstitü e-posta : etae@tarimorman.gov.tr
Dergi e-posta : anadoludergisi@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.tarimorman.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 : AK-MAT Matbaacılık Yayıncılık Kırtasiye Malz. San. Tic. Ltd. Şti Barbaros Mah.
Refik Tulga Cd. No: 13, Bornova – İzmir

Basım tarihi : 29.12.2022

ANADOLU

ISSN 1300-0225 / e-ISSN 2667-6087

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU / SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

Bahçe Bitkileri / Horticulture

Prof. Dr. Uygun AKSOY
Prof. Dr. Ahmet ALTINDIŞLI
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. Gulden 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

Prof. 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 ARIOĞLU

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

Genetik Mühendisliği Böl., Niğde

caliskanme@ohu.edu.tr

Prof. Dr. Esen ÇELEN

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

esen.celen@ege.edu.tr

Prof. Dr. Yavuz EMEKLİER

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

emeklier@ankara.edu.tr

Prof. Dr. Hakan GEREN

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

hakan.geren@ege.edu.tr

Prof. Dr. A. Tanju GÖKSOY

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

agoksoy@uludag.edu.tr

Prof. Dr. Rüşti HATİPOĞLU

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

rhatip@mail.cu.edu.tr

Prof. Dr. Emre İLKER

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

emre.ilker@ege.edu.tr

Prof. Dr. Yalçın KAYA

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

yalcinkaya@trakya.edu.tr

Prof. Dr. Özer KOLSARICI

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

kolsaric@agri.ankara.edu.tr

Prof. Dr. Orhan KURT

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

orhank@omu.edu.tr

Prof. Dr. Temel ÖZEK

Anadolu Ü. AUBİBAM, Eskişehir

tozek@anadolu.edu.tr

Prof. Dr. Menşure ÖZGÜVEN

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

mensure.ozguven@gidatarim.edu.tr

Prof. Dr. Muzaffer TOSUN

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

muzaffer.tosun@ege.edu.tr

Prof. Dr. Metin TUNA

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

mtuna@nku.edu.tr

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

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

aunay@adu.edu.tr

Prof. Dr. Metin B. YILDIRIM

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

metinbirkan.yildirim@ege.edu.tr

Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ

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

Moleküler Biyoloji Ana Bilim Dalı. Bolu

nzencirci@ibu.edu.tr

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Akdeniz Ü. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl., Antalya.

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 BİLGİN

Ege Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl., İzmir

guldehen.bilgin@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

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. Halil İbrahim ERKOVAN, Prof. Dr. Suzan ALTINOK, Prof. Dr. Metin ARTUKOĞLU, Prof. Dr. Ferruh İŞİN, Dr. Zerrin ÇELİK, Doç. Dr. Ünal KARIK, Prof. Dr. Hasan YILDIRIM, Doç. Dr. Barış ÖZÜDOĞRU, Dr. Alametdin BAYAV, Dr. Lerzan ÖZTÜRK, Doç. Dr. İsmail ALASERHAT, Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ, Prof. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN, Prof. Dr. Ekrem ATAKAN, Doç. Dr. Mahmut TEPECİK, Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR, Doç. Dr. Mahmut TEPECİK, Doç. Dr. ALİ SUNGUR, Doç. Dr. Mustafa Tolga ESETLİLİ, Doç. Dr. Timuçin EVEREST, Prof. Dr. Gamze SANER, Doç. Dr. Rahşan İVGİN TUNCA, Doç. Dr. Celal CEVHER, Prof. Dr. Natos DIMITRIOS, Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ, Dr. Ayşe KAHRAMAN, Dr. Nursen ÜSTÜN, Doç. Dr. Hilal TUNCA COSIC, Prof. Dr. Mevlut EMEKÇİ, Prof. Dr. Fatih KALYONCU, Doç. Dr. ÖZLEM ABACI GÜNYAR, Dr. Barbaros ÇETİNEL, Prof. Dr. Emine KARADEMİR, Prof. Dr. Fatih KILLI, Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR, Prof. Dr. Burçin ÇOKUYUSAL, Doç. Dr. Timuçin EVEREST, Doç. Dr. ALPAY BALKAN, Doç. Dr. Ziya DUMLUPINAR, Prof. Dr. Hakan ULUKAN, Prof. Dr. Mehmet SİNCİK, Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN, Prof. Dr. Emin ONAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Menemen Ovası Entisol Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi ve Haritalarının Oluşturulması.....	143
M. TEPECİK, F. ÖZEN, M. BOLCA, H. H. KAYIKÇIOĞLU, H. İLBİ, S. ERDOĞAN BAYRAM	
A Preliminary Study on the Determination of Carpel Characteristics Yield Losses and Free Fatty Acid Content of Seed under Pre-Harvest Precipitation in Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.).....	161
S. BALCI, V. M. CINAR, A. UNAY	
Bazı Gübre ve Fungisitlerin <i>Trichoderma</i> Türlerinin Büyümesine Etkisinin <i>in vitro</i> Koşullarda İncelenmesi.....	167
D. MARAL GÜL, R. ELTEM	
Doğu Anadolu Bölgesinde <i>Bruchophagus roddi</i> Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin Yonca Tohumlarındaki Bulaşıklık Oranı Üzerinde Araştırmalar.....	182
Y. SUBAŞI, C. GÖZÜAÇIK, L. GÜLTEKİN	
<i>Pseudomonas putida</i> Induces Resistance to <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i> in Tomato Plants by Activating Expression of Defense-related genes.....	190
B. ÇAKIR AYDEMİR, M. ŞAHİN, A. GÜL, H. ÖZAKTAN, L. YOLAGELDİ	
Price Volatility Spillovers Among Major Wheat Markets in the World.....	203
M. S. SADIQ, I. P. SINGH, M. M. AHMAD	
Economic Analysis of Honey Bee Colonies Fed with Different Pollen Diets Before Wintering	217
H. ADANACIOĞLU, M. KÖSOĞLU, C. B. POCOL, V. BAY, E. TOPAL	
Manisa İli Tarım Topraklarının Verimlilik Durumları ile Mikro Element Kapsamlarının Belirlenerek Haritalanması.....	228
N. ÖZDEN, Ö. SÖKMEN, İ. USLU, S. ARAS	
Pamukta (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Farklı Azot Dozlarının Yeşilkurt [<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)] Popülasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi.....	242
S. ÇOPUL	
Biçim Zamanlarının Yem Bezelyesinin (<i>Pisum sativum</i> spp. <i>arvense</i> L.) Kuru Madde Verimi ve Kalitesine Etkileri.....	253
H. OKKAOĞLU, E. AY, C. BÜYÜKKİLECİ, M. AKÇA PELEN, H. ÖZPINAR	
Ege Bölgesi Bağ Alanlarında Fitoplazma Hastalıklarının ve Olası Vektör Böcek Türlerinin Belirlenmesi.....	264
S. ERİLMEZ, A. KAYA, N. ÜSTÜN, N. GÜVEN, F. Ö. ALTINDIŞLI, F. ÖZSEMERÇİ	
Comparative Analysis of Energy Use Efficiency and Greenhouse Gas Emission of Wheat Farming in Edirne Province of Türkiye.....	277
B. AYDIN, E. ÖZKAN, M. A. GÜRBÜZ, İ. KURŞUN, İ. E. KAYHAN	
<i>Centaurea ptosimopappa</i> var. <i>elegans</i> Güzel. A New <i>Centaurea</i> L. (<i>Asteraceae</i>) Taxon from Türkiye with Taxonomical Notes on sect. <i>Ptosimopappus</i> and with Lectotypification.....	287
Y. GÜZEL	
Farm Economic Efficiency Gap Due to Gender Discrimination-Evidence from Usaid Markets II Programme Participating Small-Scale Farmers in Kano State of Nigeria.....	301
M. S. SADIQ, I. P. SINGH, M. M. AHMAD, S. MAHMOUD	
Ege Bölgesi Fiğ (<i>Vicia sativa</i> L.) İslah Çalışmalarında Geçmişten Günümüze Gelişmeler.....	314
H. ÖZPINAR, E. AY, H. OKKAOĞLU, M. AKÇA PELEN	

CONTENTS

Page

Determination of Fertility Status of Menemen Plain Entisol Soils and Creation of Maps.....	143
M. TEPECİK, F. ÖZEN, M. BOLCA, H. H. KAYIKÇIOĞLU, H. İLBİ, S. ERDOĞAN BAYRAM	
Pamukta (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Hasat Öncesi Yağış Koşullarında Çenet Özellikleri Verim Kayıpları ve Tohum Serbest Yağ Asitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma.....	161
S. BALCI, V. M. CINAR, A. UNAY	
In vitro Investigation of the Effects of Some Fertilizers and Fungicides on the Growth of <i>Trichoderma</i> Species.....	167
D. MARAL GÜL, R. ELTEM	
Investigations on the Infestation Rate of <i>Bruchophagus roddi</i> Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) on Alfalfa Seeds in the Eastern Anatolia Region.....	182
Y. SUBAŞI, C. GÖZÜAÇIK, L. GÜLTEKİN	
<i>Pseudomonas putida</i> Domates Bitkilerinde Savunma ile İlgili Genlerin Ekspresyonunu Aktive Ederek <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> 'ye Karşı Direnci İndüklemesi.....	190
B. ÇAKIR AYDEMİR, M. ŞAHİN, A. GÜL, H. ÖZAKTAN, L. YOLAGELDİ	
Price Volatility Spillovers Among Major Wheat Markets in the World.....	203
M. S. SADIQ, I. P. SINGH, M. M. AHMAD	
Kışlatma Öncesi Farklı Polen Diyetleri ile Beslenen Bal Arısı Kolonilerinin Ekonomik Analizi.....	217
H. ADANACIOĞLU, M. KÖSOĞLU, C. B. POCOL, V. BAY, E. TOPAL	
Determining and Mapping the Fertility and Micro Element Contents of the Agricultural Soils of Manisa Province.....	228
N. ÖZDEN, Ö. SÖKMEN, İ. USLU, S. ARAS	
The Effects of Different Doses of Nitrogen Fertilizer on Population Dynamics of Cotton Bollworm [<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)].....	242
S. ÇOPUL	
Effects of Cutting Times on Dry Matter Yield and Quality of Field Pea (<i>Pisum sativum</i> spp. <i>arvense</i> L.).....	253
H. OKKAOĞLU, E. AY, C. BÜYÜKKİLEÇİ, M. AKÇA PELEN, H. ÖZPINAR	
Determination of Grapevine Phytoplasma Diseases and Possible Vectors in the Aegean Region.....	264
S. ERİLMEZ, A. KAYA, N. ÜSTÜN, N. GÜVEN, F. Ö. ALTINDIŞLI, F. ÖZSEMERÇİ	
Edirne İlinde Buğday Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Sera Gazı Emisyonunun Karşılaştırmalı Analizi.....	277
B. AYDIN, E. ÖZKAN, M. A. GÜRBÜZ, İ. KURŞUN, İ. E. KAYHAN	
<i>Centaurea ptosimopappa</i> var. <i>elegans</i> Güzel. Türkiye'den, <i>Centaurea</i> L. (Asteraceae) Cinsine Ait Yeni Bir Taxon. sect. <i>Ptosimopappus</i> 'a Dair Taksonomik Notlar ve Lektotipifikasyonu.....	287
Y. GÜZEL	
Farm Economic Efficiency Gap Due to Gender Discrimination-Evidence from Usaid Markets II Programme Participating Small-Scale Farmers in Kano State of Nigeria.....	301
M. S. SADIQ, I. P. SINGH, M. M. AHMAD, S. MAHMOUD	
Developments in Vetch (<i>Vicia sativa</i> L.) Breeding in the Aegean Region from Past to Present.....	314
H. ÖZPINAR, E. AY, H. OKKAOĞLU, M. AKÇA PELEN	

Menemen Ovası Entisol Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi ve Haritalarının Oluşturulması

Mahmut TEPECİK^{1*} **Fulsen ÖZEN²** **Mustafa BOLCA³**
Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU⁴ **Hülya İLBI⁵** **Seda ERDOĞAN BAYRAM⁶**

^{1,2,3,4} Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir/TÜRKİYE

⁵ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir/TÜRKİYE

⁶ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ege Agrolab Birimi, İzmir/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0001-6609-4538> ²<https://orcid.org/0000-0001-5219-4503> ³<https://orcid.org/0000-0001-8682-7663>
⁴<https://orcid.org/0000-0003-0895-221X> ⁵<https://orcid.org/0000-0002-7691-7996> ⁶<https://orcid.org/0000-0002-7152-2346>

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

Received (Geliş tarihi): 27.06.2022 Accepted (Kabul tarihi): 24.08.2022

ÖZ: Bu çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği arazisi topraklarının bulunduğu Menemen Ovası'nda, tarımsal üretim stratejilerinin ve jeomorfolojik özelliklerinin etkisinde değişen alüvyal ana özeği üzerindeki toprakların verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla 2012 yılında gerçekleştirilmiştir. Çiftlik arazisindeki ortalama 69,2 da genişliğindeki 30 parselde profil incelemesi yapılarak, ayrımlı tabaka ve horizonlardan toprak örnekleri alınmıştır. İncelenen toprak örneklerinde pH değerleri 7,32-8,90 arasında değişim gösterdiği, ortalama pH değerlerinin 7,97 olduğu ve toprak reaksiyonu (pH) dağılımları dikkate alındığında topraklarının çoğunlukla hafif alkalın karakterde olduğu görülmüştür. Toprakların elektrik iletkenlikleri 586,16-2860,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişirken (ortalama 590,21 $\mu\text{S cm}^{-1}$), yaklaşık %90'lık bölümünün kum bünyeli olduğu belirlenmiştir. Toprakların toplam karbonat içerikleri %4,46-15,65 arasında değişmekte olup ortalama %8,57 değeri ile kireç bakımından zengin sınıfta yer almaktadır. Toprakların organik maddesi (TOM) içeriği %0,05-2,97 arasında değişim göstermiş ve ortalama organik madde içeriği %1,17 olarak belirlenmiştir. TOM açısından toprakların %60 gibi büyük bir bölümünün organik maddece fakir olduğu saptanmıştır. Toprakların toplam azot değerlerinin %0,012-0,130, alınabilir fosfor miktarının 0,15-8,06 mg kg^{-1} , potasyumun 19,6-494,7 mg kg^{-1} , kalsiyumun 1100,0-6534,0 mg kg^{-1} ve magnezyumun 56,7-937,4 mg kg^{-1} aralığında olduğu belirlenmiştir. Toprakların alınabilir sodyum konsantrasyonu 19,2-1746,0 mg kg^{-1} , demir 1,27-34,62 mg kg^{-1} , çinko 0,07-2,04 mg kg^{-1} , mangan 0,50-16,24 mg kg^{-1} ve bakır 0,07-2,86 mg kg^{-1} olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçlarının, benzer jeolojik formasyona sahip ova toprakları için bir rehber niteliğinde olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Bitki besin elementleri, jeoistatistik, toprak analizi, toprak verimliliği.

Determination of Fertility Status of Menemen Plain Entisol Soils and Creation of Maps

ABSTRACT: This study was carried out in 2012 in the Menemen Plain, where the soils of Ege University Faculty of Agriculture Menemen Research, Application and Production Farm are located, in order to determine the fertility status of these soils, which changed accompanied by the agricultural production strategies and geomorphological features, on the alluvial parent. Soil samples were taken from different layers and horizons by conducting profile analysis on 30 parcels with an average width of 69.2 decars on the farm. The pH values of the examined soil samples varied between 7.32 - 8.90, the average pH values were 7.97, and the soil reaction (pH) was considered to be mostly slightly alkaline. While the electrical conductivity of the soils ranged from 586.16 to 2860.0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (average 590.21 $\mu\text{S cm}^{-1}$), it was determined that approximately 90% of them were sandy textured. The total carbonate content of the soils varied between 4.46% and 15.65%, and they were in the lime-rich class with an average value of 8.57%. The organic matter (TOM) content of the soils varied between 0.05 - 2.97% and the average organic matter content was determined as 1.17%. In terms of TOM, it was determined that 60% of the soils were poor in organic matter. Total nitrogen values of the soils were determined between 0.012 - 0.130%, available phosphorus amount in the range of 0.15 - 8.06 mg kg^{-1} , potassium 19.6 - 494.7 mg kg^{-1} calcium 1100.0-6534.0 mg kg^{-1} and magnesium 56.7-937.4 mg kg^{-1} . The extractable sodium

concentration of the soils was determined as 19.2-1746.0 mg kg⁻¹, iron 1.27-34.62 mg kg⁻¹, zinc 0.07-2.04 mg kg⁻¹, manganese 0.50-16.24 mg kg⁻¹ and copper 0.07-2.86 mg kg⁻¹. It is thought that the results of the research can be a guide for plain soils with similar geological formations.

Keywords: Plant nutrient elements, geostatistics, soil analysis, soil fertility.

GİRİŞ

Toprak kalitesi olarak da bilinen toprak sağlığı, toprakların verimliliğini, bitki ve hayvan sağlığını ve çevre kalitesini sürdürme potansiyelidir (Karlen ve ark., 2019). Tarımsal uygulamaların sürdürülebilirliği, belirli bir yönetim uygulamasına göre toprağın nasıl işlediği hakkında bilgi sağlayan toprak sağlığı göstergelerindeki değişiklikler ölçülerek değerlendirilebilir (Silveira ve Kohmann, 2020). Bu nedenle, biyokimyasal özellikler, tarım uygulamalarının etkilerinin değerlendirilmesinde toprak sağlığının göstergeleri olarak kullanılmıştır (Çelik ve ark., 2019).

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde ve bitkilerce gerekli olan besin maddeleri ve beslenme durumlarının saptanmasında toprak analizlerinden faydalanılmaktadır (Mulla ve Mc Bratney, 2001). Toprakların verimlilik durumlarının saptanması ile bitki gelişimiyle ilişkili olarak topraklardaki kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarının belirlenmesi, toprak ve çevre üzerine olumlu yönde etki yapmak suretiyle sürdürülebilirliğin korunmasını sağlar (Sağlam ve Dengiz, 2013). Yapılan çalışmalar ile ülkemizde jeolojik yapı, iklim ve bitki örtüsü gibi özelliklere göre farklı özelliklere sahip toprakların bulunduğu belirtilmiştir (Dengiz ve Gülser, 2014; Altunbaş ve ark., 2020). Bursa ilinde Başar (2001), Konya ilinde Zengin ve ark. (2003), Ordu ilinde Özkutlu ve ark. (2016), İzmir ilinde Özden ve ark. (2020) tarafından toprak özellikleri belirlenmiştir. Özden ve ark. (2020)'e göre, İzmir ili tarım topraklarının %55,18'inin kumlu tın-kumlu killi tın bünyede, %49,60'ının orta alkali, %42,03'ünün çok hafif tuzlu, %57,17'sinin kireçsiz çok az kireçli, %55,98'inin ise çok az organik maddeye sahip olduğu saptanmıştır. Alınabilir elementler bakımından %28,09'unda fosfor yetersiz, ekstrakte edilebilir elementler bakımından %47,21'inde potasyum zengin, %90,84'ünde demir, %96,61'inde

mangan yüksek, %44,42'sinde çinko, %69,92'sinde bakır orta seviyede olduğu belirtilmiştir.

Toprakların oluşum özelliklerine bağımlı olarak ayrımlı mineral madde, yapısal görünüm, fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal, mineral bileşim ve bunun gibi özellikler göstermesi toprakların birbirleriyle özdeş olmadıklarını gösterir (Altınbaş, 1996). Toprak oluşumu ve özelliklerinin değişkenlik göstermesi, toprak özelliklerinde önemli farklılıklar meydana getirmektedir (Aşkın ve ark., 2016; Şimşek ve ark., 2020). Dolayısıyla enterpolasyon metotları kullanılarak doğruluk oranı yüksek, toprak özelliklerinin belirlenerek toprak haritalandırılması yapıldığı belirtilmektedir (Özyazıcı ve ark., 2016; Dengiz ve ark., 2019).

Bu çalışmada Ege Üniversitesi (E.Ü.) Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının pedolojik özellikleri ve toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değerlendirilerek, toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği arazisi topraklarının bulunduğu, Menemen Ovası 38° 26'38" 40' kuzey enlemleri ile 26° 40'27" 07' doğu boylamları arasında yer alıp, denizden yüksekliği 10,3 m'dir.

Menemen Ovası topraklarının bünyesi ağırlıklı olarak tın, kumlu tın, milli tın ve killi tındır. Büyük bir kısmı orta ve orta-ağır bünyeli olan ova toprakları, eski Gediz yatağı kenarında genel olarak hafif, batıya doğru gidildikçe ağır karakter kazanmaktadır. Menemen toprakları, ağırlıklı olarak alüviyal birikintidir. Bu topraklar, Gediz Nehri'nin ve yan derelerinin IV. zaman içinde yığıldığı alüvyon materyali üzerinde oluşmuştur (Özden, 2010). Ovanın %44,1'i tuzlu ve alkali özellikteki topraklarla kaplıdır. Ovanın tuzlu ve

alkalilik sorunu bulunmayan bölgeleri, çok verimli arazilerdir. Bu arazilerde, yüzey sularının yetersiz olduğu koşullarda, yeraltı suları tarımsal üretim için yoğun olarak kullanılmaktadır.

Menemen Ovasının 5 toprak birliği ve 13 toprak serisi ile ayrılmamış yüksek araziler grubundan meydana geldiği belirlenmiştir (Anonim, 1971). Bölgedeki Neojen birimleri biri birine geçişli sedimanter kayalar ile volkanitlerden oluşan Alt Miyosen-Erken Pliyosen yaş aralığındaki kayalarla temsil edilir (Genç ve ark., 2001).

Çalışma alanında saptanan pedon yerleri, koordinatları ve denizden yükseklikleri GPS aleti ile belirlenmiş ve 30 adet parselde pedon açılarak örnekleme yapılmıştır. Pedonlarda gözlenen ayrımlı tabaka ve horizonlardan 2012 yılı haziran-temmuz aylarında toprak örnekleme yapılmıştır. 1,5-2 kg toprak örneği alınarak, laboratuvara getirilen toprak örnekleri hava kurusu olarak kuruma sonrasında 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak bünyesi hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1962), toprak tepkimesi (pH), saf su (1:2,5 toprak:su) ile doymuş şekilde getirilen örneklerde pH metre kullanılarak yapılmıştır (Jackson, 1967). Kireç tayini Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), suda çözünür toplam tuz (%); saf su ile doymuş şekilde getirilen toprak örneklerinde belirlenmiştir (Jackson, 1967). Organik madde; Modifiye Walkler-Black yöntemi-göre (Jackson, 1967), toplam azot (N): Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Bremner, 1965). Alınabilir fosfor Bingham (1949)'a göre, alınabilir Na, K, Ca ve Mg elementleri 1N NH₄OAc ile çalkalanarak, elde edilen ekstraktta Na, K, Ca elementleri alev fotometrede Mg ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçülmüştür (Pratt, 1965), alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn toprak örnekleri 0,005M DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilerek atomik absorpsiyon spektrofotometresinde saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978). Çalışma alanını içeren topografik haritalar ve yer alan 47 adet parsel sınırı, yol, yerleşim, ana sulama kanalları, toprak grupları vb. öğeler yüksek çözünürlüklü ortofoto üzerinde ekran sayısallaştırması (screen digitize) yöntemi kullanılarak, bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı olan Intergraph GeoMedia 6.0 yazılımı

yardımla sayısallaştırılarak koordinatlı bir şekilde bilgisayar ortamına aktarılmış ve sayısal bir altlık harita ve veritabanı oluşturulmuştur.

Jeoistatistiksel Yöntemle Modelleme

Koordinatlı bir şekilde açılan toprak profillerine ait analiz verileri CBS mantıklı katman mantığında çalışan bir veri tabanında toplanarak Kriging jeoistatistik yöntemi ile sorgulamaları yapılmıştır. Jeoistatistiksel yöntemde modelleme (Semivariogram) ve uzaysal enterpolasyon (Kriging) olmak üzere iki aşamalıdır. Uzaysal bağımlılık semivariogram yardımıyla ortaya koyulmaktadır. Semivariogram kullanılarak uzaysal bağımlılık sayısallaştırılabilir. Semivaryans aşağıda verilen eşitlikle belirlenmektedir.

$$\gamma = 1/2 N(h) \sum [Z_x - Z_{x+h}]^2$$

Bu eşitlikte; h: x ve x+h arasındaki ayırma mesafesini, Z_x ve Z_{x+h}: x ve x+h bölgelerindeki değişkenlerin ölçülmüş değerlerini, N(h): h ayırma mesafesindeki çift sayısını (pair) belirtmektedir. Belirli bir yöndeki semivaryans değerleri h mesafe değerlerine karşı grafiği çizilerek gösterilir. Bu şekilde oluşturulan grafiğe semivariogram veya deneysel variogram denir. Semivariogramlar belli bir h mesafesi ile birbirlerinden ayrılan örnek çiftleri arasındaki varyansın mesafe ile olan ilişkisini gösterir. Deneysel variogram, kullanılan örnekleme ve ayırma mesafesi ile kullanılan verilere göre çok farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Genel olarak bir semivariogramda örnekleme çiftleri arasındaki mesafe (h) arttıkça semivaryans değeri de artar ve belli bir noktadan sonra az yada çok sabit bir değere ulaşır. Bu noktadan sonra semivaryans değerleri örnek çiftleri arasındaki mesafe artışından etkilenmez. Semivariogramın apsise paralel konuma geldiği bu noktadaki semi-varyans değeri sill varyansı (Co+C) ve semivariogramın sill varyansını yakaladığı noktadaki mesafe değeri ise etki (range, Ao) aralığı olarak adlandırılır. (Aşkın, 2002). Jeoistatistikte bu ağırlıklar, kestirim hatalarının ortalaması sıfır ve varyansı en küçük olacak şekilde belirlenir. Ağırlıkların bu koşullar

altında belirlenmesi işlemine kriging adı verilir (Tercan ve Saraç, 1998).

Yüksek çözünürlüklü ortofotolar üzerine koordinatlı olarak toprak örneklerine ait örnekleme noktaları işaretlenmiştir (Şekil 1). Intergraph GeoMedia 5.0 yazılımı kullanılarak veri tabanına toprak örneklerine ait laboratuvar analiz verilerinin her biri öznelik bilgisi olarak aktarılmıştır.

Parsel sınırları ortofoto görüntüleri üzerinde ekran sayılaştırılması (screen digitize) yöntemiyle belirlenerek veri tabanına girilmiştir. Analiz sonuçları GPS aleti kullanılarak koordinatları belirlenen örnekleme noktaları temel alınarak sayısal altlık haritaya aktarılmıştır.

Toprak analiz verileri çalışma alanı arazilerinin tematik haritaları oluşturulmuştur. Her bir örneğe ait elde edilen noktasal laboratuvar analiz verilerini alansal veriye dönüştürmek için jeostatistik yöntemi kullanılmıştır (Mulla ve McBratney, 2001).

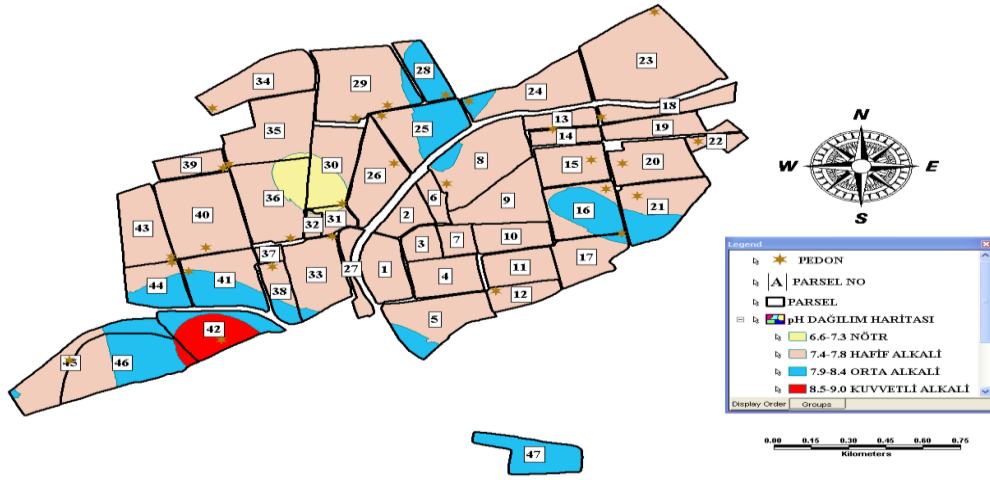
BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprak reaksiyonu (pH) dağılımları dikkate alındığında toprakların tümüne yakın bir bölümünün hafif alkali karakterde olduğu görülmektedir. Alınan toprak örneklerinde pH ve toplam tuz değerlerinin sırasıyla 7,32-8,90 ve 586,16-2860,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$

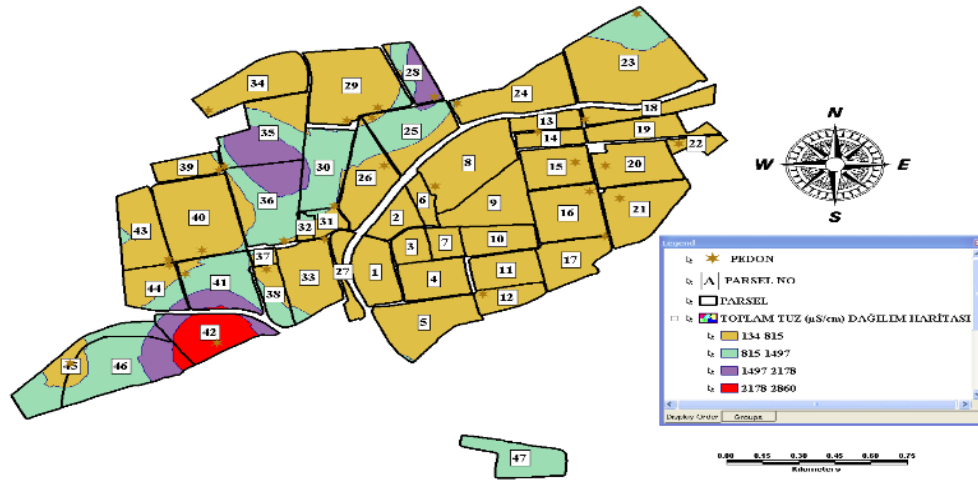
arasında değiştiği, ortalama olarak pH'nın 7,97 ve toplam tuz değerinin ortalama 590,21 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3). Ortalama pH değerleri; 7,97 civarında olup Kellog (1952)'e göre (7,9-8,4) değerlendirildiğinde orta alkali reaksiyon göstermektedir Toprak pH'sı Jackson (1967) ve Kacar (1995)'in, belirledikleri sınır değerler olan 7,0-7,9'a göre toprakların %52'si kuvvetli alkali, %44'ü hafif alkali ve %4'ü nötr olarak saptanmıştır. Toprağın EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlendirme kriterleri değerlerine göre (0-2000) tuzsuz ve (2000-4000) hafif tuzlu sınıfta yer aldığı görülmüştür (Anonymous, 2002). Toprakların Soil Survey Staff (1951)'a göre toprakların %82'si tuzsuz (%0-0,15), %14'ü çok hafif derecede tuzlu (%0,15-0,35), %2'si orta derecede tuzlu (%0,35-0,65) ve %2'si çok fazla (>%0,65) tuzlu olduğu görülmüştür. Örneklemin yapıldığı haziran ayı itibariyle herhangi bir tuzluluk tehlikesine rastlanılmamıştır. Ancak toprak içinde belirli derinliklerde yer yer tuz kristalleri belirlenmesine rağmen toprak analiz sonuçlarında tuzluluk tehlikesi görülmemiştir. Kum içeriğinin oldukça fazla olması tuzun toprakta birikimini engellemektedir. Biriken tuz, sulama suyu veya yağmurla kum bünyeli topraklarda su geçirgenliğinin yüksekliğine bağlı olarak yıkanıp kolayca drenaj kanalları vasıtasıyla uzaklaştırıldığından şu an için sorun oluşturacak derecede tuzluluk görülmemektedir.



Şekil 1. Toprak örnekleme noktaları.
Figure 1. Soil sampling points.



Şekil 2. Toprakların pH dağılım haritası.
Figure 2. pH distribution map of soils.

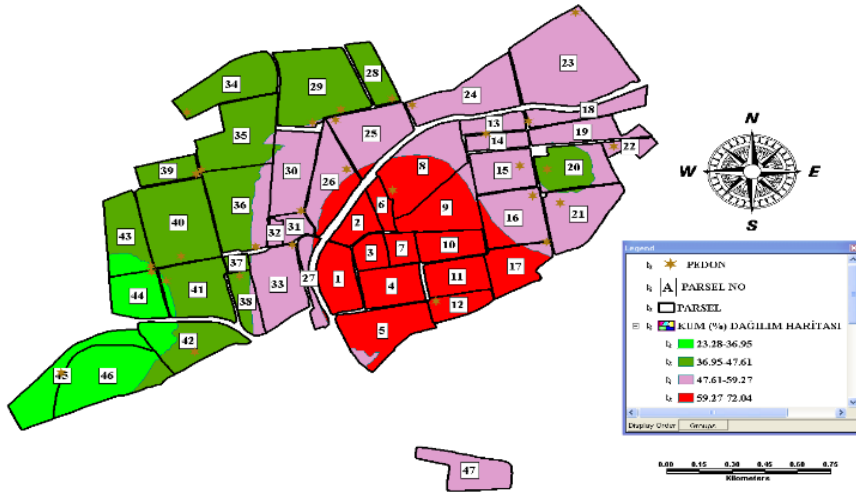


Şekil 3. Toprakların EC dağılım haritası.
Figure 3. EC distribution map of soils.

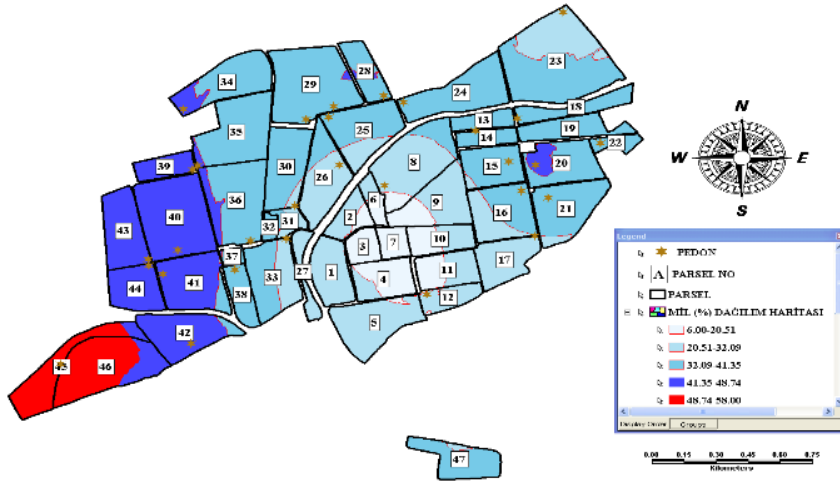
Analiz edilen toprak örneklerinin kum, mil ve kil içeriklerinin sırasıyla %15,28-96,00 (Şekil 4), %1,28-73,28 (Şekil 5) ve %0,72-40,00 (Şekil 6) arasında değiştiği ve ortalama sırasıyla %53,13, %34,79 ve %12,08 olduğu saptanmıştır. Toprakların yaklaşık %90'lık bölümü kum bünyelidir. Bitki besin maddelerini yeterince içermediklerinden tarımsal üretkenlik potansiyelleri düşüktür (Kacar ve Katkat, 1998).

Kireç %4,46-15,65 arasında değişmekte olup, ortalama CaCO_3 içeriği %8,57 olarak saptanmıştır.

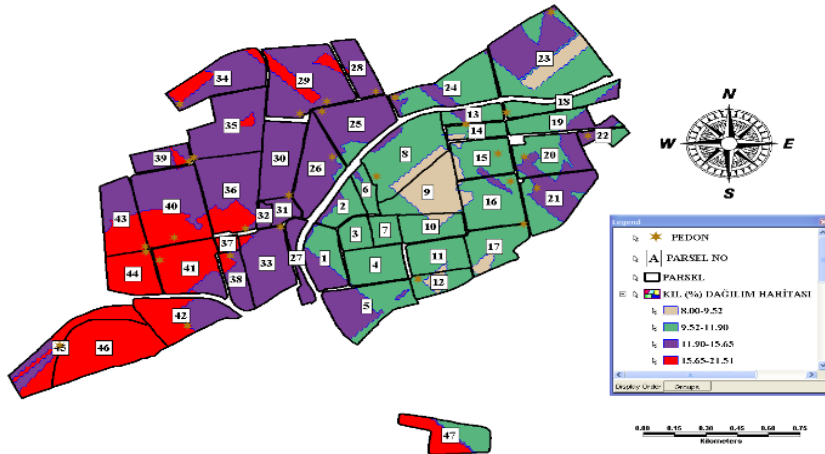
Evliya (1960)'a göre (%5-10) kireççe zengin sınıfta yer almaktadır. Toprakların organik maddesi %0,05-2,97 arasında değişim göstermiştir (Şekil 7). Toprakların ortalama organik madde kapsamı %1,17 belirlenmiştir. Organik madde bakımından, humusça fakir (< %2) durumdadır (Akalan, 1965). Toprakların %60 gibi büyük bir bölümü organik maddece fakir durumdadır. Yalnızca %40'lık bir bölümü organik madde içeriğince yeterlidir. Ancak yeterli olan %40'lık bölümdeki organik madde yüzdesi de sınırdadır.



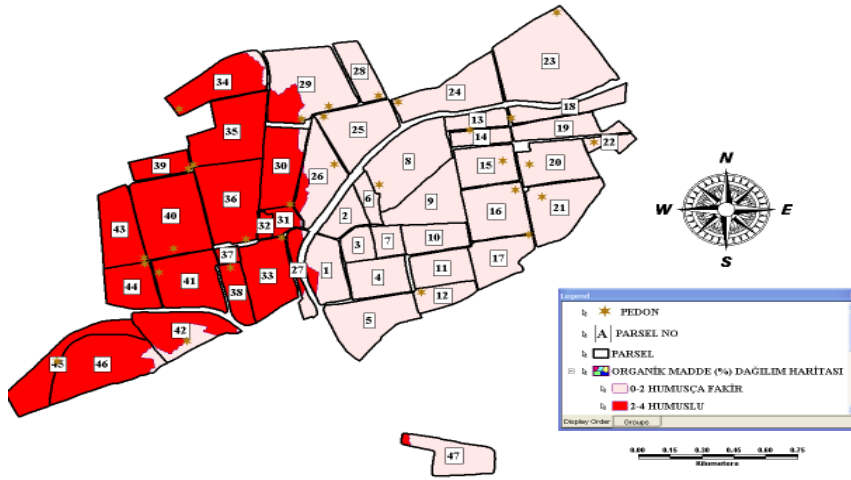
Şekil 4. Toprakların kum (%) dağılım haritası.
Figure 4. Sand (%) distribution map of soils.



Şekil 5. Toprakların mil (%) dağılım haritası.
Figure 5. Silt (%) distribution map of soils.



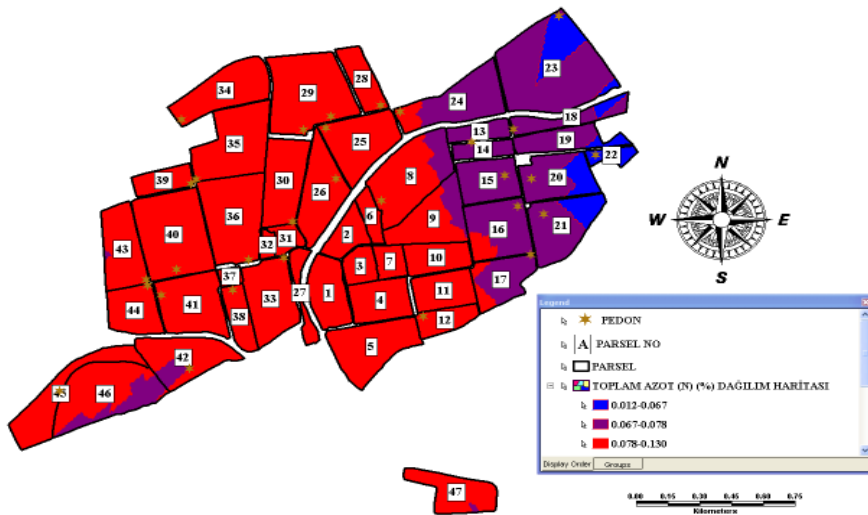
Şekil 6. Toprakların kil (%) dağılım haritası.
Figure 6. Clay (%) distribution map of soils.



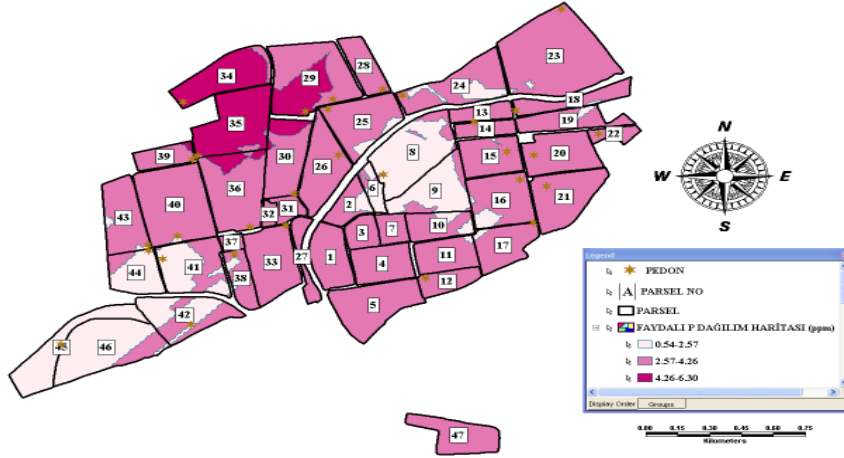
Şekil 7. Toprakların organik madde dağılım haritası.
Figure 7. Organic matter distribution map of soils.

Toprakların toplam azot içerikleri %0,012-0,130 arasında değiştiği ve ortalama %0,070 olduğu belirlenmiştir. Toplam azot toprakların büyük çoğunluğunda (%72) yeterli olduğu söylenebilir. Buna göre; topraklarının Anonymous (1990)'a göre fakir (%0,045-0,09), orta (%0,05-0,10), iyi (%0,10-0,15) ve zengin (>%0,15) olarak değerlendirildiğinde toplam azot içeriği çiftlik topraklarının büyük bölümü organik madde içeriğinin düşüklüğüne de bağlı olarak azot elementi noksanlığı göstermektedir (Şekil 8).

Toprakların bitkiye yararlı fosfor konsantrasyonları 0,15-8,06 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama 1,57 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır. Güner (1968), Bingham yöntemi ile belirlenen fosfor sınır değerlerine göre 1,30 ppm'den az noksan, 1,30-3,26 ppm içeren topraklar orta ve >3,26 ppm ise fosforca zengin olarak sınıflandırmaktadır. Fosfor düzeyi yukarıdaki değerler ile karşılaştırıldığında, 6 örnek dışında toprakların fosforca noksan ve orta düzeyde yer aldığı görülmüştür. Toprak P dağılımı Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Toprakların toplam azot dağılım haritası.
Figure 8. Total nitrogen distribution map of soils.

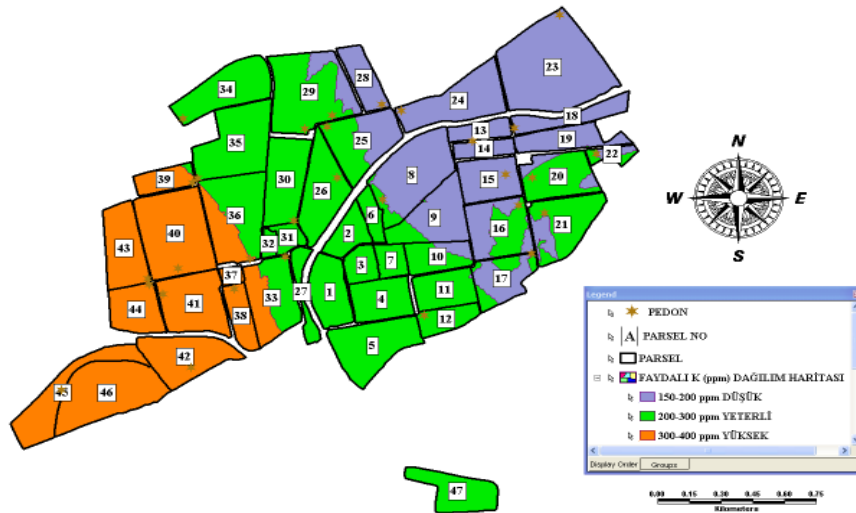


Şekil 9. Toprakların fosfor dağılım haritası.
Figure 9. Phosphorus distribution map of soils.

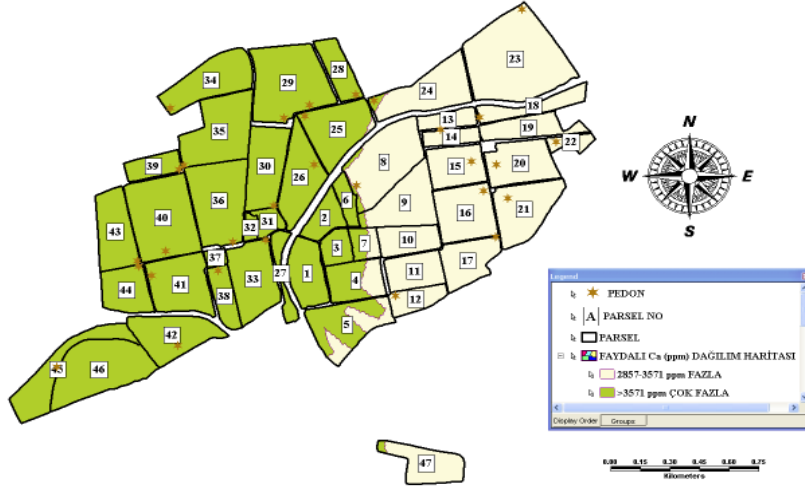
Toprakların alınabilir potasyum konsantrasyonlarının 19,6-494,7 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama 153,5 mg/kg olduğu saptanmıştır. Bitkiye yararlı potasyum Fawzi ve El-Fouly (1980), tarafından yeterli (200-300 ppm) olarak önerilen değerlere göre yaklaşık %23 gibi bir oranda K yeterli olarak tespit edilmiştir (Şekil 10). Toprakların büyük bir bölümü faydalı potasyumca yetersizdir. Bunun temel nedeni topraklarda potasyumu tutan ve gerektiğinde bitkiye veren kil minerallerinin

azlığından ve toprak bünyesi gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Toprakların bitkiye yararlı kalsiyum konsantrasyonlarının 1100,0-6534,0 mg/kg arasında ve ortalama 3546,0 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının faydalı kalsiyum elementince yeterli seviyede olduğu söylenebilir (Şekil 11). Alınabilir Ca için Pratt (1965), tarafından normal (1428-2143 mg/kg) olarak bir örnek hariç (1100 mg/kg) tamamında belirtilen değer aralığında yer almıştır.



Şekil 10. Toprakların potasyum dağılım haritası.
Figure 10. Potassium distribution map of soils.

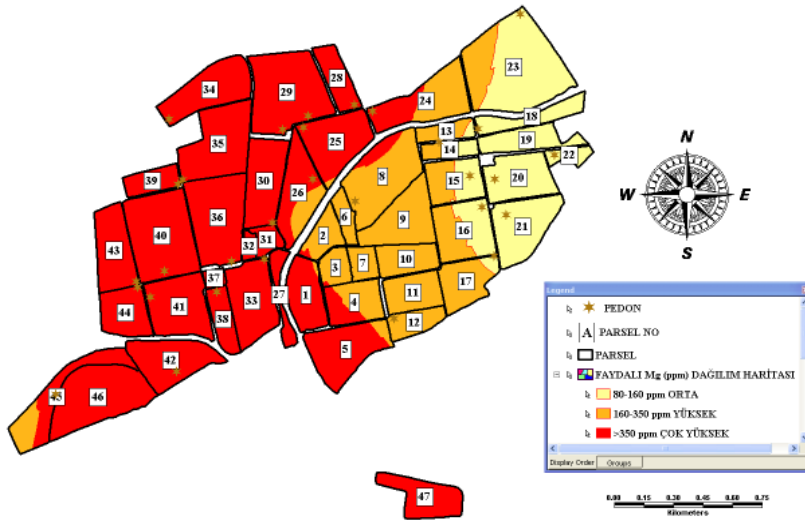


Şekil 11. Toprakların kalsiyum dağılım haritası.
Figure 11. Calcium distribution map of soils.

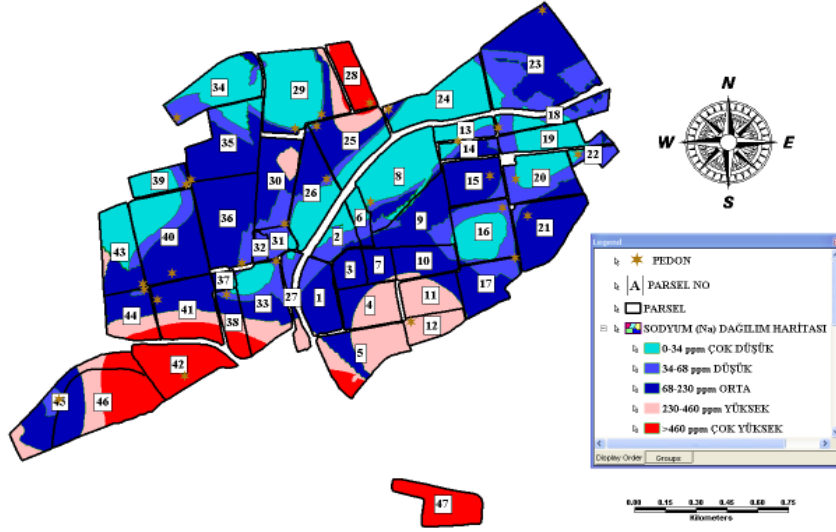
Alınabilir magnezyum kapsamalarının 56,7-937,4 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama 352,8 mg/kg olduğu izlenmektedir (Şekil 12). Alınabilir Mg düzeyi Pratt (1965)'e göre yeterli grup (160-350 mg/kg) olarak gösterilen değerlere göre yaklaşık %72 düzeyinde Mg'ca yeterli seviyededir.

Toprakların alınabilir sodyum konsantrasyonlarının 19,2-1746,0 mg kg⁻¹ arasında olduğu ve ortalama 150,1 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Toprakların sodyum değerleri Loue (1968)'de belirtilmiş olan sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde çok düşük (<34 mg/kg), düşük (34-68 mg/kg), orta (68-

230 mg/kg), yüksek (230-460 mg/kg) ve çok yüksek (>460 mg/kg) sınıflar içerisinde değerlendirildiğinde yüksek (%10,8) ve çok yüksek (%7,5) sınıflama içerisinde toplam %18,3 seviyesindeki topraklarda sodyum bakımından yüksek ve çok yüksek olduğu dağılımı gösterdiği görülmüştür (Şekil 13). Topraklardaki sodyum elementi içeriğinin yüksekliği "alkalilik" zararının göstergesidir. Ancak bu alanlarda örnekleme yapıldığı tarih itibarıyla tarımsal üretimin miktar ve kalitesini düşürecek ölçüde alkalilik zararı oluşmamıştır.



Şekil 12. Toprakların magnezyum dağılım haritası.
Figure 12. Magnesium distribution map of soils.



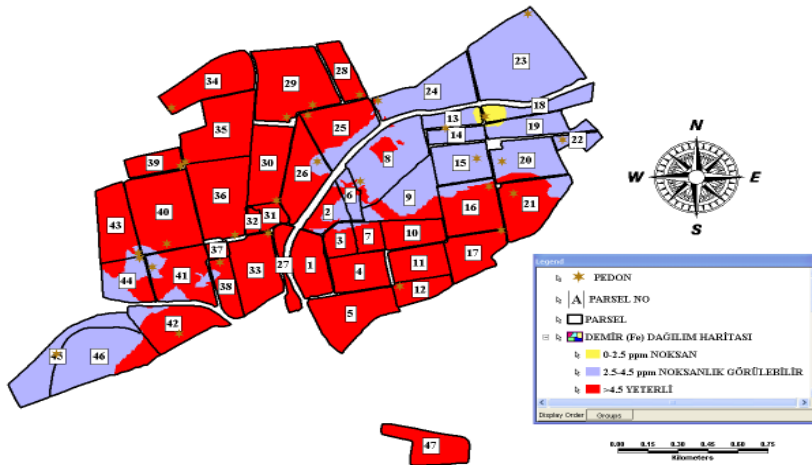
Şekil 13. Toprakların sodyum dağılım haritası.
Figure 13. Sodium distribution map of soils.

Toprakların alınabilir demir konsantrasyonunun 1,27-34,62 mg/kg arasında ve ortalama 4,97 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Genel olarak Lindsay ve Norvel (1978)'e göre (>4,5 mg/kg) değerlendirildiğinde yaklaşık %39 gibi bir alanda Fe yeterli olarak belirlenmiştir (Şekil 14). Genel olarak üst horizonlardaki mikro elementlerden Fe içeriği diğer horizonlara göre daha yüksek değerler aldığı izlenmektedir. Üst katmanlarda yaklaşık 0-20 cm'de Fe yapılan uygulamalar ile artış gösterdiği söylenebilir.

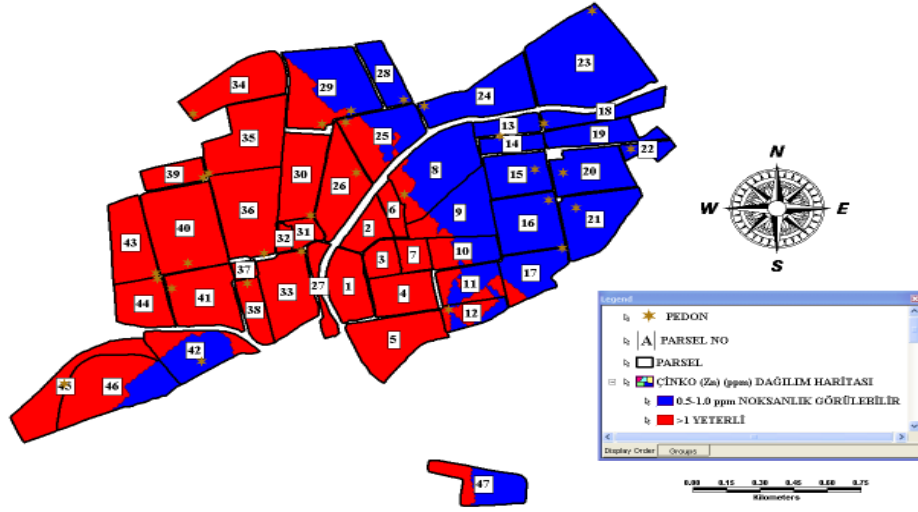
Toprakların alınabilir çinko konsantrasyonlarının 0,07-2,04 mg/kg arasında olduğu ve ortalama 0,48

mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 15). Toprakların çinko düzeyleri Anonymous (1990)'ya göre yeterli (0,7-2,4 mg/kg) olarak belirtilen sınır değerlerine göre yaklaşık %45 oranında çinko yeterli olarak belirlenmiştir.

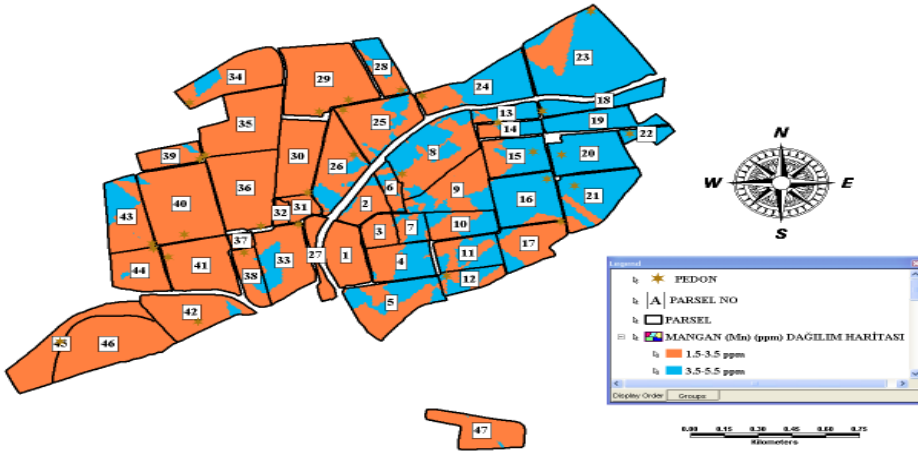
Çinko konsantrasyonu da Fe ile benzerlik göstermiş ve üst katmandaki konsantrasyonunun diğer katmanlardan (derinlik) daha yüksek değer alması özellikle yapılan yetiştiricilik esnasında kullanılan çinko katkılı kompoze gübrelerden ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 14. Toprakların demir dağılım haritası.
Figure 14. Iron distribution map of soils.



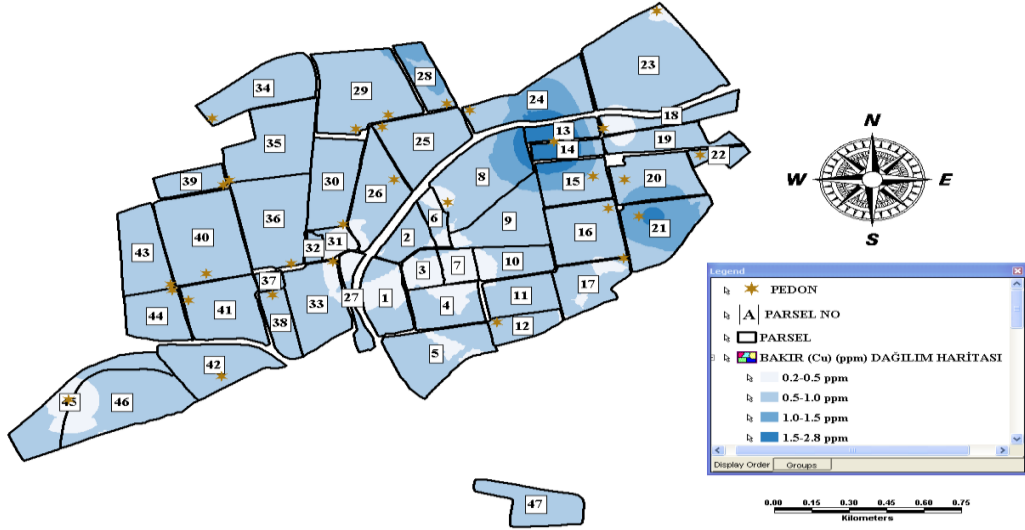
Şekil 15. Toprakların çinko dağılım haritası.
Figure 15. Zinc distribution map of soils.



Şekil 16. Toprakların mangan dağılım haritası.
Figure 16. Manganese distribution map of soils.

Toprakların alınabilir mangan içeriği 0,50-16,24 mg/kg arasında değişim göstermiş ve ortalama olarak 2,39 mg/kg olarak belirlenmiştir. Lindsay ve Norvel (1978)'e göre yeterli (>1,2 mg/kg) sınıflama içerisinde topraklar %78,4 yer almıştır, toprakların yaklaşık %21,6'lık bir bölümü mangan elementince noksanlık göstermiştir (Şekil 16). Mangan elementi açısından değerlendirildiğinde profil toprağının üst katmanlarında yüksek olduğu ve yetiştiricilik esnasında uygulanan hayvan gübrelerinin etkisiyle artış gösterdiği düşünülmektedir.

Toprakların alınabilir bakır içeriği 0,07-2,86 mg/kg arasında değişim göstermiş ve ortalama 0,63 mg/kg olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Viets ve Lindsay (1973)'a göre yapılan sınıflandırmada toprakların yeterli (>0,2 mg/kg) olarak %85 oranında yer aldığı görülmüştür. Aynı şekilde Cu elementi de üst katmanlardan daha büyük değer aldığı izlenmektedir. Özellikle yapılan uygulamaların etkili olduğu söylenebilir.



Şekil 17. Toprakların bakır dağılım haritası.
Figure 17. Copper distribution map of soils.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Toprakların büyük bir bölümünün hafif alkali karakterde, genel olarak büyük çoğunluğunun da kum bünyeli olduğu ve buna bağlı olarak da organik madde bakımından, humusça fakir sınıfta yer aldığı ve aynı şekilde azot elementi noksanlıkları bulunduğu belirlenmiştir. Toprakların alınabilir sodyum bakımından yüksek ve çok yüksek dağılım gösterdiği, bunun için toprak ıslahı ve yeterli şekilde drenaj sistemi kurularak topraklarda sodyum elementinin giderilmesi uygulaması yapılması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre alınabilir fosfor, potasyum, magnezyum, demir, bakır ve mangan elementlerinde noksanlıkların olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ile özellikle toprak organik madde içeriğinin

artırılması, organik madde yüzdesinin artırılması için ahır gübresi, fiğ, yonca, korunga gibi bitkiler ile yeşil gübreleme yapılmalıdır. Aynı şekilde eksikliği tespit edilen N, K, P, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu elementlerinin yapılacak kimyasal ve organik gübreler ile bitki tür ve çeşitlerine göre toprak analizlerine dayalı gübreleme uygulamalar ile noksanlık seviyesinden yeterli düzeye getirilmesi optimum verim ve kalite için önerilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje No: 2011-ZRF-072) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Ege Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.

Çizelge 1. Toprak fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.
Table 1. Soil physical and chemical analysis results.

Pedon	No	pH	EC (µS/cm)	Kireç- Lime (%)	Kum- Sand (%)	Mil - Silt (%)	Kil - Clay (%)	Bünye* Texture	O.M (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P8	1	7,87	133,5	5,22	86,00	6,00	8,00	Tınlı kum	0,98	0,084	0,54	3267	155,2	28,8	237,1	4,26	0,36	0,41	2,85
	2	8,07	139,6	6,30	88,00	6,00	6,00	Tınlı kum	0,08	0,056	0,49	2970	97,0	28,8	179,8	2,52	0,30	0,18	1,42
	3	8,53	138,3	5,54	86,00	2,00	12,00	Tınlı kum	0,08	0,067	0,15	2079	155,2	48,3	102,5	1,66	0,09	0,14	1,52
P12	4	7,73	217,0	4,89	74,00	16,00	10,00	Kumlu tın	1,34	0,090	4,32	2871	145,5	361,0	329,1	5,88	0,57	1,09	3,69
	5	8,01	177,7	6,09	80,00	14,00	6,00	Tınlı kum	0,10	0,067	3,24	3170	111,5	43,2	251,6	4,05	0,60	0,55	2,68
	6	7,99	205,0	7,72	58,00	36,00	6,00	Kumlu tın	0,88	0,090	2,48	3670	106,7	43,2	279,2	6,92	0,75	0,25	1,73
P14	7	8,19	112,0	5,76	76,00	22,00	2,00	Tınlı kum	0,98	0,095	1,85	2871	48,5	48,3	100,3	7,49	0,16	0,13	1,22
	8	7,57	371,0	5,65	62,00	30,00	8,00	Kumlu tın	1,40	0,106	3,15	3564	329,8	19,2	161,5	3,42	2,86	1,37	5,88
	9	7,84	234,0	6,41	62,00	28,00	10,00	Kumlu tın	0,57	0,073	2,93	3465	213,4	28,8	137,9	3,10	0,88	0,44	3,16
P15	10	8,05	173,4	7,06	60,00	32,00	8,00	Kumlu tın	0,70	0,123	1,04	3366	126,1	38,4	127,6	2,70	0,42	0,20	1,43
	11	8,15	177,5	5,98	80,00	14,00	6,00	Kumlu tın	0,05	0,112	0,41	3180	77,6	67,2	101,5	2,51	0,33	0,12	1,15
	12	7,86	374,0	8,69	38,00	52,00	10,00	Milli tın	1,16	0,118	0,59	3800	97,0	96,0	129,3	3,04	0,86	0,42	3,07
P16	13	7,98	262,0	9,89	30,00	60,00	10,00	Milli tın	1,09	0,062	0,30	4158	67,9	100,8	135,7	2,67	0,41	0,20	1,39
	14	7,99	615,0	10,87	30,00	38,00	32,00	Killi tın	1,03	0,089	0,18	4851	97,0	172,8	311	2,46	0,32	0,11	1,13
	15	8,25	182,6	6,85	70,00	26,00	4,00	Kumlu tın	0,05	0,056	0,18	2871	39,2	67,2	123,3	5,04	0,62	0,45	3,42
P17	16	8,28	154,1	5,43	88,00	8,00	4,00	Kum	0,41	0,067	0,16	2178	58,2	62,4	118,2	2,69	0,19	0,20	1,35
	17	7,86	286,0	7,39	54,00	38,00	8,00	Kumlu tın	1,09	0,067	4,10	3465	155,2	38,4	137,9	4,65	0,57	0,90	4,10
	18	8,11	153,0	6,85	66,00	30,00	4,00	Kumlu tın	0,57	0,062	1,31	3564	77,6	62,4	118,2	3,70	0,43	0,22	1,57
P18	19	8,34	159,3	6,30	82,00	16,00	2,00	Tınlı kum	0,34	0,101	0,45	2079	53,4	67,2	78,8	5,51	0,18	0,22	1,23
	20	8,15	356,0	8,04	40,00	56,00	4,00	Milli tın	0,26	0,118	0,45	3168	77,6	115,2	132,7	3,16	0,22	0,10	0,62
	21	8,06	246,0	5,43	86,00	10,00	4,00	Tınlı kum	0,18	0,078	0,40	2772	53,4	67,2	97,3	5,44	0,17	0,11	0,74
P17	22	7,90	274,0	6,74	60,00	32,00	8,00	Kumlu tın	1,34	0,067	3,13	3267	145,5	67,2	115,4	6,73	0,46	0,61	3,16
	23	8,10	141,1	5,76	82,00	14,00	4,00	Tınlı kum	0,41	0,078	1,62	2000	48,5	28,8	66,8	3,05	0,26	0,24	1,82
	24	7,94	222,0	8,80	48,00	44,00	8,00	Tınlı kum	0,54	0,050	1,50	3465	87,3	38,4	123,3	7,50	0,57	0,17	1,75
P17	25	7,82	499,0	15,54	18,00	52,00	30,00	Milli killi tın	0,16	0,073	1,22	4950	194,0	105,6	266,1	2,27	1,97	0,56	1,99
	26	8,07	240,0	7,61	60,00	32,00	8,00	Kumlu tın	0,05	0,050	0,86	3663	67,9	76,8	119,2	10,37	0,59	0,36	0,98
	27	7,92	477,0	11,85	42,00	42,00	16,00	Tın	0,41	0,045	0,68	4257	116,4	134,4	219,3	15,19	1,15	0,24	1,51
P18	28	7,72	237,0	6,41	54,00	36,00	10,00	Kumlu tın	1,14	0,067	3,05	3200	194,0	38,4	108,4	1,83	0,28	0,42	3,01
	29	8,06	181,2	8,59	54,00	38,00	8,00	Kumlu tın	0,91	0,062	1,35	3200	97,0	52,8	110,8	3,75	0,43	0,23	2,22
	30	8,22	103,6	5,43	90,00	8,00	2,00	Kum	0,23	0,073	0,63	1980	58,2	33,6	84,2	2,04	0,12	0,16	0,96

Çizelge 1. Devamı.
Table 1. Continued.

Pedon	No	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kireç- Lime (%)	Kum- Sand (%)	Mil- Silt (%)	Kil - Clay (%)	Bünye* Texture	O.M (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P20	31	7,55	443,0	7,50	42,00	42,00	16,00	Tin	1,29	0,012	8,06	2475	242,5	19,2	103,7	4,41	1,01	1,57	6,51
	32	7,82	399,0	9,78	34,00	50,00	16,00	Tin	1,06	0,073	2,30	3564	310,4	48,0	167,5	2,48	0,56	0,47	2,09
	33	7,93	259,0	9,78	36,00	54,00	10,00	Milli tin	1,09	0,013	0,65	3663	174,6	48,0	150,2	3,67	0,61	0,25	1,61
	34	7,89	510,0	15,43	24,00	50,00	26,00	Milli tin	0,16	0,062	0,34	4257	174,6	72,0	237,9	9,11	1,26	0,42	2,41
P21	35	8,06	288,0	9,35	44,00	50,00	6,00	Milli tin	0,08	0,050	0,28	3366	77,6	57,6	151,8	3,51	0,43	0,15	1,69
	36	7,87	500,0	7,93	46,00	36,00	18,00	Tin	1,09	0,062	2,61	3663	378,3	97,0	193,6	6,85	1,85	0,65	3,71
	37	7,80	1732,0	12,50	22,00	38,00	40,00	Killi tin	1,19	0,056	0,85	4752	213,4	432,0	365,1	14,69	2,41	0,45	3,69
	38	7,95	2490,0	12,28	28,00	48,00	24,00	Tin	0,93	0,073	0,78	3663	126,1	597,8	439,4	6,68	1,27	0,20	3,04
P22	39	8,26	1336,0	7,93	52,00	42,00	6,00	Kumlu tin	0,05	0,078	0,67	1600	28,7	240,0	154,6	4,88	0,63	0,40	2,30
	40	7,79	297,0	6,19	52,00	38,00	10,00	Kumlu tin	1,14	0,067	1,19	3465	184,3	28,8	113,8	2,78	0,80	0,64	5,56
	41	7,95	219,0	7,82	44,00	45,28	10,72	Tin	1,47	0,062	0,50	2376	87,3	28,8	83,7	2,84	0,62	0,21	2,66
	42	8,01	276,0	9,78	36,00	51,28	12,72	Milli tin	0,78	0,056	0,25	2475	58,2	43,2	115,4	4,03	0,70	0,14	2,39
P23	43	8,36	96,4	6,19	94,00	5,28	0,72	Kum	0,05	0,067	0,23	1100	19,6	19,2	56,7	1,44	0,07	0,12	0,81
	44	7,82	927,0	7,06	64,00	27,28	8,72	Kumlu tin	0,72	0,056	3,60	2772	87,3	97,0	99,7	3,29	0,47	0,62	2,62
	45	8,05	771,0	8,69	56,00	35,28	8,72	Kumlu tin	0,36	0,073	3,15	2475	28,7	134,4	128,5	5,74	0,74	0,22	1,78
	46	8,15	220,0	5,76	90,00	7,28	2,72	Kum	0,93	0,050	0,18	2574	20,1	43,2	64,5	2,47	0,11	0,22	0,79
P24	47	7,93	768,0	6,96	50,00	39,28	10,72	Tin	1,55	0,050	3,33	3564	116,4	196,8	481,3	4,34	0,47	0,72	2,53
	48	8,02	403,0	7,82	54,00	37,28	8,72	Kumlu tin	0,18	0,050	0,59	3366	87,3	97,0	342,2	3,46	0,45	0,21	2,06
	49	8,11	225,0	5,76	86,00	11,28	2,72	Tinli kum	0,05	0,056	0,49	2600	39,2	72,0	226,3	2,49	0,17	0,18	1,28
	50	8,15	210,0	5,76	88,00	9,28	2,72	Kum	0,05	0,062	0,49	2475	28,7	57,2	188,2	4,47	0,47	1,15	2,82
P25	51	7,69	721,0	14,56	34,00	51,28	14,72	Milli tin	1,58	0,090	5,54	4100	111,5	86,4	456,2	7,22	0,95	0,66	4,47
	52	7,96	502,0	9,24	22,00	73,28	4,72	Milli tin	1,99	0,073	0,75	4653	126,1	194,0	696,8	9,22	1,40	0,31	2,94
	53	8,14	271,0	9,67	36,00	55,28	8,72	Milli tin	2,25	0,050	0,55	3960	77,6	155,6	431,3	4,96	0,69	0,16	1,83
	54	8,29	289,0	9,46	38,00	53,28	8,72	Milli tin	1,47	0,056	0,50	3663	58,2	134,4	430,6	3,43	0,41	0,25	0,85
P26	55	7,78	374,0	8,04	58,00	31,28	10,72	Kumlu tin	1,97	0,090	1,34	3762	116,4	57,2	387,8	3,41	0,49	1,44	1,73
	56	8,15	91,1	5,43	96,00	1,28	2,72	Kum	1,16	0,073	0,78	2178	25,2	24,0	177,5	1,93	0,07	0,22	0,72
	57	8,32	103,7	11,74	92,00	7,28	0,72	Kum	0,85	0,101	0,58	2475	28,7	28,8	214,2	3,18	0,10	0,44	1,15
	58	8,22	1672,0	12,50	30,00	47,28	22,72	Tin	0,93	0,078	2,01	3762	164,9	640,2	791,5	5,27	1,00	1,02	4,09
P28	59	8,12	1293,0	11,85	26,00	49,28	24,72	Tin	1,06	0,062	0,99	3960	145,5	552,9	937,4	6,43	1,10	0,70	4,03
	60	8,24	640,0	7,72	54,00	41,28	4,72	Kumlu tin	0,47	0,045	0,44	3168	48,5	242,5	543,6	2,56	0,42	0,31	1,19
	61	8,35	203,0	5,98	92,00	5,28	2,72	Kum	0,49	0,056	0,66	2100	28,7	67,2	251,3	1,29	0,08	0,19	0,70

Çizelge 1. Devamı.
Table 1. Continued.

Pedon	No	pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kireç- Lime (%)	Kum- Sand (%)	Mil - Silt (%)	Kil - Clay (%)	Bünye* Texture	O.M (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P29-1	62	7,54	448,0	6,63	50,00	35,28	14,72	Tin	2,28	0,101	6,30	3630	252,2	48,0	349,2	8,19	0,71	1,04	2,56
	63	7,80	417,0	9,35	50,00	35,28	14,72	Tin	1,37	0,067	1,23	4059	164,9	48,0	420,5	5,56	0,73	0,63	2,12
	64	7,88	525,0	12,93	30,00	53,28	16,72	Milli tin	2,82	0,073	0,65	4257	116,4	67,2	580,2	5,69	0,80	0,13	1,65
P29-2	65	8,08	154,0	5,76	94,00	1,28	4,72	Kum	0,98	0,050	0,61	2277	28,7	28,8	234,3	1,95	0,11	0,10	0,69
	66	7,64	365,0	7,82	60,00	27,28	12,72	Kumlu tin	2,22	0,078	3,25	3564	184,3	48,0	349,8	5,38	0,53	0,87	1,90
	67	7,94	204,0	7,93	68,00	25,28	6,72	Kumlu tin	1,68	0,045	1,80	3267	77,6	33,6	281,7	2,52	0,29	0,14	1,78
P30	68	8,06	88,5	6,30	96,00	3,28	0,72	Kum	0,44	0,039	0,79	2220	29,1	28,8	168,9	2,13	0,08	0,09	0,88
	69	7,79	471,0	12,50	28,00	57,28	14,72	Milli tin	2,38	0,039	0,67	4059	155,2	76,8	518,4	6,93	0,84	0,34	1,41
	70	7,94	436,0	12,61	30,00	53,28	16,72	Milli tin	2,33	0,044	0,44	4200	135,8	124,8	610,6	4,89	0,79	0,27	1,62
P33	71	7,32	791,0	6,96	48,00	37,28	14,72	Tin	2,22	0,106	4,95	3800	329,8	43,2	351,5	6,85	0,49	1,37	3,20
	72	7,72	555,0	10,87	36,00	47,28	16,72	Tin	1,60	0,062	2,52	4100	261,9	76,8	553,7	6,48	0,76	0,51	2,38
	73	7,97	404,0	9,46	44,00	39,28	16,72	Tin	1,22	0,039	1,06	3890	145,5	129,6	414,8	4,31	0,57	0,43	1,41
P34	74	7,96	503,0	5,76	50,00	35,28	14,72	Tin	1,58	0,050	0,67	3180	97,0	192,0	463,5	2,36	0,49	0,25	0,98
	75	7,55	308,0	9,67	64,00	23,28	12,72	Kumlu tin	1,84	0,101	3,12	3160	155,2	38,4	405,7	3,14	0,37	1,62	2,19
	76	7,75	705,0	6,96	86,00	9,28	4,72	Tinli kum	1,53	0,067	2,16	2772	67,9	28,8	270,6	2,63	0,27	0,59	1,00
P35	77	8,24	123,3	6,19	84,00	9,28	6,72	Tinli kum	0,88	0,073	1,57	2772	77,6	28,8	285,2	2,09	0,19	0,24	0,76
	78	-	-	-	-	-	-	-	-	0,039	0,82	3069	45,8	172,8	477,5	1,59	0,18	0,68	0,67
	79	7,73	641,0	8,15	40,00	43,28	16,72	Tin	2,12	0,090	3,60	3960	300,7	57,6	499,9	9,16	0,99	1,01	4,61
P36	80	7,89	881,0	12,28	40,00	37,28	22,72	Tin	1,45	0,060	2,02	4059	174,6	184,3	757,5	6,58	0,99	0,26	2,51
	81	8,30	435,0	9,13	47,28	42,00	10,72	Tin	1,22	0,050	1,12	3762	77,6	163,2	646,7	2,80	0,51	0,11	1,21
	82	8,40	379,0	7,82	75,28	20,00	4,72	Tinli kum	0,70	0,045	0,94	3168	58,2	144,0	556,8	2,33	0,30	0,32	1,25
P35	83	7,46	939,0	6,85	45,28	38,00	16,72	Tin	2,69	0,130	6,09	3663	494,7	86,4	469,3	7,13	0,59	1,39	3,43
	84	7,62	1303,0	7,17	43,28	42,00	14,72	Tin	2,59	0,101	2,52	4554	358,9	134,4	523,8	7,33	0,74	0,60	3,35
	85	7,99	1193,0	8,80	51,28	38,00	10,72	Tin	0,26	0,039	0,96	5148	116,4	211,2	627,9	3,92	0,47	0,15	1,59
P36	86	8,09	1249,0	8,37	55,28	38,00	6,72	Kumlu tin	0,05	0,039	0,80	3564	97,0	259,2	719,4	1,48	0,29	0,14	0,74
	87	7,51	812,0	9,13	47,28	36,00	16,72	Tin	2,74	0,130	3,64	5643	485,0	57,6	495,6	16,46	0,78	2,04	5,38
	88	7,67	512,0	8,15	43,28	40,00	16,72	Tin	2,64	0,130	3,15	3960	465,6	57,6	510,3	34,62	0,49	1,84	8,36
P36	89	7,69	529,0	8,80	35,28	48,00	16,72	Tin	1,84	0,067	1,80	4455	368,6	48,0	432,1	4,85	0,75	0,45	2,85
	90	7,73	562,0	10,11	39,28	38,00	22,72	Tin	1,37	0,067	1,35	4158	271,6	67,2	515,5	3,79	0,76	0,29	1,42
	91	7,98	132,7	4,46	91,28	4,00	4,72	Kum	0,05	0,045	0,72	2475	97,0	28,8	246,4	2,12	0,18	0,25	1,11

Çizelge 1. Devamı.
Table 1. Continued.

Pedon	No	pH	E:C (µS/cm)	Kireç- Lime (%)	Kum- Sand (%)	Mil - Silt (%)	Kil - Clay (%)	Bünye* Texture	O.M (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
P38	92	7,49	616,0	5,65	51,28	38,00	10,72	Tın	2,97	0,120	2,75	4059	436,5	48,0	454,3	3,73	0,49	1,17	1,75
	93	7,61	498,0	6,19	47,28	38,00	14,72	Tın	2,40	0,084	1,34	3168	213,4	38,4	349,8	5,50	0,72	0,68	2,51
	94	7,92	467,0	9,56	47,28	38,00	14,72	Tın	0,21	0,062	0,87	4455	174,6	97,0	503,2	3,70	0,60	0,27	1,72
	95	8,11	405,0	9,24	55,28	38,00	6,72	Kumlu tın	0,49	0,045	0,66	3960	106,7	153,6	445,1	2,93	0,31	0,07	0,94
	96	7,64	516,0	7,50	43,28	44,00	12,72	Tın	2,04	0,095	2,51	3663	194,0	57,6	430,3	7,22	0,60	1,30	3,53
P39	97	7,85	971,0	10,32	37,28	48,00	14,72	Tın	1,14	0,090	1,74	3861	145,5	230,4	681,3	5,93	0,73	0,32	2,21
	98	7,92	996,0	6,41	55,28	34,00	10,72	Kumlu tın	1,29	0,067	1,09	3465	77,6	259,2	441,2	2,68	0,49	0,39	1,45
	99	8,00	675,0	7,28	61,28	30,00	8,72	Kumlu tın	0,49	0,045	0,54	3168	48,5	172,8	395,5	2,68	0,37	0,18	1,18
P40	100	7,82	688,0	9,78	25,28	58,00	16,72	Milli tın	2,09	0,073	2,51	3960	223,1	156,3	510,5	5,18	0,89	1,23	3,32
	101	8,09	1140,0	9,89	49,28	28,00	22,72	Tın	1,22	0,084	1,57	4059	106,7	297,6	544,7	3,38	0,61	0,22	1,61
	102	7,90	518,0	7,28	79,28	16,00	4,72	Tınlı kum	0,83	0,050	1,12	3960	126,1	336,0	230,2	2,81	0,60	0,48	1,45
	103	7,93	861,0	10,22	25,28	44,00	30,72	Killi tın	2,33	0,090	2,09	5049	368,6	97,0	577,4	3,09	0,42	0,61	1,88
P41	104	7,96	744,0	12,93	33,28	42,00	24,72	Tın	2,09	0,120	0,75	4851	242,5	163,2	654,8	5,90	1,08	0,47	2,38
	105	7,93	1369,0	10,87	33,28	44,00	22,72	Tın	0,88	0,120	0,75	4158	155,2	291,0	660,9	3,21	0,80	0,21	1,50
	106	7,97	1419,0	15,65	31,28	48,00	20,72	Tın	0,72	0,050	0,58	3861	135,8	274,4	780,3	3,69	0,61	0,11	1,25
P42	107	8,83	2860,0	8,80	37,28	46,00	16,72	Tın	1,71	0,070	2,41	2772	368,6	1746,0	668,5	6,53	0,96	0,67	6,34
	108	8,90	1376,0	10,65	33,28	54,00	12,72	Milli tın	1,27	0,078	0,81	2970	194,0	756,6	754,2	10,55	1,22	0,31	9,64
	109	8,50	1174,0	15,32	19,28	50,00	30,72	Milli killi tın	1,09	0,073	0,63	3663	155,2	746,9	420,3	22,95	2,29	0,39	16,24
P43	110	7,78	557,0	8,15	35,28	50,00	14,72	Milli tın	1,78	0,056	2,40	6534	329,8	76,8	430,7	3,15	0,56	0,95	2,69
	111	8,00	1384,0	9,46	37,28	42,00	20,72	Tın	1,19	0,045	1,57	5940	145,5	465,6	606,3	1,92	0,46	0,13	1,08
	112	8,49	1308,0	9,56	39,28	42,00	18,72	Tın	1,73	0,030	1,26	3861	130,9	252,3	690,2	3,04	0,67	0,11	1,25
	113	8,27	1015,0	10,32	31,28	46,00	22,72	Tın	2,48	0,039	1,15	3168	67,9	349,2	430,7	2,09	0,34	0,16	0,90
P44	114	7,76	526,0	9,67	53,28	38,00	8,72	Kumlu tın	2,59	0,062	2,11	4653	349,2	77,6	543,7	5,64	0,86	1,31	3,33
	115	8,16	108,9	5,87	89,28	8,00	2,72	Kum	1,50	0,090	0,85	2775	67,9	19,2	208,3	1,42	0,10	0,54	0,59
	116	8,29	224,0	9,89	51,28	40,00	8,72	Tın	1,53	0,078	0,72	4257	77,6	86,4	514,4	1,27	0,21	0,07	0,50
P45	117	7,70	742,0	9,46	25,28	58,00	16,72	Milli tın	2,51	0,073	2,15	4554	358,9	57,6	335,6	1,63	0,37	0,99	2,56
	118	7,86	548,0	10,11	31,28	56,00	12,72	Milli tın	1,73	0,067	1,17	5247	213,4	77,6	316,7	2,65	0,46	0,33	2,05
	119	7,76	2730,0	11,30	21,28	58,00	20,72	Milli tın	1,45	0,056	1,01	4554	300,7	465,6	626,4	4,44	0,51	0,43	2,25
	120	7,90	1962,0	12,93	15,28	62,00	22,72	Milli tın	1,55	0,045	0,62	4257	339,5	572,3	733,8	11,19	1,41	0,68	3,22
	Min	7,32	88,5	4,46	15,28	1,28	0,72		0,05	0,012	0,15	1100,00	19,6	19,2	56,7	1,27	0,07	0,07	0,50
	Max	8,90	2860,0	15,65	96,00	73,28	40,00		2,97	0,130	8,06	6534,00	494,7	1746,0	937,4	34,62	2,86	2,04	16,24
	Ort.	7,97	590,2	8,59	52,87	35,01	12,13		1,17	0,070	1,57	3542,78	152,6	149,4	353,9	4,95	0,62	0,49	2,38

* Tın: Loam, Kum:San, Tınlı kum: Loamy sand, Kumlu tın: Sandy loam, Milli tın: Silt loam, Milli killi tın: Silty clay loam.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akalan, İ. 1965. Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 23. Ankara.
- Altınbaş, Ü. 1996. Toprak Etüd ve Haritalama. (Ders Kitabı) E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:521. Bornova-İzmir.
- Altınbaş, S., G. Gözükara ve B. Ç. Demirel. 2020. Aksu ovasında farklı flüviyal depozitler üzerinde gelişen toprakların özelliklerinin ve dağılımlarının belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 57(3): 381-391.
- Anonim. 1971. Menemen Ovası Temel Toprak Etüdü. Toprak Genel Müd. Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi. Ankara.
- Anonymous. 2002. USDA, Soil Electrical Conductivity Classification: A Basis For Site-Specific Management In Semiarid Cropping Systems. Agricultural Research Center, Lincoln. Nebraska.
- Anonymous. 1990. FAO. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa, Rome.
- Aşkın, T. 2002. Toprak aşınabilirliğinin topoğrafik pozisyonla ilişkili olarak jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. Samsun.
- Aşkın, T., F. Türkmen ve C. Tarakçıoğlu. 2016. Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 4(2): 69-75.
- Başar, H. 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15: 69-83.
- Bingham, F.T. 1949. Soil test for phosphate. California Agriculture 3(7):11-14.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal 54(5): 464-465.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. pp. 1149-1178. In: C.A. Black (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Çelik, İ., H. Günal, M. Acar, N. Acir, Z.B. Barut and M. Budak. 2019. Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a vertisol under Mediterranean climate. Soil Tillage Res. 185:17-28.
- Dengiz, O. ve C. Gülser. 2014. Farklı flüviyal depozitler üzerinde oluşmuş toprakların dağılım alanlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 1(1): 9-17.
- Dengiz, O. F. Saygın and A. İmamoğlu. 2019. Spatial variability of soil organic carbon density under different land covers and soil types in a sub-humid terrestrial ecosystem. Eurasian Journal of Soil Science 8(1): 35-43.
- Evliya, H. 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 36, 656s.
- Fawzi, A.F.A., and M.M. El-Fouly. 1980. Soil and leaf analysis of potassium in different areas in Egypt. pp.73-80. In: A. Sourat, and M.M. El-Fouly (Eds.). Role of Potassium Crop Production. IPI, Bern.
- Genç, Ş.C., Ş. Altunkaynak, Z. Karacık, M. Yazman ve Y. Yılmaz. 2001. The çubukludağ graben, south of Izmir: Tectonic significance in the neogene geological evolution of the Western Anatolia. Geodinamica Acta 14: 1-12.
- Güner, E. 1968. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarının Fosfor ve Potas İhtiyaçlarını Belirtmeye Yarayan Bazı Kimyasal Laboratuvar Metodlarının Neubauer Metodu ile Muayenesine Dair Araştırmalar. E.U. Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 131. Bornova, İzmir.
- Jackson, M. L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. New Jersey, USA.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğt. Araş. ve Gel. Vakfı Yay. No: 3. Ankara.
- Kacar, B. ve A.V. Katkat. 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:127. VİPAŞ Yayın No: 3. Bursa.
- Karlen, D.L., K. S. Veum, K. A. Sudduth, J. F. Obrycki, and M. R. Nunes 2019. Soil health assessment: past accomplishments, current activities and future opportunities. Soil & Tillage Research 195:104365.
- Kellog, C.E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company. New York, USA.
- Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal 42: 421-428.
- Loue, A. 1968. Diagnostic petiolare de prospection. etud sur la nutrition et. la fertilisation potasiques de la vigne. pp. 31-41. Societe Commerciale Des Potasses d'Al sace services Agronomiques.
- Mulla, D. J., and A. B. McBratney. 2001. Soil spatial variability. pp. 321-352. In: M. E. Sumner (Ed.). Handbook of Soil Science. CRS Press. Boca Raton, FL, USA.
- Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. pp. 181-197. In: A. L. Page (Ed.). Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- Özden, N. 2010. Menemen ovası sol sahil sulanan arazilerinin parsel tabanlı ürün deseni planlaması. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Toprak Ana Bilim Dalı Bornova, İzmir.
- Özden, N., İ. Uslu, Ö. Sökmen ve F. Metinoğlu. 2020. İzmir ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikroelement kapsamının belirlenerek haritalanması. Toprak Su Dergisi Özel Sayı: 31-40.

- Özkutlu, F., K. Korkmaz, N. Özenç, A. Aygün, Ö. Şahin, M. Kahraman, Ö. Ete, M. Akgün ve B. Taşkın. 2016. Ordu-merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 5(2): 77-86.
- Özyazıcı, M. A., O. Dengiz, M. Aydoğan, B. Bayraklı, E. Kesim, Ö. Urla ve E. Ünal. 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31(1): 136-148.
- Pratt, P. F. 1965. Potassium. pp. 1010-1022. *In*: C. A. Black (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part-2*. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Sağlam, M. ve O. Dengiz. 2013. Kimyasal toprak kalite göstergelerinin faktör ve jeostatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 50(2): 181-190.
- Silveira, M. L., and M. M. Kohmann. 2020. Chapter 3- Maintaining soil fertility and health for sustainable pastures. pp. 35-58. *In*: M. Rouquette Jr., and Glen E. Aiken (Eds.). *Management Strategies for Sustainable Cattle Production in Southern Pastures*. Elsevier Academic Press.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manual*. U.S. Dep. Agric. Handbook. No. 18. U.S. Government Printing Office. Washington D.C., USA.
- Şimşek, O., S. Altunbaş, G. Gözükara ve B. Ç. Demirel. 2020. Farklı alüvyal depozitle üzerinde gelişen toprakların pedolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 24(3): 347-358.
- Tercan, A. E. ve C. Saraç 1998. Maden Yataklarının Değerlendirilmesinde Jeostatistiksel Yöntemler. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 48. Ankara.
- Viets, F. C., and W. L. Lindsay. 1973. Testing soils for Zn, Cu, Mn, and Fe. *Soil testing and plant analysis*. . pp. 133-172. *Soil Sci. of Amer. Inc. Madison, Wisconsin, USA*.
- Zengin, M., Ü. Çetin, İ. Ersoy ve H. H. Özaytekin. 2003. Beyşehir Yöresi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(31): 24-30.

A Preliminary Study on the Determination of Carpel Characteristics, Yield Losses and Free Fatty Acid Content of Seed under Pre-Harvest Precipitation in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Serife BALCI¹ 

Volkan Mehmet CINAR² 

Aydın UNAY^{3*} 

¹*Cotton Research Institute, Nazilli-Aydın/TÜRKİYE*

²*Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Aydın/TÜRKİYE*

³*Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0001-8348-3674>

²<https://orcid.org/0000-0001-5822-5649>

³<https://orcid.org/0000-0002-7278-4428>

* Corresponding author (Sorumlu yazar): aunay@adu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 27.12.2021

Accepted (Kabul tarihi): 09.08.2022

ABSTRACT: Pre-harvest precipitation in some years in many cotton-growing regions may adversely affect cotton yield and quality. The effect of carpel characters of cultivars on fall out (ground losses) and free fatty acid of seed under different precipitation amounts were investigated. The experiment was arranged in a two-factor Randomized Complete Block Design with four replications. The precipitation x cultivar interaction for carpel depth, free acid content and fall out were significant. Fall out values were between 38.9 kg ha⁻¹ at 20 mm precipitation and 234.2 kg ha⁻¹ at 125 mm precipitation. The amount of fall out in all varieties was negatively affected by the increase in precipitation. Gloria cultivar with a wide carpel had the lowest yield losses on the ground.

Keywords: Carpel openness, carpel angle, fall out, cotton, free fatty acid content, precipitation.

Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Hasat Öncesi Yağış Koşullarında Çenet Özellikleri, Verim Kayıpları ve Tohum Serbest Yağ Asitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Ön Çalışma

ÖZ: Birçok pamuk ekim bölgesinde bazı yıllarda gerçekleşen hasat öncesi yağışlar, verim ve kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Farklı yağış miktarlarının pamuk çeşitlerinde dökülme oranı, çenet özellikleri ve tohum serbest yağ asitleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneme iki faktörlü Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Çenet derinliği, serbest yağ asitleri oranı ve dökülme oranı yönünden yağış x çeşit etkileşimi önemli bulunmuştur. 20 mm yağış koşullarında 3,89 kg da⁻¹ olan hasat kayıplarının 125 mm de 23,42 kg da⁻¹ değerine ulaştığı saptanmıştır. Tüm çeşitlerde yağış miktarının hasat kayıplarını artırdığı belirlenmiştir. Geniş çenet yapısına sahip olan Gloria çeşidinin hasat kayıplarının daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çenet açıklığı, çenet açısı, dökülme oranı, pamuk, serbest yağ asitleri, yağış.

INTRODUCTION

Effectively cotton harvest is essential for farmers and seed producers as the detrimental effects of pre-harvest season weather on lint yield and fiber quality cause economic losses in many areas of cotton growing (Bednarz *et al.*, 2002; Williford *et al.*, 1995; Parvin *et al.*, 2005). Although precipitation is beneficial for planting, germination and vegetative development in cotton cultivation, precipitation during boll opening and harvesting is quite harmful (Chattopadhyay *et al.*, 2008). The probability of receiving different amounts of rainfall between the first boll opening and harvest is very high in some years. When it rains in September-October before harvest, precipitation is absorbed by the lint, weighing the lint down and causing it to string-out (on the plant). Rain and strong wind break the boll connection of the seed cotton and the yield decreases due to falling (Rubio, 2018). In addition, cotton wet by heavy rains will experience fewer sunny days and take longer to dry (Anonymous, 2019). The components of seed dispersal include two traits that appear adversarial: bolls must be open enough to allow easy removal of the locks of seed cotton but the locks cannot be allowed to fall out before picking (Stephens, 1958). It was demonstrated that locks with high resistance to breaking off and with high moisture had tolerance to string-out and fall out (Coskun, 2002), in other words, varieties requiring higher force to pull seed cotton locks had lower losses on the ground (Gemtos and Mygdakos, 1998). It was concluded that significant differences exist among cultivars in terms of seed cotton loss during the latter part of the growing season and storm resistance of spindle-picked upland cotton cultivars should be selected (Faircloth *et al.*, 2004). At times when severe weather such as pre-harvest precipitation occurs, varietal differences in lock retention and opening of the suitable bolls before harvest are considerable (Lubbers and Chee, 2009; Raper, 2019). Carpel characteristics and relationships among these characters can be used as selection criteria to improve resistance to adverse weather such as rain and wind storms in cotton (Killi and Beycioğlu, 2020).

Seeds exposed to excessive rainfall during the pre-harvest season may have poor quality, and the most important indicator of poor quality is the free fatty acid content of the seed (Waddle and Colwick, 1961; Zaxos *et al.*, 2012). Under such conditions, the free fatty acids of seeds changed from 0.5 to 8 %, increasing the content of free fatty acids reduces germination. Therefore, cottonseeds that have a fatty-acid content above 0.75 percent should not be used as seed for sowing (Anonymous, 2021).

Boll properties and free fatty acid content in terms of the detrimental effects of precipitation were evaluated in only a few studies. Therefore, this study was conducted to investigate the varietal differences caused by pre-harvest precipitation in cotton (*Gossypium hirsutum* L.).

MATERIALS and METHODS

Cotton cultivars, Gloria, ST-373 and Flash were selected from cultivars with medium earliness. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with two factors and four replications. Planting was carried out on 13th May 2014. The first bolls on the plant that were not exposed to precipitation were considered as controls. Rainfall after the second half of September did not affect the control plots. During the harvest season, seed cotton on the plant was exposed to rain 10 times. The amount of rain was measured by using a pluviometer in a meteorology station established in the experimental area. When the amount of precipitation reached totals of 20 mm, 45 mm and 125 mm, the bolls in the respective plots were harvested. The climate of Nazilli-Aydın is a Mediterranean climate and monthly precipitation (mm) and average temperature of the experimental year and long-term are given in Figure 1. It is clearly seen that cotton bolls during the opening period were exposed to 151.8 mm of precipitation in the September-November period in 2014. The total precipitation of the long-term period was 138.1 mm (Anonymous, 2014).

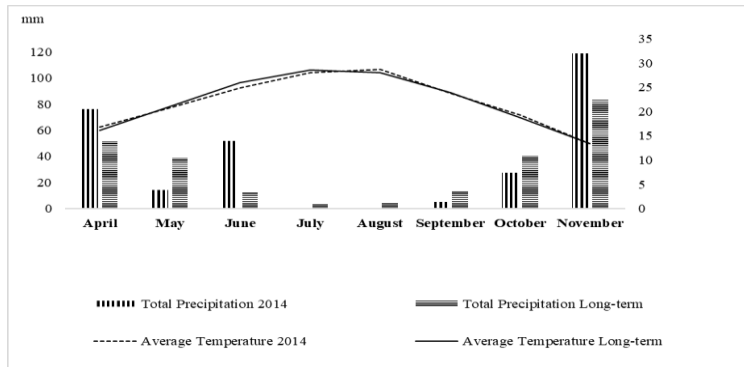


Figure 1. Temperature (°C) and precipitation values (mm) of experimental and long-term years (Anonymous, 2014).
Şekil 1. Deneme yılı ve uzun dönem yağış (mm) ve sıcaklık (°C) değerleri (Anonymous, 2014).

The plot size was 12 m x 2.8 m (33.6 m²) accommodating 4 rows spaced 70 cm apart. Two central rows were used for plant sampling and measurements. The distance among the plots and blocks was 3 m. The experiment was conducted at Nazilli Cotton Research Institute (located between 37° 86' N, 28° 32' E). The soil characteristics of the field area were sandy-loamy, light alkaline (pH: 7.54), low in salt content, sufficient in nitrogen and phosphorus and high in potassium. All plots received 80 kg ha⁻¹ N and 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ at sowing, and nitrogen was applied in the form of urea (220 kg ha⁻¹) before the first irrigation. The number of furrow irrigations was 4, and plots were kept free of weeds by mechanical and chemical weeding.

Ten randomly selected plants were sampled from each plot, and bolls in the first position of the first sympodial branch of these plants were measured for carpel openness, carpel depth and carpel angle (Kilickan and Coskun, 2009). Seed cotton from sampled bolls was ginned, and fifty seeds for each plot were used for the determination of free fatty acid (FFA) by the official AOCS method (Anonymous, 1993). To determine the fall out (kg ha⁻¹), seed cotton on the ground in a 5 m² area between the middle rows from each plot was picked and weighed. The data were analyzed using JMP[®] 13 statistical software program (Anonymous, 2016) in the experimental split-plot design. The differences between the means were compared by the least significant difference (LSD) at the 5% level (Steel *et al.*, 1997).

RESULTS and DISCUSSIONS

The precipitation x cultivar interaction for carpel depth, free fatty acid content and fall out were significant (Table 1). The LSD values for these traits are shown under the means of the relevant characteristics (Table 1 and Table 2). In addition, differences among cultivars and precipitation for carpel openness and cultivars for carpel angle were found to be significant whereas precipitation and cultivar did not significantly influence carpel width (Table 1). Although the effect of precipitation on carpel width was non-significant, increased rainfall and delayed harvest led to a reduction in carpel width (29.4 mm vs. 26.9 mm), and Gloria had the largest carpels among the cultivars.

The highest carpel depth was significantly recorded in the ST-373 cultivar at 125 mm precipitation followed by ST-373 at 20 and 45 mm, whereas the Gloria cultivar exhibited the lowest carpel depth for the control and all precipitation amounts (Table 1). In terms of carpel angle, the Flash cultivar with the lowest carpel angle (76.62°) was statistically different from other varieties (Table 1). It was seen that carpel openness increased in parallel with the increase in precipitation, and carpel openness was statistically higher in Gloria and ST-373 cultivars (Table 1).

The mean data in Table 2 clearly demonstrated that the increase in precipitation adversely affected the amount of fall out in all varieties. Natural (control) fall out on the ground varied from 27.8 kg ha⁻¹ (ST-373) to 35.3 kg ha⁻¹ (Flash). The fall out reached 146.3 kg ha⁻¹ (Gloria) and 234.2 kg ha⁻¹

(ST-373) with 125 mm of precipitation. Although the ST-373 cultivar had the lowest value at the beginning, it was the cultivar most adversely affected by rain (27.8 kg ha⁻¹ vs. 234.2 kg ha⁻¹).

Gloria attracted attention as the least affected cultivar in all precipitation amounts, and the mean value of Gloria over precipitation amounts was the lowest value with 79.0 kg ha⁻¹.

Table 1. Carpel characteristics of cultivar x precipitation.

Çizelge 1. Çeşit x yağış interaksyonuna ilişkin çenet özellikleri.

Carpel width (mm) Çenet genişliği (mm)	Precipitation (mm) / Yağış (mm)				Mean cultivar Çeşit ortalaması
	0	20	45	125	
Flash	28.3±0.37	28.3±0.87	28.3±0.47	27.0±0.67	28.0±0.36
Gloria	30.2±0.58	27.9±1.21	28.9±1.17	27.0±0.17	28.5±0.56
ST-373	29.8±1.06	27.4±0.70	26.9±0.41	26.6±0.38	27.7±0.50
Mean precipitation Yağış ortalaması	29.4±0.50	27.9±0.56	27.9±0.51	26.9±0.27	
Carpel depth (mm) Çenet derinliği (mm)					
Flash	10.7±0.09 ^{cd}	11.2±0.05 ^{bcd}	11.2±0.14 ^{bcd}	11.3±0.12 ^{bc}	11.1±0.09
Gloria	9.6±0.23 ^d	10.8±0.17 ^{cd}	11.2±0.19 ^{bcd}	11.2±0.18 ^{bcd}	10.7±0.21
ST-373	11.4±0.27 ^b	11.6±0.22 ^{ab}	11.6±0.07 ^{ab}	12.0±0.05 ^a	11.7±0.11
Mean precipitation Yağış ortalaması	10.6±0.28	11.2±0.15	11.3±0.11	11.5±0.14	
LSD _(0.05) precipitation x cultivar = 0.50					
Carpel angle (°) Çenet açısı (°)					
Flash	76.13±1.12	76.75±2.19	77.50±1.40	76.09±1.25	76.62±0.79 ^b
Gloria	80.01±0.60	79.17±0.34	82.34±0.88	81.76±0.96	80.82±0.52 ^a
ST-373	84.60±1.88	82.15±1.84	85.90±2.07	81.94±1.32	83.65±1.02 ^a
Mean precipitation Yağış ortalaması	80.25±1.38	79.36±1.21	81.91±1.45	79.93±1.14	
LSD _(0.05) cultivar = 2.84					
Carpel openness (mm) Çenet açıklığı (mm)					
Flash	37.5±0.86	37.8±0.73	37.9±0.82	39.3±0.36	38.1±0.41 ^b
Gloria	37.9±0.79	42.7±0.87	42.5±0.90	44.5±0.74	41.9±0.82 ^a
ST-373	40.0±0.90	42.3±1.09	42.4±0.28	44.0±0.38	42.2±0.56 ^a
Mean precipitation Yağış ortalaması	38.5±0.61 ^b	40.9±0.91 ^a	40.9±0.84 ^a	42.6±0.84 ^a	
LSD _(0.05) precipitation = 1.92 ; LSD _(0.05) cultivar = 1.51					

Table 2. Free fatty acid and fall out of cultivar x precipitation.

Çizelge 2. Çeşit x yağış interaksyonuna ilişkin serbest yağ asitleri ve dökülme oranı.

Free fatty acid content (%) Serbest yağ asidi içeriği (%)	Precipitation (mm) / Yağış (mm)				Mean cultivar Çeşit Ortalaması
	0	20	45	125	
Flash	0.22±0.04 ^e	0.27±0.04 ^{de}	0.37±0.04 ^d	0.87±0.05 ^a	0.43±0.08
Gloria	0.22±0.01 ^e	0.22±0.01 ^e	0.32±0.01 ^{de}	0.63±0.03 ^b	0.35±0.05
ST-373	0.22±0.04 ^e	0.23±0.02 ^e	0.32±0.06 ^{de}	0.52±0.06 ^c	0.32±0.04
Mean precipitation Yağış ortalaması	0.22±0.02	0.24±0.01	0.33±0.02	0.67±0.05	
LSD _(0.05) precipitation x cultivar = 0.11					
Fall out (kg ha ⁻¹) / Dökülme (kg ha ⁻¹)					
Flash	35.3±0.49 ^g	44.0±1.25 ^f	100.0±2.50 ^d	160.3±1.52 ^b	84.9±14.51
Gloria	32.4±1.30 ^{gh}	38.9±1.82 ^e	98.3±1.66 ^d	146.3±2.60 ^c	79.0±13.50
ST-373	27.8±0.18 ^h	50.0±0.47 ^f	101.2±1.30 ^d	234.2±3.28 ^a	103.3±23.17
Mean precipitation / Yağış ortalaması	31.9±1.13	44.3±1.69	99.8±1.15	180.3±12.93	
LSD _(0.05) precipitation x cultivar = 6.05					

In previous studies, carpel openness, depth and angle values were 30.3 mm - 40.0 mm, 19.0 mm - 23.0 mm and 41° - 57.8°, respectively (Coskun, 2002; Killi and Beycioglu, 2020). Although the results of our study for carpel openness and carpel depths were parallel to these studies, carpel angles exhibited differences. It can be said that the differences in results are likely due to cultivar differences.

The total yield losses (on ground and plant) in harvest changed from 3.69 kg ha⁻¹ (Raper, 2019) to 334.5 kg ha⁻¹ (Silva *et al.*, 2007). Similarly, the results of the present study demonstrated that fall-out values were between 38.9 kg ha⁻¹ at 20 mm precipitation and 234.2 kg ha⁻¹ at 125 mm precipitation.

Although precipitation x cultivar interaction for fall out was significant, the greatest yield losses were recorded in ST-373 with higher carpel depth, angle and openness. On the contrary, the Gloria cultivar with wide but superficial carpel had the lowest yield losses on the ground. It was clearly seen that carpel characteristics had a very important impact on reducing yield losses. The detrimental effects of high precipitation amounts were reflected in increased free fatty acid content in all cultivars. ST-373 was the least affected cultivar, whereas Flash could be defined as a susceptible cultivar to the high precipitation amount. Although there were non-significant differences among cultivars, the free fatty acids of cultivars were below 0.75% except for the Flash cultivar at 125 mm (Table 2). Therefore, it should be concluded that the exposure of the seed cotton on the plant to precipitation is not a problem for planting (Anonymous, 2021).

REFERENCES

- Anonymous. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 4th Edition. AOCS Press. Champaign, USA.
- Anonymous. 2014. Türkiye state meteorological service. Date of access: 25.11.2021
- Anonymous. 2016. SAS Institute Inc. 2016. JMP Statistical Software, Version 13. Cary, USA.
- Anonymous. 2019. How wet weather affects cotton harvesting. Certi-Pik, USA. Available at <http://certipik.com/2019/03/how-wet-weather-affects-cotton-harvesting>. Date of Access: 09.06.2022.

CONCLUSIONS

The carpel characteristics of cotton boll exhibited significant varietal differences under different precipitation conditions before harvest. It was clearly seen that carpel characteristics can be used for improving resistance to late-season precipitation in a cotton breeding program. Even if seed cotton is exposed to high rainfall before harvest, the free fatty acid of the seed was still below the critical level, which should not be a problem for seed producers.

Author Statement

Conceptualization of research: Serife Balci & Aydin Unay. Designing of the experiments: Serife Balci & Aydin Unay. Resources of experimental materials: Serife Balci. Execution of field/lab experiments and data collection: Serife Balci. Analysis of data and interpretation: Volkan Mehmet Cinar & Aydin Unay. Preparation of the manuscript: Aydin Unay, Volkan Mehmet Cinar & Serife Balci.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

ACKNOWLEDGEMENT

Volkan Mehmet CINAR thanks the Higher Education Council of Turkey (YOK) for 100/2000 PhD scholarship.

- Anonymous. 2021. Cotton: crop establishment. Iktisat Agri-Informatics&Services. Available at <http://www.iktisat.com/ap-cotton-crop-establishment.htm>. Date of Access: 07.12.2021
- Bednarz, C. W., W. D. Shurley, and W. S. Anthony. 2002. Losses in yield, quality, and profitability of cotton from improper harvest timing. *Agronomy Journal* 94(5):1004-1011.
- Chattopadhyay, N., R. P. Samui, and S. K. Banerjee. 2008. Effect of weather on growth and yield of cotton grown in the dry farming tract of Peninsular India. *Mausam* 59(3):339-346.

- Coskun, M. B. 2002. Determination of relationships between various aerodynamics, physio-mechanical and fiber properties in cotton. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 26(6): 363-368.
- Faircloth, J., A. Stewart, A. Harper, K. Edmisten, and R. Wells. 2004. Investigating storm resistance in spindle-picked upland cotton. *Crop Management* 3(1): 1-7.
- Gemtos, T. A., and E. Mygdakos. 1998. Losses incurring during cotton mechanical harvesting, in Central Greece. pp. 1133-1136. *In: Proc. World Cotton Research Conference-2, Athens, Greece. 6-12 September.*
- Kilickan, A., and B. M. Coskun. 2009. The determination of some physical properties for machine harvest of cotton varieties in Aegean Region. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty* 6(1): 87-90.
- Killi, F., and T. Beycioglu. 2020. Carpel characteristics, seed oil and protein contents of cotton genotypes under field conditions. *Journal of Scientific and Engineering Research* 7(9): 53-60.
- Lubbers, E. L., and P. W. Chee. 2009. The worldwide gene pool of *G. hirsutum* and its improvement. pp. 23–52. *In: A.H. Paterson, (Ed.). Genetics and Genomics of Cotton.* Springer, New York.
- Parvin, D. W., S. W. Martin, F. Cooke Jr, and B. B. Freeland Jr. 2005. Effect of harvest season rainfall on cotton yield. *The Journal of Cotton Science* 9: 115-120.
- Raper, T. 2019. String-out, fall out, and estimating yield loss in cotton. The University of Tennessee Institute of Agriculture. 2019 Country Standardized Trials Cotton Data Available at <http://www.news.utcrops.com/2019/12/string-out-fall-out-and-estimating-yield-loss-in-cotton/>. Date of access: 05.12.2021
- Rubio, K. 2018. Cotton harvesting snagged by rain. Available at <http://www.uvaldeleadernews.Com/articles/cotton-harvesting-snagged-by-rain>. Date of access: 05.12.2021
- Silva, R. P., F. G. Souza, J. W. Cortez, C. E. Furlani, and G. P. Vigna. 2007. Spatial variability and statistical control of the losses process in the mechanized cotton harvest. *Engenharia Agrícola* 27(3): 742-752.
- Steel, R. G. D., J. A. Torrie, and D. A. Dickey. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach.* 3rd Edi. Mc Graw Hill Book. INC.
- Stephens, S. G. 1958. Salt water tolerance of seeds of *Gossypium* species as a possible factor in seed dispersal. *The American Naturalist* 92(863): 83–92.
- Waddle, B. M., and R. F. Colwick. 1961. Producing seeds of cotton and other fiber crops. pp. 188-192. *The Yearbook of Agriculture.*
- Williford, J. R., F. T. Cooke, D. F. Caillouet, and S. Anthony. 1995. Effect of Harvest Timing on Cotton Yield and Quality. pp. 633-635. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN. USA.*
- Zaxos, D., S. Kostoula, E. M. Khah, A. Mavromatis, D. Chachalis, and M. Sakelariou. 2012. Evaluation of seed cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production and quality in relation to the different irrigation levels and two row spacings. *International Journal of Plant Production* 6(1): 129-148.

Bazı Gübre ve Fungisitlerin *Trichoderma* Türlerinin Büyümesine Etkisinin *in vitro* Koşullarda İncelenmesi

Derya MARAL GÜL^{1*} 

Rengin ELTEM² 

¹Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, Bornova-İzmir/TÜRKİYE
²Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Bornova-İzmir/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-6540-639X>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0642-7676>

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

Received (Geliş tarihi): 29.03.2022 Accepted (Kabul tarihi): 04.11.2022

ÖZ: Sürdürülebilir tarım hedefleri doğrultusunda bitki büyümesini destekleyici mikroorganizma özelliğine sahip *Trichoderma* türleri ile kimyasal yöntemlerin birlikte kullanılması amaçlanmaktadır. Ancak bu hedefe ulaşılabilmesi için kullanılan gübre ve fungisitler ile *Trichoderma* türlerinin birbirine uyumluluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, geleneksel tarımda sıklıkla kullanılmakta olan 15-30-15 + TE, 18-18-18 + TE, 16-8-24 + 2MgO + TE ve 16-18-19 + TE gibi inorganik gübrelerin ve 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol, %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate ve 250 g/l Azoxystrobin gibi fungisitlerin bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizma özelliklerine sahip *Trichoderma atroviride* (n:5), *Trichoderma citrinoviride* (n:6) ve *Trichoderma harzianum* (n:2) suşlarının büyümesine etkilerinin *in vitro* koşullarda incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, gübre ve fungisitlerin 100 L su ile birlikte kullanımı önerilen maksimum dozlarının *Trichoderma* suşlarının koloni büyümesi ve konidiospor oluşumları üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, kullanılan inorganik gübrelerin *Trichoderma* türlerinin koloni büyümesi üzerinde inhibisyon etkisi olmadığı ancak konidiospor oluşumlarını azalttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, tüm *Trichoderma* türlerinin NPK türü gübreler ile birlikte kullanımlarının uygun olduğu gösterilmiştir. Fungisitlerin *Trichoderma* türlerine karşı en yüksek büyüme inhibisyonu oluşturan en düşük büyüme inhibisyonu oluşturana doğru sıralaması %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate, 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol ve 250 g/l Azoxystrobin şeklindedir. **T. citrinoviride** suşları fungisitler ile birlikte kullanıma en uyumlu suşlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca, *Trichoderma* türlerinin fungisitlerden etkilenme derecelerinin farklı olduğu hatta aynı türe ait suşların bile farklı büyüme inhibisyonu gösterebildiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Trichoderma atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, gübre, fungusit, uyumluluk, entegre hastalık mücadelesi, PGPM.

In vitro Investigation of the Effects of Some Fertilizers and Fungicides on the Growth of *Trichoderma* Species

ABSTRACT: In line with sustainable agriculture goals, it is aimed to use chemical methods together with *Trichoderma* species, which has plant growth promoting microorganism properties. However, to achieve this goal, it is necessary to determine the compatibility of the fertilizers and fungicides used with *Trichoderma* species. In this study, we aimed to examine the effects of inorganic fertilizers like 15-30-15 + TE, 18-18-18 + TE, 16-8-24 + 2MgO + TE, 16-18-19 + TE, and the fungicides like 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol, 53,8% Copper hydroxide + Tetrasodium pyrophosphate and 250 g/l Azoxystrobin which are frequently used in traditional agriculture, against the *in vitro* growth of *Trichoderma atroviride* (n:5), *T. citrinoviride* (n:6) and *T. harzianum* (n:2) which have plant growth promoting microorganism properties. For this purpose, the effects of the recommended maximum doses of fertilizers and fungicides with 100 L water on the colony growth and conidiospore formation of *Trichoderma* strains were investigated. In the study, it was determined that the inorganic fertilizers used did not have

an inhibition effect on the colony growth of *Trichoderma* species, but reduced the formation of conidiospores. As a result, it has been shown that all *Trichoderma* species are compatible for use with NPK type fertilizers. Fungicides on *Trichoderma* species from highest to lowest growth inhibition are respectively 53,8% Copper hydroxide + Tetrasodium pyrophosphate, 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol and 250 g/l Azoxystrobin. *T. citrinoviride* strains were determined as the most compatible strains for use with fungicides. In addition, it has been determined that *Trichoderma* species have different degrees of exposure to fungicides, and even strains belonging to the same species can show different growth inhibition.

Keywords: *Trichoderma atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, fertilizer, fungicide, compatibility, integrated disease management, PGPM.

GİRİŞ

Ekstansif tarımda gelişigüzel kimyasal kullanımı toprak kalitesinin düşmesine, insan sağlığına ve çevreye karşı negatif etkilere, patojenlerin direnç oluşturmaya ve hedef olmayan organizmaların da riske girmesine neden olmaktadır. Bunun yanında, aşırı pestisit ve sentetik gübre kullanımı canlı organizmaları yüksek toksisiteye maruz bırakmaktadır (Ören ve ark., 2009; Zin ve Badaluddin, 2020; Bhandari ve ark., 2021; Kotan ve Tozlu, 2021). Sürdürülebilir tarım, insan ve hayvan yaşamının kalitesi ve minimum üretim maliyeti göz önünde bulundurularak tüm tarımda başarıyı hedefleyen çevreye duyarlı bütünsel bir perspektiftir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarımı benimseme adına öncelikle kimyasal kullanımı minimize edilmeli ve organik gübre ve pestisitlere önem verilmelidir (Bhandari ve ark., 2021).

Bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmalar (Plant Growth Promoting Microorganisms, PGPM) olarak adlandırılan, rizosferde yer alan fungal ve bakteriyal komünitenin en önemli üyelerinden birisi de *Trichoderma* genusudur (Lopes ve ark., 2021). Biyogübre, biyokontrol ajanı ve biyoremediasyon ajanı olarak farklı şekillerde kullanılabilen *Trichoderma* türleri sürdürülebilir tarımın hedeflerini sağlamak için uygun mikrobiyal etmenlerdir (Bhandari ve ark., 2021). Funguslar, virüsler, nematodlar ve bakteriler gibi çeşitli bitki patojenlerini kontrol etmede kullanılmaktadırlar. Uygulama sonrası toprakta ve bitkiler üzerinde uzun süre varlıklarını koruyabildikleri için daha uzun aralıklarla uygulanmaktadırlar. Ayrıca, bitki büyümesini ve verimini arttırmaktadırlar. Kimyasal pestisitlerin kalıntıları, toprakta uzun süre kalarak ekosisteme zarar vermekte ve bitkilere toksite göstermektedir. Buna karşılık, *Trichoderma*

türleri topraktaki toksik bileşenleri azaltmakta ya da parçalamaktadırlar. Kimyasal NPK gübrelerinin kullanımını azaltmakta, mikronutrientlerin alımını arttırmakta ve fosfatın çözünmesini sağlamaktadırlar. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda *Trichoderma* türlerinin kimyasal gübre ve pestisitlerin alternatifi olabileceği görülmektedir (Bhandari ve ark., 2021).

Bununla birlikte, toprak kaynaklı bitki patojenlerinin tek bir kontrol yöntemi kullanılarak kontrol edilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, biyolojik mücadele etmenleri ile fungusitlerin birlikte kullanıldıkları entegre hastalık yönetimi çeşitli toprak kaynaklı patojenlerin neden olduğu hastalıkların kontrolünde dikkat çeken bir yaklaşımdır (Tapwal ve ark., 2012; Aydın ve Turhan, 2013; Khirallah ve ark., 2016; Shashikumar ve ark., 2019). Bu yaklaşım, patojen fungusların dirençli suşlarının daha etkili kontrolünü sağlayabilmekte ve üreticilerin fungusit kullanım miktarının azalmasına yardımcı olarak pazarlanan ürünlerdeki kimyasal kalıntı miktarını azaltmaya yardımcı olabilmektedir (Sonavane ve Venkataravanappa, 2017; Zandona ve ark., 2019). Yaygın olarak kullanılan gübreler ve fungusitlerin çoğu, biyolojik mücadele etmenleri üzerinde pozitif, negatif veya nötr etkiler gösterebildiğinden, *Trichoderma* türlerinin tarım ürünlerinde yaygın olarak kullanılan çeşitli gübre ve fungusitlerle uyumluluğu hakkında *in vitro* ve *in vivo* koşullar altında çalışmalar gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır (Shashikumar ve ark., 2019). Bu amaçla *Trichoderma* türleri kullanılarak gerçekleştirilen pek çok çalışma bulunmaktadır (Küçük ve ark., 2005; Küçük ve ark., 2009; Sarkar ve ark., 2010; Ashwani ve ark., 2012; Shylaja ve Rao, 2012; Aydın ve Turhan, 2013; Saxena ve ark., 2014; Kumar ve Singh, 2017; Kumar ve ark., 2017, Kumhar ve ark., 2017).

PGPM inokulantlarının üretimi sırasında göz önünde bulundurulması gereken en önemli noktalar, kullanılacak olan suşların seçimi ve topraktaki yerli suşlarla rekabet etme yeteneğine sahip olması, hedef ürünler üzerinde istenilen etkiyi yaratabilmesi, kullanılan gübre/pestisit gibi diğer tarımsal kimyasallardan minimum derecede etkilenmesi ve üretim sırasında çeşitli teknolojik süreçlerin üstesinden gelerek fonksiyonel özelliklerini koruyabilmesi olarak sıralanmaktadır (Herrmann ve Lesueur,2013).

Bu çalışmada da, tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan 15-30-15 + TE, 18-18-18 + TE, 16-8-24 + 2MgO + TE ve 16-18-19 + TE gibi dört farklı ticari gübre ile 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol, %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate ve 250 g/l Azoxystrobin gibi dört farklı ticari fungusitin önerilen en yüksek kullanım dozu seçilerek daha önce çeşitli PGPM özellikleri (bitki patojeni funguslara karşı antagonistik etki, fosfat çözünürlüğü, indol asetik asit üretimi, vb) belirlenmiş olan *Trichoderma atroviride*, *T.citrinoviride* ve *T.harzianum* suşlarında hem misel büyümesi hem de konidiospor oluşumunun *in vitro* koşullarda belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Kullanılan *Trichoderma* Suşları

Çalışmada bitki patojeni olan funguslara karşı *in vitro* koşullarda test edilerek antagonistik etkiye

sahip olduğu önceden belirlenmiş olan 5 adet *Trichoderma atroviride*, 6 adet *Trichoderma citrinoviride* ve 2 adet *Trichoderma harzianum* suşu olmak üzere toplam 13 farklı *Trichoderma* suşu kullanılmıştır. Kerestelerden alınan örneklerden seyreltme plaka yönteminde Rose Bengal Kloramfenikol agar kullanılarak gerçekleştirilen fungus izolasyonu sonrasında morfolojik ve mikroskopik incelemeler sonucu *Trichoderma* izolatu olduğu düşünülenler için moleküler tanımlama yapılmıştır. *Trichoderma* suşları için nükleer rDNA gen kümesinin ITS bölgesi, ITS1 (TACGGTAGT ACCTG CGG) ve ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) primerleri kullanılarak DNA'dan amplifiye edilmiştir. PCR amplifikasyonu ve sekanslama REFGEN (Türkiye) tarafından gerçekleştirilmiştir. (Gezgin ve ark., 2019a; Gezgin ve ark., 2019b).

Kullanılan Ticari Gübreler

Geleneksel tarımda bitki beslemede sıklıkla kullanılmakta olan, kolay bulunabilen, uygun fiyatlı, kullanımı kolay ve yüksek etkili dört farklı ticari NPK gübre incelenmiştir (Çizelge 1). *Trichoderma* türleri üzerindeki etkisi incelenen her bir gübre önerilen maksimum kullanım dozu (Çizelge 1) temel alınarak denenmiştir. Her bir gübre için ppm (mg/l) cinsinden hesaplanan miktar aseptik koşullarda steril ekipman ile tartılarak steril saf su içerisinde karıştırıldıktan sonra otoklavlanmış ve 45°C'ye soğutulmuş 500 ml'lik PDA besiyerine eklenmiştir (Kumhar ve ark., 2017).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan NPK gübreler ve özellikleri.

Table 1. NPK fertilizers used in the study and their properties.

NPK Gübreler NPK Fertilizers	Kimyasal İçeriği ve Formülasyon Şekli Chemical Content and Form of Formulation	Kullanım Dozu Usage dose
Gübre 1: 15-30-15 + TE	NO ₃ , NH ₄ ; P ₂ O ₅ ; K ₂ O Suda çözünür toz	15000 ppm
Gübre 2: 18-18-18 + TE	NO ₃ , NH ₄ ; P ₂ O ₅ ; K ₂ O Suda çözünür toz	15000 ppm
Gübre 3: 16-8-24 + 2MgO + TE	NO ₃ , NH ₄ ; P ₂ O ₅ ; K ₂ O; MgO Suda çözünür toz	15000 ppm
Gübre 4: 16-18-19 + TE	NO ₃ , NH ₄ , NH ₂ ; P ₂ O ₅ ; K ₂ O Konsantr süspansiyon	3500 ppm

NPK: Azot, fosfat, potasyum; TE: İz element.

NPK: Nitrogen, phosphate, potassium; TE: Trace element.

Kullanılan Ticari Fungisitler

Pek çok fungal bitki hastalığında yüksek etkili olan kolay bulunan ve kullanılan, uygun fiyatlı, kullanımı yaygın ve farklı etki mekanizmalarına sahip dört farklı ticari fungusit incelenmiştir (Çizelge 2). Her bir fungusit için 100 L suda kullanımı önerilen en yüksek uygulama dozu temel alınarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Her bir fungusit için ppm (mg/l) cinsinden hesaplanan miktar aseptik koşullarda steril ekipman yardımıyla steril saf su içerisinde karıştırıldıktan sonra otoklavlanmış ve 45°C'ye soğutulmuş 500 ml'lik PDA besiyerine eklenmiştir (Nel ve ark., 2007; Shah ve ark., 2010).

Gübre ve Fungisitlerin *Trichoderma* İzolatlarının Koloni Büyümesi Üzerindeki Etkisinin *in vitro* Koşullarda İncelenmesi

Trichoderma suşları ile uyumluluğu incelenecek olan 15-30-15 + TE, 18-18-18 + TE, 16-8-24 + 2MgO + TE ve 16-18-19 + TE gibi dört farklı gübrenin ve 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, 360 g/l Hymexazol, %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate, 250 g/l Azoxystrobin gibi dört farklı fungusitin kullanımı önerilen maksimum dozları su ile karıştırıldıktan sonra steril edilmiş ve aseptik koşullarda her biri ayrı ayrı olacak şekilde katılma sıcaklığındaki steril Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri içerisine eklenmiştir. İyiye karıştırılarak homojen hale getirilen besiyerleri steril petri kaplarına paylaştırılmıştır. Gübre ve pestisit içeren her bir petri plakasının tam ortasına 96-120 saat süreyle 28°C'de PDA besiyerinde büyütülmüş *Trichoderma* suşlarından içi boş steril cam çubuklar kullanılarak alınan 5 mm çapında agar

diskleri yerleştirilmiştir ve petri kapları 28°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Gübre ve fungusit içermeyen petri plakalarına inoküle edilen *Trichoderma* suşları kontrol olarak kullanılmıştır. Tüm çalışmalar üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Koloni çapları gübre denemelerinde 5. günde, fungusit denemelerinde ise 14. günde üç farklı yönden ölçülüp ortalaması alındıktan sonra her bir gübre ve fungusitin *Trichoderma* suşları üzerindeki yüzde büyüme inhibisyon değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$I = [(C-T)/C] \times 100$$

Bu formülde I: Yüzde büyüme inhibisyon değerini, C: Kontroldeki *Trichoderma* koloni çapını, T: Gübre veya fungusit içeren petrilerdeki *Trichoderma* koloni çapını ifade etmektedir. Ayrıca gübre ve fungusitlerin koloni büyümesine etkisinin incelendiği tüm petrilerde *Trichoderma* suşlarının her birinin konidiospor oluşumu 14 gün boyunca gözle izlenmiştir. (Sarkar ve ark., 2010; Tapwal ve ark., 2012; Khirallah ve ark., 2016; Sonavane ve Venkataravanappa, 2017; Kumar ve ark., 2018; Shashikumar ve ark., 2019).

İstatistiksel Analiz

Farklı fungusitlerin varlığında elde edilen yüzde büyüme inhibisyon değerleri SPSS paket programı kullanılarak önemli farklılıklar açısından ANOVA ile incelenmiştir (Anonymous, 2009). $p < 0,05$ 'teki farklılıklar anlamlı olarak kabul edilmiştir. Ortalama \pm standart hata (n=3) olarak belirtilen değerlerdeki önemli farklılıklar Tukey Aralık Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan kimyasal fungusitler ve özellikleri.
Table 2. Chemical fungicides used in the study and their properties.

Kimyasal Fungisitler Chemical Fungicides	Formülasyon Şekli ve Etki Mekanizması Form of Formulation and Mechanisim of Action	Kullanım Dozu Usage dose
Fungisit 1: 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M	Konsantre süspansiyon E2:12, A1:4	2500 ppm
Fungisit 2: 360 g/l Hymexazol	Konsantre süspansiyon A3:32	3000 ppm
Fungisit 3: %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate	Islatılabilir toz M1	4000 ppm
Fungisit 4: 250 g/l Azoxystrobin	Konsantre süspansiyon C3:11	750 ppm

BULGULAR ve TARTIŞMA

Aktif bileşenleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilen gübre ve fungusitlerin önerilen maksimum kullanım dozları 5 adet *T. atroviride*, 6 adet *T. citrinoviride* ve 2 adet *T. harzianum* suşunun koloni büyümesi ve konidiospor oluşturmaya yaptıkları etki *in vitro* koşullarda belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan NPK gübreler ve kimyasal fungusitler ile birebir aynı içeriğe sahip gübre ve fungusitlerin kullanıldığı çalışma oldukça az sayıdadır. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde inorganik NPK gübreleri ve fungusitlerin etken maddeleri temel alınmıştır.

İncelenen Gübrelerin Büyüme Üzerindeki Etkileri

Dört farklı gübre için ayrı ayrı gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda tüm *Trichoderma* suşlarının 5. günde tüm petri plağını kaplayacak şekilde büyüdüğü görülmüştür. Çalışmamızda üç farklı *Trichoderma* türüne ait suşların incelenen tüm gübrelerin varlığında 14. günde koloni yüzeyinde konidiospor oluşturduğu görülmekle birlikte oluşan konidiospor miktarlarının kontrol petrilere göre daha az olduğu gözlenmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2). Sonuç olarak, incelenen tüm gübreler ve *Trichoderma* suşlarının sürdürülebilir tarım hedefleri doğrultusunda birlikte kullanılacakları *in vitro* koşullarda gösterilmiştir.

Dhanya ve ark. (2016), *T. viride* ile çeşitli gübrelerin uyumluluğunu inceledikleri çalışmada üre (135,7 ppm), üre granülleri (135,7), potasyum klorür (208,3 ppm), tek süper fosfat (312,5 ppm) ve mikronütrient karışımının (5000 ppm) *T. viride* ile yüzde yüz uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Ancak tek süper fosfat ve potasyum klorürün

konidiospor oluşumunu azalttığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, üre (10000), potasyum klorür (20000 ppm) ve süper fosfat (20000 ppm) kullanılan bir başka çalışmada da *Trichoderma viride* büyümesi üzerinde negatif bir etki görülmemiştir (Gampala ve Pinnamaneni, 2010). *T. harzianum* ve 75-75-150 dozunda (üre 81,4 ppm; tek süper fosfat 187,5 ppm; potasyum klorür 125 ppm) gübrenin birlikte kullanımının incelendiği bir çalışmada da kontrol petrisiyle benzer oranda büyüme gerçekleştiği belirtilmiştir (Suseela Bhai ve Thomas, 2010). Çalışmamızda kullanılan NPK gübrelerinin bileşiminde azot kaynağı olarak bulunan amonyum azotu, nitrat azotu ve ürenin *Trichoderma* türlerinin büyümesi üzerinde olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı gösterilmiştir. Aynı şekilde fosfor kaynağı olan fosfor pentaoksitin (P_2O_5) ve potasyum kaynağı olan potasyum oksitin (K_2O) de *Trichoderma* türlerinin koloni büyümesi üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Çalışmada, incelenen tüm gübrelerin *T. atroviride*, *T. citrinoviride* ve *T. harzianum* türleri ile birlikte kullanılabilceği saptanmıştır.


























İncelenen Fungisitlerin Büyüme Üzerindeki Etkileri

Koloni büyümeleri takip edilen *Trichoderma* türleri için kullanılan fungusitlerin 14. günde sebep olduğu yüzde (%) büyüme inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Her bir *Trichoderma* suşu için 4 farklı ticari fungusitin oluşturduğu yüzde (%) büyüme inhibisyon değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Ayrıca, *Trichoderma* türlerinin farklı fungusitleri içeren petrilere ait koloni büyümeleri ve konidiospor oluşumlarına ait 14. günde çekilmiş olan fotoğraflar Şekil 3 ve Şekil 4’te gösterilmiştir.

Çizelge 3. İncelenen fungusitlerin *Trichoderma* suşları üzerinde gerçekleştirdikleri yüzde (%) büyüme inhibisyon değerleri.
Table 3. The percent growth inhibition values of the examined fungicides on *Trichoderma* strains.




































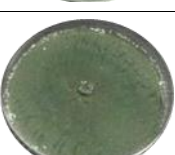
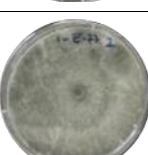



<i>Trichoderma</i> suşları <i>Trichoderma</i> strains	Fungisitlerin yüzde büyüme inhibisyon değeri±SH Percent growth inhibition value of fungicides±SE			
	Fungisit 1 Fungicide 1 (2500 ppm)	Fungisit 2 Fungicide 2 (3000 ppm)	Fungisit 3 Fungicide 3 (4000 ppm)	Fungisit 4 Fungicide 4 (750 ppm)
<i>T. atroviride</i> EGE-K-65	4,7±0,7 cd*	11,8±1,3 bc	75,3±0,7 ab	0
<i>T. atroviride</i> EGE-K-71	21,2±1,8 a	19,6±5,2 b	72,5±3,2 ab	0
<i>T. atroviride</i> EGE-K-131	13,7±2,0 b	4,7±2,4 cd	72,1±1,0 ab	0
<i>T. atroviride</i> EGE-K-134	5,1±0,7 c	36,1±2,7 a	75,3±3,1 ab	0
<i>T. atroviride</i> EGE-K-136	4,3±1,0 cd	40,4±4,1 a	77,2±0,7 a	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-67	0 d	0 d	18,0±5,2 d	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-72	0 d	0 d	70,6±0 ab	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-128	0 d	0 d	62,3±0,7 b	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-129	0 d	0 d	14,9±1,7 d	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-130	0 d	0 d	43,1±1,0 c	0
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-135	0 d	0 d	35,3±3,4 c	0
<i>T. harzianum</i> EGE-K-49	6,3±1,0 c	0 d	68,6±1,0 ab	0
<i>T. harzianum</i> EGE-K-38	3,9±1,0 cd	0 d	37,2±5,2 c	0

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen % büyüme inhibisyon değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).
0: İnhibisyon yok/no inhibition, SH:standart hata, SE:standard error, Fungisit 1: 25 g Fludioxonil + 10 g Metalaxyl-M, Fungisit 2: 360 g/l Hymexazol, Fungisit 3: %53,8 Bakır hidroksit + Tetrasodium pyrophosphate, Fungisit 4: 250 g/l Azoxystrobin.

<i>Trichoderma</i> suşları <i>Trichoderma</i> strains		NPK gübreler NPK fertilizers			
Kodlar Codes	Kontrol Control	15-30-15 + TE	18-18-18 + TE	16-8-24 + 2MgO + TE	16-18-19 + TE
<i>T. atroviride</i> EGE-K-65					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-71					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-131					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-134					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-136					


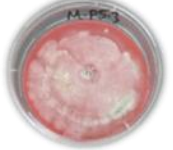
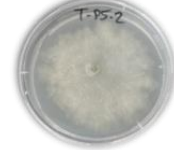
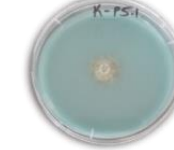
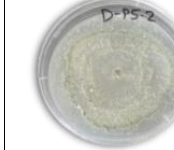








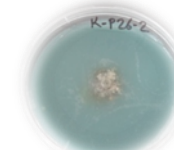
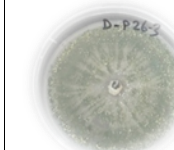

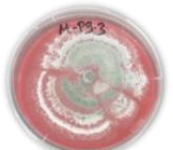
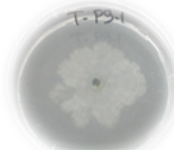
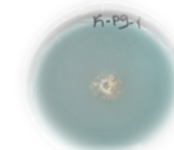
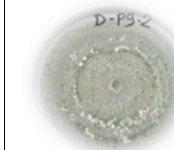

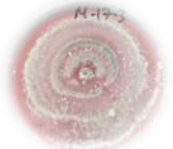
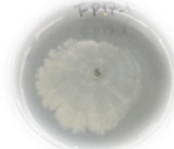
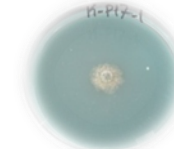
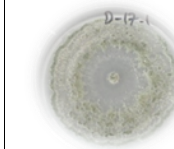
Şekil 1. İncelenen gübreleri içeren petriler ve kontrol petrilerindeki *T.atroviride* suşlarının 14. gündeki koloni büyümesi ve konidiospor oluşumları.

Figure 1. Colony growth and conidiospore formation of *T.atroviride* strains on day 14 in petri plates containing the examined fertilizers and control petri plates.

Trichoderma suşları Trichoderma strains		NPK gübreler NPK fertilizers			
Kodlar Codes	Kontrol Control	15-30-15 + TE	18-18-18 + TE	16-8-24 + 2MgO + TE	16-18-19 + TE
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-67					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-72					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-128					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-129					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-130					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-135					
<i>T. harzianum</i> EGE-K-49					
<i>T. harzianum</i> EGE-K-38					



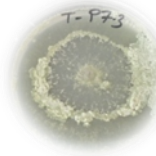
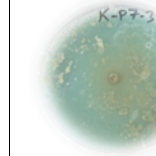
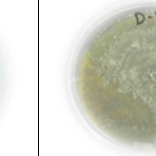

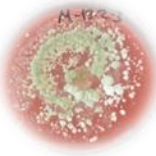
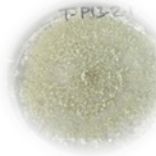
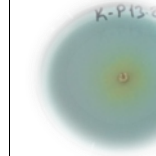
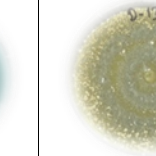

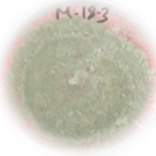
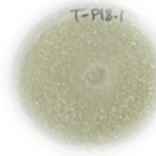
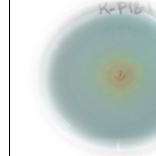
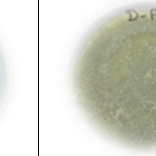


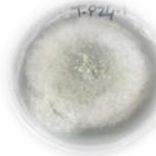
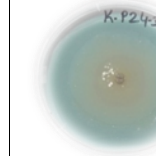
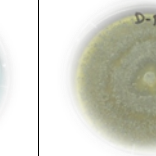


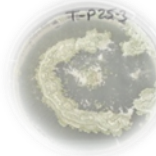
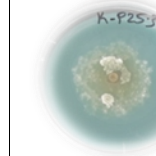
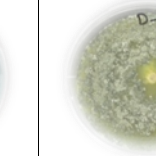

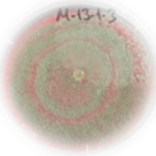
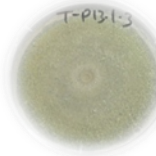
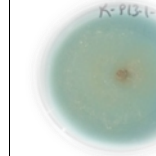
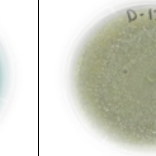

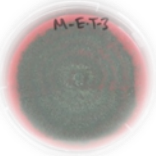
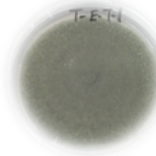
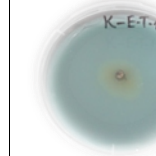
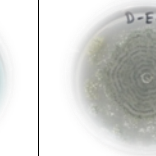

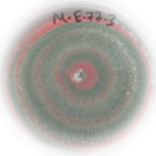
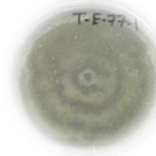
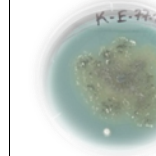
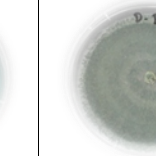
Şekil 2. İncelenen gübreleri içeren petriler ve kontrol petrilerindeki *T. citrinoviride* ve *T. harzianum* suşlarının 14. gündeki koloni büyümesi ve konidiospor oluşumları.

Figure 2. Colony growth and conidiospore formation of *T. citrinoviride* and *T. harzianum* strains on day 14 in petri plates containing the examined fertilizers and control petri plates.

<i>Trichoderma</i> suşları <i>Trichoderma</i> strains		Kimyasal fungusitler Chemical fungicides			
Kodlar Codes	Kontrol Control	Fungisit 1 Fungicide 1	Fungisit 2 Fungicide 2	Fungisit 3 Fungicide 3	Fungisit 4 Fungicide 4
<i>T. atroviride</i> EGE-K-65					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-71					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-131					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-134					
<i>T. atroviride</i> EGE-K-136					

Şekil 3. İncelenen fungusitleri içeren petriler ve kontrol petrilerindeki *T. atroviride* suşlarının 14. gündeki koloni büyümesi ve konidiospor oluşumları.

Figure 3. Colony growth and conidiospore formation of *T. atroviride* strains on day 14 in petri plates containing the examined fungicides and control petri plates.

Trichoderma suşları Trichoderma strains		Kimyasal fungusitler Chemical fungicides			
Kodlar Codes	Kontrol Control	Fungisit 1 Fungicide 1	Fungisit 2 Fungicide 2	Fungisit 3 Fungicide 3	Fungisit 4 Fungicide 4
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-67					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-72					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-128					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-129					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-130					
<i>T. citrinoviride</i> EGE-K-135					
<i>T. harzianum</i> EGE-K-49					
<i>T. harzianum</i> EGE-K-38					

Şekil 4. İncelenen fungusitleri içeren petriler ve kontrol petrilerindeki *T. citrinoviride* ve *T. harzianum* suşlarının 14. gündeki koloni büyümesi ve konidiospor oluşumları.

Figure 4. Colony growth and conidiospore formation of *T. citrinoviride* and *T. harzianum* strains on day 14 in petri plates containing the examined fungicides and control petri plates.

Buna göre Fungisit 4 (250 g/l Azoxystrobin) içeren PDA plakları incelendiğinde, tüm *Trichoderma* türlerinde herhangi bir büyüme inhibisyonu gözlenmemiştir yani incelenen tüm *Trichoderma* türlerinin bu fungusitin varlığında %100 büyüme gösterdiği ancak, konidiospor oluşumlarının kontrol petrilere göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Trichoderma atroviride suşlarında Fungisit 3 (%53,8 Bakır hidroksit, Tetrasodium pyrophosphate) içeren petrilere en düşük büyüme inhibisyon değeri %72,1±1,8 ile *T. atroviride* EGE-K-131, en yüksek inhibisyon değeri ise %77,2±1,3 ile *T. atroviride* EGE-K-136 suşunda belirlenmiştir. Fungisit 1 (25 g Fludioxonil, 10 g Metalaxyl-M) içeren petrilere en düşük inhibisyon değeri %4,3±1,8 ile *T. atroviride* EGE-K-136, en yüksek inhibisyon değeri ise %21,2±3,1 ile *T. atroviride* EGE-K-71 suşunda belirlenmiştir. Ayrıca, Fungisit 2 (360 g/l Hymexazol) içeren petrilere incelendiğinde ise, en düşük inhibisyon değeri %4,7±4,2 ile *T. atroviride* EGE-K-131, en yüksek inhibisyon değeri %40,4±7,1 ile *T. atroviride* EGE-K-136 suşunda belirlenmiştir.

T. atroviride suşlarında konidiospor oluşumunun Fungisit 1 içeren petrilere düşük seviyede, Fungisit 4 içeren petrilere ise orta seviyede olduğu gözlenmiştir. Fungisit 2 ve Fungisit 3 içeren petrilere ise sadece *T. atroviride* EGE-K-131 suşunda az miktarda konidiospor oluşumu belirlenmiştir (Şekil 3).

Trichoderma citrinoviride suşları Fungisit 1 ve Fungisit 2 içeren petrilere büyütüldüğünde, bu fungusitlerin herhangi bir inhibisyona sebep olmadığı belirlenmiştir yani bu fungusitlerin varlığında *T. citrinoviride* suşlarının %100 büyüme gösterdiği belirlenmiştir. *T. citrinoviride* suşlarında sadece Fungisit 3 içeren petrilere farklı derecelerde büyüme inhibisyonu gözlemlenmiştir. Fungisit 3 varlığında en yüksek büyüme inhibisyonu %70,6±0 ile *T. citrinoviride* EGE-K-72 suşunda görülürken en düşük büyüme inhibisyonu ise %14,9± 3,0 ile *T. citrinoviride* EGE-K-129 suşunda gözlemlenmiştir.

T. citrinoviride suşlarının konidiospor oluşumları incelendiğinde ise suşların 4 farklı pestisitlerin her birinde farklı derecelerde konidiospor oluşturdukları gözlenmiştir. *T. citrinoviride* suşları tarafından farklı pestisitlerin varlığında oluşturulan konidiospor miktarları, en düşük konidiospor seviyesinden en yüksek konidiospor seviyesine doğru sırasıyla Fungisit 3, Fungisit 2, Fungisit 1 ve Fungisit 4 olarak belirlenmiştir. Fungisit 4 içeren petrilere konidiospor oluşumunun kontrol petrilere konidiospor oluşumundan daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 4).

Trichoderma harzianum suşları için Fungisit 2 içeren petrilere herhangi bir büyüme inhibisyonu gözlenmemiştir yani bu fungusit ile suşların %100 uyumlu büyüdüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte, Fungisit 1 ve Fungisit 3 içeren petri plakları incelendiğinde *T. harzianum* EGE-K-49 suşunda, *T. harzianum* EGE-K-38 suşuna göre yaklaşık iki kat daha fazla büyüme inhibisyonu belirlenmiştir. *T. harzianum* suşlarının Fungisit 3 kullanılan petri plaklarında en düşük seviyede konidiospor oluşturdukları belirlenirken diğer fungusitlerdeki konidiospor oluşumunun kontrol petrilere yakın olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).

Manjunath ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada *T. asperellum* ile 100, 200 ve 300 ppm oranında azoxystrobin etken maddesi içeren fungusitin %100 uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Benzer bir şekilde 1000 ppm azoxystrobinin *T. harzianum* ve *T. viride* izolatlarının misel büyümesi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Ranganathaswamy ve ark., 2013). Bir başka çalışmada ise 10 ppm azoxystrobin etken maddesinin *T. harzianum* misel büyümesi üzerinde herhangi bir etki göstermediği ancak konidiospor oluşumunda azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Azoxystrobin, ascomycetes, basidiomycetes, deuteromycetes ve oomycetes filumuna ait çeşitli bitki patojenleri için toksik bir QoI (Quinone dış inhibitörü) fungusittir. Bu fungusit grubu fungus hücrelerinin solunumunu engellemektedir. Böylece, yüksek enerji gerektiren bir süreç olan konidiospor oluşumu azoxystrobin tarafından azaltılmaktadır (Silva ve ark., 2018). Sarkar ve ark. (2010) 300

ppm azoxystrobin kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada *T. harzianum*'un %41,1 oranında inhibe olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda 750 ppm azoxystrobin etken maddeli Fungisit 4 kullanıldığında tüm *Trichoderma* suşlarında herhangi bir inhibisyon görülmemiştir ancak konidiospor oluşumlarının kontrol petrilere göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Dhanya ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada bakır içeren BM, Kocide ve COC gibi fungusitlerin *T. viride* üzerinde sırasıyla %43,92, %59,44 ve %50,32 gibi yüksek derecelerde büyüme inhibisyonuna neden olduklarını göstermişlerdir. *In vitro* koşullarda yapılan çalışmalarda, bakır hidroksitin 2500 ppm üzerinde kullanılmasının *T. viride*'ye karşı inhibisyon etkisi (Valarmathi ve ark., 2013) ve 250 ppm oranında kullanılmasının *T. harzianum* PBT23 suşu üzerinde %45 oranında büyüme inhibisyonu etkisi gösterdiği belirtilmiştir (Deepika ve ark., 2014). Çalışmamızda, 4000 ppm Fungisit 3 kullanıldığında özellikle *T. citrinoviride* türlerinden EGE-K-67 ve EGE-K-24 kodlu suşlar ile literatürde karşılaşılan inhibisyon değerlerinden oldukça düşük inhibisyon değerleri elde edilmiştir. Bu suşların bakır içeren fungusitlerle birlikte kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

Khatabi ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada *Sclerotium rolfii* üzerinde hymexazol içeriğine sahip fungusit ve *T. harzianum* izolatlarının etkisini incelemişlerdir. Elde edilen verilere göre, hymexazolun *T. harzianum* izolatları üzerinde zayıf etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, hymexazolun *T. harzianum* izolatlarının *S. rolfii*'ye karşı gösterdikleri antagonistik etkiyi arttırdığı da belirtilmiştir. Bunun sonucunda hymexazol ve *T. harzianum* izolatlarının *S. rolfii*'ye karşı birlikte kullanımının entegre hastalık mücadelesi için umut vadeden bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda ise hymexazolün *T. citrinoviride* ve *T. harzianum* suşlarının büyümesi üzerinde herhangi bir inhibisyon etkisi görülmezken *T. atroviride* suşları üzerinde farklı yüzde oranlarında büyüme inhibisyonu gösterdiği belirlenmiştir. Domates, muz, tütün, biber, hıyar, kabak ve çimde *Fusarium*

spp., *Phytium* spp., *R. solani* ve *Bipolaris* spp. gibi fitopatogenik fungusların neden oldukları hastalıklara karşı kullanılan Fungisit 2 ile *T. citrinoviride* ve *T. harzianum* suşlarının birlikte kullanımının uygun bulunması sürdürülebilir tarım hedefleri doğrultusunda birlikte kullanımları açısından umut vadetmektedir.

Çalışmamızda incelenen Fungisit 1'in formülasyonunda (Çizelge 2) yer alan fludioxonil ve metalaxyl-M etken maddeleri ile ayrı ayrı olmak üzere çeşitli *Trichoderma* türlerinin büyümesi üzerine etkilerinin belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Maurya ve ark. (2020) tarafından dört farklı fungusit olan Thiram, Bakır oksiklorid, Mankozeb ve Metalaxyl'nin incelendiği çalışmada, 1000 ppm metalaxyl kullanıldığında *T. harzianum* Th-8'in büyümesinin %6,68 inhibe olduğu gösterilmiştir. İncelenen fungusitler arasında en etkisiz olan ve *T. harzianum* Th-8 ile en uyumlu olan fungusitin metalaxyl olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, 2500 ppm metalaxyl kullanıldığında *T. viride*'de %22,22 *T. harzianum*'da ise %30 inhibisyon görülmüştür (Shashikumar ve ark., 2019). Çalışmamızda incelenen tüm *Trichoderma* suşları ile bu değerlerden daha düşük inhibisyon değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Fungisit 1'in 2500 ppm oranında kullanıldığında incelenen *Trichoderma* suşları ile uyumlu olduğunu ve toprak kökenli bitki patojenleri ile entegre mücadele yönteminde kullanılabileceğini göstermiştir. Hücre içi gliserol birikimini artırarak fungus hücre büyümesini bloke eden fludioxonil ile *Trichoderma* sp, soya fasülyesi tohumlarına birlikte uygulandıklarında bitki gelişimini ve verimini arttırdıkları görülmüştür (Zandona ve ark., 2019). Bir başka çalışmada ise Cyprodinil ile birlikte kullanılan Fludioxonil'in (125 ppm) 32 gün sonunda *T. harzianum* ve *T. viride* suşlarına karşı hiçbir etki göstermediği görülmüştür (Khirallah ve ark., 2016). De Souza Loureiro ve ark. (2020), Fungisit 1 kullanarak gerçekleştirdikleri *in vitro* çalışmada, bu fungusitin koloni büyümesine izin verdiği için *T. harzianum* ile uyumlu olduğunu gös-termişlerdir. Buna karşılık üç farklı

Trichoderma sp. izolatına karşı Fungisit 1'in etkisinin incelen-diği bir başka çalışmada ise tohum denemelerinde *Trichoderma* suşlarının Fungisit 1'e karşı oldukça hassas olduğu belirlenmiş ve bu suşların Fungisit 1 ile birlikte kullanımı uygun görülmemiştir (Duran ve ark., 2007). Çalışmamızda kullanılan türlerden *T. citrinoviride* suşlarının Fungisit 1 ile %100 uyumlu olduğu görülürken, *T. atroviride* suşlarının 4,3±1,8 - 21,2±3,1 aralığında bir büyüme inhibis-yon yüzdesine ve *T. harzianum*'a ait iki suş için %3,9±1,8 ve 6,3±1,8 oranlarında oldukça düşük büyüme inhibisyon yüzdelere sebep olduğu belirlenmiştir.

Biyolojik mücadele etmenleri ile fungusitlerin uyumluluğu, kimyasal fungusit kullanımını azaltması ve fungal patojenlerin kontrolünde etkili bir mücadele sağlaması bakımından oldukça önemlidir (Manjunath ve ark., 2017). Çalışmamızda 3 farklı türe ait 13 suşun büyümesi üzerine etkileri incelenen 4 farklı pestisit her biriyle büyümesi en uyumlu olanlar, *T. atroviride* suşları arasından *T. atroviride* EGE-K-65 ve *T. atroviride* EGE-K-131, *T. citrinoviride* suşları arasından *T. citrinoviride* EGE-K-67 ve *T. citrinoviride* EGE-K-129 ve *T. harzianum* suşları arasından ise *T. harzianum* EGE-K-38 suşu olarak belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında ise incelen üç farklı *Trichoderma* türü arasından fungusitlerle kullanıma en uyumlu tür *T. citrinoviride* olarak belirlenmiştir.

Ekzojen ve endojen toksik bileşiklere karşı direnç, *Trichoderma* türlerinin ekolojik başarısının anahtarlarından biridir. Çeşitli *Trichoderma* suşları doğal ve sentetik kimyasallara ve toksinlere karşı en dirençli mikroorganizmalar arasındadır ve hidrokarbonlar, klorofenolik bileşikler, polisakkaritler ve pestisitler gibi bileşikler hızla parçalayabilmektedirler (Ruocco ve ark., 2009; Tripathi ve ark., 2013; Rajesh ve ark., 2016; Shashikumar ve ark., 2019; Sood ve ark., 2020). *Trichoderma* türlerinin kimyasal pestisitlere karşı gösterdiği tolerans mekanizmaları hakkında iki farklı hipotez bulunmaktadır. Bunlardan ilki, *Trichoderma*'nın hedef bölgelerdeki değişiklikler nedeniyle kimyasal pestisitler tarafından tanınmamasıdır. Örneğin,

bir fungusit olan benzimidazolün ana etkisi, bir bitki patojeninin β -tübülünini bağlayarak mitoz ve morfogenezini engellemektir. Böylece, *Trichoderma viride*, benzimidazolleri tolere etme yeteneği ile sonuçlanan tübülün proteinindeki mutasyonlar nedeniyle pestisitlere karşı düşük afinite sergilemektedir.

İkinci hipotez ise, *Trichoderma* türlerinin bazı kimyasal pestisitleri etkili bir şekilde metabolize etmesi veya parçalamasıdır (Wu ve ark., 2018). *Trichoderma*'nın kendi antibiyotikleri de dahil olmak üzere çeşitli sentetik ve doğal toksik bileşiklerin yüksek konsantrasyonlarına dayanma yeteneğinin, karmaşık bir membran pompa sistemi tarafından desteklenen hücre detoksifikasyon mekanizmalarına bağlı olduğu pek çok çalışmada açıklanmıştır (Chaparro ve ark., 2011; Wu ve ark., 2017; Wu ve ark., 2018; Sood ve ark., 2020). Çalışmamızda kullanılan *Trichoderma* türlerine ait suşların fungusitlere karşı farklı büyüme ve/veya büyüme inhibisyonu göstermelerinin bu kimyasalları parçalayabilme yetenekleri sonucu tolerans göstermelerine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda incelenen fungusitlerin bitki patojenlerine karşı direnç oluşturduğu bilinmektedir ve bu sebeple belirtilen uygulama dozunun ve tekrar sayısının geçilmemesi önerilmektedir. Ayrıca, tekrarlı kullanım gereken durumda patojende direnç oluşmaması için farklı etki mekanizmasına sahip pestisitlerin kullanılması önerilmektedir. Sonuç olarak çalışmamızda kimyasal fungusitleri tolere edebilen *Trichoderma* türlerinin biyogübre/biyokontrol ajanı olarak kullanılması ile entegre zararlı yönetimi stratejileri bakımından kimyasal pestisitlerin kullanımının azaltılacağı ve sürdürülebilir tarım için imkan sağlanacağı düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kimyasal pestisitler ve gübreler gibi geleneksel yöntemler kullanılarak bitki hastalıklarıyla mücadele ve verimin artırılması, kullanılan kimyasalların çevreye zararlı etkileri olan bileşenler içermeleri sebebiyle çevre dostu bir yaklaşım değildir. Bu kimyasalların uzun süre kullanımı sonucu sular kontamine olmakta, atmosfer

kirlenmekte ve geride bıraktıkları kalıntıları patojenlerin direnç kazanmasına sebep olabilmektedir. Bu sorunların çözümü için biyokontrol ajanlarının tek başına kullanılması ya da hastalık kontrolünde çevre dostu ve sürdürülebilir yöntemler için diğer kimyasallarla birlikte kullanılması gibi alternatifler araştırılmaktadır.

PGPM olarak *Trichoderma* türlerinin farklı fitopatojenik mikroorganizmalara karşı biyokontrol ajanı olarak kullanımındaki başarısı dünya çapında kanıtlanmıştır. Sadece bu değil, mevcut bulgular, bu fungusların ayrıca bitki direncini, bitki büyümesini ve gelişimini arttırdığını ve verimde de bir artışa yol açtığını ortaya koymaktadır. Son zamanlarda, *Trichoderma* türleri sürdürülebilir hastalık yönetim sisteminde bitki hastalıklarını kontrol etmek için kullanılmaktadır. *Trichoderma* türleri, hastalıkların azaltılmasında ve bitki büyümesinin iyileştirilmesinde rol oynamasının yanı sıra, organik maddelerin ayrıştırılmasında ve kimyasallarla kirlenmiş alanların biyoremediasyonunda da kullanılabilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonymous, 2009. SPSS Inc. Released 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- Ashwani, T., K. Rajesh, G. Nandini, and P. Shailesh. 2012. Compatibility of *Trichoderma viride* for selected fungicides and botanicals. *International journal of Plant pathology*, 3(2), 89-94.
- Aydın, M. H., ve G. Turhan. 2013. Patateste *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Trichoderma* türlerinin etkinliği ve bazı fungusitlerle birlikte kullanılması. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 12-31.
- Bhandari, S., K. R. Pandey, Y. R. Joshi, and S. K. Lamichhane. 2021. An overview of multifaceted role of *Trichoderma* spp. for sustainable agriculture. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 6(1), 72-79.
- Chaparro, A. P., L. H. Carvajal, and S. Orduz. 2011. Fungicide tolerance of *Trichoderma asperelloides* and *T. harzianum* strains. *Agricultural sciences*, 2(03), 301.
- De Souza Loureiro, E., J. A. D. Neto, L. G. A. Pessoa, P. M. Dias, D. V. Adão, and L. A. Yokota. 2020. Effect of plant protection chemicals about the fungi *Trichoderma harzianum* and *Purpureocillium lilacinum*. *Research, Society and Development*, 9(6), 141963506.

Trichoderma türleri kullanılarak farklı bitki hastalıklarını kontrol eden, bitki büyümesini ve gelişimini teşvik eden ve sürdürülebilir tarıma ulaşmak için temiz bir çevre vadeden yeni biyolojik preparatlar geliştirilebilmesinde tohuma kaplayarak ya da direkt toprağa uygulayarak kullanılacak bu ürünlerin kimyasal gübre ve pestisitlerle birlikte kullanılabilirliğinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada *Trichoderma* türlerinin farklı inorganik gübre ve kimyasal pestisitlerle birlikte kullanıma uygunluğu belirlenmiştir. Geliştirilecek bu yeni ürünlerin kimyasal gübre ve pestisitlerle birlikte tarımsal ekosistemlerde kullanılmasıyla çevresel riskin azaltılması ve tarımsal sürdürülebilirliğin artırılması temel hedeflerdir. Bu amaçla, *in vitro* koşullarda incelenen ve ticari gübre ve pestisitlerle kullanımı uygun bulunan türlerin sera ve tarla koşullarında da bitkiler üzerindeki etkileri gösterildikten sonra ticari kullanım için uygun yerli ve özgün biyolojik preparatların geliştirilmesi umut vadetmektedir.

- Deepika, S., A. K. Tewari, and R. Dinesh. 2014. The in vitro effect of some commonly used fungicides, insecticides and herbicides for their compatibility with *Trichoderma harzianum* PBT23. *World Applied Sciences Journal*, 31(4), 444-448.
- Dhanya, M. K., K. B. Anjumol, M. Murugan, and K. B. Deepthy. 2016. Compatibility of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* with plant protection chemicals and fertilizers in cardamom. *Journal of Tropical Agriculture*, 54(2), 129.
- Durán, E., M. Y. de Romero, E. Romero, and J. R. Ramallo. 2007. Sensibilidad *in vitro* de cepas de *Trichoderma* aisladas de semillas de soja frente al fungicida MAXIM® XL. *Boletín Micológico*, 22.
- Gampala, K., and R. Pinnamaneni. 2010. Studies on the compatibility of *Trichoderma viride* with certain Agrochemicals. *Current World Environment*, 5(1), 155.
- Gezgin, Y., D. M. Gül, S. S. Şenşatar, C. U. Kara, S. Sargin, F. V. Sukan, and R. Eltem. 2019a. Evaluation of *Trichoderma atroviride* and *Trichoderma citrinoviride* growth profiles and their potentials as biocontrol agent and biofertilizer. *Turkish Journal of Biochemistry*, 45(2).
- Gezgin, Y., G. Guralp, A. B. Barlas, and R. Eltem. 2019b. Molecular identification of *Trichoderma* spp used as biocontrol agents by dna barcoding. 2nd International Eurasian Mycology Congress, Konya, Türkiye, 4 - 06 Eylül 2019, ss.65

- Herrmann, L. and D. Lesueur. 2013. Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation, In *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 97, Issue 20, pp. 8859–8873
- Khattabi, N., B. Ezzahiri, L. Louali, and A. Oihabi. 2001. Effect of fungicides and *Trichoderma harzianum* on sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathologia Mediterranea*, 40(2), 143-148.
- Khirallah, W., N. Mouden, K. Selmaoui, E. Achbani, R. Benkirane, A. O. Touhami, and A. Douira. 2016. Compatibility of *Trichoderma* spp. with some fungicides under *in vitro* conditions. *International Journal of Recent Scientific Research*, 7(2), 9060-9067.
- Kotan, R. ve E. Tozlu. 2021. Bazı Pestisitlerin Faydalı Bakteriler ve Patojen Bakteriler Üzerine Bakterisidal Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 197-212.
- Kumar, N. and S. K. Singh. 2017. Screening of tolerance and compatibility of *Trichoderma viride* against common fertilizers and fungicides. *International Journal of Chemical Studies*, 5(4), 1871-1874.
- Kumar, R., S. K. Singh, S. Yadav, R. Kumar, A. K. Choubey, and A. Kumari. 2018. Compatibility of *Trichoderma viride* with different fungicide and organic cake. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 2398-2401.
- Kumar, T. V., S. S. Veena, S. Karthikeyan, and J. Sreekumar. 2017. Compatibility of *Trichoderma asperellum* with fungicides, insecticides, inorganic fertilizers and biopesticides. *Journal of root crops*, 43(2), 68-75.
- Kumhar, K. C., A. Babu, J. Peter, M. Bordoloi, H. Rajbongshi, S. S. Yadav, and P. Dey. 2017. Compatibility of *Trichoderma harzianum* (KBN-29) with Selected inorganic Fertilizers: An *In vitro* Study. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(9), 2572-2578.
- Küçük, Ç., M. Kıvanç, E. Kınacı, ve G. Kınacı. 2005. Bazı Gübrelerin *Trichoderma harzianum*'un Misel Gelişimi ve Spor Üretimine Etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19(35), 60-65.
- Küçük, Ç., M. Kıvanç, E. Kınacı, ve G. Kınacı. 2009. *Trichoderma harzianum* İzolatlarının Şeker Pancarında Kullanılan Bazı Fungisitlere Duyarlılıklarının *in vitro*'da Araştırılması. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 7(2), 8-12.
- Lopes, M. J. D. S., M. B. Dias-Filho, and E. S. C. Gurgel. 2021. Successful plant growth-promoting microbes: inoculation methods and abiotic factors. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 48.
- Manjunath, M., A. Singh, A. N. Tripathi, R. Prasanna, A. B. Rai, and B. Singh. 2017. Bioprospecting the fungicides compatible *Trichoderma asperellum* isolate effective against multiple plant pathogens *in vitro*. *Journal of Environmental Biology*, 38(4), 553.
- Maurya, S., D. Rai, S. Dubey, and R. Kumar-Pal. 2020. Compatibility of *Trichoderma harzianum* with different fungicides under *In vitro*. *International Journal of Chemical Studies*, 8(1): 2946-2949.
- Nel, B., C. Steinberg, N. Labuschagne, and A. Viljoen. 2007. Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* wilt of banana. *Crop Protection*, 26(4), 697-705.
- Ören, A., K. Özbolat ve M. Dıġrak. 2009. Kahramanmaraş yöresinde yaygın olarak kullanılan bazı pestisitlerin toprak mikroorganizmaları üzerine etkisi. *KSÜ Doġa Bilimleri Dergisi*, 12(1), 23-28.
- Rajesh, R. W., M. S. Rahul, and N. S. Ambalal. 2016. *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African journal of agricultural research*, 11(22), 1952-1965.
- Ranganathswamy, M., A. K. Patibanda, and G. N. Rao. 2013. Evaluation of toxicity of agrochemicals on *Trichoderma* isolates *in vitro*. *Journal of Mycopathological Research*, 51(2), 289-293.
- Ruocco, M., S. Lanzuise, F. Vinale, R. Marra, D. Turrà, S. L. Woo, and M. Lorito. 2009. Identification of a new biocontrol gene in *Trichoderma atroviride*: the role of an ABC transporter membrane pump in the interaction with different plant-pathogenic fungi. *Molecular plant-microbe interactions*, 22(3), 291-301.
- Sarkar, S., P. Narayanan, A. Divakaran, A. Balamurugan, and R. Premkumar. 2010. The *in vitro* effect of certain fungicides, insecticides, and biopesticides on mycelial growth in the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. *Turkish Journal of Biology*, 34(4), 399-403.
- Saxena, D., A. K. Tewari, and D. Rai. 2014. The *in vitro* effect of some commonly used fungicides, insecticides and herbicides for their compatibility with *Trichoderma harzianum* PBT23. *World Applied Sciences Journal*, 31(4), 444-448
- Shah, M. I., S. Phalsteen, A. Nasier, P. Williams, J. Arif, M. Sajad, and A. S. Shawl. 2010. *In vitro* study on effect of some fungicides viz., Carbendazim, Mancozeb, conjoint Carbendazim Mancozeb and Sulphur against *F. oxysporum*. *Research Journal of Microbiology*, 5(10), 1052-1057.
- Shashikumar, H. M., S. Koulagi, and S. E. Navyashree. 2019. Compatibility of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* with fungicides against soil borne diseases of tomato and cabbage. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 8, 1920-1928.
- Shylaja, M. and M. S. Rao. 2012. *In vitro* compatibility studies of *Trichoderma harzianum* with inorganic fertilizers. *Nematologia Mediterranea*.
- Silva, M. A. F. D., K. E. D. Moura, K. E. D. Moura, D. Salomão, and F. R. A. Patricio. 2018. Compatibility of *Trichoderma* isolates with pesticides used in lettuce crop. *Summa Phytopathologica*, 44(2), 137-142.

- Sonavane, P. and V. Venkataravanappa. 2017. Compatibility Studies of *Trichoderma harzianum* Isolate with fungicides used against soil borne disease in Coorg Mandarin-Pepper-Coffee Plantations, *Int.J.Curr. Microbiol. App.Sci.* 6(8): 346-354.
- Sood, M., D. Kapoor, V. Kumar, M. S. Sheteiwy, M. Ramakrishnan, M. Landi, and A. Sharma. 2020. *Trichoderma*: The “secrets” of a multitalented biocontrol agent. *Plants*, 9(6), 762.
- Suseela Bhai, R. and J. Thomas. 2010. Compatibility of *Trichoderma harzianum* (Ritai.) with fungicides, insecticides and fertilizers. *Indian Phytopathology*, 63(2), 145-148.
- Tapwal, A., R. Kumar, N. Gautam, and S. Pandey. 2012. Compatibility of *Trichoderma viride* for selected fungicides and botanicals. *International journal of Plant pathology*, 3(2), 89-94.
- Tripathi, P., P. C. Singh, A. Mishra, P. S. Chauhan, S. Dwivedi, R. T. Bais, and R. D. Tripathi. 2013. *Trichoderma*: a potential bioremediator for environmental clean up. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(4), 541-550.
- Valarmathi, P., P. S. Kumar, P. Vanaraj, R. Ramalingam, and C. Gopal. 2013. Compatibility of copper hydroxide (Kocide 3000) with biocontrol agents. *IOSR-JAVS*, 3(6), 28-31.
- Wu, Q., L. Zhang, H. Xia, C. Yu, K. Dou, Y. Li, and J. Chen. 2017. Omics for understanding synergistic action of validamycin A and *Trichoderma asperellum* GDFS1009 against maize sheath blight pathogen. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Wu, Q., M. Ni, G. Wang, Q. Liu, M. Yu, and J. Tang. 2018. Omics for understanding the tolerant mechanism of *Trichoderma asperellum* TJ01 to organophosphorus pesticide dichlorvos. *BMC genomics*, 19(1), 1-12.
- Zandona, R. R., P. C. Pazdiora, J. D. B. Pazini, E. J. Seidel, and L. Z. Ethur. 2019. Chemical and biological seed treatment and their effect on soybean development and yield. *Revista Caatinga*, 32(2), 559-565.
- Zin, N. A. and N. A. Badaluddin. 2020. Biological functions of *Trichoderma spp.* for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178.

Doğu Anadolu Bölgesinde Bruchophagus roddi Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin Yonca Tohumlarındaki Bulaşıklık Oranı Üzerinde Araştırmalar

Yüksel SUBAŞI¹  Celalettin GÖZÜAÇIK^{2*}  Levent GÜLTEKİN³ 

^{1,2}İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdır/TÜRKİYE
³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0003-0925-4448>

²<https://orcid.org/0000-0002-6543-7663>

³<https://orcid.org/0000-0002-6039-7535>

* Corresponding author (Sorumlu yazar): cgozuacik46@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 04.04.2022

Accepted (Kabul tarihi): 21.11.2022

ÖZ:Yonca tohum kalsidi, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) önemli bir yonca (*Medicago sativa* L.) tohumu zararlısıdır. Çalışma, *B. roddi*'nin Doğu Anadolu Bölgesinde İğdır, Ağrı, Kars ve Van illerinin yonca tohumu yetiştirilen alanlarında tohumdaki bulaşıklık oranının belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır. Tohum örneklemeleri, her iki yılda da Ağustos ve Eylül aylarında 76 yonca tarlasında 2016 ve 2017 yıllarında yapılmıştır. Bu amaçla, her yonca tarlasından 100 tohum salkımı toplanmıştır. Toplanan tohum salkımlarından 20'şer adedinin 5'er tohum kapsülü (toplam 25 tohum kapsülü) dissekte edilerek larva sayımları yapılmıştır. Sonuç olarak, çalışmaların yürütüldüğü tüm lokasyonların tamamında tohumların *B. roddi* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Tohumlardaki ortalama bulaşıklık oranları 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla, İğdır ilinde %34,3 ile %17,2, Ağrı ilinde %25,1 ile %13,6, Kars ilinde %18,4 ile %26,4 ve Van ilinde %21 ile %11,7 oranları arasında tespit edilmiştir. Bu böceğin ülkemizde yonca tohumluk üretim alanlarında dikkat edilmesi gereken bir zararlı olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yonca, *Bruchophagus roddi*, yayılış, bulaşıklık oranı.

Investigations on the Infestation Rate of Bruchophagus roddi Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) on Alfalfa Seeds in the Eastern Anatolia Region

ABSTRACT: The alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) is an important pest of alfalfa seeds (*Medicago sativa* L.). The study was carried out in order to determine the infestation rates of *B. roddi* on alfalfa seeds in alfalfa seed producing areas of İğdır, Ağrı, Kars and Van provinces of the Eastern Anatolia Region. Seed sample surveys were performed in 76 alfalfa fields in August and September of 2016 and 2017. For this purpose, 100 seed clusters were collected from each alfalfa field. From the collected seed clusters, 5 seed capsules from each of 20 seed clusters (25 seed capsules in total) were dissected and larval counts were made. As a result, it was determined that the seeds were infested with *B. roddi* in all locations where the studies were carried out. On average, infestation rates of the seeds in 2016 and 2017 were 34.3% and 17.2% in İğdır province, 25.1% and 13.6% in Ağrı province, 18.4% and 26.4% in Kars province, and 21% and 11.7% in Van province, respectively. It has been concluded that this insect is an important pest that needs attention in alfalfa seed producing areas in Türkiye.

Key words: Alfalfa, *Bruchophagus roddi*, distribution, infestation rate.

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış ve beslenme gereksimi baklagillerin önemini daha da arttırmıştır (Kaçar ve ark., 2005). Baklagil familyasına ait birçok bitki türü, karbonhidrat içeriği, yeterli yağ oranı ve özellikle yüksek protein miktarlarından dolayı hayvan besini olarak kullanılan önemli bir yem kaynağıdır (Ferber, 1999; Phillips, 2006; Verdier ve ark., 2008). Farklı iklim koşullarına yüksek adaptasyonu ve geniş çevre şartlarında yüksek yem verimi ve iyi yem kalitesi nedeniyle yonca, tüm dünyada en önemli yem bitkilerinden birisidir (Dordas, 2006; Berg ve ark., 2007; Zhang ve ark., 2008). Türkiye'de 2021 yılı verilerine göre, yonca 673.047 ha alanda yetiştirilmekte ve bu alanlardan elde edilen üretim miktarı 19.310.959 ton olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2022). Yonca bitkisinin gerek vejetatif gerekse generatif kısımlarında beslenen, verim ve kalitesini düşüren birçok böcek bulun-maktadır. Özellikle, dünya da yonca alanlarında bulunan ve yonca tohumlarında zararlı olan Yonca tohum kalsidi, *Bruchophagus roddi* Gussakovskii, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) bunların en önemlilerindedir (Nielson ve Lehman, 1980). *B. roddi* Afrika, Asya, Avrupa, Avustralya, Kuzey ve Güney Amerika kıtalarında konukçu bitkilerinin yetiştiği her yerde görülebilen kozmopolit bir tohum zararlısıdır (CABI, 2022). Bu zararlı, tohumluk yonca üretimi yapılan alanlarda oldukça önemli zararlar oluşturmaktadır. Larvalar yonca tohumlarında beslenerek gelişimlerini tamam-lamakta, bunun sonucunda tohumun sadece kabuğu kalmaktadır. *B. roddi* yoğun popülasyonu sonucun-da %5 ile %83 arasında değişen oranlarda tohum kayıplarına neden olmaktadır (Sorenson, 1934; Kolobova 1950; Bacon ve ark., 1959; Strong; 1962). Holtkamp ve ark. (1988), Avusturalya'da dört yonca çeşidi üzerinde Yonca tohum kalsidinin (*B. roddi*) zarar durumunun % 24,6 ile % 39,6 arasında değiştiğini tespit etmişler. Türkiye'de *B. roddi*'nin Erzurum, Ardahan (Doğanlar, 1990), Ankara ve Konya illerinde (Tamer ve ark., 1997) yonca bitkisinde zararlı olduğu kaydedilmiştir. Ancak, zararıyla ilgili ilk çalışmalar 2014 yılında Iğdır ilinde

yürütülmüş ve yonca tohumlarında %4,64 ile % 42,89 arasında zarar oluşturduğu bildirilmiştir (Gözüaçık ve Açıköz, 2014). Yine, *B. roddi*'nin bulaşma oranları belirlemek amacıyla, 2013 ve 2014 yıllarında Iğdır, Kars ve Van ille-rinde, ticari olarak satılan ve çiftçilerden toplanan 230 yonca tohum örneğinin %94,8'nin bulaşık olduğu belirlenmiştir (Gözüaçık ve İreç, 2016).

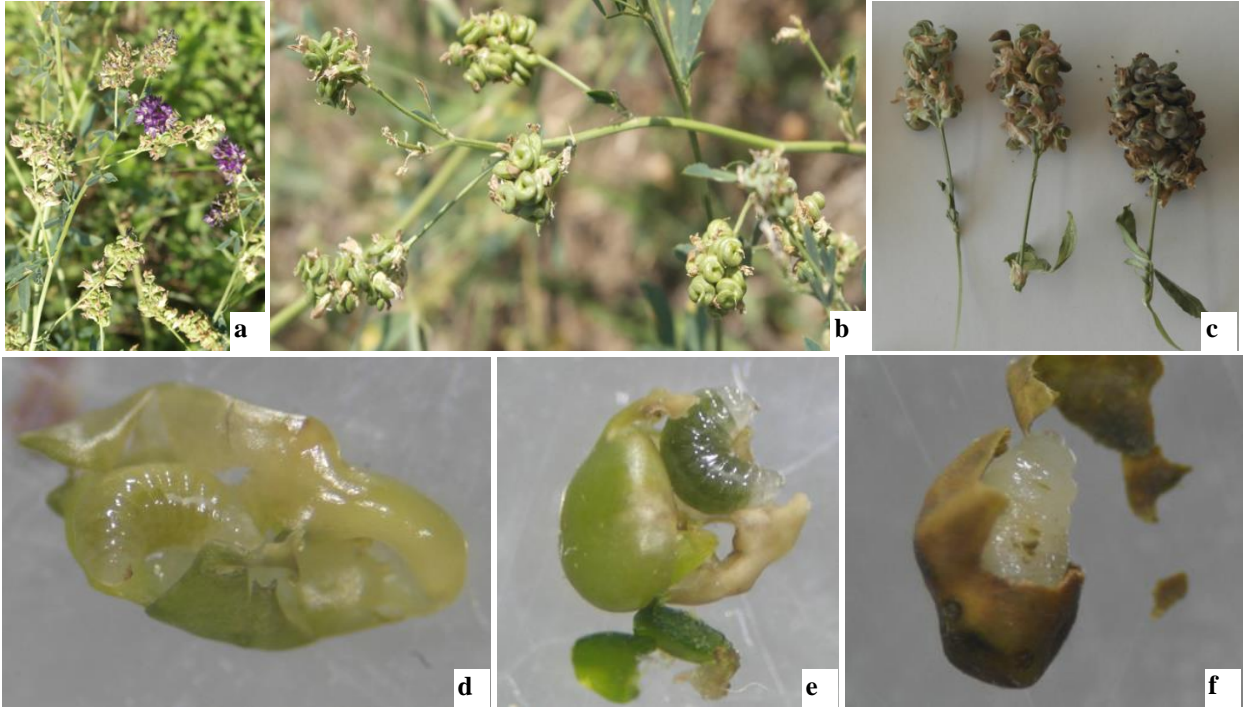
Bu çalışma, yonca tohum üretimini olumsuz etkileyen *B. roddi*'nin Ağrı, Iğdır, Kars ve Van illeri yonca tohumluk üretim alanlarındaki yüzde bulaşıklık oranının belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Iğdır, Ağrı, Kars ve Van illeri yonca alanlarında tohumluk için bırakılan yonca tarlalarında yürütülmüştür. Yonca alanlarından tohum salkımları Iğdır ilinde 25.09-07.10.2016 ve 17.09-22.09.2017, Ağrı ve Van illerinde 02.09-09.10.2016 ve 10.09.2017, Kars ilinde 01.09.2016 ve 13.08.2017 tarihleri arasında toplanılmıştır. Her bir tarlanın 10 farklı yerinden 10'ar adet olacak şekilde toplam 100 adet yonca tohum demetleri makasla sap kısmından kesilerek alınmıştır. Toplanan yonca demetleri kültür kapları içerisinde etiket bilgileri yazılarak laboratuvara getirilmiştir. Bu demetlerden tesadüfi olarak 20'şer salkımı seçilmiştir. Bu salkımlardan da 5'er adet kapsül alınmıştır. Kapsüllerdeki taneler steriomikroskop (Leica S8APO) altında pens ve iğne yardımıyla tek tek açılarak incelenmiştir. Larvalı daneler LAS EZ (Leica Application Suite Version 3.4.0) ve yonca salkımları Canon EOS 600D ile fotoğrafları çekilmiştir. Zarar görmüş (için de zararlı larvası bulunan) dane ile toplam dane sayıları oranlanarak danedeki % bulaşıklık oranı belirlenmiştir (Small ve Brookes, 1982).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Iğdır, Ağrı, Kars ve Van illerinde *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki larva zararı Şekil 1 (d,e,f)'de bulaşıklık oranları ise Çizelge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Yonca tohum (a, b) demeti, (c) salkımı, (d,e,f) yonca tohumunda *Bruchophagus roddi* larvaları.
Figure 1. Alfalfa seed (a, b) bunch, (c) cluster, (d,e,f) larvae of *Bruchophagus roddi* in alfalfa seed.

Çizelge 1 incelendiğinde, Yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2016 yılında Iğdır ili Merkez ilçede %43,0, Aralık'ta %31,7 ve Tuzluca'da %29,0 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık oranının Merkez ilçede %53,2 oranıyla Kuzugüden'de, en az bulaşıklık ise %15,4 oranıyla İnceköyl'de kaydedilmiştir. Çizelge 2'de, 2017 yılında yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı Iğdır ili Merkez ilçede %18,0, Aralık'ta %14,5, Karakoyunlu'da %18,4 ve Tuzluca'da %12,1 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık Merkez ilçede %29,9 oranıyla Hakveys'te, en az bulaşıklık ise %4,5 oranıyla Yeni mahalle1'de bulunmuştur.

Çizelge 3'te, yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2016 yılında Ağrı ili Doğubeyazıt'ta %14,4, Hamur'da %26,7 ve Taşlıçay'da %38,2 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %41,2 oranıyla Hamur ilçesi Çakırova'da, en az bulaşıklık ise %8,9 oranıyla Kurutepe'de bulunmuştur. Çizelge 4'de, yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2017 yılında Ağrı ili Merkez'de %8,3, Diyadin'de %10, Doğubeyazıt'ta %16,6, Hamur'da %18,0 ve Tutak'ta %13,0 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %19,0 oranıyla Doğubeyazıt merkezde, en az bulaşıklık

ise %8,1 oranıyla Ağrı merkezde bulunmuştur. Çizelge 5'te, yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2016 yılında Van ili Çaldıran'da %11,0, Erciş'te %8,4 ve Muradiye'de % 21,0 olarak tespit belirlenmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %34,8 oranıyla Muradiye Yakıncak'ta, en az bulaşıklık ise %7,2 oranıyla Erciş merkezde bulunmuştur. Çizelge 6'da yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2017 yılında Van ili Çaldıran'da % 10,4, Erciş'te % 5,4 ve Muradiye'de % 14,4 olarak tespit belirlenmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %18,0 oranıyla Muradiye Merkez1'de, en az bulaşıklık ise %5,4 oranıyla Erciş-Yetişen'de bulunmuştur. Çizelge 7'de yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2016 yılında Kars ili Merkez'de %25,8 ve Susuz'da %12,6 olarak tespit belirlenmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %25,8 oranıyla Kars merkezde, en az bulaşıklık ise % 11,0 oranıyla Susuz-Kızıroğlu'nda bulunmuştur. Çizelge 8'de yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı 2017 yılında Kars ili Merkez'de %42,5 ve Susuz'da %13,4 olarak tespit belirlenmiştir. Bu verilere göre, en fazla bulaşıklık %42,5 oranıyla Kars merkezde, en az bulaşıklık ise %10,2 oranıyla yine Susuz-Kızıroğlu'nda bulunmuştur.

Çizelge 1. Iğdır ilinde 2016 yılı *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.

Table 1. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2016 in Iğdır province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Merkez	Melekli	360	146	40,6
	Yukarı Erhacı	481	207	43,0
	Hakmehmet	362	178	49,2
	Kuzugüden	331	176	53,2
	Aşağı Erhacı	391	119	30,4
	Toplam	1925	826	43,0
Aralık	Yukarı Çamurlu	446	171	38,3
	Ramazankent	289	62	21,5
	Toplam	735	233	31,7
Tuzluca	İnce Köyü	431	207	48,0
	İnce Köyü1	592	91	15,4
	Karabulak	404	166	41,0
	Eğrekdere	149	68	45,6
	Güllüce-Mollakamer	373	61	16,3
	Abbasgöl	357	89	24,9
	Merkez1	409	118	28,8
	Halıkışla yolu	275	91	33,1
	Pirli Köyü	329	84	25,5
	Merkez2	310	78	25,1
	Toplam	3629	1053	29,0

Çizelge 2. Iğdır ilinde 2017 yılı *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.

Table 2. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2017 in Iğdır province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seed	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Merkez	Melekli	476	100	21,0
	Yüzbaşılar	492	91	18,4
	Yeni mahalle	584	100	17,1
	Yeni mahalle1	641	32	4,5
	Alikamerli	533	109	20,4
	Kuzugüden	434	123	28,3
	Hakveyis	601	180	29,9
	Kazancı	498	39	7,8
	Bayraktutan	667	115	17,2
	Toplam	4926	889	18,0
Aralık	Karahacılı	420	64	15,0
	Yukarı çamurlu	378	66	17,5
	Yukarı Topraklı	521	73	14,0
	Hasanhan	669	86	13,0
	Toplam	1988	289	14,5
Karakoyunlu	Merkez	535	127	23,7
	Kacer köyü	533	136	25,5
	Bulakbaşı	461	72	15,6
	Zülfikar	413	57	13,8
	Babacan köyü	466	70	15,0
	Taşburun	596	93	15,6
Toplam	3004	555	18,4	
Tuzluca	Eğrekdere	524	73	13,9
	Ağaver	510	92	18,0
	Merkez	555	76	16,7
	Pirli / Tuzluca	637	56	8,8
	Gaziler	570	52	9,1
Toplam	2272	276	12,1	

Çizelge 3. Ağrı ilinde 2016 yılı *Brucohpagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.Table 3. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2016 in Ağrı province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Doğubeyazıt	Taniktepe	418	60	14,3
	Doğubayazıt	457	56	12,2
	Kurutepe	404	36	8,9
	Atabakan	318	72	22,6
	Doğubayazıt1	410	65	15,8
	Toplam	2007	289	14,4
Hamur	Yoğunhisar	340	98	28,8
	Hamur	452	114	25,2
	Toplam	792	212	26,7
Taşlıçay	Çakırova	240	99	41,2
	Yanalyol	246	87	35,3
	Toplam	486	186	38,2

Çizelge 4. Ağrı ilinde 2017 yılı *Brucohpagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.Table 4. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2017 in Ağrı province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Merkez	Merkez	639	52	8,1
	Kazlı	849	73	8,4
	Toplam	1488	125	8,3
Diyadin	Omuzbaşı	542	52	9,6
	Dokuztaş	613	64	10,4
	Toplam	1155	116	10,0
Doğubeyazıt	Merkez	704	134	19,0
	Atabakan	583	80	13,7
	Toplam	1287	214	16,6
Hamur	Merkez	413	78	18,9
	Hamur Girişi	382	65	17,0
	Toplam	795	143	18,0
Tutak	Merkez	631	82	13,0
	Toplam	631	82	13,0

Çizelge 5. Van ilinde 2016 yılı *Brucohpagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.Table 5. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2016 in Van province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Çaldıran	Ayrancılar	534	51	9,5
	Görecek	497	63	12,6
	Toplam	1031	114	11,0
Erciş	Merkez	583	42	7,2
	Yetişen	286	31	10,8
	Toplam	869	73	8,4
Muradiye	Yakıncak	322	112	34,8
	Merkez	586	79	13,5
	Toplam	908	191	21,0

Çizelge 6. Van ilinde 2017 yılı *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.

Table 6. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2017 in Van province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Çaldıran	Ayrancılar	534	51	9,5
	Görecek	568	64	11,2
	Toplam	1102	115	10,4
Erciş	Yetişen	790	43	5,4
	Toplam	790	43	5,4
Muradiye	Merkez	426	39	9,1
	Merkez 1	616	111	18,0
	Toplam	1042	150	14,4

Çizelge 7. Kars ilinde 2016 yılı *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.

Table 7. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2016 in Kars province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Merkez	Merkez	240	62	25,8
	Toplam	240	62	25,8
Susuz	Merkez	292	41	14,0
	Kızıroğlu	264	29	11,0
	Toplam	556	70	12,6

Çizelge 8. Kars ilinde 2017 yılı *Bruchophagus roddi*'nin yonca tohumlarındaki bulaşıklık oranı.

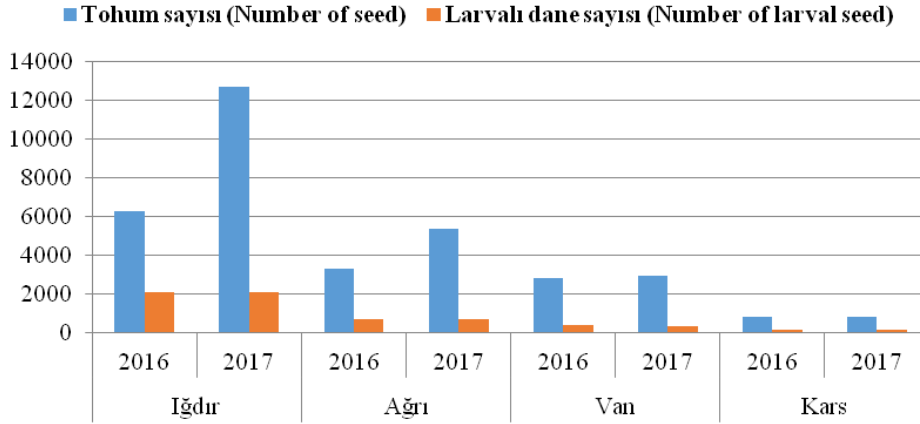
Table 8. Infestation rate of *Brachphaus roddi* on alfalfa seeds in 2017 in Kars province.

İlçe District	Lokasyon Location	Toplam tohum sayısı Total number of seeds	Larvalı dane sayısı Number of larval seed	Bulaşıklık oranı (%) Infestation rate (%)
Merkez	Merkez	193	82	42,5
	Toplam	193	82	42,5
Susuz	Merkez	323	53	16,4
	Kızıroğlu	302	31	10,2
	Toplam	625	84	13,4

Doğu Anadolu Bölgesinde Iğdır, Ağrı, Kars ve Van illerin tohumluk yonca tarlalarından 2016 ve 2017 yıllarında 76 yonca tarlasında toplam 35000 yonca tohumu incelenmiş ve bunların 6545'inde *Bruchophagus roddi* larvası bulunmuştur (Şekil 2).

B. roddi'nin yonca tohumlarında meydana getirdiği bulaşıklık oranları değerlendirildiğinde, 2016 ve 2017 yıllarında tohumlardaki bulaşıklık oranı sırasıyla Iğdır ilinde %15,4-53,2 ile %4,5-29,9, Ağrı ilinde %8,9 -41,2 ile %8,1-19,0, Kars ilinde %11,0 - 25,8 ile %10,2 - 42,5 ve Van ilinde % 7,2 -34,8 ile %5,4-18,0 oranları arasında tespit edilmiştir. Tohumluk yonca ekimi en fazla iklim özelliklerinden dolayı Iğdır ilinde tespit edilmiş, bundan dolayı incelenen örnek sayısı diğer illere

oranla daha yüksek olmuştur. Gözüaçık ve Açıkgöz (2014), Iğdır ilinde 2014 yılında yaptıkları çalışmada yonca tohumlarındaki zarar oranlarını %4,64 –42,89 oranları arasında tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Strong (1962), yaptığı çalışmada Yonca Tohumu Kalsidi, Batı ABD'de %83'e varan oranlarda yonca tohumu kaybına neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmalarda bulaşıklık oranları yıldan yıla, bölgeden bölgeye değiştiği görülmüştür. Bunun özellikle iklimsel faktörler ile ergin uçuşlarının görüldüğü Nisan-Mayıs aylarında yonca hortumlu böceği [*Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae)]'ne



Şekil 2. Iğdır, Ağrı, Van ve Kars illerinde 2016-2017 yıllarında incelenen toplam tohum ve larvalı tohum sayısı.
Figure 2. The total number of seeds and seeds with larvae examined in Iğdır, Ağrı, Van and Kars provinces in 2016-2017.

karşı geç yapılan kimyasal uygulamalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Soroka ve Spurr (1998), *B. roddi*'nin zarar düzeyini belirlemek için yonca tarlalarında 2 yıllık bir çalışma yürütmüşler ve her iki yılın Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık ve yağış miktarının böceğin popülasyon yoğunluğu ile yakından ilişkili olduğunu birbirini takip eden kurak yıllar da tohumdaki zarar oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Lehman (1967) Yonca tohum kalsidinin, Güney Kaliforniya'da yonca çeşitler ve klonlar üzerindeki yıldan yıla zarar oranlarının farklı olduğunu 1. yılda toplanan tohumlarda %35-55, 2. yılda %16-27 oranlarında zarar meydana geldiğini bildirmiştir. Holtkamp ve ark. (1988), Avustralya'da yaptıkları çalışma da dört yonca çeşidi üzerinde Yonca tohum kalsidinin zarar durumunun %24,6 ile % 39,6 arasında değiştiğini tespit etmişler. Kral'ovic (1971) ise, Çekoslovakya'da zararlı tohum veriminde %0,2 ile 60,6 oranında, Gulii ve Pamuzak (1992), Rusya'da, %25-40 oranlarda yonca tohumlarında zarar oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarda yonca tohumları Ağustos-Eylül aylarında toplanmıştır. Whitmer ve ark. (2003) Montana'da, diğer aylara göre, Eylül ayında toplanan tohumların %80'inden fazlasının zarar gördüğünü bildirmiştir.

SONUÇ

Doğu Anadolu Bölgesinde Iğdır, Ağrı, Kars ve Van illerin tohumluk yonca tarlalarından toplam 35000 yonca tohumu incelenmiş ve bunların 6545'inde *Bruchophagus roddi* larvası bulunmuştur. Yonca tohumlardaki zarar oranları değerlendirildiğinde, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla ortalama Iğdır ilinde %34,3 ile %17,2, Ağrı ilinde %25,1 ile % 13,6, Kars ilinde %18,4 ile %26,4 ve Van ilinde %21 ile %11,7 oranları arasında tespit edilmiştir. Çalışma sonundan *B. roddi*'nin yonca tohumunda önemli bir zararlı olduğu, yonca üretiminin yoğun yapıldığı illerin bu zararlı ile bulaşık olduğu anlaşılmıştır. Ülkemiz yonca tohumluk üretim alanlarında bu zararlıya dikkat edilmesi ve daha detaylı çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu makale Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş 2017-FBE-L03 nolu proje olup, yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümüdür.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). www.tuik.gov.tr. Access to:11.02.2022
- Bacon, O. G., W. D. Riley, V. E. Burton, and A. V. Sarquis. 1959. Clover seed chalcid in alfalfa. California Agr. 13: 7-11.
- Berg, W. K., S. M. Cunningham, S. M. Brouder, B. C. Joern, K. D. Johnson, J. B. Santini, and J. J. Volence. 2007. The long term impact of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components. Crop Sci. 47:2198-2209. DOI:10.2135/cropsci2006.09.0576.
- CABI, 2022. *Bruchophagus roddi* (alfalfa seed chalcid). Available at: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10083#todistribution>.
- Doğanlar, M. 1990. Bazı Türkiye Eurytomidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) türleri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi. 26-29 Eylül 1990. Ankara. S. 165-172.
- Dordas, C. 2006. Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa. Agron. J. 98: 907-913. DOI: 10.2134/agronj2005.0353.
- Ferber, D. 1999. Risks and benefits: GM crops in the cross hairs. Science, 286(5445): 1662-1666. DOI: 10.1126/science.286.5445.1662.
- Gözüaçık, C. and A. İreç. 2016. The determination of infection and damage rates of the alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera, Eurytomidae) in alfalfa seed stored in the eastern region of Turkey. İğdir Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 6(1): 53-58. DOI:10.21597/JIST.2016119310
- Gözüaçık, C., and M. Açıkgöz. 2014. The determination of distribution and infestation rates of the alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* Gussakovskiy, 1933 (Hymenoptera, Eurytomidae) in alfalfa (*Medicago sativa* L.) fields of Iğdir province of Turkey. Scientific Conference: Challenges in Modern Agricultural Production. 67p. December 11, 2014, Skopje, Macedonia,
- Gulii, V., and N. Pamuzak. 1992. Manual on plant protection for farmers. Moscow, Russia. Rosagroservis, 183-186.
- Holtkamp, R. H., K. J. Morthorpe, and A. D. Clift. 1988. Screening commercial alfalfa cultivars for tolerance to alfalfa seed chalcid (*Bruchophagus roddi*) (Hymenoptera: Eurytomidae). J. appl. seed prod. 6: 11-13.
- Kaçar, O., E. Göksu, ve N. Azkan. 2005. Bursa koşullarında farklı bakteri suşları ile aşılamanın bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarında verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 42(3): 21-32.
- Kolobova, A. N. 1950. The clover and alfalfa races of the seed pest *Bruchophagus gibbus* (Boh.). Ent. Obozr. 31: 63-70.
- Kral'ovic, J. 1971. The ecology of the lucerne seed chalcid *Bruchophagus roddi* Guss. (Hymenoptera, Eurytomidae). Biologické Prace. 17 (3): 2-75.
- Lehman, W. F. 1967. Alfalfa seed chalcid (*Bruchophagus roddi* Guss.) infestation cycles in relation to alfalfa seed production and sampling for resistance in southern California. Agron. J. 59(5): 403-6. DOI: 10.2134/agronj1967.00021962005900050006x
- Nielson M. W., and W. F. Lehman. 1980. Breeding approaches in alfalfa. In: Breeding Plants Resistant to Insects, F.G. Maxwell and P.R. Jennings, eds. 683 pp.
- Phillips, L. 2006. Food and globalization. Annu. Rev. Anthropol. 35: 37-57. DOI: 10.1146/annurev.anthro.35.081705.123214
- Small, E. and B. S. Brookes. 1982. Coiling of alfalfa pods in relation to resistance against seed chalcids. Can. J. Plant Sci. 62: 131-135.
- Sorenson, C. J. 1934. Chalcids-fly infestations of alfalfa seed and parasitism of the chalcis-fly in Utah. 1930 to 1933 inclusive. Utah Acad. Sci., Arts and Letters Proc. 11 :241-44.
- Soroka, J. J., and D. T. Spurr. 1998. Geographic incidence and damage levels of alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* (Hymenoptera: Eurytomidae), in Saskatchewan, and its relationship to weather and agronomic variables and production practices. Can. Entomol. 130: 1-11.
- Strong, F. E. 1962. Laboratory studies on the biology of the alfalfa seed chalcid *Bruchophagus roddi* Guss. (Hymenoptera. Eurytomidae). Hilgardia. 32(3):229-49. DOI:10.3733/hilg.v32n03p229
- Tamer, A., M. Aydemir, A. Has. 1997. Ankara ve Konya illerinde korunga ve yonca da görülen zararlı ve faydalı böcekler üzerinde faunistik çalışmalar. Bit.Kor. Bült., 37(3-4) : 125-161.
- Verdier, J., K. Kakar, K. Gallardo, C. Le Signor, G. Aubert, A. Schlereth, and R. D. Thompson. 2008. Gene expression profiling of *M. truncatula* transcription factors identifies putative regulators of grain legume seed filling. Plant Mol. Biol. 67(6): 567. DOI: 10.1007/s11103-008-9320-x
- Whitmer, T., R. Ditterline, S. Blodgett, D. Cash, R. Petroff. 2003. Alfalfa Grown For Seed - Montana. Available at: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10083>.
- Zhang, T., X. Wang, J. Han, Y. Wang, P. Mao, M. Majerus. 2008. Effects of between-row and withinrow spacing on alfalfa seed yields. Crop Sci. 48:794-803. DOI: 10.2135/cropsci2007.06.0340.

Pseudomonas putida induces resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato plants by activating expression of defense-related genes

Birsen ÇAKIR AYDEMİR^{*1} 

Müge ŞAHİN² 

Ayşe GÜL³ 

Hatice ÖZAKTAN⁴  Lalehan YOLAGELDİ⁵ 

^{1,3}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova- İzmir/ TÜRKİYE

²Aegean Agricultural Research Institute, Menemen- İzmir/ TÜRKİYE

^{4,5}Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova-İzmir /TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0003-4268-8547> ²<https://orcid.org/0000-0002-5570-9143> ³<https://orcid.org/0000-0003-1845-5284>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9971-6508> ⁵<https://orcid.org/0000-0003-2237-994X>

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

Received (Geliş tarihi): 01.05.2022 Accepted (Kabul tarihi): 22.09.2022

ABSTRACT: Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) may prevent attack from pathogenic microorganisms by eliciting induced systemic resistance (ISR). In the present work, *Pseudomonas putida* isolate TR21/1 showed significant biological control of tomato seedlings inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL). Here, the SA-responsive genes PR-1, PR-4, PR-6 and CH9 were downregulated upon induction of ISR by *P. putida* strain TR21/1 and induced when bacterized tomato roots were inoculated with FORL. This indicates that SAR involves the accumulation of SA-responsive genes but ISR does not. Similarly, expression of ET-regulated genes such as ACO1, ACO3, ACO4 were not induced in ISR-expressing tomato roots and *P. putida* treatment induced only ACO2 expression suggesting that ACO2 expression is involved in ISR-expressing tomato seedlings. In contrast, the infection of ISR expressing plants by FORL strongly induced ACO3, ACO2, and ACO1 indicating the transcriptional regulation of ACO genes in response to FORL attack which may be related to possible ethylene synthesis in response to pathogen. Here *P. putida* treatment increased ETR1 gene expression in roots and this induction was upregulated in presence of FORL indicating that ETR1 plays a role in the protection of plants against FORL by reducing ethylene sensitivity. Activation of SA-and ET- regulated genes in bacterized plants in the presence of FORL implies that not only SA but other signals as well, may play an important role in inducing resistance.

Keywords: *Pseudomonas putida*, systemic acquired resistance (SAR), induced systemic resistance (ISR), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL), gene expression.

Pseudomonas putida, domates bitkilerinde savunma ile ilgili genlerin ekspresyonunu aktive ederek *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'ye karşı direnci indüklemesi

ÖZ: Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), indüklenmiş sistemik direnci (ISR) sağlayarak patojenik mikroorganizmaların saldırısını önleyebilir. Mevcut çalışmada, *P. putida* izolatu TR21/1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) ile enfekte olmuş domates fidelerinin önemli ölçüde biyolojik kontrolünü sağlamıştır. Burada SA-yanıt veren genler PR-1, PR-4, PR-6 ve CH9 ISR'nin *P. putida* streyn TR21/1 tarafından indüklenmesi üzerine ifadeleri baskılanmış ve bakterili domates kökleri *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ile enfekte edildiğinde bu genlerin ifadeleri indüklenmiştir. Bu sonuçlar, SAR'ın SA'ya yanıt veren genlerin birikimini içerdiğini ancak ISR'nin içermediğini göstermiştir. Benzer şekilde, ACO1, ACO3, ACO4 gibi ET tarafından düzenlenen genlerin ifadeleri, ISR gösteren domates köklerinde indüklenmemiş ve *P. putida* uygulaması, sadece ACO2 ekspresyonunu indüklemiştir. Buna karşılık, ISR gösteren bitkilerin FORL ile enfeksiyonu, ACO3, ACO2 ve ACO1 genlerinin ifadelerini güçlü bir şekilde indüklemesi FORL saldırısına yanıt olarak olası

bir etilen sentezi ile ilgili ACO genlerinin transkripsiyonel düzenlemesini gösterir. Burada *P. putida* uygulaması köklerde ETR1 geninin ifadesini indüklemiş ve FORL ile inokülasyon bu genin ifadesinin induksiyonunu daha da artırmıştır. Bu sonuçlar, ETR1'in etilen duyarlılığını azaltarak bitkilerin FORL'e karşı korunmasında rol oynadığını göstermiştir. FORL varlığında bakteri uygulanmış bitkilerde SA ve ET tarafından düzenlenen genlerin aktivasyonu, sadece SA'nın değil, diğer sinyallerin de direncin indüklenmesinde önemli bir rol oynayabileceği anlamına gelmektedir.

Anahtar kelimeler: *Pseudomonas putida*, Sistemik kazanılmış direnç (SAR), indüklenmiş sistemik direnç (ISR), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL), gen ekspresyonu.

INTRODUCTION

Fusarium crown and root rot of tomato (FCRR) caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) is a disease observed in both greenhouse and field conditions and has been reported in many countries (Nutter *et al.*, 1978; Jones *et al.*, 1991). FCRR cannot be treated efficiently with fungicides. The use of biocontrol rhizobacteria is a promising treatment to prevent the disease.

During the past two decades there have been several reports on successful FCRR management on tomato by using different fungal and bacterial antagonists such as *Trichoderma harzianum* (Sivan *et al.*, 1987), *Glomus intraradices* (Datnoff *et al.*, 1995), *Streptomyces griseoviridis* strain K61 (Minuto *et al.*, 2006) and non pathogenic isolates of *Fusarium* (Horinouchi *et al.*, 2008).

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are free-living or rhizosphere bacteria that can promote plant growth and reduce plant disease (Ryu *et al.*, 2006). PGPR can promote plant growth and development either directly and indirectly (Ortiz-Castro *et al.*, 2009). PGPR direct stimulation of plant growth includes production of phytohormones, other plant stimulants and uptake of essential nutrients (Ardakani *et al.*, 2010) whereas, indirect stimulation comprises antibiotic production, synthesis of extracellular enzymes to hydrolyze the fungal cell wall and competition for niches within the rhizosphere (Zahir *et al.*, 2003). They are also able to degrade organic pollutants and reduce metal toxicity of contaminated soils (bioremediation), and facilitate phytoremediation (Janssen *et al.*, 2015). Inoculation with PGPR can protect the plant from abiotic stress by activating

several mechanisms that induce systemic tolerance (Yang *et al.*, 2009; Timmusk *et al.*, 2014).

Plant defence mechanisms occur as two forms, systemic-acquired resistance (SAR) and induced systemic resistance (ISR) controlled by phytohormones such as salicylic acid (SA), jasmonic acid (JA) and ethylene (ET) (Pieterse *et al.*, 2014). SA regulates SAR, while JA and ET regulate ISR (Pieterse *et al.*, 2014). SAR is induced by mechanical wounding, herbivory and pathogenic interactions and characterized by an increase in the synthesis of pathogenesis-related (PR) proteins and production of antimicrobials such as phytoalexins (Freeman and Beatie, 2008). SAR is accompanied by an increased level of SA which, activates the expression of a large set of PATHOGENESIS-RELATED (PR) genes, involved in defense responses (Pieterse *et al.*, 2014). In contrast, ISR is induced by non-pathogenic PGPRs and characterized by ethylene- and JA-dependence but SA-independence without PR gene activation (Ton *et al.*, 2002; Iavicoli *et al.*, 2003). However, these two independent signalling pathways converge through the same transcriptional regulator, nonexpressor of pathogenesis-related (PR) gene 1 (NPR-1) (Katagiri and Tsuda, 2010).

PGPRs are known to induce resistance called ISR against fungi, virus, bacteria, nematodes and insects (Murphy *et al.*, 2003). Various non-pathogenic PGPR strains are able to trigger ISR in plants against broad spectrum phytopathogens (Van Wees *et al.*, 2008). Induction of systemic resistance by several strains of *Bacillus* spp. and *Pseudomonas fluorescens* has been already reported (Ryu *et al.*, 2004). Several reports have been published regarding *Pseudomonas* PGPR

strain efficiency in controlling FCRR (Bolwerk *et al.*, 2003). Recently, Baysal *et al.*, (2008) reported that *B. subtilis* strain EU07 was able to reduce FCRR.

In *Arabidopsis thaliana*, ISR triggered by root-colonising strains of *Pseudomonas fluorescens* was shown to be ethylene- and JA-dependent but SA-independent (Knoester *et al.*, 1999; Ton *et al.*, 2002). However ISR triggered by other strains of PGPR may also involve SA signalling (Zhang *et al.*, 2002). More recently, *Pseudomonas* strains, able to control FCRR under rockwool conditions, were isolated from tomato roots (Kamilova *et al.*, 2005; Validov *et al.*, 2007). However, the ability to develop ISR depends on the host/rhizobacterium combination (van Loon *et al.*, 1998). *Pseudomonas putida* WCS358n and *P. fluorescens* WCS374r perform differently on different plant species; *Arabidopsis* is responsive to *P. putida* WCS358r, whereas radish and carnation are not (Leeman *et al.*, 1995; Van Wees *et al.*, 1997), suggesting that specific recognition between the plant and rhizobacterium is required for the induction of ISR.

The expression of stress and defence genes in plants may be modulated by PGPR, which helps plants to grow actively under abiotic or biotic stress conditions (Akhgar *et al.*, 2014). Similarly, interactions between plants and pathogens are able to elicit the expression of certain PR genes (Wojtasik *et al.*, 2014). Upregulation of PR proteins, including chitinase and β -1,3-glucanase, in response to *Fusarium* has been reported in flax plants (Galindo-Gonzalez *et al.*, 2016).

There are only a few studies dealing with the molecular mechanism of the plant response to FORL or PGPR. Little is known about induction of the expression on various defence related genes due to *P. putida* treatment in tomato seedling infected with FORL. The aim of this study was to evaluate *P. putida* for protection of tomato against FORL and to investigate the induction of defence-related genes involved in SA and ET- dependent signalling pathway by *P. putida* against challenge inoculation with FORL. To our knowledge this is the first description of transcriptional changes that

persist for several weeks. These results provide new insight into the molecular and biochemical response of FORL infected tomato plants to colonization by PGPR.

MATERIAL and METHODS

Plant Material

Tomato cultivar *Solanum lycopersicum* cv Kardelen F₁, which is a popular cultivar in Türkiye, and is susceptible to FORL, was used throughout the experiments. All seeds were sterilized by immersion in 1% (v/v) sodium hypochlorite for 30 min and rinsed three times in sterile distilled water prior to sowing.

Fungal culture and inoculation

A FORL strain, usaFORL was used (kindly provided by the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute; originally from Dr. J.W. Scott, University of Florida). FORL strain usaFORL causing crown and root rot disease was maintained on potato-dextrose agar (PDA) slant. The pathogen inoculum was prepared by culturing the fungus in PD broth by shake culture for 7 days. The microconidial suspension was filtered through cheese cloth and the concentration was adjusted to 10^7 conidia ml⁻¹.

Tomato seedlings were inoculated by using the standard root-dip method (Menzies *et al.*, 1990). Tomato seedlings at the second true-leaf stage were carefully uprooted and freed from soil by immersion in water and gentle shaking. Then they were dipped into the microspore suspension for 30 min and transplanted to pots. Uninoculated plants were dipped in sterile distilled water. Plants were maintained in the growth chamber.

PGPR strain and inoculation

The bacterial strain, called TR21/1, isolated from the rhizosphere of tomato plants grown in south-eastern greenhouses in Türkiye was selected for this study according to the tests for *in vitro* plant growth promotion and biocontrol to FORL (Gul *et al.*, 2012). This strain was identified as *Pseudomonas putida* according to biochemical and physiological test results as described previously

(Schaad *et al.*, 2001). The GRAM reaction was performed by using a 3% KOH test (Suslow *et al.*, 1982). The presence of oxidase, fluorescent pigment production, gelatinase, arginine dihydrolase, levan sucrose, reduction of nitrate, pectinolytic activity on potato slices and hypersensitive reaction (HR) on tobacco leaves were ascertained (Lelliott and Stead, 1987; Schaad *et al.*, 2001). Previous study has revealed that the *P. putida* strain TR21/1 can produce auxins and siderophores, has phosphate-solubilizing capacity and does not enhance the growth of tomato plants compared to the non-bacterized control treatment (Gul *et al.*, 2012).

Bacterial inoculation was carried out prior to sowing as seed coating and two times after transplanting as substrate drenching (Cummings *et al.*, 2009). The culture was grown on King's medium B for 24 h at 24°C. Bacterial inoculant was suspended with 5 mL Carboxyl Methyl Cellulose (CMC, 1.5%). The concentration of bacterial cells in the suspension was adjusted by diluting with sterile deionized water, thus a final concentration of 10⁹ CFU/mL was obtained (Callan *et al.*, 1990).

Surface sterilized seeds of tomato cultivar Kardelen F1 were soaked in 10 ml of bacterial suspension at a concentration of 10⁹ CFU/mL in erlenmeyer flask by shaking for 30 min at 150 rpm. For rhizobacterium non-inoculated treatments (FORL and control), seeds were shaken with only CMC (1.5%). After shaking, seeds were left on blotting paper for 24 h under sterile cabinet before sowing. Seeds were sown manually in a medium (Klasmann TS1; a mixture of peat, perlite and vermiculite) in plastic viols in a germination room maintained at 25°C with 80-90% relative humidity. At the second true-leaf stage, seedlings were inoculated with fungal pathogen. Then, seedlings were transplanted in 2 L plastic pots filled with peat. Bacterial inoculation was drenched just after transplanting by application of 30 ml of bacterial suspension per pot including 2 plants and repeated

7 days after transplanting. Water was applied to non-inoculated plants in the same way. Plants were kept in the growth chamber for four weeks at 24°C during the day and 20°C during the night with 16 h light and 8 h dark conditions, respectively.

Root colonization and population dynamics of rhizobacterium

Plants inoculated with rifampicin (200 µg/ml) resistant bacterium were used to determine root colonization and population dynamics of tested rhizobacterium on plant roots. Rifampicin-resistant mutants (Rif⁺) of rhizobacterium were isolated as previously described by Kloepper (1980) and Stockwell *et al.* (1996). TR21/1 (Rif⁺) population was monitored in both FORL-inoculated and non-inoculated plant roots. Root samples (0.5 g) were taken 2 and 4 weeks after transplanting and placed into sterile flasks, 49.5 ml of 0.5 M phosphate buffer was added to each flask. Flasks were placed on a rotary shaker at 150 rpm for 20 min. Samples were diluted, spread on two replicate petri dishes containing Kings medium B supplemented with rifampicin (200 µg/ml) and rifampicin resistant colonies were enumerated as mutants of PGPR (Stockwell *et al.*, 1996).

Evaluation of plant growth and disease scoring

Four weeks after the challenge of the tomato plants by FORL, the disease level was scored by indexing the disease severity. The lower stem and top root were evaluated for disease scoring. Each plant was rated for discoloration on a scale of severity, 0–5 as follows: 0 = healthy plants; 1 = light rot on root (less than 10% of total area); 2 = dark lesions on 25% of root; 3 = infection on half of the total root area, severe rot on taproot; 4 = infection on 75% of the total root area, lesions on crown, wilting of older leaves, and 5 = severe infection on total root area, wilting and death of young leaves.

The disease index (DI) was calculated using the formula:

$$\text{Disease index} = \frac{\Sigma (\text{rating number} \times \text{number of plants in the rating})}{\text{Total number of plants} \times \text{highest rating}}$$

The growth promotion was evaluated by using 3 parameters: the leaf number, fresh weight, and dry weight of shoots and roots. The dry weight was measured after oven-drying the plant samples at 65°C to constant weight.

Data analysis

The experiment was set up according to completely randomized design consisting of three replication for each treatment. For each replicate (pot), the mean value of the six plants was used. Data related to disease severity and plant growth were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and means were compared using Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. The statistical analysis was supported by SPSS 17.0 (SPSS, Chicago, IL).

For expression analysis, all data were normalized to actin gene expression. Relative changes in gene expression levels were analyzed. Three biological replicates were used to calculate the mean and standard deviation (SD) in the expression level of each gene.

RNA isolation and RT-PCR

Four weeks after inoculation with FORL or PGPR, roots from tomato plants were harvested and immediately frozen and ground in liquid nitrogen then stored at 80°C until use. Total RNA was extracted according to the method described by Bray (1988), with an additional step of selective precipitation with 2 M LiCl. Repeated reverse

transcription–polymerase chain reaction (RT–PCR) assessment of gene expression was performed. RNA was then purified using the RNeasy purification kit (Qiagen, Germany) according to the RNA clean-up protocol. Prior to RT–PCR, the total RNA samples were treated with DNase I (Fermentas, USA) for 10 min and quantified by spectrophotometry and agarose gel electrophoresis. First-strand cDNA was synthesized using The RevertAid™ H Minus First Strand cDNA Synthesis Kit (Fermentas) with 0.5 µg of total RNA plus oligo (dT) primers in a volume of 20 µL. The single-stranded DNA mixture was used as template in PCRs. PCR reactions were performed in a 25-µL volume containing 1 µL (5-fold dilution) of first-strand cDNA as template, 0.2 µM each primer, 0.2 µL 5 U µL⁻¹ Dream -Taq polymerase, and 2.5 µL of 10X PCR buffer. PCR conditions included an initial denaturing step at 94°C for 3 min, and then 18 cycles of 95°C for 20 s, 62°C for 45 s, and 72°C for 2 min, followed by a final extension at 72°C for 10 min. The linear range of detection for each transcript was detected after 18 cycles. The resulting PCR products were separated on 1% agarose gels, and the band intensity was quantified using BiO1D software (Wilber Lourmat). Three independent experiments were repeated with similar results. The primer pair for Actin gene was used as an internal control. The gene specific primer pairs used are presented in Table 1.

Table 1. The specific primers used in RT-PCR reactions.

Çizelge 1. RT-PCR reaksiyonlarında kullanılan primerlerin listesi.

Accession number	Gene name	Forward primers (5'-3')	Reverse primers (5'-3')
X58273	<i>ACO1</i>	5'-tcaaacagttgctattgggc-3'	5'-ccaactsacyttgtcatcttggga-3'
Y00478	<i>ACO2</i>	5' ggaaaacactttaccaagaattaag-3'	5'-ccaactsacyttgtcatcttggga-3'
Z54199	<i>ACO3</i>	5'-cacacacacccaaaaaaagaaaactcac-3'	5'-ccaactsacyttgtcatcttggga-3'
AB013101	<i>ACO4</i>	5'-catctctcaatctctgtataattcac-3'	5'-ccaactsacyttgtcatcttggga-3'
Z15140	<i>CH9</i>	5'-aattgtcagagccagtgcc-3'	5'-tccaaaaaacctctgattgc-3'
AF043084	<i>ETR1</i>	5'-atgggatctcttccggat-3'	5'- ggaagtgatgggtacagc-3'
AJ011520	<i>PR1</i>	5'-ccaagactatcttgcggttc-3'	5'-gaacctaaagccacgatacca-3'
M69247.1	<i>PR4</i>	5'-atgggggtgttcaacatctcattgttact-3'	5'-ttaataaggacgttccaaccagtt-3'
M69248.1	<i>PR6</i>	5'-atgggggtgttcaacatctcattgttact-3'	5'- ttagtaaggacgttgcctgatccagttgc-3'
AB199316	<i>LeActin</i>	5'-atgggggtgttcaacatctcattgttact-3'	5'-ttagtaaggacgttgcctgatccagttgc-3'

RESULTS and DISCUSSION

The beneficial effects of PGPR are attributed to several mechanisms, including enhanced efficiency of plant nutrition uptake (Anandham *et al.*, 2008), hormone production (Glick *et al.*, 2007), and anti-pathogen defense (Van Wees *et al.*, 2008). The present study investigated the third mechanism, specifically the ability of *P. putida* strain T21/1 for controlling FORL. In addition, we studied long-term effects of T21/1 on growth and defense-related gene expression in FORL-inoculated tomato plants.

Efficacy of *P. putida* strain TR21/1 in disease suppression of FCRR

P. putida strain TR21/1 showed significant biological control of tomato seedlings inoculated with FORL (Fig. 1A, 1B). Disease severity was significantly reduced compared with the non-treated control by *P. putida* treatment. The disease incidence percentage on plants treated with the *P. putida* strain was 40% which was significantly lower than (64%) the untreated control plants (only FORL-inoculated) (Fig. 1B). In addition, protection of tomato plants against FORL was significantly higher (37.5 %) compared to non-bacterized control plants. Similarly, *Pseudomonas putida* strain PCL1760 is capable of controlling Tomato foot and root rot (TFRR) (Validov *et al.*, 2007) and FORL (Validov *et al.*, 2009) through competition with fungi for “nutrients and niches,” as illustrated by a significant decrease in the amount of fungal DNA. Another advantage of *Pseudomonas putida* strain PCL1760 is its lack of antibiotics production (Haas and Defago, 2005). We can speculate that the mode of action for TR21/1 is likely unrelated to antibiotics. Instead, TR21/1 is probably eliciting ISR, a plant defense mechanism characterized by the absence of direct toxic effects against pathogens.

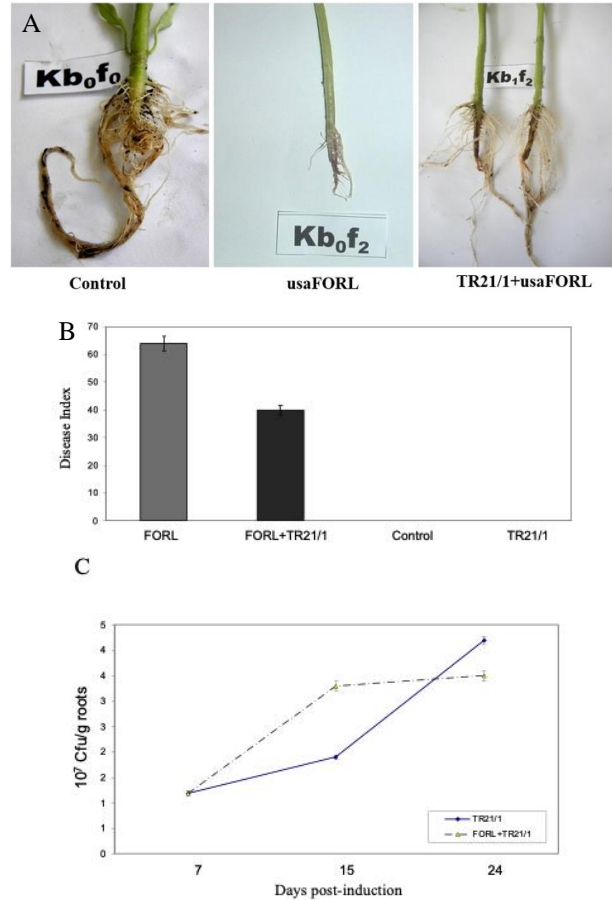


Figure 1. Disease symptoms and quantification of induced systemic resistance against *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL). Symptoms development of (FORL) (A) in roots at 4 weeks post-inoculation of tomato seedlings, inoculated with usaFORL strain. These pictures are representative of at least two independent biological experiments. Disease severity was measured 4 weeks after challenge inoculation by recording the percentage of total surface showing symptoms for each plant (B). Bacterial proliferation data on tomato roots are presented (C). Data points are means (cfu/g) with standard errors from three different experiments.

Şekil 1. Hastalık semptomları ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL)'ye karşı indüklenen sistemik direncin ölçümü. usaFORL streyn ile inoküle edilmiş domates fidelerinin 4 hafta sonra köklerde (A) FORL 'nin belirtilerinin gelişimi. Bu resimler en az iki bağımsız biyolojik deneyi temsil etmektedir. Hastalık şiddeti, her bitki için semptom gösteren toplam yüzey yüzdesi kaydedilerek, inokülasyondan 4 hafta sonra ölçülmüştür (B). Domates kökleri üzerindeki bakteri üreme verileri (C). Veriler farklı üç deneyden elde edilen standart hatalara sahip ortalamalardır (cfu/g).

Colonisation of *P. putida* strain TR21/1 in soil and on tomato roots

The population densities of *P. putida* strain TR21/1 showed a slight decrease from inoculated population of 1×10^7 cfu g⁻¹ to $1,2 \times 10^6$ cfu g⁻¹ after incubation for 7 days then increased to $4,2 \times 10^6$ cfu g⁻¹ after incubation for 24 days (Fig. 1C). Similarly, the population densities of *P. putida* strain TR21/1 in presence of FORL showed a slight decrease from inoculated population of 1×10^7 cfu g⁻¹ to $1,2 \times 10^6$ cfu g⁻¹ after incubation for 7 days then increased to $3,5 \times 10^6$ cfu g⁻¹ after incubation for 24 days which is comparable to that of the control plants (Fig 1C). Thus, *P. putida* strain TR21/1 used in the study showed high colonising ability in presence or in absence of FORL on the tomato root system.

Effect of *P. putida* strain TR21/1 on growth promotion of tomato seedlings

The *P. putida* strain TR21/1 used in this study decreased weight of shoots and roots in both FORL inoculated and non-inoculated plants compared with the non-bacterized controls (Fig. 2A, 2B).

FORL inoculation gave rise to decrease shoot and root weight in both bacterized and non-bacterized plants. The difference between FORL inoculated and control plants was significant in respect to shoot fresh and dry weight in the presence of TR21/1, on the other hand it was not significant in the absence of TR21/1 (Fig. 2A, 2B). Root fresh and dry weight decreased significantly by FORL inoculation in both bacterized and non-bacterized plants (Fig. 2C, 2D). There were significant differences between treatments in respect to plant growth characteristics except leaf number (Fig. 2E).

In this study, the growth of TR21/1-treated tomatoes and non-bacterized control plants did not differ, indicating that ISR-mediated defense against FORL was not associated with plant growth promotion. This outcome is interesting given that TR21/1 produces auxins and siderophores, on top of exhibiting phosphate-solubilizing capacity (Gul *et al.*, 2012). Furthermore, it is well established that

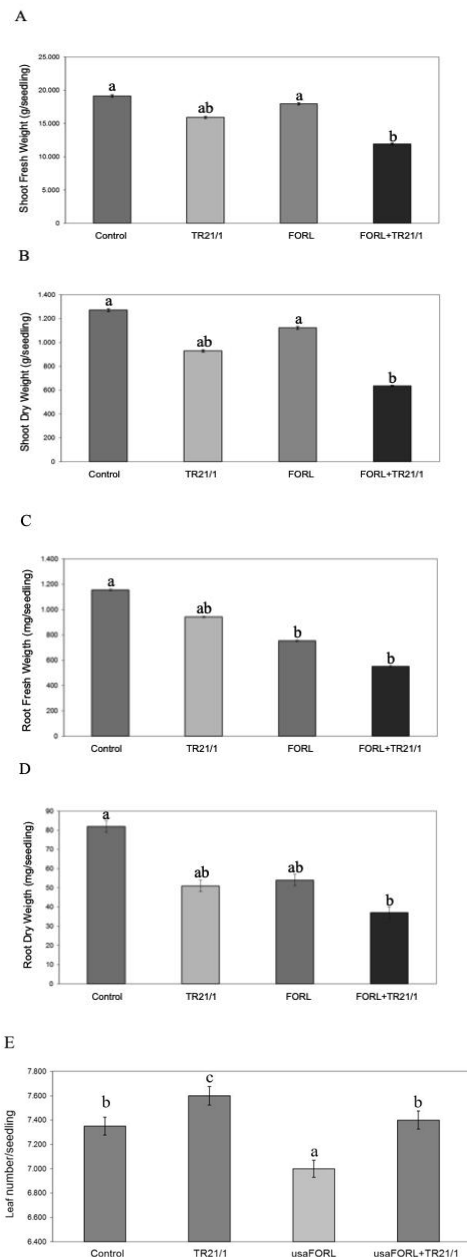


Figure 2. Influence of TR21/1 or *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicle-lycopersici* (FORL) on tomato development. Average weight of fresh (A) and dry shoots (B), average weight of fresh (C) and dry roots, (D) and leaf number (E). Statistical comparison within all seedlings was performed by Duncan's test ($\alpha < 0.05$). Different letters above the bars on the graphs indicate significantly different results.

Şekil 2. TR21/1 veya *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicle-lycopersici* (FORL) streynlerinin domates gelişimi üzerine etkisi. Yaş (A) ve kuru sürgünlerin ortalama ağırlığı (B), yaş (C) ve kuru köklerin ortalama ağırlığı, (D) ve yaprak sayısı (E). Tüm fideler içinde istatistiksel karşılaştırma Duncan testi ile yapılmıştır ($\alpha < 0,05$). Grafiklerdeki çubukların üzerindeki farklı harfler, önemli ölçüde farklı sonuçları gösterir.

PGPR can promote plant growth through atmospheric nitrogen fixation, nutrient uptake enhancement, soil iron chelation, phytohormone synthesis, and stimulation of enzymes that modulate plant growth/development (Arora *et al.*, 2001).

Expression analysis of PR genes

To investigate the long-term response of tomato seedlings to FORL with/without bacterial treatment at the transcriptional level, we performed expression analysis of the SA-regulated genes by gene-specific RT-PCR analysis. Gene expression was investigated locally in roots collected 4 weeks after transplanting to pots. *In vitro* synthesized single-stranded cDNAs from RNA isolated from tomato roots inoculated with *P. putida* strain TR21/1 in presence or in absence of FORL isolate were assessed using sets of specifically designed primers, which enabled the amplification of *PR1*, *PR4*, *PR6* and *CH9* genes in the roots (Fig. 3).

In the roots, *PR-1* transcripts were downregulated in bacterized roots of tomato plants whereas the

gene was induced in FORL inoculated plants. Moreover, this induction was strongly increased in bacterized plants inoculated with FORL compared to untreated control plants (Fig. 3A). Concerning the level of *PR4* gene expression, transcripts were slightly downregulated in FORL-inoculated plants while its expression was almost inhibited in bacterized-plants (Fig. 3B). By contrast, in plants bacterized with *P. putida* strain TR21/1 in presence of FORL, *PR4* transcripts were upregulated compared to untreated control plants (Fig. 3B). Similarly, the *PR6* transcripts were downregulated in bacterized plants but upregulated in FORL-inoculated plants compared to untreated control plants (Fig. 3C). The induction of *PR6* expression in FORL inoculated plants was comparable to that in bacterized roots inoculated with FORL.

The *CH9* transcripts were regulated in response to bacterial and/or FORL treatments (Fig. 3D). Its transcripts were slightly induced by *P. putida* or FORL treatment compared to untreated control plants while its transcripts were strongly induced in bacterized plants treated with FORL (Fig. 3D).

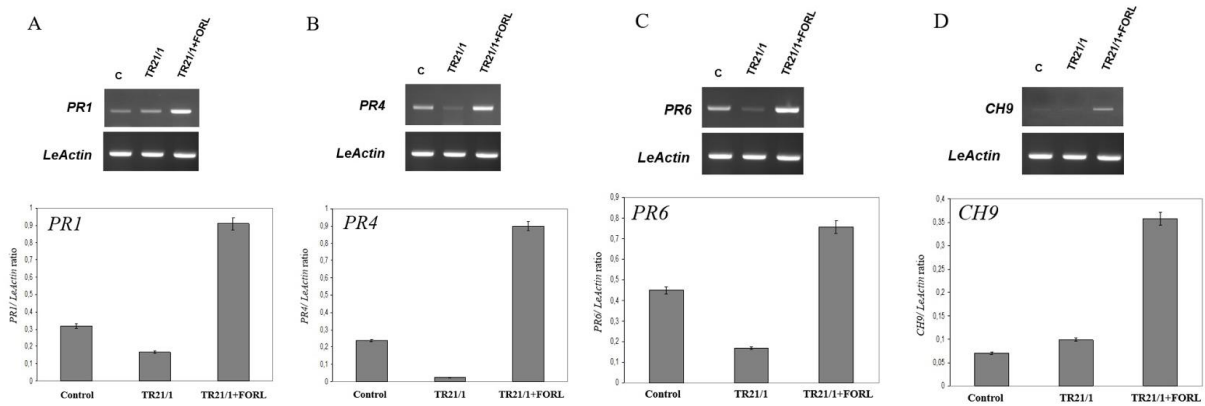


Figure 3. Expression of defense-related genes in SAR- and ISR-expressing roots of tomato plants. Tomato cultivar Kardelen F₁ grown for 4 weeks after treatment with either FORL strains of *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* or TR21/1 and FORL. From A to C, expression analysis of SA-regulated genes including *CH9*, *PR1*, *PR4* and *PR6*. The relative expression levels of the genes were normalized with respect to *LeActin* levels using Bio1D software (Vilber Lourmat). Independent data were analyzed in triplicate, and the standard deviations are shown with error bars.

Şekil 3. Domates bitkilerinde SAR ve ISR ifade eden köklerinde savunma ile ilgili genlerin ifadesi. Domates çeşidi Kardelen F₁, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* FORL veya TR21/1 ve FORL streynlerinin herhangi biri ile enfekte edildikten sonra 4 hafta boyunca yetiştirilmiştir. A'dan C'ye, *CH9*, *PR1*, *PR4* ve *PR6* dahil SA tarafından düzenlenen genlerin ekspresyon analizi. Genlerin nispi ekspresyon seviyeleri, Bio1D yazılımı (Vilber Lourmat) kullanılarak *LeActin* seviyelerine göre normalize edilmiştir. Bağımsız veriler üç kopya halinde analiz edilmiş ve standart sapmalar hata çubuklarıyla gösterilmiştir.

Simultaneous with ISR elicitation, TR21/1 and other PGPR may also elicit SAR through a separate signaling pathway involving SA or jasmonic acid and ethylene (ET) (Lawton *et al.*, 1996; Pieterse *et al.*, 1998). This inherent plant response is effective against a broad spectrum of pathogens and is correlated with SA- and ET-induced *PR* genes (Delaney *et al.*, 1994; Lawton *et al.*, 1996). Thus, in this study, we tested whether specific gene expression could act as an indicator of PGPR-triggered SAR. Our results comparing *PR* gene transcripts in TR21/1-treated tomatoes without FORL revealed that *PRs* were downregulated or not produced. This result indicated that *P. putida*-induced ISR in tomato does not involve *PR* accumulation.

We observed the induction of *PR1*, *PR4*, and *PR6* when bacterized plants were challenged with FORL. This result expands on previous reports of SA- and pathogen-elicited *PR1* expression against the fungal pathogen in *Arabidopsis* (van Wees *et al.*, 2000) and in tomato (Kavroulakis *et al.*, 2006). Here, we found that *PR4* expression was downregulated in TR21/1-treated tomato roots, suggesting that the gene is not activated under ISR. This result is in line with our previous study demonstrating a slight downregulation of *PR4* transcripts in FORL-inoculated plants (Çakır *et al.*, 2014).

Expression of ET-regulated genes

Pathogen infections leading to chlorotic or necrotic symptoms cause an increase in ethylene production with ACC oxidase activity being increased (de Laat and van Loon 1983). Ethylene responses can also be regulated by changes in ethylene perception in tomato. The ethylene-insensitive *Nr* mutant homologous to *ETR1* showed increased tolerance to virulent strains of *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas syringae* pv. tomato and *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Lund *et al.*, 1998).

Expression of the *ACO1* gene did not change in response to *P. putida* strain TR21/1 treatment while its expression was activated in response to

FORL inoculation (Fig. 4A). Its expression was strongly induced when bacterized plants were inoculated with FORL (Fig. 4A). Regarding *ACO2* expression, its transcripts were strongly induced in both *P. putida* strain TR21/1 or FORL treated plants. Interestingly, *ACO2* transcripts were upregulated when bacterized plants were inoculated with FORL (Fig. 4B). By contrast, *ACO3* expression did not change in response to *P. putida* strain TR21/1 treatments while its expression was induced in the presence of FORL (Fig. 4C). *ACO3* expression was induced in comparison to FORL inoculated plants. While *ACO1* and *ACO3* expression were unaffected, TR21/1 treatment strongly induced *ACO2* expression, suggesting that *ACO2* is involved in ISR-expressing tomato seedlings. We also observed that FORL infection strongly induced *ACO3*, *ACO2*, and *ACO1* in bacterized plants, implying transcriptional regulation of *ACO* that may be related to pathogen-induced ET synthesis.

In contrast, expression of *ACO4* gene was downregulated in FORL treated plants, while in *P. putida* strain TR21/1 treated plants, its expression was slightly induced (Fig. 4D). Interestingly, the level of *ACO4* transcripts was higher when bacterized plants were inoculated with FORL (Fig. 4D).

Our results corroborate previous research in tomato showing elevated ET synthesis and *ACO1* expression under challenge from *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Ciardi *et al.*, 2000), along with AvrPto and AvrPtoB-induced *ACO* expression under *Pseudomonas syringae* infection (Cohn and Martin, 2005).

There was accumulation of transcripts encoding *ETR1* in bacterized plant roots or FORL inoculated plants roots compared to untreated control plants, however, transcript accumulation was greater in bacterized plant in the presence of FORL (Fig 4E). The induction of *ETR1* transcripts was increased when *P. putida* strain TR21/1 treated plants were inoculated with FORL (Fig. 4E).

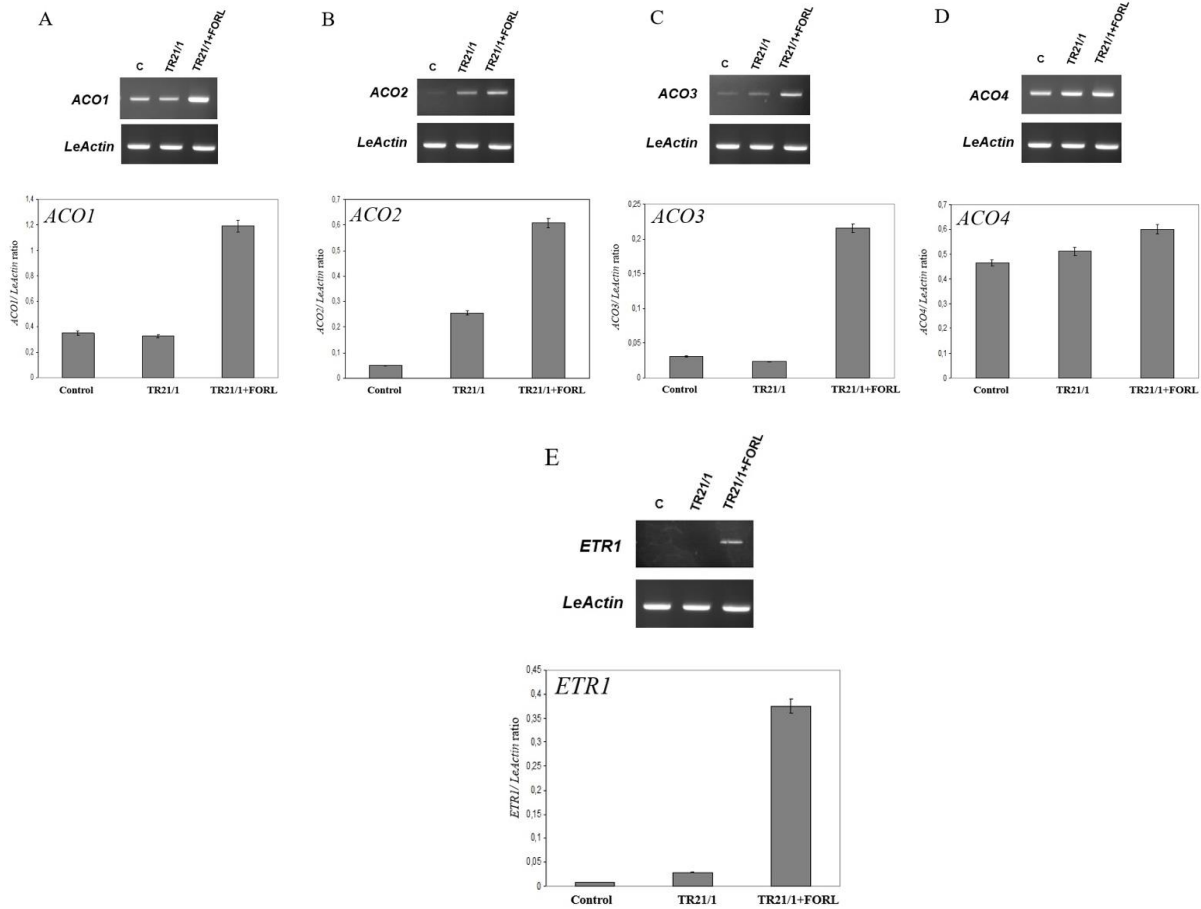


Figure 4. Expression of defense-related genes in SAR- and ISR-expressing roots of tomato plants. Tomato cultivar Kardelen F₁ grown for 4 weeks after treatment with either FORL strains of *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* or TR21/1 and FORL. From A to C, expression analysis of ET-regulated genes: *ETR1*, *ACO1*, *ACO2*, *ACO3*, and *ACO4*. The relative expression levels of the genes were normalized with respect to *LeActin* levels by using Bio1D software (Vilber Lourmat). Independent data were analyzed in triplicate, and the standard deviations are shown with error bars.

Şekil 4. Domates bitkilerinin SAR ve ISR ifade eden köklerinde savunma ile ilgili genlerin ifadesi. Domates çeşidi Kardelen F₁, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* FORL veya TR21/1 ve FORL streynlerinden herhangi biri ile enfekte edildikten sonra 4 hafta boyunca yetiştirilmiştir. A'dan C'ye, ET tarafından düzenlenen genlerin ekspresyon analizi: *ETR1*, *ACO1*, *ACO2*, *ACO3* ve *ACO4* genlerin nispi ekspresyon seviyeleri, Bio1D yazılımı (Vilber Lourmat) kullanılarak *LeActin* seviyelerine göre normalize edilmiştir. Üç farklı bağımsız veriler analiz edilmiş ve standart sapmalar hata çubuklarıyla gösterilmiştir.

In this study, we observed that TR21/1 treatment increased *ETR1* expression in roots, a response that was further elevated upon FORL challenge. This outcome suggests that ET receptors (e.g., *ETR1*, NR) are active in plant defense, specifically through a role in reducing ET sensitivity. Reducing ET sensitivity may increase tolerance to pathogens because the plant hormone can induce pathogenesis-related proteins or phytoalexins and strengthen cell walls through stimulating the phenylpropanoid pathway (Arshad and Frnakenberger, 1992).

In conclusion, our results represent the first report showing initial downregulation in defense-related gene expression when treated with *P. putida* strain TR21/1, followed by subsequent over-regulation when challenged with FORL. We recommend that future studies compare defense reactions between plants immediately after FORL inoculation and plants previously inoculated with FORL.

Acknowledgements

The strain usaFORL was provided by Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (BATEM). Tomato cultivar Kardelen F₁ was provided by Bircan seed company (İzmir, Türkiye). This work was financed

by Turkish Scientific Research Council (TUBITAK, Contract No: 108O069) and Ege University Scientific Research Fund (Contract No: 09 BIL 021).

REFERENCES

- Akhgar, A., M. Arzanlou, P. Bakker, and M. Hamidpour. 2014. Characterization of 1- amino cyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase-containing *Pseudomonas* spp. in the rhizosphere of salt-stressed canola. *Pedosphere* 24(4): 461–8.
- Anandham, R., P.I. Gandhi, M. Madhaiyan, and T. Sa. 2008. Potential plant growth promoting traits and bioacidulation of rock phosphate by thiosulfate oxidizing bacteria isolated from crop plants. *J. Basic Microbiol.* 48(6): 439-447. doi:10.1002/jobm.200700380
- Ardakani, S. S., A. Heydari, L. Tayebi, and M. Mohammadi. 2010. Promotion of cotton seedlings growth characteristics by development and use of new bioformulations. *Int. J. Botany* 6: 95-100.
- Arora, N. K., S. C. Kang, and D. K. Maheshwari. 2001. Isolation of sidero-phore-producing strains of *Rhizobium meliloti* and their biocontrol potential against *Macrophomina phaseolina* that causes charcoal rot of groundnut. *Curr Sci* 81(6):673–677.
- Arshad M., and W.T. Frnakenberger. 1992. Microbial production of plant growth regulators. pp 307-347. In: *Jr. MFB (Ed) Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker New York.
- Baysal, Z., F. Uyar, M. Doğru, and H. Alkan. 2008. Production of extracellular alkaline α -amylase by solid state fermentation with a newly isolated *Bacillus* sp. *Prep. Biochem. Biotechnol.* 38(2): 184-190. doi:10.1080/10826060701885167.
- Bolwerk, A., A. L. Lagopodi, A. H. M. Wijffjes, G. E. M. Lamers, T. F. C. Chin-A-Woeng, B. J. J. Lugtenberg, and G. V. Bloemberg. 2003. Interactions in the tomato rhizosphere of two *Pseudomonas* biocontrol strains with the phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 16(11): 983-993. doi:10.1094/mpmi.2003.16.11.983
- Bray E. 1988. Drought- and ABA-Induced changes in polypeptide and mRNA accumulation in tomato leaves. *Plant Physiol.* 88: 1210-1214.
- Çakır, B., A. Gül, L. Yolageldi, and H. Özaktan. 2014. Response to *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in tomato roots involves regulation of SA- and ET-responsive gene expressions. *Eur. J. Plant Pathol.* 139: 379–391. doi:DOI 10.1007/s10658-014-0394-9.
- Callan, N. W., D. E. Mathre, and J. B. Miller. 1990. Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence damping-off in sh2 sweet corn. *Plant Dis.* 74(5): 368-372.
- Ciardi, J. A., D. M. Tieman, S. T. Lund, J. B. Jones, R.E. Stall, and H.J. Klee. 2000. Response to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in tomato involves regulation of ethylene receptor gene expression. *Plant Physiol.* 123(1): 81-92.
- Cohn, J. R., and G. B. Martin. 2005. *Pseudomonas syringae* pv. tomato type III effectors AvrPto and AvrPtoB promote ethylene-dependent cell death in tomato. *The Plant J.* 44 (1): 139-154. doi:10.1111/j.1365-313X.2005.02516.x.
- Cummings, S., P. Gyaneshwar, P. Vinuesa, F. T. Farruggia, M. Andrews, D. Humphry, G. Elliott, A. Nelson, C. Orr, D. Pettitt, G. Shah, S. Santos, H. Krishnan, D. Odee, F. Moreira, J. I. Sprent, J. Young, and E. James. 2009. Nodulation of *Sesbania* species by *Rhizobium (Agrobacterium)* strain IRBG74 and other rhizobia. *Environ. Microbiol.* 11: 2510-2525.
- Datnoff, L. E., S. Nemecek, and K. Pernezny. 1995. Biological Control of Fusarium crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*. *Biol. Contr.* 5(3): 427-431. doi:http://dx.doi.org/10.1006/bcon.1995.1051.
- de Laat, A.M.M., and L.C.van Loon. 1983. The relationship between stimulated ethylene production and symptom expression in virus-infected tobacco leaves. *Physiological Plant Pathol.* 22(2): 261-273. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0048-4059(83)81014-5.
- Delaney, T. P., S. Uknes, B. Vernooij, L. Friedrich, K. Weymann, D. Negrotto, T. Gaffney, M. Gut-Rella, H. Kessmann, E. Ward, and J. Ryals. 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science* 266(5188): 1247-1250.
- Freeman, B. C., and G. A. Beattie. 2008. An overview of plant defenses against pathogens and herbivores. *J. Plant Pathol. Microbiol.* 94.
- Galindo-Gonzalez, L., and M. K. Deyholos. 2016. RNA-seq transcriptome response of flax (*Linum usitatissimum* L.) to the pathogenic fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*. *Frontier in Plant Sci.* 7: 1766.
- Gul, A., Ozaktan, H., Yolageldi, L., Cakir, B., Sahin, and S. M. Akat. 2012. Effect of rhizobacteria on yield of hydroponically grown tomato plants. *Acta Hort.* (ISHS) 952: 777-784.

- Haas, D., and G. Defago. 2005. Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nat Rev Microbiol.* 3(4): 307-319.
- Horinouchi, H., N. Katsuyama, Y. Taguchi, and M. Hyakumachi. 2008. Control of *Fusarium* crown and root rot of tomato in a soil system by combination of a plant growth-promoting fungus, *Fusarium equiseti*, and biodegradable pots. *Crop Protec.* 27(35): 859-864. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2007.08.009.
- Iavicoli A., E. Boutet, A. Buchala, and J. P. Metraux. 2003. Induced systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* in response to root inoculation with *Pseudomonas fluorescens* CHA0. *Mol Plant-Microbe Interac.* 16: 851-858.
- Janssen, J., N. Weyens, S. Croes, B. Beckers, L. Meiresonne, and P. Van Peteghem. 2015. Phytoremediation of metal contaminated soil using willow: exploiting plant-associated bacteria to improve biomass production and metal uptake. *Int. J. of Phytoremediation* 17: 1123-1136. doi: 10.1080/15226514.2015.1045129.
- Jones, J. B., J. P. Jones, R.E. Stall, and T. A. Zitter 1991. Compendium of tomato diseases. APS Press (*The American Pathological Society Press*) 73.
- Kamilova, F., S. Validov, T. Azarova, I. Mulders, and B. Lugtenberg. 2005. Enrichment for enhanced competitive plant root tip colonizers selects for a new class of biocontrol bacteria. *Environ. Microbiol.* 7(11): 1809-1817. doi:10.1111/j.1462-2920.2005.00889.x.
- Katagiri, F., and K. Tsuda. 2010. Understanding the plant immune system. *Mol plant-microbe interac.* MPMI. 23: 1531-1536. doi:10.1094/MPMI-04-10-0099.
- Kavroulakis, N., K. K. Papadopoulou, S. Ntougias, G. I. Zervakis, and C. Ehaliotis. 2006. Cytological and other aspects of pathogenesis-related gene expression in tomato plants grown on a suppressive compost. *Ann. Bot.* 98(3): 555-564. doi:10.1093/aob/mcl149.
- Kloepper, J. W. 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growthpromoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathol.* 70:1078-1082.
- Knoester, M., C. M. J. Pieterse, J. F. Bol, and L. C. Van Loon. 1999. Systemic resistance in *Arabidopsis* induced by rhizobacteria requires ethylene-dependent signaling at the site of application. *Mol Plant-Microbe Interac.* 12(8): 720-727. doi:10.1094/mpmi.1999.12.8.720.
- Lawton, K., K. Weymann, L. Friedrich, B. Vernooij, S. Uknes, and J. Ryals. 1996. Systemic acquired resistance in *Arabidopsis* requires salicylic acid but not ethylene. *Mol. Plant Microbe Interact.* 8(6): 863-870.
- Leeman, M., J. A. Vanpelt, F. M. Denouden, M. Heinsbroek, P. Bakker, and B. Schippers. 1995. Induction of systemic resistance against *Fusarium*-wilt of radish by lipopolysaccharides of *Pseudomonas-fluorescens*. *Phytopathology* 85(9): 1021-1027. doi:10.1094/Phyto-85-1021.
- Lelliott, R. A., and D. E. Stead. 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. pp.11. In: T. F. Preece (Ed). *Methods in Plant Pathology.* Blackwell Scientific Publications Oxford.
- Lund, S. T., R. E. Stall, and H. J. Klee. 1998. Ethylene regulates the susceptible response to pathogen infection in tomato. *The Plant Cell Online* 10(3): 371-382.
- Malamy, J., J. P. Carr, D. F. Klessig, and I. Raskin. 1990. Salicylic acid: A likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. *Science* 250 (4983): 1002-1004.
- Menzies, J., C. Koch, and F. Seywerd. 1990. Additions to the host range of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. *Plant Dis.* 74: 569-572.
- Minuto, A., D. Spadaro, A. Garibaldi, and M. L. Gullino. 2006. Control of soilborne pathogens of tomato using a commercial formulation of *Streptomyces griseoviridis* and solarization. *Crop Prot.* 25(5): 468-475. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.08.001.
- Murphy, J.F., M. S. Reddy, C-M. Ryu, J. W. Kloepper, and R. Li. 2003. Rhizobacteria-mediated growth promotion of tomato leads to protection against cucumber mosaic virus. *Phytopathology* 93(10): 1301-1307. doi:10.1094/phyto.2003.93.10.1301
- Nutter, F. W., C.G.Warren, O. S. Wells, and W.E. MACHardy. 1978. *Fusarium* foot and root rot of tomato in New Hampshire. *Plant Dis Rep.* 62: 976-978.
- Ortiz-Castro, R., H. A. Contreras-Cornejo, L. Macias-Rodriguez, and J. Lopez-Bucio. 2009. The role of microbial signals in plant growth and development. *Plant Signal Behav.* 4(8): 701-712.
- Pieterse, C. M. J., S. C. M. van Wees, J. A. van Pelt, M. Knoester, R. Laan, H. Gerrits, P. J. Weisbeek, and L.C. van Loon. 1998. A novel signaling pathway controlling induced systemic resistance in *Arabidopsis*. *The Plant Cell Online* 10(9): 1571-1580.
- Pieterse, C. M., C. Zamioudis, R. L. Berendsen, D. M. Weller, S. C. Van Wees, and P.A. Bakker. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Ann Rev Phytopathol.* 52: 347-375.
- Ryu, C-M., J. Kim, O. Choi, S. H. Kim, and C.S. Park. 2006. Improvement of biological control capacity of *Paenibacillus polymyxa* E681 by seed pelleting on sesame. *Biol Control* 39(3): 282-289. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.04.014.

- Ryu, C-M., M. A. Farag, C-H. Hu, M. S. Reddy, J. W. Kloepper, and P.W. Par. 2004. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 134(3): 1017-1026.
- Schaad, N., J. Jones, and W. Chun. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. (APS Press):St. Paul, Minnesota, USA.
- Sivan, A., O. Ucko, and I. Chet. 1987. Biological control of Fusarium crown rot of tomato *Trichoderma harzianum* under field conditions. *Plant Dis.*71: 587-592.
- Stockwell, V., M. Kawalek, L. Moore, and J. Loper. 1996. Transfer to pAgK84 from the biocontrol agent *Agrobacterium radiobacter* K84 to *A. tumefaciens* under field conditions. *Phytopathology* 86: 31-37.
- Suslow, T. 1982. Rhizobacteria of sugar beets: Effects of seed Application and root colonization on yield. *Phytopathology* 72: 199-206. [10.1094/Phyto-72-199](https://doi.org/10.1094/Phyto-72-199).
- Timmusk, S., I. A. AbdEl-Daim, L. Copolovici, T. Tanilas, A. Kännaste, and Ü. Niinemets. 2014. Drought-tolerance of wheat improved by rhizosphere bacteria from harsh environments: enhanced biomass production and reduced emissions of stress volatiles. *PLoS ONE* 9. e96086. doi: 10.1371/journal.pone.0096086
- Ton, J., J. A. Van Pelt, L. C. Van Loon, and C. M. J. Pieterse. 2002. Differential effectiveness of salicylate-dependent and jasmonate/ethylene-dependent induced resistance in *Arabidopsis*. *Mol Plant Microbe Interac.* 15(1): 27-34. doi:10.1094/mpmi.2002.15.1.27.
- Validov, S. Z., F. Kamilova, and B. J. J. Lugtenberg. 2009. *Pseudomonas putida* strain PCL1760 controls tomato foot and root rot in stonewool under industrial conditions in a certified greenhouse. *Biol Control.* 48(1): 6-11. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.09.010>.
- Validov, S., F. Kamilova, S. Qi, D. Stephan, J. J. Wang, N. Makarova, and B. Lugtenberg. 2007. Selection of bacteria able to control *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in stonewool substrate. *J Appl. Microbiol.* 102(2): 461-471. doi:10.1111/j.1365-2672.2006.03083.x.
- Van Loon, L. C., P. A. H. M. Bakker, and C. M. J. Pieterse. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Ann Rev Phytopathol.* 36(1): 453-483. doi:10.1146/annurev.phyto.36.1.453.
- Van Wees, S. C. M., E. A. M. de Swart, J. A. van Pelt, van L. C. Loon, and C. M. J. Pieterse. 2000. Enhancement of induced disease resistance by simultaneous activation of salicylate- and jasmonate-dependent defense pathways in *Arabidopsis thaliana*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97(15): 8711-8716.
- Van Wees, S. C. M., S. Van der Ent, and C. M. J. Pieterse. 2008. Plant immune responses triggered by beneficial microbes. *Curr. Opin. Plant Biol.* 11(4): 443-448. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2008.05.005>.
- Wojtasik, W., A. Kulma, A. Boba, and J. Szopa. 2014. Oligonucleotide treatment causes flax β -glucanase up-regulation via changes in gene-body methylation. *BMC Plant Biol* 14: 261. <https://doi.org/10.1186/s12870-014-0261-z>.
- Yang, J., J. W. Kloepper, and C. M. Ryu. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Sci.* 14: 1-4.
- Zahir, Z. A., M. Arshad, and Jr W.T. Frankenberger. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97-168.
- Zhang, S., A-L. Moyne, M. Reddy, and J. Kloepper. 2002. The role of salicylic acid in induced systemic resistance elicited by plant growth-promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco. *Biol. Control.* 25: 288-296.

Price Volatility Spillovers Among Major Wheat Markets in the World

Mohammed Sanusi SADIQ^{1*} 

Invinder Paul SINGH² 

Muhammad Makarfi AHMAD³ 

¹*Department of Agricultural Economics and Extension, FUD, Dutse/ NIGERIA*

²*Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner/ INDIA*

³*Department of Agricultural Economics, BUK, Kano/ NIGERIA*

¹<https://orcid.org/0000-0003-4336-5723> ²<https://orcid.org/0000-0002-1886-5956> ³<https://orcid.org/0000-0003-4565-0683>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): sadiqsanusi30@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 11.05.2022 Accepted (Kabul tarihi): 17.10.2022

ABSTRACT: *This research determined price volatility spillovers among major wheat markets in the world using time series data (1966-2018) of six major wheat producing countries in the world. The data were sourced from FAO and UNCTAD databanks and were analyzed using descriptive statistics, multiple regression, unit root test and GARCH models. The findings showed that there is low and high persistence in the wheat prices of Canada and USA; and, Australia and India, respectively. Thus, it was established that the prices in the former markets were characterized by short memory; the effect of shock is temporary as the prices return to the attractor level within a short period. However, bad news on the prices of the latter markets has pronounced effect and takes a longer period for the price series to normalize. On the other hand, French and Chinese market price series exhibited an explosive pattern; the price series have infinite memory and the effect of innovation is permanent as price series will not normalize. Therefore, it can be concluded that the future trade of wheat is useful in the market given the persistence behavior of the prices as their price trends are tailored towards a rational expectation rather than a naive expectation. However, for the market prices that are explosive, the market participants should focus on rational market expectation as a trade barometer.*

Keywords: *Price, volatility, wheat, spillovers, markets.*

INTRODUCTION

Owing to improvements in some factors influencing food demand, there has been an upward trend in the price of agricultural commodities in recent years (Barcena *et al.*, 2011; Gozgor, 2019). The rise in the purchasing power of large segments of the population in countries such as China and India and the transition towards a more westernized diet are among the most important changes. In the past decade, the market trend for most agricultural commodities has been an upward one (Barcena *et al.*, 2011; Abebe *et al.*, 2020).

The latest round of price rises has concentrated focus on the volatility issue and its causes (Barcena *et al.*, 2011; Sendhil *et al.*, 2013; Guo and Tanaka, 2019). Volatility in prices creates uncertainty that can endanger agricultural production and have a negative effect on farmers' welfare (World Bank, 1997; Sendhil *et al.*, 2013; Tanaka and Guo, 2020). In the current context, two essential questions arise. The first is how much of this increase can be attributed to the volatility created by short-term factors, and how much as a result of structural factors, to higher-level price convergence. The other is the role of various factors on volatility. These factors include speculation in the raw

materials markets, uncertainty of the rate of the world economy's recovery, implementation of trade-restriction steps, decline in the value of the dollar, overreaction of agents in markets to reports of less than anticipated harvests, among others.

Volatility connotes two principal concepts in conventional economic theory: variability and uncertainty; the former defines general movement, while the latter applies to unpredictable movement (Prakash, 2011; Gouel *et al.*, 2016). As households and planning agencies are better able to cope with predictable variations, the key problem is sudden shifts or "shocks". Traditional policy prescriptions and coping processes are likely to fail when shocks reach a certain critical size or threshold and remain at those levels (Wolf, 2005; Subervie, 2008; Čermák *et al.* 2017; Taghizadeh-Hesary *et al.*, 2019). Volatility reflects the directionless variability of an economic variable, i.e. the dispersion of that variable over a given time period, according to Prakash (2011), Santeramo and Lamónaca (2019).

Often, mainstream discourse confuses volatility with high prices. It is possible for prices to be high as a matter of logic, but display little flexibility, or to be low but variable. Price levels and volatility appear to be positively correlated in practice, partially because a low carryover from the past decreases current availability, exerts upward price pressure, and reduces the likelihood of using inventory to satisfy positive demand or negative supply shocks, thereby raising volatility (Gilbert and Morgan, 2010; Haile *et al.*, 2016).

For the function of a competitive market, regular price fluctuations -"day-to-day" or "normal volatility" - are both typical and required. The essence of the price system is that price rises when a commodity becomes scarce, thereby causing a decrease in consumption and signalling further investment in that commodity's output. It is important to consider why prices have risen in order to better counteract the shortage (Grossman, 1976; Wang, 2009; Degiannakis *et al.*, 2022). Prakash (2011) and Hau *et al.* (2020) said that as market

fluctuations become increasingly volatile and precipitous, the efficacy of a price mechanism starts to break down, and eventually reaches the point of redundancy when prices experience "extreme volatility" or "crisis".

The current high volatility in the demand for agricultural raw materials has significant economic consequences for countries specializing in the export of such materials. Using market data from the 18th century, Jacks *et al.* (2009), Bohl and Sulewski (2019) and Degiannakis *et al.* (2022) concluded that volatility in the prices of raw materials has always been higher than that of manufactured goods. Consequently, reliance on the export of a few commodities is a fundamental cause of trade instability among countries specializing in their production, which makes them economically more vulnerable. Volatility in the prices of agricultural raw materials can have serious consequences for countries: losses in economic efficiency, higher food insecurity, higher levels of malnutrition, negative impacts on the balance of trade, possible social unrest and higher risks for producers, particularly small-scale producers, owing to the uncertainty of expected income levels.

Crisis periods and intense volatility highlight the challenge of forecasting price fluctuations of agricultural commodities and have reinforced the need to consider their behaviour. For developing countries that depend on commodity exports or import significant amounts of food, clarification of the characteristics of commodity prices - especially trends - is crucial. Deaton (1999), Stigler (2011) and Sukati (2017) stressed that to build effective policy, a better understanding of commodity prices is necessary. This knowledge can help governments and development agencies form policies and determine which goods need attention. Moreover, understanding commodity prices at the producer level helps people make key decisions about which crops to grow.

In addition, the modern marketplace's complexity has put exceptional demands on reliable and timely information on trends in commodities and on

external drivers affecting market performance. It is argued that the lack of accurate and up-to-date information on crop supply and demand and export availability has been among the root causes of recent market volatility. The challenge is widespread. The ability to analyze the mass of sometimes conflicting and variable-quality data and to disseminate the resulting analyses have not kept pace, particularly in the public, free-access field, despite the increase in the volume of raw data and the higher speed of information transmission over recent years.

Risk and impact asymmetry are created by crisis and extreme volatility, which hinder development, accentuate poverty, lead to malnutrition, and increase political instability and the risk of internal conflict. The need to grasp the complexities of the dynamics of commodity prices has therefore become more urgent against the backdrop of current developments to abolish conventional governmental stabilization schemes (i.e. price bands and market intervention) in favor of globalized market transactions. In comparison to previous years, when agents concentrated solely on spot prices, they now have to deal with a broad range of complex factors, including derivatives markets, futures and options, normal backwardness phenomenon, maturity effects, and the correlation between spot prices and futures.

Thus, based on this thrust, this research aimed at exploring the insight of wheat price volatility and spillovers in the global market given that the crop is the most important and widely consumed cereal in the world. The specific objectives were to determine the price trends and their relationship with market arrivals, and price volatility of wheat among the major producing countries in the globe.

RESEARCH METHODOLOGY

Annual time series data of 37 years (1981-2018) sourced from FAO and UNCTAD databanks were used for the study. The data covered price series, production quantities and consumer price index (CPI) of six major wheat producing countries *viz.* Australia, Canada, China, France, India and USA. The prices and quantities; and, CPI were sourced from FAO and UNCTAD data bases respectively. The first and second objectives, respectively, were achieved using descriptive statistics, OLS and Autoregressive estimated multiple regression model, and Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH) model.

Model Specification

1. Multiple regression

$$P_t = \alpha + T_t + \varepsilon \quad (1)$$

Where, P_t is price at time 't', α is constant, T_t is time trend at time 't' and ε is noise

2. Autoregressive model

$$P_t = \alpha + P_{t-1} + Q_t + \varepsilon \quad (2)$$

Where, P_t is price at time 't', α is constant,

P_{t-1} is price at lag 'one',

Q_t is market arrival at time 't', and

ε is white noise

3. The KPSS test

A unit root test in which the null hypothesis is contrary to that in the ADF test is the KPSS test (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin). The series in question is stationary under the null; the solution is that the series is I (1). The basic idea behind this test statistic is very simple. If y_t can be written as $y_t = \mu + \mu_t$, where μ_t is a stationary zero-mean process, then not only does the sample average of y_t s provide a consistent μ estimator, but a well-defined, finite number is the long-run variance of μ_t . The alternative does not possess any of these properties. The test itself is based on the formula below:

$$\eta = \frac{\sum_{t=1}^T S_t^2}{T^2 \bar{\sigma}^2} \quad (3)$$

Where $S_t = \sum_{s=i}^t e_s$ and $\bar{\sigma}^2$ is an estimate of the long-run variance of $e_t = (y_t - \bar{y})$. This statistic has a well-defined (non-standard) asymptotic distribution under the null, which is free of nuisance parameters and has been simulation-tabulated. The numbers diverge according to the alternative. As a result, a one-sided test based on η can be built, where if η is greater than the required critical value, H_0 is rejected.

4. GARCH model

The representation of the GARCH (p, q) is given as:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (\text{Autoregressive process}) \quad (4)$$

And the variance of random error is:

$$\sigma_t^2 = \lambda_0 + \lambda_1 \mu_{t-1}^2 + \lambda_2 \sigma_{t-1}^2 \quad (5)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (6)$$

Where Y_t is the price in the i^{th} period of the i^{th} market, p is the order of the GARCH term and q is the order of the ARCH term. The sum of ARCH and GARCH ($\alpha + \beta$) gives the degree of persistence of volatility in the series. The closer is the sum to 1, the greater is the tendency of volatility to persist for a longer time. If the sum exceeds 1, it is indicative of an explosive series with a tendency to meander away from the mean value (Sadiq *et al.*, 2016a; Sadiq *et al.*, 2016b; Sadiq *et al.*, 2020).

RESULTS and DISCUSSION

Summary statistics of the selected market prices

An examination of Table 1 and Figures 1 and 2 showed a minimal inflation rate in the wheat prices of the selected markets as evidenced by the slight differences between the nominal values and their respective corresponding real values. The average annual nominal market prices of wheat per ton were \$172.73 in the Australian market, \$136.84 in the Canadian market, \$416.19 in the French market, \$191.84 in the Indian market, \$150.82 in the USA market and \$210.54 in the Chinese market. Thus, it can be suggested that the lowest and highest average nominal prices were observed in the French and Canadian markets, respectively. The variance in the prices may owe to grading, quantity of market arrival and consumerism of importing nations in the global wheat market. The minimum values of the average nominal wheat prices varied from \$62.00 in the Canadian market to \$134.20 in the Indian market while the maximum values of the average prices varied from \$273.90 in the Canadian market to \$1309.50 in the French market. Besides, Indian wheat prices have the lowest standard deviation value (\$52.19) while the French market has the highest standard deviation of price value (\$427.70). A similar cross-examination of the price pattern for soft wheat for some selected European countries was done by Bórawski *et al.* (2018).

Furthermore, it was observed that price instability tends to be explosive in the French market, high in the Chinese market and moderate in the remaining markets. The entire market prices exhibit a positive skewness and this is reasonable since wheat inventories cannot be negative, thus placing a positive bias on the data. This suggests that all the market prices are asymmetrically distributed and the upper tails of the distributions were thicker than the lower tails. Sadiq *et al.* (2020) reported that ceiling price tends to introduce negative skewness while floor price tends to promote positive skewness. Thus, it can be inferred that the market forces determined the wheat prices of the selected markets in the global wheat market. The existence of positive skewedness can benefit policy design from a practical point of

view, because positive price asymmetry means that one can be very confident in setting a minimum price level below which prices are unlikely to fall. On the other hand, the upper boundary is much more difficult to set, i.e. consumers or importing countries must be prepared for practically any price rise.

The kurtosis coefficients for all the selected market prices showed the tails of the distributions not to be thicker than the normal (<1). The market prices of Australia and USA; and, Canada, France, India and China, respectively, showed platykurtic (fat or short-tailed) and leptokurtic (slim or long-tailed) probabilities. Thus, it can be suggested that these markets did not exhibit extreme price values. Positive (negative) excess kurtosis means a fat (thin) tail distribution, whereas a value close to zero indicates a tail distribution similar to that of a normal distribution. In fact, prices can spike very high when inventory levels are extremely low or even zero. Therefore, the alternation between regular periods of low prices and occasional periods of turbulence contributes to a large kurtosis of

prices. For the differenced price, all the market prices are asymmetrically distributed and the upper tails of the distributions are thicker than the lower tails (positive skewness), except for the French and Chinese markets (negative skewness). For the kurtosis, the tails of the distributions for French and Chinese market prices are thicker than the normal (>3) while that of the remaining markets are not thicker than the normal. Excess kurtosis is a feature of markets that exhibit extreme price values. The excess kurtosis depicted by the first differences of wheat prices in France and China may be attributed to the previously observed volatility that clustered around 1985 and 1992 for the former (Figure 3); and, 1987 to 1997 and 2004 to 2015 for the latter (Figure 4). Čermák *et al.* (2017) in their study observed that wheat prices were leptokurtic as evident by a fatter tail and longer peak that characterized the prices. Besides, Ismail *et al.* (2017) observed that the overall descriptive statistics distributions of price returns series were skewed, leptokurtic and platykurtic.

Table 1. Summary statistics of wheat prices in the selected markets.

Markets	Mean	Min	Max	SD	CV	Skewness	Kurtosis
Nominal price							
Australia	172.73	102.80	327.10	55.47	0.32114	1.0580	0.60723
Canada	136.84	62.00	273.90	55.69	0.40702	0.85805	-0.13816
China	210.54	115.30	422.41	98.84	0.46944	0.90438	-0.71597
France	416.19	91.70	1309.50	427.70	1.0277	1.1500	-0.47884
India	191.84	134.20	283.90	52.19	0.27204	0.63247	-1.2761
USA	150.82	88.97	286.00	52.91	0.35083	1.0492	0.12413
Real price							
Australia	166.63	94.84	313.46	54.78	0.32878	1.0170	0.41241
Canada	133.08	60.86	267.56	54.99	0.41326	0.90279	-0.11144
China	202.46	101.40	412.12	98.80	0.48801	0.90715	-0.71185
France	397.70	89.97	1268.90	402.21	1.0113	1.1781	-0.35982
India	178.13	122.90	273.49	49.25	0.27651	0.70681	-1.0899
USA	146.69	87.31	280.20	52.19	0.35579	1.0363	0.056079
First difference price							
Australia	0.67784	-107.90	124.60	41.48	61.19	0.40785	1.4168
Canada	0.98110	-82.50	95.20	32.18	32.80	0.40524	1.9325
China	-1.0084	-226.90	50.60	44.13	43.76	-3.6528	16.811
France	-26.581	-1112.2	291.39	198.29	7.45	-4.4711	22.875
India	2.9721	-27.40	45.80	13.52	4.54	0.62401	1.9292
USA	0.90108	-70.00	81.00	30.49	33.84	0.11052	0.40685

Source: Authors' own computation, 2020.

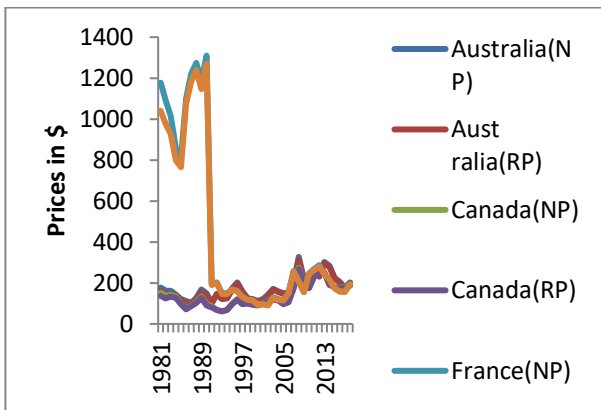


Figure 1. Nominal (NP) and Real (RP) Price trends of wheat.

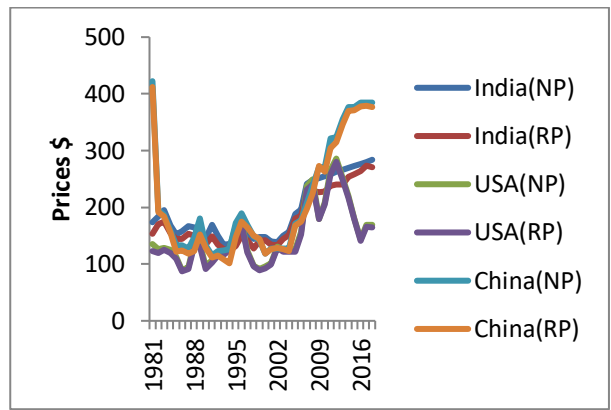


Figure 2. Nominal (NP) and Real (RP) price trends of wheat.

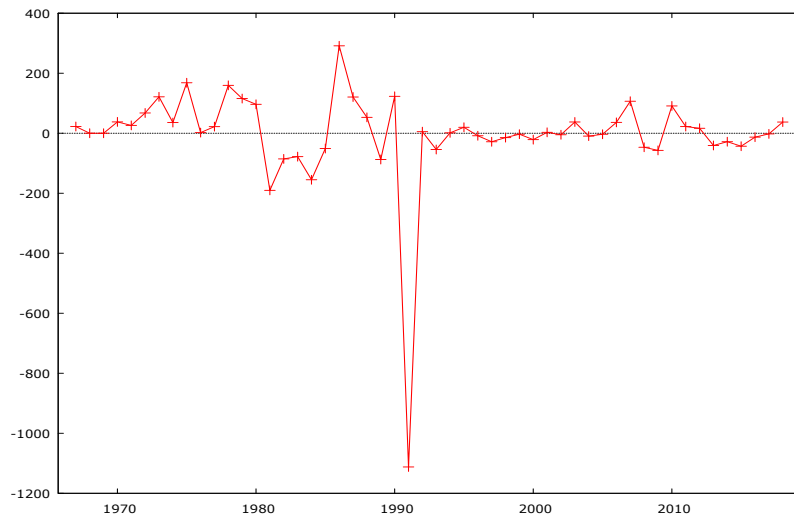


Figure 3. First difference price trend of French wheat.

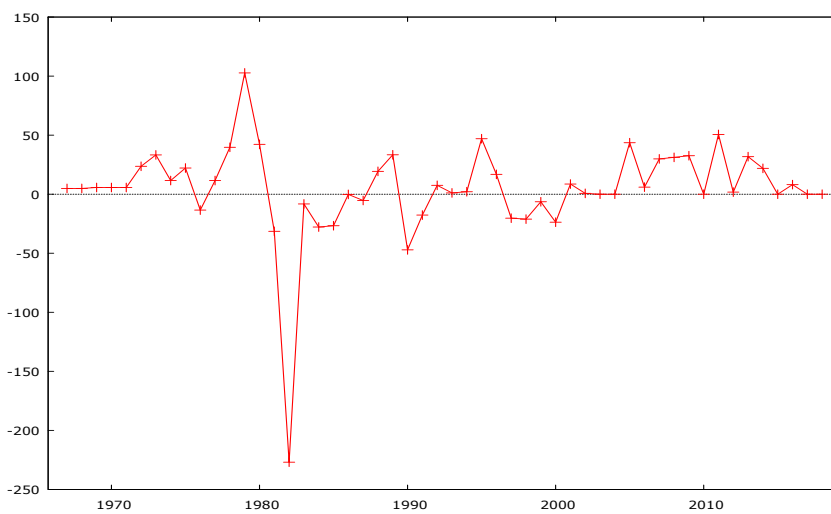


Figure 4. First difference price trend of Chinese wheat.

Price and market arrival trends

Except for French wheat prices, all the selected market prices increased significantly as indicated by the plausibility of their respective estimated time trend coefficient at 10% probability level (Table 2). However, the increase in the wheat prices of the Chinese market was not significant as evidenced by the non-plausibility of its estimated time trend at 10% significance level. Furthermore, the average market arrivals of all the selected markets increased as evidenced by their respective estimated time trend coefficients that are different from zero at 10% degree of freedom. The increase in the price was highest in the Chinese market though not significant, followed by the Indian, Australian, USA, and lowest in the Canadian market. However, the price plummeted in the French market. Likewise, increase in the average annual market arrivals was highest in China, followed by India, USA, France, Australia and least in Canada.

Relationship between price and market arrival

The relationship between the prices and market arrivals of the selected wheat markets were determined using ordinary least square. The diagnostic test results showed the residuals of the estimated models to be devoid of autocorrelation, Arch effect and heteroscedasticity as evidenced by their respective t-statistics that are not different from zero at 10% degree of freedom (Table 3). In addition, the specifications of the equations were adequate, the data had no structural break and the estimated parameters are stable i.e. do not change, as indicated by the non-significant of the RESET, chow and CUSUM test statistics at 10% degree of freedom, respectively. However, all the residuals of the estimated models were not normally skewed

Table 2. Price and market arrival trends of selected markets.

Items	Intercept	Time	R ²	D-W stat	ARCH test	Normality test
	Price trend (\$)					
Australia	72.26(23.59) 3.062***	2.93(0.73) 4.04***	0.7066	1.827	0.184 [0.67] ^{NS}	14.6 [0.00]***
Canada	67.493(37.40) 1.805*	2.21(1.10) 2.00*	0.7204	1.585	2.363 [0.12] ^{NS}	14.11 [0.00]
China	111.88(197.66) 0.566 ^{NS}	4.12(4.72) 0.871 ^{NS}	0.8280	1.842	0.028 [0.86] ^{NS}	31.1 [0.00]***
France	1260.26(364.10) 3.461***	-23.17(10.05) 2.304**	0.8523	1.954	0.017 [0.89] ^{NS}	79.03 [0.00]***
India	87.58(48.69) 1.798*	3.31(1.27) 2.609**	0.9151	1.829	0.080 [0.77] ^{NS}	6.174 [0.05]**
USA	69.73(32.46) 2.148**	2.36(0.96) 2.461**	0.7655	1.861	0.028 [0.86] ^{NS}	5.556 [0.06]*
	Market arrival trend (Ton)					
Australia	8.53e+6(1.273e+6) 6.701***	313404(40630.6) 7.714***	0.5488	1.965	0.937 [0.33] ^{NS}	2.248 [0.32] ^{NS}
Canada	1.63e+7(2.01e+6) 8.112***	270000(62896.5) 4.293***	0.5375	1.821	0.459 [0.49] ^{NS}	0.744 [0.69] ^{NS}
China	3.83e+7(1.49e+7) 2.566**	1.81e+6(401465) 4.508***	0.9690	1.923	12.33 [0.26] ^{NS}	1.037 [0.59] ^{NS}
France	1.56e+7(1.76e+6) 8.889***	496592(54999.0) 9.029***	0.8385	2.305	0.052 [0.81] ^{NS}	12.36 [0.002]***
India	1.14e+7(1.67e+6) 6.783***	1.63e+6(52431.6) 31.03***	0.9819	2.110	0.722 [0.39] ^{NS}	1.353 [0.50] ^{NS}
USA	5.57e+7(5.59e+6) 9.971***	70184.6(170675) 0.411 ^{NS}	0.4361	2.224	2.171 [0.14] ^{NS}	1.233 [0.53] ^{NS}

Source: Authors' own computation, 2020.

Note: *** ** * & ^{NS} means significant at 1, 5, 10% and non-significant respectively. Values in () and [] are standard error and probability value respectively.

as evidenced by the plausibility of their respective test statistics at 10% acceptable margin. Non-normality of residual is not considered a serious problem as data in their natural form are mostly not normally distributed. The cases of spurious correlation and regression were absent as indicated by the fair values of coefficient of determination (R^2) and the Durbin-Watson statistic values which were higher than their respective corresponding R^2 , respectively. Thus, it can be concluded that the estimated parameters are reliable for future prediction with certainty and efficiency.

A perusal of Table 3 showed that on the average, all the selected market current prices had positive-significant relationships with their respective immediate lagged prices and negative relationships with most of the market arrivals except Australian and Indian market arrivals. However, only the market arrivals of France and USA had significant influence on their respective current prices as indicated by their respective market arrival estimated coefficients that are within the acceptable margin of 10%. Furthermore, based on R^2 coefficient, the influences of the explanatory

variables on the current market prices of Australia, Canada, France, India, USA and China were 77.43, 76.64, 89.94, 85.91, 80.21 and 84.79% respectively.

In the Australian and Canadian markets, the marginal and elasticity implications of a unit increase in their respective immediate lagged prices will lead to increases in their current prices by 0.85 and 0.83%; and, \$0.94 and 0.92% per ton, respectively. In the French market, the marginal and elasticity implications of a unit increase in its immediate lagged price will lead to an increase in its current price by \$0.87 and 0.87% per ton while an increase in its market arrivals by a ton would results to a decrease in its current price by 0.37% per ton. In Indian and Chinese markets, for a dollar increase in their respective immediate lagged prices, their current prices will hike by \$0.93 (0.90%) and \$0.97 (0.94%) per ton, respectively. It was observed that in the US market, a \$1 increase in its immediate lagged price will result in an increase in its current price by \$0.99 (0.96%) per ton while a ton increase in its market arrivals will lead to a decrease in its current price by 0.39 per ton. Therefore, it can be inferred that glut in supply

Table 3a. Relationship between price and market arrivals.

Items	Australia	Canada	China	France	India	USA
Intercept	0.103(1.344) 0.076 ^{NS}	3.218(2.086) 1.542 ^{NS}	0.610(0.911) 0.669 ^{NS}	7.177(2.731) 2.628**	0.272(0.533) 0.511 ^{NS}	7.200(3.484) 2.066**
P _{t-1}	0.826(0.086) 9.537***	0.921(0.081) 11.28***	0.940(0.056) 16.52***	0.865(0.055) 15.70***	0.901(0.081) 11.09***	0.961(0.079) 12.14***
Y _t	0.046(0.095) 0.488 ^{NS}	-0.166(0.133) 1.244 ^{NS}	-0.015(0.048) 0.317 ^{NS}	-0.373(0.147) 2.527**	0.014(0.043) 0.329 ^{NS}	-0.392(0.207) 1.888*
R ²	0.7742	0.7664	0.8479	0.8993	0.8590	0.8020
D-W stat	1.819[0.208] ^{NS}	1.512[0.022]**	1.497[0.016]**	1.987[0.377] ^{NS}	1.915[0.280] ^{NS}	1.337[0.003]***
Autocorr. test	0.431[0.514] ^{NS}	0.714[0.765] ^{NS}	0.791[0.561] ^{NS}	0.172[0.951] ^{NS}	0.189[0.665] ^{NS}	1.425[0.198] ^{NS}
ARCH test	0.004[0.948] ^{NS}	0.167[0.682] ^{NS}	0.164[0.685] ^{NS}	5.3e-5[0.994] ^{NS}	4.635[0.462] ^{NS}	0.486[0.485] ^{NS}
Heterosc. test	5.049[0.409] ^{NS}	2.139[0.829] ^{NS}	8.783[0.118] ^{NS}	7.431[0.114] ^{NS}	1.386[0.975] ^{NS}	4.219[0.518] ^{NS}
RESET test	0.899[0.413] ^{NS}	0.461[0.633] ^{NS}	5.332[0.818] ^{NS}	0.058[0.942] ^{NS}	6.628[0.291] ^{NS}	2.228[0.118] ^{NS}
CUSUM test	0.185[0.853] ^{NS}	1.727[0.904] ^{NS}	0.884[0.381] ^{NS}	-0.055[0.956] ^{NS}	3.693[0.566] ^{NS}	-0.006[0.994] ^{NS}
Chow test	0.814[0.492] ^{NS}	0.720[0.545] ^{NS}	1.809[0.158] ^{NS}	16.25[0.424] ^{NS}	2.338[0.858] ^{NS}	0.994[0.404] ^{NS}
Normality test	6.625[0.036]**	8.952[0.011]**	20.64[0.000]***	43.65[0.00]***	13.03[0.001]***	6.538[0.038]**

Source: Authors' own computation, 2020

Note: *** ** * implies significance at 1%, 5% and 10% respectively

NS: Non-significant; and, values in () and [] are standard errors and probability values

Table 3b. Elasticity and marginal effect estimates.

Market	Items	Coefficient	Mean (\bar{X})	APP	MPP
Australia	P _{t-1}	0.826903	147.4753	1.025997	0.848400254
	Y _t	0.04659	17068157	8.87E-06	4.13022E-07
Canada	P _{t-1}	0.921152	122.5236	1.029274	0.948118073
	Y _t	-0.1666	23749656	5.31E-06	-8.84623E-07
China	P _{t-1}	0.940585	212.7715	1.034149	0.972705489
	Y _t	-0.0153	85394046	2.58E-06	-3.94364E-08
France	P _{t-1}	0.865602	523.7884	1.007024	0.871682246
	Y _t	-0.37357	28953738	1.82E-05	-6.80557E-06
India	P _{t-1}	0.901065	169.1156	1.031674	0.929605523
	Y _t	0.014343	55171723	3.16E-06	4.53585E-08
USA	P _{t-1}	0.961866	130.8477	1.024369	0.985306086
	Y _t	-0.39202	56862329	2.36E-06	-9.24071E-07

Source: Authors' own computation, 2020

Note: mean of the P_t for Australia, Canada, China, France, India and USA are \$151.31, \$126.11, \$220.04, \$527.47, \$174.47 and \$134.04

significantly affected price stabilization in France and USA markets. However, the Canadian and Chinese markets depict evidence of glut in supply but with no significant influence on price stabilization. Though non-significant, the positive sign associated with the market arrivals of Australian and Indian wheat prices showed relative balance in the supply and demand for their commodities.

Extent of price volatility

Literature has shown that volatility analysis should begin by ensuring that the prices under consideration are at the level of Gaussian pure white noise, that is, devoid of unit roots. According to Sukati (2017), it is important that other causes of non-stationarity, such as inflation effects and seasonal price changes in agricultural commodities, should be eliminated. In his research on the price volatility of common agricultural crops in South Africa, Jordan *et al.* (2007) also adopted this strategy, removing the impact of inflation and seasonal variation in the price series. Jordan *et al.* (2007), however, used South African crop prices as quoted by SAFEX, and seasonal price adjustments should not be a concern due to hedging by traders and speculators. In this case, price variation should mainly reflect production costs and market sentiments of traders in terms of subsequent production forecasts and risks therein, particularly when using spot prices. Following these claims, the analysis removes the impact of inflation on wheat prices before the unit root test is carried out by converting all selected market prices to actual prices. Also, Sukati (2017) in his study on maize

price volatility in Swaziland eliminated the effect of inflation on prices. The KPSS unit root results showed all the selected market prices to be stationary at level as indicated by their respective tau-statistics which were within the plausible margin of tau-critical value at 5% probability level (Table 4). However, Ismail *et al.* (2017) and Čermák *et al.* (2017) found a contrary result in their study which is against the presumption test on volatility postulated by Sukati (2017).

Table 4. Unit root tests.

Markets	Stage	KPSS
Australia	Level	0.109 st
Canada	Level	0.142 st
China	Level	0.132 st
France	Level	0.146 st
India	Level	0.143 st
USA	Level	0.092 st

Source: Source: Authors' own computation, 2020

Note: KPSS tau critical level at 5% probability is 0.149.

st means stationary

A review of the results showed presence of Arch effect in the residuals of all the selected markets as indicated by the plausibility of Arch LM test statistic at 10% probability level (Table 5). In addition, the trend behaviour of all the price series residuals showed clustering effect as periods of high volatility tended to be followed by periods of high volatility; likewise, periods of low volatility tended to be followed by periods of low volatility over a long period of time (Figure 5). This behaviour is known as clustering volatility, thus

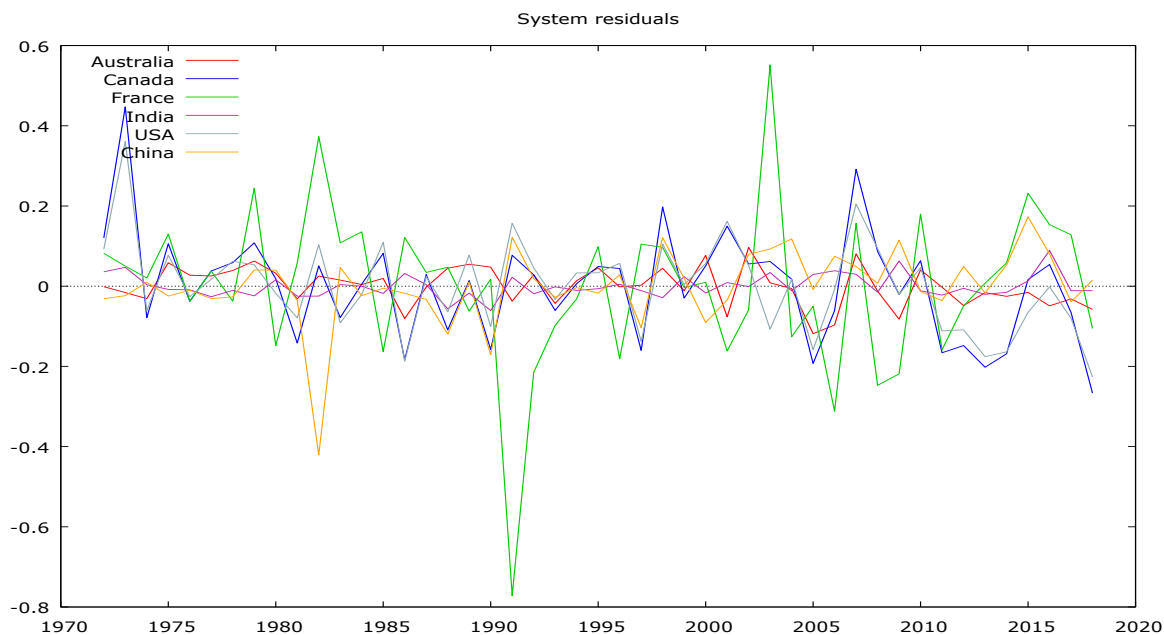


Figure 5. Clustering effect.

indicating that the residuals are conditionally heteroscedastic and can be represented by ARCH and GARCH model. Čermák *et al.* (2017) found a similar trend in their study on wheat price volatility modeling. Therefore, having satisfied the pre-conditions *viz.* ARCH and clustering effects, the GARCH model was estimated. In other words, the presences of Arch and clustering effects mean that wheat price volatility is time variant and hence amenable to the GARCH approach. In a related study, Ismail *et al.* (2017) established a similar result in their study on price volatility of food and agricultural commodities in Pakistan.

All the market prices were fitted with the same GARCH order i.e. GARCH (1,1) and their residuals were devoid of autocorrelation as indicated by their respective LM test statistics which were not different from zero at 10% degree of freedom (Table 5). However, except for the French and Chinese wheat prices, the residuals of the remaining market prices were normally distributed as indicated by their respective Chi^2 test statistics that were not different from zero at 10% significance level. Non-normality is not considered a serious problem as it aims at fulfilling statistical inference, thus the estimated model is reliable for future prediction.

Furthermore, the results showed persistence volatility in the market prices of Australia, Canada, India and USA as indicated by the sums of their respective ARCH and GARCH term i.e. ($\alpha + \beta$) which were less than 1. The market prices of France and China showed an explosive volatility pattern as evidenced by the sums of their respective alpha and beta which were equal or greater than unity.

The empirical evidence showed that the current price volatility of the Australian price series is influenced by only family shock *viz.* ARCH effect. This implies that volatility in the current year price of the Australian market depends on the arbitrage about the previous year price of wheat in the Australian market. Thus, the marginal implication of a unit increase in information about the previous price trend of Australian wheat prices will lead to an increase in its current price volatility by 0.778%. The current year price volatility of the Canadian price series is influenced by international shocks. The international shocks owe to volatility in the market prices of Australia and India as evidenced by their respective parameter estimates that are within the acceptable margin of 10% probability level. Therefore, a unit increase in the prices of Australian

and Indian wheat will trigger an increase in current price volatility of Canadian wheat by 0.49 and 0.39% respectively. The current price volatility of the French price series is influenced by information on its previous wheat price (an internal shock) and the market prices of USA (an external shock) as indicated by their respective estimated coefficients that were within the plausible margin of 10% significance level. Therefore, a unit increases in its previous price information and wheat price of USA will lead to an increase in current price volatility of France wheat by 1.0 and 0.99%, respectively.

In the Indian market, its current price volatility is influenced by information on previous year price arbitrage of its wheat and shocks from Australian and USA markets as evidenced by their respective parameter estimates that are within the acceptable margin of 10% significance level. Thus, the implication of a unit increase in price arbitrage information and prices of Australian and USA wheat will trigger an increase in the current price

volatility of Indian wheat by 0.89, 0.27 and 0.36% respectively. The current price volatility in the US market is influenced by international shock *viz.* the Canadian market price as indicated by the plausibility of its respective parameter estimate at 10% degree of freedom. Thus, an increase in the wheat price of Canadian market by 1% will lead to an increase in the current price volatility of USA market by 0.68%. The current price volatility of the Chinese price series is influenced by speculation about previous year price trend of its market as indicated by its estimated coefficient that is different from zero at 10% probability level. Thus, an increase in price arbitrage about the previous price of Chinese wheat would result in an increase in its current price volatility by 0.98%. Generally, none of the market prices has its current volatility being influenced by their respective previous year price as evidenced by non-plausibility of their respective GARCH estimated coefficients at 10% probability level.

Table 5. Price volatility of wheat in the selected markets.

Items	Australia	Canada	China	France	India	USA
Arch Effect	33.5[7.1e-9]***	30.1[4.1e-8]***	28.16[1.11e-7]***	34.24[4.9e-9]***	34.46[4.4e-9]***	39.55[3.18e-10]***
Variance equation						
Intercept	-	-2.057(0.889)	4.813(0.145)	-	1.753(0.333)	1.042(0.896)
		2.312**	33.19***		5.263***	1.163 ^{NS}
Australia	-	0.490(0.225)	-	-0.120(0.158)	0.269(0.138)	-
		2.178**		0.762 ^{NS}	1.949*	
Canada	-	-	-	-0.053(0.168)	-	0.681(0.162)
				0.315 ^{NS}		4.194***
China	-	0.136(0.107)	-	-0.062(0.103)	-	-0.124(0.119)
		1.274 ^{NS}		0.605 ^{NS}		1.043 ^{NS}
France	-	0.051(0.039)	0.015(0.027)	-	0.041(0.028)	-0.036(0.031)
		1.273 ^{NS}	0.546 ^{NS}		1.474 ^{NS}	1.171 ^{NS}
India	-	0.387(0.228)	-	0.239(0.175)	-	0.277(0.256)
		1.696*		1.367 ^{NS}		1.082 ^{NS}
USA	-	0.285(0.193)	-	0.998(0.175)	0.363(0.127)	-
		1.474 ^{NS}		5.688***	2.851***	
Alpha (0)	5.787(4.588)	0.014(0.016)	0.0077(0.0067)	0.00581(0.00585)	0.0065(0.0080)	0.015(0.015)
	1.261 ^{NS}	0.862 ^{NS}	1.149 ^{NS}	0.993 ^{NS}	0.806 ^{NS}	1.004 ^{NS}
Alpha (1)	0.778(0.367)	0.239(0.288)	0.976(0.339)	1.000(0.444)	0.888(0.454)	0.377(0.276)
	2.118**	0.830 ^{NS}	2.875***	2.251**	1.952*	1.365 ^{NS}
Beta (1)	8.06e-11(0.503)	1.11e-12(0.970)	0.024(0.163)	1.000e-12(0.067)	1.037e-12(0.558)	1.218e-12(0.729)
	1.60e-10 ^{NS}	1.14e-012 ^{NS}	0.145 ^{NS}	1.477e-11 ^{NS}	1.858e-12 ^{NS}	1.669e-12 ^{NS}
$\alpha + \beta$	0.778	0.239	1.00	1.00	0.888	0.377
GARCH fit	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Normality	2.171[0.337] ^{NS}	2.563[0.277] ^{NS}	14.51[0.001]***	54.17[1.72e-12]***	2.34[0.57] ^{NS}	4.226[0.121] ^{NS}

Source: Authors' own computation, 2020

Note: *** ** * implies significance at 1%, 5% and 10% respectively

NS: Non-significant; and, values in () and [] are standard errors and probability values

Therefore, it can be inferred that the future trade of wheat is useful in markets that have their prices characterized by persistent volatility while it is not useful in market prices characterized by explosive volatility pattern. Price series with low persistence volatility *viz.* the Canadian and US markets have a short memory and the effects of shock will dissipate rapidly in these markets, i.e. price shock normalized after a few periods. For markets with high persistence *viz.* Australia and India, their price series is characterized by a long memory, the same shock has a pronounced effect as a long time is required for the price to return to the normal level. However, for the French and Chinese price series which were explosive, their price series exhibit infinite memory and the shock effect is permanent and the prices will not return to the series attractor level. The closer the sum coefficients of Alpha and Beta is to 1, the more the price series displays a variation and the more unstable it appears to be. Market prices with explosive volatility, i.e. coefficient greater than 1, have non-stationary price series, implying that their mean or variance is time variant i.e. will change over time. The price series of markets with persistence volatility is stationary, meaning they have a time invariant/ fixed mean and variance. If a series is found to be non-stationary, little can be done to predict it; a sharp drop is as probable as a sharp rise (Stigler, 2011).

The reason for persistence volatility of the Australian, Canadian, Indian and USA markets may be due to supply-demand fluctuation of their commodities in the international markets. However, foreign market price shock due to cold trade war in the global wheat market may be the cause of explosive price volatilities in the French and Chinese markets. The price volatilities in all the

selected markets tend to be spiky as evidenced by the large proportion of the ARCH coefficient over the GARCH coefficient.

In general, price series persistence volatility plays a key role and has very practical consequences for market participants. The persistence of a price series is also critical for modeling strategy, as non-stationary variables require non-standard statistical methods (Stigler, 2011). A similar result of high persistence, though in the short-run was established by Čermák *et al.* (2017) in their study on wheat price volatility modeling. In a related study, Dawson (2015) observed a highly persistent volatility of daily wheat feature prices on Euronext/London international financial futures and option exchange. In addition, Hau *et al.* (2020) reported high persistence in the volatility dynamics of the dependence between global oil and China's agriculture.

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Based on the findings, it can be inferred that the price volatilities of Australian and Indian wheat; and, Canadian and USA wheat were characterized by short and long memories, respectively. Thus, bad news on the prices of the former will dissipate rapidly while in the later markets it will take a long period before prices are normalized due to pronounced effect. However, price volatilities of the French and Chinese markets are characterized by infinite memory and the effect of innovation will be permanent. Generally, it can be inferred that the future trade of wheat in Australia, Canada, India and USA markets are useful. Therefore, the study advised that the wheat trades in France and China markets should be tailored towards rational market expectation and not naïve market expectation.

REFERENCES

- Abebe, T.H., E.G. Woldeesenbet and B.L. Zeleke. 2020 . Statistical analysis of price volatility of agricultural commodities traded at the Ethiopian commodity exchange (ECX) using multiplicative GARCH-MIDAS two-component model. *Global Business Review*, 0972150919895628.
- Barcena, A., A. Bojanic and V. Villalobos. 2011. Price volatility in agricultural markets (2000-2010): implications for Latin America and policy options. In: Anonymous (Ed.), *The Outlook for Agriculture and Rural Development in The Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean*. Newsletter, 1:4-12
- Bohl, M.T. and C. Sulewski. 2019. The impact of long-short speculators on the volatility of agricultural commodity futures prices. *Journal of Commodity Markets*, 16, 100085.
- Bórawski, P., A. Bełdycka-Borawska and J. W. Dunn. 2018. Price volatility of Polish agricultural commodities in the view of the Common Agricultural Policy. *Agricultural Economics*, 64 (5): 216-226.
- Čermák, M., K. Malec and M. Maitah. 2017. Price volatility modelling—wheat: GARCH model application. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 9(665-2018-3592), 15-24.
- Dawson, P.J. 2015. Measuring the volatility of wheat futures prices on the LIFFE. *Journal of Agricultural Economics*, 66(1):20-35.
- Deaton, A. 1999. Commodity prices and growth in Africa. *Journal of Economic Perspectives*, 13(3):23-40.
- Degiannakis, S., G. Filis, T. Klein and T. Walther. 2022. Forecasting realized volatility of agricultural commodities. *International Journal of Forecasting*, 38(1):74-96.
- Gilbert, C.L. and C.W. Morgan. 2010. Food price volatility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365:3023-3034.
- Gouel, C., M. Gautam and W.J. Martin. 2016 .Managing food price volatility in a large open country: the case of wheat in India. *Oxford Economic Papers*, 68(3):811-835.
- Gozgor, G. 2019. Effects of the agricultural commodity and the food price volatility on economic integration: an empirical assessment. *Empirical Economics*, 56(1):173-202.
- Grossman, S.J. 1976. On the efficiency of competitive stock markets where trades have diverse Information. *Journal of Finance*, 31(2):573-85
- Guo, J. and T. Tanaka. 2019. Determinants of international price volatility transmissions: the role of self-sufficiency rates in wheat-importing countries. *Palgrave Communications*, 5(1):1-13.
- Haile, M.G., M. Kalkuhl and J.V. Braun. 2016. Worldwide acreage and yield response to international price change and volatility: a dynamic panel data analysis for wheat, rice, corn, and soybeans. In: *Food Price Volatility and Its Implications for Food Security and Policy*, Pp. 139-165. Springer, Cham.
- Hau, L., H. Zhu, R. Huang and X. Ma. 2020. Heterogeneous dependence between crude oil price volatility and China's agriculture commodity futures: Evidence from quantile-on-quantile regression. *Energy*, 213, 118781.
- Ismail, A., H. Ihsan, S. A. Khan and M. Jabeen. 2017. Price volatility of food and agricultural commodities: A case study of Pakistan. *Journal of Economic Cooperation & Development*, 38 (3):77-120.
- Jacks, D.S., K.H. O'Rourke and J.G. Williamson. 2009. Commodity price volatility and world market integration since 1700. NBER Working Papers 14748. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Jordan, H., B. Grové, A. Jooste and Z.G. Alemu. 2007. Measuring the price volatility of certain field crops in South Africa using the ARCH/GARCH approach. *Agrekon*, 46(3):306-322.
- Prakash, A. 2011. Why volatility matters. In: Prakash, A. (Ed.), *Safeguarding Food Security in Volatile Global Markets*. FAO. 3-26
- Sadiq, M.S., Singh, I.P., A. Suleiman, S.M. Umar, I.J. Grema, B.I. Usman, M.A. Isah and A. T. Lawal. 2016a. Extent, pattern and degree of integration among some selected cocoa markets in West Africa: An innovative information delivery system. *Journal of Progressive Agriculture*, 7(2): 22-39
- Sadiq, M.S., I.P. Singh and M.M. Ahmad. 2020. Market integration of sesame seeds in South Asia. *Alanya Academic Review*, 4(1):143-155.
- Sadiq, M.S., I.P. Singh, A. Suleiman, S.M. Umar, I.J. Grema, B.I. Usman, M.A. Isah and A.T. Lawal. 2016b. Price transmission, volatility and discovery of gram in some selected markets in Rajasthan State, India. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 1(1):74-89.
- Santeramo, F. G. and E. Lamonaca. 2019. On the drivers of global grain price volatility: an empirical investigation. *Agricultural Economics*, 65(1):31-42.
- Sendhil, R., A. Kar, V.C. Mathurb and G.K. Jha. 2013. Price discovery, transmission and volatility: evidence from agricultural commodity futures. *Agricultural Economics Research Review*, 26(1):41-54
- Stigler, M. 2011. Commodity prices: Theoretical and empirical properties. In: Prakesh, A. (Ed.) *FAO Report on Safeguarding Food Security in Volatile Global Markets*, 2:27-43.
- Subervie, J. 2008. The variable response of agricultural supply to world price instability in developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, 59(1):72-92.

- Sukati, M. 2017. Analysis of maize price volatility and price pass through in Swaziland: Implications for price stabilization policies. *Journal of Economics and International Business Management*, 5(1):1-13
- Taghizadeh-Hesary, F., E. Rasoulinezhad and N. Yoshino. 2019. Energy and food security: Linkages through price volatility. *Energy Policy*, 128, 796-806.
- Tanaka, T., and J. Guo. 2020. How does the self-sufficiency rate affect international price volatility transmissions in the wheat sector? Evidence from wheat-exporting countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1):1-13.
- Wang, Z. 2009. Volatility risk. Issue Briefs 513, South Dakota State University, Department of Economics.
- Wolf, H. 2005. Volatility: Definitions and Consequences, in *Managing Economic Volatility and Crises*. In: Aizenman, J. and Pinto, B. (Eds). Cambridge University Press.
- World Bank. 1997. The state in a changing world. *World Development Report 1997*. [https:// documents1.worldbank.org /curated/en/518341468315316376/pdf/173000REPLACEMENT0WDR01997.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/518341468315316376/pdf/173000REPLACEMENT0WDR01997.pdf)

Economic Analysis of Honey Bee Colonies Fed with Different Pollen Diets before Wintering

Hakan ADANACIOĞLU^{1*} **Mustafa KÖSOĞLU²** **Cristina Bianca POCOL³**
Veysel BAY⁴ **Erkan TOPAL⁵**

¹*Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, TR-35100 Bornova-İzmir/TÜRKİYE*

²*Aegean Agricultural Research Institute, Department of Husbandry, TR-35660 Menemen-İzmir/TÜRKİYE*

³*University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca, Department of Animal Production and Food Safety, 400372 Cluj-Napoca/ROMANIA*

⁴*Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, TR-35100 Bornova-İzmir/TÜRKİYE*

⁵*Izmir Food Control Laboratory Directorate, Bornova-İzmir/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-8439-8524> ²<https://orcid.org/0000-0001-6616-089X> ³<https://orcid.org/0000-0001-5079-8004>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-9339-4840>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-1398-4390>

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

Received (Geliş tarihi): 13.09.2022

Accepted (Kabul tarihi): 18.11.2022

ABSTRACT: Nutrition is a requirement for the survival of every living organism. Honeybees meet their nutritional needs from natural floral sources under normal conditions. In cases where there are insufficient floral resources, additional feeding is required for the colonies. In this study, an economic analysis of supplementary feeding models formed by giving different protein diets and carbohydrates (sugar-water mixture) needed until early spring to colonies prepared with equal strength in the autumn period was performed. The feeding experiment was carried out in 6 groups with 8 colonies in each group and a total of 48 colonies. Experimental groups were as follows: *Papaver somniferum L.* pollen, *Cistus creticus L.* pollen, mixed pollen, bee cake, syrup, and control. In this study, after determining the production costs per hive for the experimental groups, it was determined whether the bee frame values per hive covered the production costs. It could be concluded that feeding with *P. somniferum* pollen is slightly more advantageous than other feeding groups when the results of the pre-winter, winter and early spring periods are evaluated together. The ratio of bee frame value per hive to cover the production cost was calculated as 40.65% before winter, 102.98% in winter and 98.66% in early spring for the feeding with *P. somniferum* pollen. In terms of relative profitability, the protein diet with the closest performance to *P. somniferum* pollen was *C. creticus* pollen, the relative profitability was found to be lower in other feeding groups.

Keywords: Honey bees, pollen, profitability, supplementary diets.

Kışlatma Öncesi Farklı Polen Diyetleri ile Beslenen Bal Arısı Kolonilerinin Ekonomik Analizi

ÖZ: Beslenme her canlı için bir zorunluluktur. Bal arıları normal koşullarda besin madde ihtiyaçlarını doğal floral kaynaklardan karşılamaktadır. Yetersiz floral kaynakların olduğu durumlarda ise koloniler için ek besleme yapılması gereklidir. Bu çalışmada sonbahar döneminde eşit güçte hazırlanan kolonilere farklı protein diyetlerinin ve erken bahara kadar ihtiyaç duyulan karbonhidratın (şeker-su karışımı) verilmesiyle oluşan ek besleme modellerinin ekonomik analizi yapılmıştır. Besleme denemesi her grupta 8 koloni olacak şekilde 6 grup ve toplam 48 koloni üzerinde yürütülmüştür. Deneme grupları haşhaş (*Papaver somniferum L.*) poleni, pamucak (*Cistus creticus L.*) poleni, karışık polen, arı keki, şurup ve kontrol olmak üzere altı farklı gruptan

oluşmaktadır. Bu çalışmada deneme grupları için kovan başına üretim masrafları ortaya konulduktan sonra kovan başına arılı çerçeve değerlerinin üretim masraflarını karşılayıp karşılamadığına bakılmıştır. Kış öncesi, kış ve erken ilkbahar dönemlerinin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, haşhaş poleni ile yapılan beslemenin diğer besleme gruplarına göre biraz daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır. Haşhaş poleni ile yapılan beslemede kovan başına arılı çerçeve değerinin üretim masrafını karşılama oranları kış öncesinde %40,65, kış döneminde %102,98 ve erken ilkbahar döneminde %98,66 olarak hesaplanmıştır. Nisbi karlılık açısından haşhaş polenine en yakın olan protein diyeti pamucak polenidir. Diğer besleme gruplarında ise nisbi karlılık haşhaş ve pamucak poleni ile yapılan deneme grubundan daha düşük bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bal arıları, polen, karlılık, destekleyici besinler.

INTRODUCTION

Beekeeping is an environmentally friendly production model and an important economic activity that also contributes to the rational management of natural resources (Thrasylvoulou, 1998). Sustainability in beekeeping depends on the honey bee's continuous access to food sources (Pilati and Fontana 2018). Mobile beekeeping is done in many countries to benefit from floral resources (Cejvanovic *et al.*, 2011; Jeločnik *et al.*, 2013; Koprivlenski *et al.*, 2015; Cengiz and Dülger, 2018). Rapid and continuous climatic changes have become an important problem for beekeeping in recent years. It was found that the two most important factors affecting honey production are unsuitable climatic conditions and wintering loss (Aksoy *et al.*, 2017). Pollen diet plays an important role in the life of honeybees. A balanced diet impacts the physiology, biochemistry, immunity, and histology of workers as well as the development of larvae (Bryś *et al.*, 2021; Topal *et al.*, 2022; Sarioğlu-Bozkurt *et al.*, 2022).

For beekeeping's sustainability, it is necessary to cope with emerging nutritional problems. Quality and quantity of nutrients are important parameters for the survival of organisms. As a result of inadequate and unbalanced nutrition, organisms have increased stress, and decreased reproductive ability and resistance to diseases. Supplementary feeding is inevitable in unfavourable circumstances due to the shortage of natural nutrients caused by biotic and abiotic factors for honeybees to perform their life functions and increase colony performance. Although the first thing that comes to mind in the diet of honeybees is the "sugar" diet, the most important nutrient for honeybees is protein.

The protein requirement of the honeybee is met by quality fresh pollen. In recent years, many commercial ready-made cakes offered to the sector have been sold to meet the protein needs of colonies. Since these cakes do not contain enough protein or contain additives, they cannot be an alternative to natural pollen (Topal *et al.*, 2019; Paray *et al.*, 2021).

There are many studies on the effects of feeding colonies with different nutrient groups on bees and the points to be considered during the application. Studies on economic analysis of pollination, honey production cost, package beekeeping, country or regional beekeeping have been carried out. However, economic analyses of feeding and supplementary feeding costs have been limited (Saner *et al.*, 2004; Bianca *et al.*, 2011; Leonhardt *et al.*, 2013; Sihang and Gupta, 2013; Makri *et al.*, 2015; Vaziritabar and Esmailzade, 2016; Bixby *et al.*, 2017; Ceyhan and Canan, 2017; Blanc *et al.*, 2018; Adanacioğlu *et al.*, 2019; Vercelli *et al.*, 2020; Vrabcová and Hájek, 2020; Aleskerova and Todosiichuk, 2021; Zalilova *et al.*, 2021).

Economic analysis of supplementary feeding models formed by giving different protein diets and carbohydrates (sugar-water mixture) needed until early spring to colonies prepared with equal strength in the autumn period was performed in this study. The present study generally consists of three main parts. Production costs per hive are given for 6 different feeding media in the first part, followed by the ratio of bee frame values per hive to cover production costs in the second part. In the conclusion of the study, the relative profitability results of alternative feeding options' for pre-winter, winter and early spring periods were

evaluated together, and suggestions were made about the optimum feeding environment for beekeeping enterprises.

Supplementary feeding during periods of insufficient floral resources is considered very important for the sustainability of colonies, particularly in recent years, when climatic changes have been experienced frequently. In addition, it is necessary for the profitability of beekeeping businesses to choose an optimum feeding condition by comparing the cost of the preferred feeding condition for colonies with the frame values of the bee in the hive. In this context, the following hypothesis was developed in the present research.

H1. Supplementary feeding of bee colonies during periods of insufficient floral resources differs economically for each selected feeding condition.

The economic results of experiments conducted by Sihang and Gupta (2013) in India support this hypothesis. This study indicated the economic impact of four pollen replacement diets to aid the development of colonies during the hot summer period. According to the results, the diet consisting of soybean flour, yeast extract, honey, vitamins, and minerals was found to be more advantageous than the other options in terms of the number of frames per hive, honey yield per hive and gross profit.

MATERIAL and METHODS

Study Design

The study was carried out in the Aegean Agricultural Research Institute apiary (NL 38°33'54" EL 27°3'27") located in İzmir Province.

Sister queens produced from Efe Bee (*Apis mellifera anatoliaca*) in 2020 were used in the experimental colonies. Colonies were formed on 14 September 2020 from 3 frames (1 honey-pollen, 1 brood comb, 1 empty comb) and 1 kg package of bees. Experimental groups were prepared as a total of 24 bee frames. Experimental groups consisted of 6 different groups with 8 colonies in each: *Papaver somniferum* L. pollen, *Cistus creticus* L. pollen, mixed pollen, bee cake, syrup, and control.

P. somniferum, an industrial plant found in the market, was used as a monofloral pollen source, *C. creticus* was used as a natural pollen source, mixed spring pollen and syrup made from beet sugar were also used in the study. Pollen sources were selected from those produced in the market and easily available. The fresh pollen from the producers was stored in the deep freezer until use. Particularly, ready-made commercial bee cakes with pollen additives were preferred. Fresh pollen was moistened slightly with sugar water, shaped to resemble meatballs and places in a plastic bag on the honeycombs. An equal amount of pre-wintering feeding (7 times) was made according to the needs of the colonies in all groups to ensure the freshness of the pollen and to observe the consumption and storage rate. The colony was fed with a 2:1 sugar-water mixture for the formation of honey stores (Somerville, 2000; Akyol *et al.*, 2006; Somerville, 2010).

The trial started on 14 September 2020 and ended on 14 March 2021. The amount of feeding provided to the colonies during the experiment is presented in Table 1.

Table 1. Consumptions of groups during the trial
Çizelge 1. Deneme boyunca grup tüketimleri

Years	Nutrient form	Control	Syrup	Bee cake	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen
2020	Sugar Syrup (lt)	1	10	10	10	10	10
	In cake form (gr)	-	-	1350	1350	1350	1350
2021	Sugar Syrup (lt)	-	4	4	4	4	4
	In cake form (gr)	-	-	-	-	-	-
Total	Sugar Syrup (lt)	1	14	14	14	14	14
	In cake form (gr)	-	-	1350	1350	1350	1350

Economic analysis

Production costs per hive were calculated within the scope of the economic analysis for 6 different feeding conditions: *P. somniferum* pollen, *C. creticus* pollen, mixed pollen, bee cake, syrup, and control. Production costs consist of variable and fixed costs. Variable costs include diet (*P. somniferum* pollen, *C. creticus* pollen, mixed pollen, bee cake, syrup, and control), basic honeycomb, medicine, and labour costs. An interest charge is added after taking the sum of the variable costs. Fixed costs consist of interest, depreciation, and management costs of used hives and tools-machines.

Opportunity cost represents the interest rate of production activity on both variable and fixed costs. Opportunity cost corresponds to the monetary return that a beekeeping company will obtain if it does not realize the investments in beekeeping activities but uses the financing it allocates for this investment in a bank against interest. The subsidized agricultural loan interest rate applied by public bank (T.C. Ziraat Bank) for beekeeping is the basis for calculating the interest charge for variable and fixed expenses within the scope of opportunity cost. The stated interest rate is 9% for both working capital and investment loans, with a 50% subsidized value of 4.5%. When calculating the interest rate of the expenses, the months covered by the pre-wintering period, the wintering period and the early spring periods are taken into account. Management costs are calculated as 3% of variable costs. The straight-line method was applied in the amortization calculations. While applying this method, the value of the fixed costs is divided by their average economic life.

After revealing the production costs per hive for 6 different feeding conditions, it was examined whether the bee frame values per hive cover the production costs. Bee frame values per hive were

calculated under all feeding conditions and the bee frame values per hive were then divided by the production costs per hive. The ratio of covering the production cost of the bee frame value per hive above 100% is considered a critical point in the economic analysis. If this ratio is 100%, the value of the bee frame per hive is equal to the production cost, in other words, the monetary amount of the bee frame in the hives covers the production cost. Furthermore, absolute profit was calculated for each hive in this study. While calculating the absolute profit, the production costs per hive were subtracted from the bee frame values per hive. Thus, the profitability level of feeding per hive was determined in the pre-winter, winter and early spring periods.

RESULTS and DISCUSSION

RESULTS

An economic analysis was carried out comparing the costs of supplementary feeding with different pollen sources in the autumn period with the bee frame values in the pre-wintering, wintering, and early-spring periods in this study. Production costs per hive were calculated for 6 different feeding groups.

The production costs for the pre-winter period in table 2 are given in detail. When the production costs are analyzed according to the feeding conditions, the highest production cost per hive was seen in the feeding with *P. somniferum* pollen at US\$55.65. This is followed by feeding conditions with *C. creticus* pollen costing US\$55.48, and mixed pollen costing US\$55.31. As seen in Table 2, production costs per hive are very close to each other for *P. somniferum*, *C. creticus* and mixed pollen feeding conditions for the pre-winter period.

Table 2. Production costs under different feeding conditions in the pre-winter period (US\$/hive).
Çizelge 2. Kış öncesi dönemde farklı besleme koşullarında üretim masrafları (US\$/kovan).

Cost items	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Supplementary feeding costs	12.07	12.07	12.07	6.38	4.96	0.50
Basic honeycomb	2.39	2.22	2.06	2.22	1.97	1.97
Medication	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Labour	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01
Bee colony	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74
Sum of Variable Cost Items (US\$/hive) (1)	49.87	49.70	49.54	44.01	42.34	37.88
Interest on variable costs (4.5%) (3 months) (2)	0.56	0.56	0.56	0.49	0.48	0.43
Total Variable Costs (1+2) (a)	50.43	50.26	50.10	44.50	42.82	38.31
Interest charge of the used hive (4.5%) (3 months)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Interest charge for the used tool-machine (4.5%)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Depreciation for hives	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63
Depreciation for tool-machine	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Share of management costs (3%)	1.51	1.51	1.50	1.34	1.28	1.15
Total Fixed Costs (US\$/hive) (b)	5.22	5.22	5.21	5.05	4.99	4.86
Total Production Costs (US\$/hive) (a+b)	55.65	55.48	55.31	49.55	47.81	43.17

Production costs per hive for other feeding conditions in the pre-winter period were US\$49.55 for commercial bee cake, US\$47.81 for syrup and US\$43.17 for control conditions. If the control group is not taken into account, the lowest production cost per hive was obtained in the feeding with syrup. In the control feeding, the syrup was fed once at the beginning of the experiment, and there was no further feeding. Therefore, there is a certain amount of food costs, even if it is very small. Thus, the production cost is lower in the control conditions compared to other feeding conditions due to relatively lower feeding costs.

The production costs for the different feeding conditions in the winter period are shown in Table 3. The highest production cost was US\$33.86 in the *P. somniferum* pollen feeding when the production costs were analyzed. This was followed by *C. creticus* and bee cake feeding having the same cost level of 33.68 US\$. Production costs according to other feeding conditions, respectively; US\$33.52 for mixed pollen, US\$33.42 for syrup, and US\$32.90 for the control group. No supplementary feeding was done in the control group during the winter period. It could be seen that the lowest production cost is in the feeding made with syrup with no significant difference compared to the other groups in the winter period.

Production costs for different feeding conditions in the early spring period are shown in Table 4. The production cost per hive is higher in the *P. somniferum* pollen feeding group in the early spring compared to other feeding conditions in the pre-winter and winter periods. The production cost was calculated as US\$38.01 per hive for the *P. somniferum* pollen feeding group. After *P. somniferum* pollen, the highest production cost per hive occurred in the *C. creticus* and bee cake feeding groups with 37.83 US\$. These are followed by mixed pollen with US\$37.67 and syrup feeding groups with US\$37.57. As in other periods, the production cost per hive was lower in the control group in the early spring period, and this cost was 36.03 US\$ per hive. If the control group is not taken into account, it can be said that the lowest production cost per hive is obtained in the feeding made with syrup.

The ratio of bee frame value to production cost per hive under different feeding conditions in the pre-winter, winter, and early spring periods, are given in Tables 5, 6 and 7, respectively. The distribution of these rates for three periods is shown in Figure 1.

In the pre-winter period, which includes the months of September, October, and November, it is observed that the bee frame values per hive under all feeding conditions do not cover the production costs. Moreover, absolute profit per hive was

negative under all feeding conditions. The main point here is that the production cost coverage ratio of the bee frame value per hive is above 100%. The rate of 100% means that the bee frame value per hive is equal to the production cost; in other words, the monetary amount of the bee frame in the hives covers the production cost. In the pre-winter period, the rate of covering the production cost of the bee frame value per hive under different feeding conditions was achieved in the feeding group made with bee cake, with the highest rate of 42.60%. This

rate was determined as 40.65% in the *P. somniferum* pollen feeding group, where the highest production cost per hive was observed in all three periods followed by the syrup (39.13%) and control (37.02%) groups. Mixed pollen (36.18%) and *C. creticus* (36.81%) groups have the lowest bee frame value ratio per hive to cover the production cost in the pre-winter period.

Table 3. Production costs in different feeding conditions in winter (US\$/hive).

Çizelge 3. Kış döneminde farklı besleme koşullarında üretim masrafları (US\$/kovan).

Cost items	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Supplementary feeding costs	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00
Basic honeycomb	2.39	2.22	2.06	2.22	1.97	1.97
Medication	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Labour	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Bee colony	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74
Sum of Variable Cost Items (US\$/hive) (1)	29.29	29.12	28.96	29.12	28.87	28.37
Interest on variable costs (4.5%) (2 months) (2)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21
Total Variable Costs (1+2) (a)	29.51	29.34	29.18	29.34	29.09	28.58
Interest charge of the used hive (4.5%) (2 months)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Interest charge for the used tool-machine (4.5%)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Depreciation for hives	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63
Depreciation for tool-machine	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Share of management costs (3%)	0.89	0.88	0.88	0.88	0.87	0.86
Total Fixed Costs (US\$/hive) (b)	4.35	4.34	4.34	4.34	4.33	4.32
Total Production Costs (US\$/hive) (a+b)	33.86	33.68	33.52	33.68	33.42	32.90

Table 4. Production costs in different feeding conditions in early spring (US\$/hive).

Çizelge 4. Erken ilkbahar döneminde farklı besleme koşullarında üretim masrafları (US\$/kovan).

Cost items	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Supplementary feeding costs	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	0.00
Basic honeycomb	2.39	2.22	2.06	2.22	1.97	1.97
Medication	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Labour	9.01	9.01	9.01	9.01	9.01	9.01
Bee colony	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74	19.74
Sum of Variable Cost Items (US\$/hive) (1)	33.29	33.12	32.96	33.12	32.87	31.38
Interest on variable costs (4.5%) (2 months) (2)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24
Total Variable Costs (1+2) (a)	33.54	33.37	33.21	33.37	33.12	31.62
Interest charge of the used hive (4.5%) (2 months)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Interest charge for the used tool-machine (4.5%)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Depreciation for hives	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63
Depreciation for tool-machine	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Share of management costs (3%)	1.01	1.00	1.00	1.00	0.99	0.95
Total Fixed Costs (US\$/hive) (b)	4.47	4.46	4.46	4.46	4.45	4.41
Total Production Costs (US\$/hive) (a+b)	38.01	37.83	37.67	37.83	37.57	36.03

Table 5. Ratios of covering production cost of bee frame value per hive in different feeding conditions in the pre-winter period.

Çizelge 5. Kış öncesi dönemde farklı besleme koşullarında kovan başına arılı çerçeve değerinin üretim masrafını karşılama oranları.

Items	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Total production costs per hive	55.65	55.48	55.31	49.55	47.81	43.17
Average number of bee frames per hive	3.44	3.10	3.04	3.21	2.84	2.43
Bee frame value per hive (US\$)	22.62	20.42	20.01	21.11	18.71	15.98
Production cost coverage ratio of bee frame value per hive (%)	40.65	36.81	36.18	42.60	39.13	37.02
Absolute profit (US\$)	-33.03	-35.06	-35.30	-28.44	-29.10	-27.19

In the winter period, which includes December 2020 and January 2021, it was determined that the frame values per hive did not cover the production costs in feeding conditions other than *P. somniferum* pollen. Furthermore, absolute profit per hive was positive only in the *P. somniferum* pollen group. The production cost coverage ratio of the bee frame value per hive is above 100% in the *P. somniferum* pollen group, whereas it is below 100% in other feeding environments. In the winter period, the highest ratio of bee frame value per hive to cover the production cost under different feeding conditions was achieved with the *P. somniferum* pollen feeding condition with a rate of 102.98%. This rate means that for the *P. somniferum* pollen feeding condition, the amount of bee frame per hive can meet the production cost above the breakeven point in the winter period. The most important reason is that the number of bee frames obtained per hive with *P. somniferum* pollen feeding is higher than other feeding conditions. The second highest ratio of bee frame value per hive to cover the production cost was the *C. creticus* pollen feeding group (85.96%). For the rest of the groups, these rates are 73.49% for syrup, 71.44% for commercial bee cake, 69.54% for the mixed pollen group and 47.99% for the control group.

It was determined that the bee frame values per hive did not cover the production costs under all feeding conditions in the early spring period, including the months February and March. Besides, absolute profit per hive was negative under all feeding conditions. It was also determined that the production cost coverage ratio of the bee frame value per hive was below 100% in all feeding conditions. However, it is seen that these rates are quite close to 100% in *P. somniferum* and *C. creticus* pollen groups. In other words, this situation is very close to the breakeven point where income equals expense in these groups. In the early spring

period, the highest rate of covering the bee frame value production cost of the per hive under different feeding conditions was obtained in *C. creticus* pollen groups with 99.37%. This is followed by the feeding medium made with *P. somniferum* pollen with a rate of 98.66%. On the other hand, it has been previously stated that the *P. somniferum* pollen feeding condition in the winter period is quite advantageous compared to the *C. creticus* pollen feeding condition in terms of the ratio of the bee frame value per hive to cover the production cost. However, in the early spring period, it is seen that the two different feeding conditions are very close to each other. When the results of the pre-winter, winter and early spring periods are evaluated together, it can be said that feeding with *P. somniferum* pollen is slightly more advantageous than feeding with *C. creticus* pollen. The rate of covering the bee frame value production cost of the per hive in feeding with *P. somniferum* pollen is 40.65% before winter, 102.98% in winter and 98.66% in early spring. On the other hand, in feeding with *C. creticus* pollen, these rates are respectively; 36.81%, 85.96% and 99.37% as seen in Figure 1. The production cost coverage ratio of the bee frame value per hive in the other feeding groups was 83.83% in the mixed pollen group, 79.50% in commercial bee cake, 77.05% in the syrup and 47.48% in the control group. In all three periods, there is no significant difference between these two feeding conditions in terms of production costs per hive. However, there is a difference in terms of the average number of bee frames per hive. The average number of bee frames per hive in the pre-winter, winter, and early spring periods in the *P. somniferum* pollen group; 3.44, 3.31, and 3.56, while these values were 3.10, 2.75, and 3.57 for *C. creticus* pollen group.

Table 6. The ratios of covering production cost of bee frame value per hive in different feeding conditions in winter period
Çizelge 6. Kış döneminde farklı besleme koşullarında kovan başına arılı çerçeve değerinin üretim masrafını karşılama oranları.

Items	<i>P. somniferum</i> pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Total production costs per hive	33.86	33.68	33.52	33.68	33.42	32.90
Average number of bee frames per hive	3.31	2.75	2.21	2.29	2.33	1.50
Bee frame value per hive (US\$)	34.87	28.95	23.31	24.06	24.56	15.79
Production cost coverage ratio of bee frame value per hive (%)	102.98	85.96	69.54	71.44	73.49	47.99
Absolute profit (US\$)	1.01	-4.73	-10.21	-9.62	-8.86	-17.11

Table 7. The ratios of covering production cost of bee frame value per hive in different feeding conditions in the early spring period.
Çizelge 7. Erken ilkbahar döneminde farklı besleme koşullarında kovan başına arılı çerçeve değerinin üretim masrafını karşılama oranları.

Items	<i>P. somniferum</i> Pollen	<i>C. creticus</i> pollen	Mixed pollen	Bee cake	Syrup	Control
Total production cost per hive	38.01	37.83	37.67	37.83	37.57	36.03
Average number of bee frames per hive	3.56	3.57	3.00	2.86	2.75	1.63
Bee frame value per hive (US\$)	37.50	37.59	31.58	30.08	28.95	17.11
Production cost coverage ratio of bee frame value per hive (%)	98.66	99.37	83.83	79.50	77.05	47.48
Absolute profit (US\$)	-0.51	-0.24	-6.09	-7.76	-8.62	-18.92

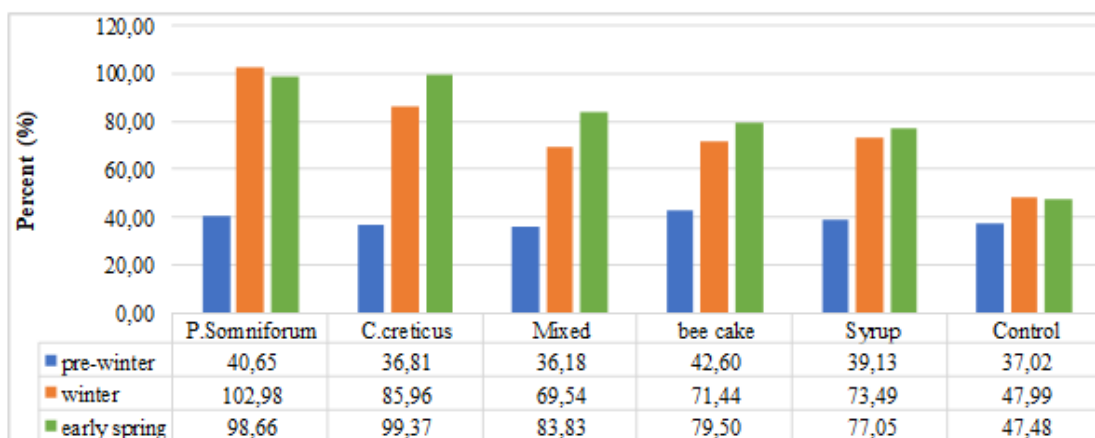


Figure 1. Ratios of covering production cost of bee frame value per hive in different feeding conditions in pre-winter, winter, and early spring periods.

Şekil 1. Kış öncesi, kış ve erken ilkbahar dönemlerinde farklı besleme koşullarında kovan başına arılı çerçeve değerinin üretim masrafını karşılama oranları.

DISCUSSION

In the literature, no study was found on the cost of supplementary feeding in beekeeping in Turkey. Therefore, this study will fill a gap in the field. Pollen is the most produced bee product after honey. Monofloral and polyfloral pollen sales prices are the same, and it is very important to choose pollen with rich nutritional content for honeybee development and bee health.

In the winter period, the *P. somniferum* pollen group had the highest ratio of bee frame value per hive to cover the production cost under different feeding conditions. This rate means that the amount of bee frames per hive can meet the production cost above the breakeven point in the feeding group made with *P. somniferum* pollen in the winter period. The most important reason is that feeding with *P. somniferum* pollen led to a higher number of bee frames obtained per hive compared to the other feeding

conditions. The *C. creticus* pollen feeding group had the second highest ratio of bee frame value per hive to cover the production cost.

In the early spring period, the highest ratio of bee frame value per hive to cover the production cost was obtained in the *C. creticus* pollen group under different feeding conditions, followed by *P. somniferum* pollen group with a slight difference. It has been previously stated that the *P. somniferum* pollen group is quite advantageous compared to the *C. creticus* pollen group in the winter period in terms of the ratio of the bee frame value per hive to cover the production cost. In the early spring period, it is seen that the two different feeding groups are very close to each other. It can be stated that feeding with *P. somniferum* pollen is slightly more advantageous than *C. creticus* pollen when the results of the pre-winter, winter and early spring periods are evaluated together.

The findings of this study reveal that *P. somniferum* pollen is the most economically efficient feeding alternative in case of supplementary feeding to bee colonies during periods of insufficient floral resources. This result also supports our hypothesis that every selected nutrient is not economical in case of supplementary feeding to bee colonies during periods of insufficient floral resources. In the present study, *P. somniferum* pollen was more advantageous than other dietary options (*C. creticus* pollen, mixed pollen, bee cake, syrup, and control). Previous research results in this context also confirm this (Sihang and Gupta, 2013; Kumar and Agrawal, 2014; Islam *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2021; Ullah *et al.*, 2021). In consequence, the economic feasibility of some diets is more prominent among different dietary options in previous studies. The results of these studies are summarized below.

Sihang and Gupta (2013) studied the effects of four pollen replacement diets on the growth of bee colonies in India to support the development of colonies during the hot summer period. As a result, the diet consisting of soybean flour, yeast extract, honey, vitamins, and minerals was determined as the best option among the four artificial pollen replacement diets in terms of the number of frames

per hive, honey yield per hive, and gross profit. In another study conducted in India, Kumar and Agrawal (2014) found that a diet consisting of defatted soy flour, brewer's yeast, soy protein hydrolysate, sugar, and glucose was more effective in bee colony feeding. Islam *et al.* (2020) in Pakistan, showed a diet consisting of soybean flour, Brewer's yeast, honey, powdered sugar, powder of Fenugreek and Turmeric, orange juice, A, D and E vitamins, and 150 ml sugar syrup provided the highest gross profit among four different feeding conditions. In the experiment using six different feeding conditions, Kumar *et al.* (2021) showed that the diet with a mixture of Brewer's yeast, gram, skimmed milk powder, sugar, and pollen is more advantageous than the other diets in terms of the number of frames in the hives and the amount of honey obtained. In another study, Ullah *et al.* (2021) obtained the highest maximum profit in the diet option composed of soybean flour, skimmed milk, sugar, honey, and glucose among five different feeding groups. In this study, it was emphasized that it is important to include soybeans in supplementary diets. In this context, it has been stated that pollen diets enriched with soybean can increase honey yield and profitability by accelerating the physiology of the honeybee.

CONCLUSION

In the present study, conducted in Izmir province of Turkey, an answer was sought to the question of which nutrient medium is ideal in terms of economic applicability in case of supplementary feeding to bee colonies during periods of insufficient floral resources. The results show that *P. somniferum* pollen is the most economically efficient feeding option in case of supplementary feeding to bee colonies. On the other hand, in different studies conducted in India and Pakistan, pollen diets enriched with soybeans come to the fore. It should be noted that these results may vary according to region and alternative diet options. In addition, convenient pollen diet options for the region and production conditions should not be ignored by beekeepers to provide economic

sustainability for bee colonies during periods of insufficient floral resources.

Urbanization, intensive mechanization of agricultural lands, the intensification of monoculture agriculture, and the climatic changes in recent years indicate that the biggest problem in the future will be nutrition. Moreover, commercial bee cakes, which are sold with various additives in the market, cannot fully meet the needs of the honeybee. Quality food sources ensure the health of the honeybee and increase its lifespan. Therefore, in order to cope with the nutritional problem, which will be the biggest problem of the future, it is considered to be important for beekeepers to collect

pollen during the periods when flower sources are available and to keep them in coolers to meet the future nutritional needs of their bees.

ACKNOWLEDGEMENT

This article was produced from the project “The Pollen Preferences of Honeybees and the Effects of Pollen Use in Winter on Colony Dynamic” (TAGEM/HAYSÜD/B/20/A4/P5/1890) supported by The Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM), We would like to acknowledge TAGEM and Aegean Agricultural Research Institute for their support.

REFERENCES

- Adanacioğlu, H., M. Kosoglu, G. Saner, E. Topal, and B. Yucel. 2019. Economic feasibility of package beekeeping application in Turkey: A case study of Edirne province. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 25(5): 651-658.
- Aksoy, A., M. M. Sari, and M. Terin. 2017. Economic structure of beekeeping sector in Erzurum Province. *Türk Tarım Doğa Bilim. Derg.* 4(4): 434-440.
- Akyol, E., H. Yeninar, N. Sahinler, and A. Guler A. 2006. The effects of additive feeding and feed additives before wintering on honey bee colony performances, wintering abilities and survival rates at the East Mediterranean region. *Pak. J. Biol. Sci.* 9(4): 589-592.
- Aleskerova, Y., and V. Todosiichuk. 2021. Analysis of economic aspects of organic beekeeping production. *Green, Blue & Digital Economy Journal* 2(1): 1-9.
- Bianca, P.C., I. Marioara, and P.A. Aurora. 2011. Economic diagnosis of beekeeping in the North West region of Romania: a case study of Cluj County. *Analele Universității din Oradea, Fascicula Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie alimentară.* 10: 279-287.
- Bixby, M., K. Baylis, S.E. Hoover, R.W. Currie, A.P. Melathopoulos, S.F. Pernal, L.J. Foster, and M.M. Guarna. 2017. A bio-economic case study of Canadian honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies: Marker-assisted selection (MAS) in queen breeding affects beekeeper profits. *J Econ Entomol.* 110: 816-825.
- Blanc, S., F. Brun, G. Di Vita, and A. Mosso. 2018. Traditional beekeeping in rural areas: Profitability analysis and feasibility of pollination service. *Qual. Access Success.* 19: 72-79.
- Bryś, M.S., P. Skowronek, and A. Strachecka. 2021. Pollen diet-properties and impact on a bee colony. *Insects* 12(9), 798: 1-9.
- Cejvanovic, F., Z. Grgic, A., Maksimovic, and D. Bicanic. 2011. Assumptions of economic model for sustainable productions of beekeeping in the Bosnia and Hercegovina. *J. Agricultural Sci. Technol.* 5(4): 481-485.
- Cengiz, M.M., and C. Dülger. 2018. Gezginci ve sabit arıcılık işletmelerinde kontrollü şartlarda yetiştirilen ana arılarla oluşturulan balırası (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin bazı fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 13(1): 19-27.
- Ceyhan, V., and S. Canan. 2017. Türkiye arıcılarının koloni yönetim sistemleri itibarıyla ekonomik performansı. *Türk Tarım Doğa Bilim. Derg.* 4(4): 516-522.
- Islam, N., R. Mahmood, G. Sarwar, S. Ahmad, and S. Abid. 2020. Development of pollen substitute diets for *Apis mellifera ligustica* colonies and their impact on brood development and honey production. *Pak. J. Agric. Sci.* 33(2): 381-388.
- Jeločnik, M., B. Bekić, and J. Subić. 2013. Contribution margin in the mobile beekeeping on the territory of Pančevo city. *Ekonomika* 59(2): 73-82.
- Koprivlenski, V., V. Dirimanova, and V. Agapieva. 2015. Economic analysis of state and development of beekeeping in Bulgaria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 15(2): 167-170.
- Kumar, M., D.P. Abrol, D. Sharma, U.S. Vikram, and A.K.Singh. 2021. Impact of artificial diets on performance of *Apis mellifera* colonies during dearth periods. *J. Entomol Zool. Stud.* 9(3):404-409.

- Kumar, R., and O.P. Agrawal. 2014. Comparative performance of honeybee colonies fed with artificial diets in Gwalior & Panchkula region. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2(5):104-107.
- Leonhardt, S.D., N. Gallai, L.A. Garibaldi, M. Kuhlmann, and A.M. Klein. 2013. Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. *Basic Appl. Ecol.* 14: 461-471.
- Makri, P., P. Papanagiotou, and E. Papanagiotou. 2015. Efficiency and economic analysis of Greek beekeeping farms. *Bulg. J. Agric. Sci.* 21(3): 479-484.
- Paray, B.A., I. Kumari, Y.A. Hajam, B. Sharma, R. Kumar, M.F. Albeshr, M.A. Farah, and J.M. Khan. 2021. Honeybee nutrition and pollen substitutes: A review. *Saudi J Biol Sci.* 28(1):1167-1176.
- Pilati, L., and P. Fontana P. 2018. Sequencing the movements of honey bee colonies between the forage sites with the microeconomic model of the migratory beekeeper. pp. 1-20. In: R.E. Rebolledo Ranz (Ed). *Apiculture*. IntechOpen, London.
- Saner, G., S. Engindeniz, B. Tolon, and F. Cukur. 2004. The economic analysis of beekeeping enterprise in sustainable development: The case study of Turkey. *Apiacta* 38: 342-351.
- Sarioğlu-Bozkurt, A., E. Topal, N. Güneş, E. Üçeş, M. Cornea-Cipcigan, İ. Coşkun, and R. Mărgăoan. 2022. Changes in vitellogenin (Vg) and stress protein (HSP 70) in honey bee (*Apis mellifera anatoliaca*) groups under different diets linked with physico-chemical, antioxidant and fatty and amino acid profiles. *Insects* 13(11): 985.
- Sihang, R.C., and M. Gupta. 2013. Testing the effects of some pollen substitute diets on colony build up and economics of beekeeping with *Apis mellifera* L. *J Entomol.* 10(3): 120-135.
- Somerville, D. 2000. Honey bee nutrition and supplementary feeding. Available at: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/117494/honey-bee-nutrition-supplementary-feeding.pdf. (Accessed: 07.08.2022).
- Somerville, D. 2010. Wintering bees. Available at: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/331697/Wintering-bees.pdf. (Accessed: 07.08.2022).
- Thrasylvoulou, A. 1998. Practical apiculture. *Melissokomiki epitheorisi*. Apicultural Review. Thessaloniki, Greece.
- Topal, E., B. Yücel, R. İvgin Tunca, and M. Kösoğlu. 2019. Bal arılarında beslemenin koloni dinamiği üzerine etkileri. *J. Inst. Sci. and Tech.* 9(4): 2398-2408.
- Topal, E., R. Mărgăoan, V. Bay, Ç. Takma, B. Yücel, D. Oskay, and M. Kösoğlu. 2022. The effect of supplementary feeding with different pollens in autumn on colony development under natural environment and *in vitro* lifespan of honey bees. *Insects* 13(7), 588.
- Ullah, A., M.F. Shahzad, I. Jamshaid, and M.S. Baloch. 2021. Nutritional effects of supplementary diets on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L. *Saudi J. Biol. Sci.* 28(12): 6861-6868.
- Vaziritabar, S., and S.M. Esmaeilzade. 2016. Profitability and socio-economic analysis of beekeeping and honey production in Karaj state, Iran. *J. Entomol. Zool. Stud.* 4(4): 1341-1350.
- Vercelli, M., L. Croce, and T. Mancuso. 2020. An economic approach to assess the annual stock in beekeeping farms: The honey bee colony inventory tool. *Sustainability.* 12(21): 9258: 1-14.
- Vrabcová, P., and M. Hájek. 2020. The economic value of the ecosystem services of beekeeping in the Czech Republic. *Sustainability.* 12(23): 10179: 1-11.
- Zalilova, Z.A., A.G. Mannapov, M.T. Lukyanova, and V.A. Kovshov. 2021. Strategies of regional economic and sustainable development: The case of the beekeeping industry. pp. 855-862. In: A.V. Bogoviz (Ed.). *The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems*. Springer, Cham.

Manisa İli Tarım Topraklarının Verimlilik Durumları ile Mikro Element Kapsamlarının Belirlenerek Haritalanması

Nejat ÖZDEN^{1*} 

Ömer SÖKMEN² 

İdris USLU³ 

Sinan ARAS⁴ 

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

* Sorumlu yazar e-mail: nejat.ozden@tarimorman.gov.tr

¹ <https://orcid.org/0000-0002-5508-8877>

² <https://orcid.org/0000-0001-6050-8883>

³ <https://orcid.org/0000-0003-4505-8348>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-7935-9205>

Received (Geliş tarihi): 14.12.2021

Accepted (Kabul tarihi): 14.10.2022

ÖZ: Araştırma, Manisa ili tarım topraklarının verimlilik ve mikro element kapsamını belirlemek, CBS tekniği kullanılarak veri tabanı ve dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla 2014-2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, tarım alanlarını temsil edecek şekilde 2,5 km x 2,5 km aralıklarla 0-20 cm toprak derinliğinden 709 toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; bünye, pH, EC, kireç, organik madde alınabilir fosfor ve potasyum ile mikro element (demir, bakır, çinko ve mangan) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, Manisa ili tarım topraklarının %33,29'unun kumlu tın bünyede, %62,20'sinin hafif alkali, %94,36'sinin tuzsuz, %33,57'sinin orta kireçli, %64,88'inin organik madde içeriği az, %28,21'inde az, %25,39'unda çok yüksek alınabilir fosfor ve %94,07'sinde alınabilir potasyumun fazla olduğu saptanmıştır. Mikro elementler bakımından ise %67,84'ünde demir, %95,35'inde bakır yeterli, %56,84'ünde mangan, %42,59'unda çinko az seviyede bulunmuştur. Toprak parametrelerinin sınıflandırılmasından sonra CBS kapsamında veri tabanı oluşturulmuş ve ters mesafe ağırlık yöntemi kullanılarak toprak dağılım haritaları üretilmiştir.

Anahtar kelimeler: Manisa, bitki besin elementi, veri tabanı, IDW.

Determining and Mapping the Fertility and Micro Element Contents of the Agricultural Soils of Manisa Province

ABSTRACT: This research was carried out to determine the fertility and microelement contents of the agricultural soils of Manisa province and to create a database and distribution maps by using geographic information systems technique between 2014-2017. Within the scope of the research, a total of 709 soil samples, representing agricultural areas, were taken from 0-20 cm soil depth with 2.5 km x 2.5 km grid intervals. In soil samples taken, texture, pH, EC, lime, organic matter, available phosphorus, available potassium microelement (iron, copper, zinc and manganese) analyses were performed. According to the results it was found out that, 33.29% agricultural soils of Manisa had sandy loamy texture, 62.20% was slight alkaline, 94.36% was non saline, 33.57% was medium calcareous, 64.88% had low organic matter, 28.21% had low available phosphorus while 25.39% had very high available phosphorus and 94.07% had high levels of available potassium. In terms of microelements, iron with 67.84% and copper with 95.35% were determined at adequate levels, while manganese with 56.84% and zinc with 42.59% were at low levels. After the classification of soil parameters, a database was created within the GIS environment and soil distribution maps were produced via Inverse Distance Weighted method.

Keywords: Manisa, plant nutrient element, database, IDW.

GİRİŞ

Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, uygun tarım yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkün olabilecektir. Artan nüfus ve gıda gereksinimleri ve bunun sonucunda oluşan pazarın ekonomik değerinin büyüklüğü, bazı çevresel sorunların oluşmasına neden olmakta ve bu çevresel duyarlılık görmezlikten gelinmektedir. Tarımsal üretimde verim üzerine etki eden en önemli faktörlerin başında toprak verimliliği gelmektedir. Bazı koşullarda besin elementi fazlalığı veya yetersizliği bitkiler tarafından diğer besin elementlerinin alınmasına engel olurken, verim ve kaliteyi de olumsuz etkilemektedir. Öte yandan, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, bu özellikler ile topraktaki besin elementleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, yapılacak gübrelemeden en yüksek faydanın sağlanması açısından önemlidir (Tümsavaş ve Aksoy, 2008).

Bitkilerin yaşamları için mutlak gerekli olan bitki besin maddelerini kapsayan elementler, makro ve mikro besin maddeleri olarak ikiye ayrılırlar. Makro besin maddelerinin bitki gelişimi ve verimi üzerine görünür etkilerine bağlı olarak bu maddelerin tarımda kullanımı giderek artmış, bunun sonucunda da özellikle yoğun tarım sistemlerinin uygulandığı alanlarda kirlilik boyutunda birikimler ortaya çıkmıştır. Mikro besin maddeleri ise ülkemiz tarımında yaygın olarak kullanılan ticari gübrelerin yapısında genellikle bulunmadığından, makro besin maddeleri gibi toprağa düzenli bir şekilde verilememektedir (Özyazıcı ve ark., 2016). Ayrıca, verim artışına dayalı tarım sistemlerinin uygulanması, topraktan yıkanma ile oluşan kayıplar, tek yönlü gübre uygulamaları gibi faktörler de toprakta mikro besin maddelerinin yarayışlı miktarlarının azalmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak toprakta makro ve mikro besin maddeleri arasındaki denge giderek bozulmakta, bitkilerin mikro besin elementlerinden yararlanması azalmaktadır. Bu durum yakın gelecekte mikro bitki besin maddesi noksanlıklarının çok daha ciddi boyutlarda karşımıza çıkacağına bir göstergesi olduğundan, tarım topraklarının mikro element kapsamlarının belirlenmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Türkiye topraklarının mikro element

durumu ile ilgili en kapsamlı çalışmaların başında Sungur ve Özuygur (1986) ile Eyüpoğlu ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmalar gelmektedir. Bu araştırmalarda ülke topraklarında en belirgin mikro besin maddesi eksikliğinin çinko elementinin eksikliğinden ileri geldiği, bunu demir ve mangan elementi eksikliğinin takip ettiği, borun genelde normal seviyede olduğu, topraklarda bakır elementi eksikliği veya fazlalığından ileri gelen bir problemin bulunmadığı belirlenmiştir.

Tarım alanlarının verimliliklerinin sürdürülebilmesi için, öncelikle bu alanların özelliklerinin en iyi şekilde tanımlanması, bunun için de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Tarım alanlarının özelliklerinin belirlenip güncelleştirilerek bir veri tabanı oluşturulması, toprak kaynaklarının doğru kullanımına yönelik yeni araştırma projeleri için de ön bilgiler sağlayacaktır. Coğrafi koordinatları belli toprak örnekleri üzerinde yapılacak analizler sonucunda, belirlenen özelliklerin zaman içindeki değişimleri de takip edilerek, tarım alanlarındaki değişimler kontrol altına alınabilecektir. Bilişim teknolojisinde hızlı gelişmelere tanıklık eden çağımızda, her türlü bilgiyi toplamak, işlenebilir hale getirmek ve bilgiyi toplum yararına paylaşmak en önemli değerler olmuştur. Bu anlamda, tüm bilgilerin %80' ini oluşturan harita bilgilerinin elektronik ortamda yönetilmesinde etkin bir araç haline gelen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bugünün ve geleceğin en önemli bilgi teknolojisi sayılmaktadır. Farklı niteliklere sahip toprakların en üretken şekilde kullanılması amaçlandığında çeşitli kullanım türlerinin gereksinimleri dikkate alınarak bir planlamaya gidilmesi zorunludur. Bu nedenle çok karmaşık bir yapıya sahip olan toprakların da bitkiler, hayvanlar ve diğer objeler gibi sınıflandırılması zorunluluğu vardır (Roberts, 1979).

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından yürütülmekte olan ülkesel projenin alt projesi kapsamında sonuçlandırılan bu çalışma ile Manisa ili tarım topraklarının verimlilik ve mikro element durumunun ortaya konması, elde edilen verilerin CBS kapsamında IDW yöntemi

kullanılarak değerlendirilmesi ve haritalanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışma, Manisa ilinde gerçekleştirilmiştir. Manisa ili 27 08' ve 29 05' doğu boylamları ile 38 04' ve 39 58' kuzey enlemleri arasında yer alır. Doğudan Uşak ve Kütahya, Batıdan İzmir, kuzeyden Balıkesir, güneyden Aydın, güneydoğudan Denizli illeri ile çevrilidir (Şekil 1). Yüzölçümü 13.810 km² dir. Yükselti ise 50 metre ile 850 metre arasında değişmektedir. Manisa'da Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri hakimdir. Ovalar ve ovaları çevreleyen vadilerde karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülürken, yüksek dağlık bölgeler ve platolar ile kuzey ve kuzeydoğusundaki dağlar ve platolarda İç Anadolu'nun karasal nitelikli ikliminin etkileri görülür (Anonim, 2022). Araştırmanın ana materyalini oluşturan Manisa ili 5056139 da tarım alanına sahiptir. Tarım arazilerinin; %52,85'i tarla,

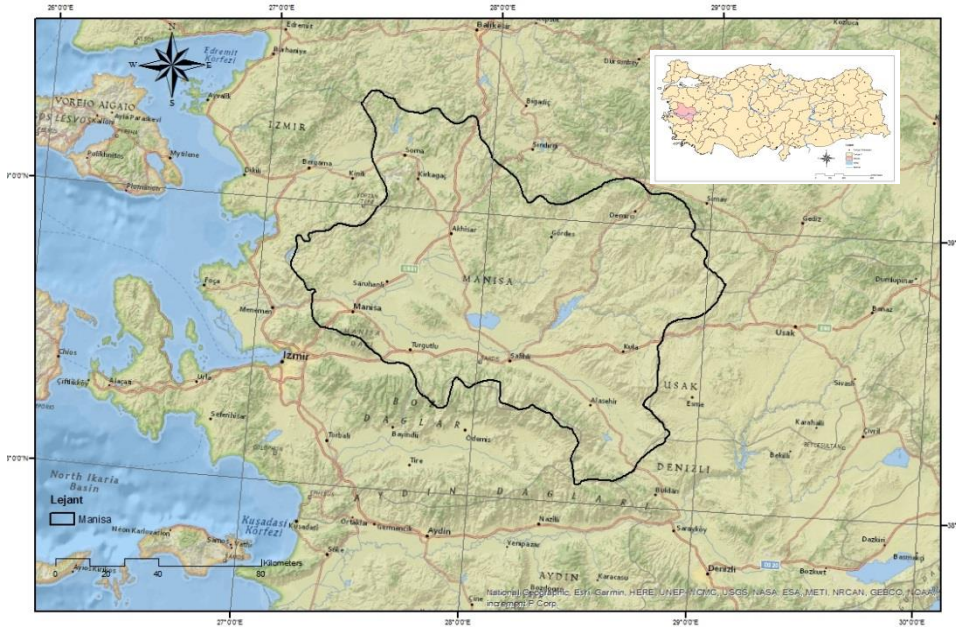
%48,18'i meyve ve %6,56'sı sebze alanıdır (Anonim, 2021).

Metot

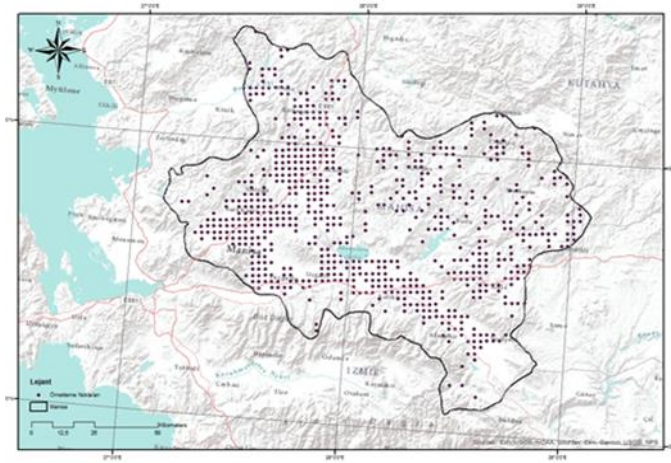
Manisa ili tarım alanlarında toprak örnekleme yapılarak, toprakların verimlilik ve mikro element kapsamını belirlemek ve haritalamak amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma başlıca 3 aşamada yürütülmüştür.

Toprak örnekleme alanlarının belirlenerek örneklerin alınması

Araştırmada alınacak toprak örneği sayısını tespit etmek için, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından sayısal ortama aktarılan 1/25000 ölçekteki toprak haritalarından; sulu tarım, kuru tarım, bağ, bahçe, zeytin, turunçgiller vb. tarım yapılan alanlar dikkate alınarak çalışma alanı belirlenmiştir. Türkiye haritası üzerinde 2.5 km x 2.5 km'lik gridler oluşturulmuş ve tarım alanlarına düşen noktalar seçilerek, Manisa ili için 709 örnek sayısı tespit edilmiştir (Şekil 2).



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



Şekil 2. 2.5 km x 2.5 km grid sistemine göre toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar.
Figure 2. Locations of the soil samples taken according to 2.5 km x 2.5 km grid system.

Koordinatları önceden belirlenmiş olan noktalara GPS ile gidilerek, toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınmış ve polietilen torbalara konularak örnek numarası yazılmak suretiyle etiketlenmiştir. Örnekleme noktalarının yer koordinatları ve deniz seviyesinden yükseklikleri ile diğer arazi bilgileri de oluşturulan arazi bilgi formuna işlenmiştir.

Toprak örneklerinde laboratuvar analizleri

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, temiz ambalaj kâğıtlarına serilerek, taş ve bitki parçacıkları ayıklanmış ve havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar tahta tokmaklarla dövülerek 2 mm'lik çelik elekten geçirilmiş, analizler için gerekli miktarlar polietilen kutulara konularak etiketlenmiş, kalan toprak örnekleri usulüne uygun olarak arşivlenmiştir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin; kum, kil ve silt yüzdeleri, Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951); toprak reaksiyonu (pH), saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile tayin edilmiştir (Soil Survey Staff, 1992). Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, saturasyon çamurunda ekstrakta kondaktivite cihazı ile ölçülmesiyle (Soil Survey Staff, 1992); kireç (CaCO₃) içerikleri, Scheibler kalsimetresi ile volümetrik metotla (Soil Survey Staff, 1992); organik madde, modifiye Walkley-Black yöntemiyle saptanmıştır (Jackson,

1958). Alkalin ve nötr karakterli toprakların fosfor içerikleri Olsen (1954) yöntemine göre, asit karakterli toprakların fosfor içerikleri ise Bray ve Kurtz (1945) yöntemine göre, alınabilir mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) miktarları, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, DTPA ile ekstrakte edilerek ICP cihazında belirlenmiştir (Kacar, 2016).

Veri tabanı oluşturma ve haritalama

Projenin üçüncü aşamasında; birinci ve ikinci aşama sonuçlarında elde edilen veriler CBS ortamında değerlendirilmiş, analiz edilmiş, veri tabanı oluşturulmuş ve haritalanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda değişik toprak özelliklerine ait analiz sonuçları aşağıda belirtilen aşamalardan geçirilerek sonuç haritaları üretilmiştir. Bu amaçla öncelikle; çalışma alanına ait temel coğrafi veriler (sayısal yükseklik modeli, eğim, il sınırları, ilçe sınırları, yollar, yerleşim yerleri, su kaynakları) ile bazı görsel yorumlamalarda kullanılmak üzere ArcGIS ortamında veri tabanı oluşturulmuştur. Toprak analizleri sonucunda elde edilen bilgiler, arazi çalışmaları sırasında elde edilen konumsal bilgilerle ilişkilendirilmek suretiyle her gözlem noktasına ait analiz sonuçlarını içeren dosyalar elde edilmiştir. Öznitelik tablolarında bulunan ve her bir noktaya ait toprak analiz sonuçlarını içeren veriler ayrı ayrı ele alınarak ArcGIS programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Noktasal özellikte olan toprak analiz sonuçları, ölçülmüş değerlerden yola çıkarak ölçülmemiş noktaların tahmin edilmesi için kullanılan “Inverse Distance Weighting (IDW)” doğrusal olmayan enterpolasyon teknikleri kullanılarak haritalandırılmıştır. IDW; bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar gözetilerek ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesap edilir. Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemde verilen genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmektedir. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır. IDW, deterministik bir yöntemdir (Korkmaz ve ark., 2008; Doğan ve ark., 2013). Ağırlıklı hareketli ortalama enterpolasyon için yaygın kullanılan bir yaklaşımdır. Farklı ağırlıklı fonksiyonların çeşitleri kullanılmış fakat IDW, CBS sistemlerindeki en ortak form olmuştur. IDW tam bir ara değer

üreticisidir. Öyle ki verilerin değerlerini pekiştirir. IDW tahmincisi aşağıdaki gibidir (Loyd, 2007; Demircan ve ark., 2011);

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

Tahminlerin yapıldığı X_0 lokasyonu, komşu ölçümleri n 'nin bir fonksiyonudur ($z(X_{0i})$ ve $i=1,2,\dots,n$); r gözlemlerin her birinin atanmış aralığını belirleyen üstür ve d gözlem lokasyonu X_i ile tahmin lokasyonu X_0 'ı ayıran mesafedir. Üs büyüdükçe, tahmin lokasyonundan uzak mesafedeki gözlemlerin atanmış ağırlığı küçülür. Üssün artması, tahminlerin en yakınındaki gözlemlere çok benzediğini gösterir (Demircan ve ark., 2011).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Manisa ili tarım topraklarından alınan toprak örneklerinin verimlilik ve mikro element analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1 ve 3'de, incelenen toprak özelliklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması ise Çizelge 2 ve 4'te verilmiştir.

Çizelge 1. Manisa ili tarım topraklarının verimlilik yönünden tanımlayıcı istatistikleri.

Table 1. Descriptive statistics of Manisa agricultural lands in terms of fertility.

	Kum (%) Sand (%)	Silt (%) Silt (%)	Kil (%) Clay (%)	pH pH	EC (dS m ⁻¹) EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%) CaCO ₃ (%)	Org. Madde (%) Org. Matter (%)	Alın. Fosfor (kg da ⁻¹) Available Phosphorus (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Alın. Potasyum (kg da ⁻¹) Available Potassium (kg K ₂ O da ⁻¹)
En Düşük Lowest	10,56	2,00	1,28	4,62	0,01	0,01	0,52	0,30	23,18
En Yüksek Highest	96,36	71,00	57,28	8,38	8,35	45,07	5,01	66,82	550,03
Ortalama Average	52,88	24,19	22,93	7,47	0,84	7,71	1,67	9,76	126,32
Basıklık Kurtosis	0,004	0,900	0,405	1,60	3,81	1,83	1,74	2,79	1,60
Çarpıklık Skewness	-0,630	1,737	-0,455	3,06	21,68	3,38	6,79	9,48	3,33
Ortanca Median	52,40	23,28	22,05	7,61	0,61	5,05	1,60	6,30	105,71
Std. Sapma Std. Deviation	16,21	8,81	11,81	0,57	0,77	9,11	0,63	10,60	84,18
Varyans Variance	262,92	77,54	139,48	0,32	0,59	83,03	0,40	112,42	7087
Değ. Kat. Coefficient of Variation	30,65	36,42	51,50	7,63	91,67	118,16	37,72	108,61	66,64

Çizelge 2. Manisa ili tarım topraklarının temel verimlilik parametreleri yönünden sınıflandırılması.

Table 2. Classification of Manisa agricultural lands in terms of basic fertility parameters.

Toprak özellikleri Soil properties	Sınır değer Limit value	Değerlendirme Evaluation	Örnek sayısı Sample counts	%
Bünye Texture	-	Kum	7	0,99
	-	Tınlı Kum	37	5,22
	-	Kumlu Tın	236	33,29
	-	Tın	81	11,42
	-	Siltli Tın	9	1,27
	-	Silt	-	-
	-	Kumlu Killi Tın	138	19,46
	-	Killi Tın	138	19,46
	-	Siltli Killi Tın	1	0,14
	-	Kumlu Kil	2	0,28
-	Siltli Kil	1	0,14	
-	Kil	59	8,32	
pH	<4,5	Kuvvetli asit	-	-
	4,5-5,5	Orta asit	8	1,13
	5,5-6,5	Hafif asit	48	6,77
	6,5-7,5	Nötr	212	29,9
	7,5-8,5	Hafif alkali	441	62,2
	8,5<	Kuvvetli alkali	-	-
EC (dSm ⁻¹)	<2	Tuzsuz	669	94,36
	2-4	Hafif tuzlu	31	4,37
	4-8	Tuzlu	8	1,13
	8-16	Çok tuzlu	1	0,14
	16<	Aşırı tuzlu	-	-
CaCO ₃ (%)	<1	Az kireçli	193	27,22
	1-5	Kireçli	161	22,71
	5-15	Orta kireçli	238	33,57
	15-25	Fazla kireçli	73	10,3
	25<	Çok fazla kireçli	44	6,2
Alınabilir fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹) Available Phosphorus (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	0-3	Çok az	139	19,61
	3-6	Az	200	28,21
	6-9	Orta	137	19,32
	9-12	Yüksek	53	7,47
	12<	Çok yüksek	180	25,39
Alınabilir potasyum (kg K ₂ O da ⁻¹) Available Potassium (kg K ₂ O da ⁻¹)	<20	Az	-	-
	20-30	Orta	6	0,85
	30-40	Yeterli	36	5,08
	40<	Yüksek	667	94,07
Organik madde (%) Organic Matter (%)	<1	Çok az	85	11,99
	1-2	Az	460	64,88
	2-3	Orta	144	20,31
	3-4	İyi	15	2,12
4<	Yüksek	5	0,7	

Çizelge 3. Manisa ili tarım topraklarının mikro element yönünden tanımlayıcı istatistikleri.
Table 3. Descriptive statistics of Manisa agricultural lands in terms of microelements.

	Mikro elementler (mg kg ⁻¹) Micro elements (mg kg ⁻¹)			
	Fe	Cu	Zn	Mn
En Düşük Lowest	1,20	0,01	0,01	0,76
En Yüksek Highest	361,80	30,20	21,25	332,61
Ortalama Average	21,14	2,34	0,86	19,41
Basıklık Kurtosis	3,81	3,85	7,70	4,54
Çarpıklık Skewness	17,30	19,80	86,92	25,38
Ortanca Median	7,00	1,31	0,41	9,17
Std. Sapma Std. Deviation	40,41	3,31	1,53	34,44
Varyans Variance	1633,00	10,94	2,34	1186,38
Değ. Kat. Coefficient of Variation	191,15	141,45	177,91	177,43

Çizelge 4. Manisa ili tarım topraklarının mikro elementler yönünden sınıflandırılması.
Table 4. Classification of Manisa agricultural lands in terms of micro elements.

Toprak özellikleri Soil properties	Sınır değer Limit value	Değerlendirme Evaluation	Örnek sayısı Sample counts	%
Fe (DTPA) (mg kg ⁻¹)	<2,5	Noksan	76	10,72
	2,5-4,5	Noksanlık görülebilir	152	21,44
	4,5<	İyi	481	67,84
Cu (DTPA) (mg kg ⁻¹)	<0,2	Yetersiz	33	4,65
	0,2<	Yeterli	676	95,35
	<0,2	Çok Az	169	23,84
Zn (DTPA) (mg kg ⁻¹)	0,2-0,7	Az	302	42,59
	0,7-2,4	Yeter	187	26,38
	2,4-8	Fazla	48	6,77
	8<	Çok Fazla	3	0,42
	<4	Çok Az	92	12,98
Mn (DTPA) (mg kg ⁻¹)	4-14	Az	403	56,84
	14-50	Yeter	155	21,86
	50-170	Fazla	49	6,91
	170<	Çok Fazla	10	1,41

Normal dağılımda simetrikliğin bozulma derecesine çarpıklık (skewness) denir (Yıldız ve ark., 1998). Çizelge 1 ve 3'te verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; kum, silt ve kil dışındaki özelliklerin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği saptanmıştır. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen toprak özelliklerinin sola doğru bir asimetric yapı ile normal dağılımdan uzaklaştığını göstermektedir. Bu durum, birçok toprak özelliklerine ait değişkenlik

katsayılarının yüksek bulunmasıyla da desteklenmektedir. Wilding (1985) ile Mulla and Mc Bratney (2001) toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (>%35) olarak sınıflandırmaktadırlar.

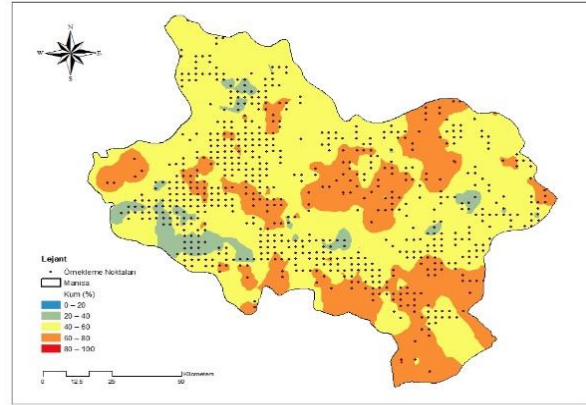
Bu araştırmada, incelenen toprak özelliklerinde pH düşük, kum bünyenin orta, diğer toprak özelliklerle-

rinin ise yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin mikro elementlerden demir (%191,15) olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Literatürde birçok araştırmacı toprak özelliklerinin değişkenlik katsayısına göre düşük, orta ve yüksek değişkenlikler gösterdiğini (Erşahin, 1999; Sağlam, 2008; Özyazıcı ve ark., 2011; Sağlam, 2013; Dengiz ve ark., 2015) bildirmektedir.

Toprak tekstürü (bünyesi), birim toprak kütleli içerisinde kum, silt ve kil miktarlarının oransal durumunu ifade eder. Tekstür, toprağın en az değişikliğe uğrayan ve toprağın genel davranış özellikleri hakkında bilgiler içeren en önemli fiziksel özelliğidir. Bünye birçok toprak özelliği hakkında doğrudan veya dolaylı olarak tahminler yapılmasında katkı sağlar. Toprakta suyun tutulması ve hareketi, havalanma özelliklerini, plastiklik durumunu, kıvam limitlerini, toprakta agregat oluşumu ve stabilitesini, erozyona karşı direncini, toprağın işlenebilirliğini ve besin elementi rezervini önemli derecede etkiler (Brady and Weil, 2008).

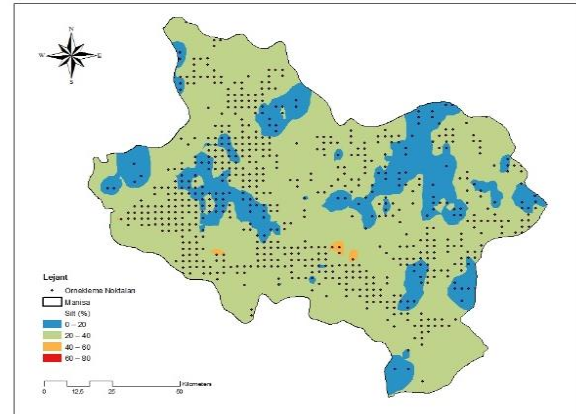
Araştırma alanı topraklarında kum %10,56-96,36, silt %2,00-71,00 ve kil ise %1,28-57,28 arasında değişmekte olup %33,29'unun kumlu tın, %19,46'sının kumlu killi tın ve aynı oranda killi tın bünyede olduğu belirlenmiştir (Şekil 3, 4 ve 5). Kaba bünyeli topraklarda hem azot eksikliği hem de ürün miktarında düşüşler gözlemlenebilir. Araştırma topraklarının yaklaşık üçte birinin kaba bünyeli olduğu göz önüne alındığında, toprakların organik madde miktarının artırılması gereklidir. Erdal ve ark. (2013) Orta Gediz Havzasında tarımsal amaçlı ekolojik zonların belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, 0-20 cm derinlikten alınan toprakların saturasyon yüzdesine göre yapılan sınıflandırmasında %68,60'nın tınlı, %31,40'nın killi tınlı bünyeye sahip olduğunu saptamışlardır. Aksu (2008) Manisa Merkez, Saruhanlı, Salihli, Alaşehir ve Çal ilçelerindeki bağ topraklarının beslenme durumuna yönelik yaptığı çalışmada, toprakların kum kapsamının %11,94-79,85 arasında, silt kapsamının %5,56-54,24

arasında, kil kapsamının ise %9,33-56,61 arasında değiştiğini tespit etmiştir.



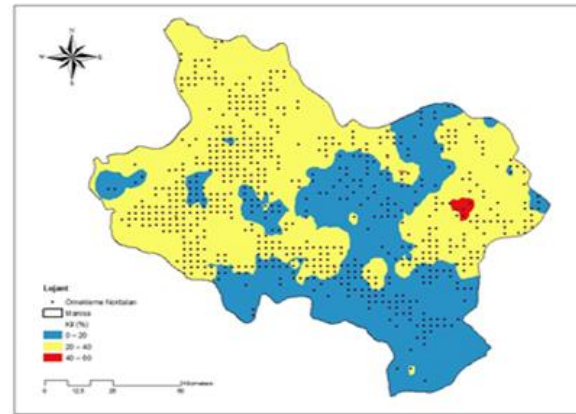
Şekil 3. Manisa ili tarım topraklarının kum değerlerine ait değişim haritası.

Figure 3. Map of the sand levels of Manisa agricultural lands.



Şekil 4. Manisa ili tarım topraklarının silt değerlerine ait değişim haritası.

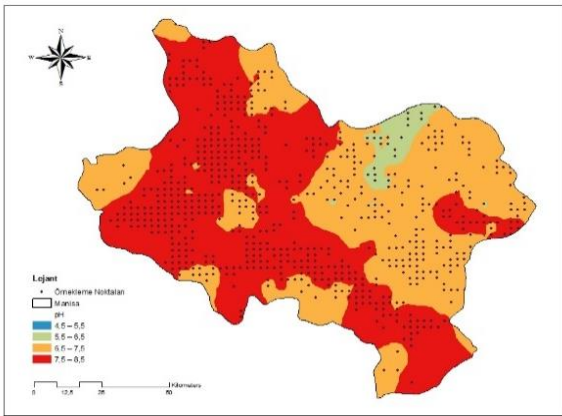
Figure 4. Map of the silt levels of Manisa agricultural lands.



Şekil 5. Manisa ili tarım topraklarının kil değerlerine ait değişim haritası.

Figure 5. Map of the clay levels of Manisa agricultural lands.

Toprak verimliliğini tayin eden en önemli faktörlerden birisi de toprak reaksiyonu olup, topraktaki tüm kimyasal, biyolojik ve fiziksel süreçler ile toprak özellikleri üzerinde çok sayıda önemli role sahiptir (Brady and Weil, 2008; Sağlam, 2008). Toprak reaksiyonu toprak verimliliği açısından; bitki gelişimi, besin elementlerinin elverişliliği, bitki besin elementlerinin alımı ve gübreleme etkinliği, fiksasyon, toprak mineralleri ve toprak canlıları üzerine doğrudan veya dolaylı olarak etki etmektedir. İncelenen topraklarda pH 4,62-8,38 arasında değişmekte olup, toprakların %62,2'sinin hafif alkali karakterde olduğu saptanmıştır (Şekil 6). pH derecesi hafif alkali olan araştırma alanı topraklarında alkaliliğin nedenlerine göre, drenaj kanalları açma, su ile yıkama, toprağa kükürt ve jips verme gibi yöntemlerle toprak reaksiyonu iyileştirilebilir. Erdal ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, 0-20 cm derinlikten alınan toprakların pH sınıflandırmasında %53,62'sinin nötr, %37,76'sının hafif alkali karakterde olduğunu belirlemişlerdir. Yağmur ve Okur (2018), Ege Bölgesi Salihli İlçesi bağ plantasyonlarının verimlilik durumları ve ağır metal içeriklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada toprak pH'sını hafif alkali karakterde arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Turgutlu bağ topraklarının pH değerlerinin hafif alkali reaksiyona sahip olduğu belirtilmiştir (Tepecik ve ark., 2014).

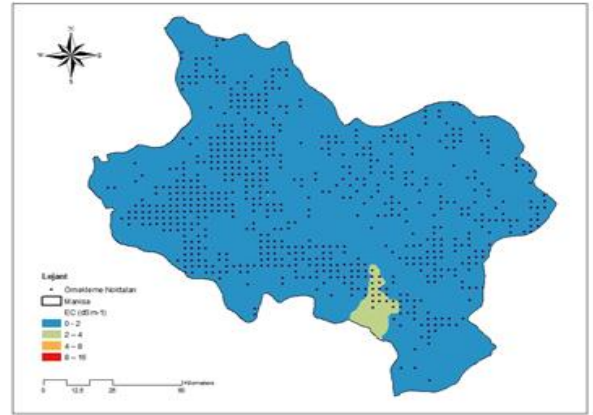


Şekil 6. Manisa ili tarım topraklarının pH değerlerine ait değişim haritası.

Figure 6. Map of the pH levels of Manisa agricultural lands.

Bitki besin maddelerinin azlığı kadar fazlalığı da bitkilere zararlı olmakta ve belirli bir düzeyden fazla olması halinde bitkiler çimlenememekte,

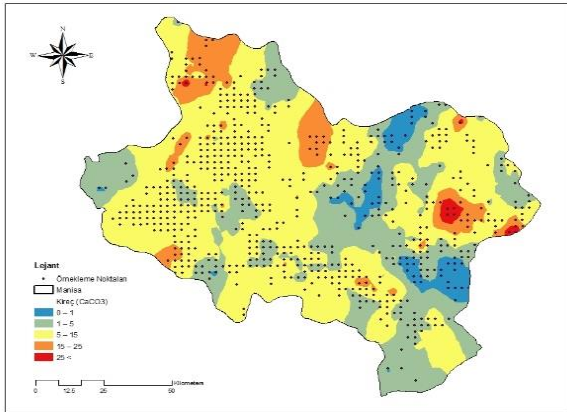
kurumakta ve ölmektedirler. Bunun en belirgin örneği toprağın toplam eriyebilir tuz miktarının fazla olduğu durumlarda görülür. Toprakta tuz miktarı 100 g toprakta 150 mg'ın üzerine çıktığı zaman bitki gelişimini engeller (Altınbaş ve ark., 2004). Araştırma alanı topraklarında EC 0,01-8,35 dS m⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %94,36'sının tuzsuz olduğu bulunmuştur (Şekil 7). Ateş ve ark. (2016), Alaşehir İlçesinde sultani çekirdeksiz üzüm yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada topraklarda; tuz değerleri bakımından bağ yetiştiriciliği için sınırlayıcı bir faktör olarak bulunmadığını saptamışlardır.



Şekil 7. Manisa ili tarım topraklarının EC değerlerine ait değişim haritası.

Figure 7. Map of the EC levels of Manisa agricultural lands.

Kireç, kil, kum ve humus toprağın katı kısmını oluşturan dört ana unsurdur. Topraklarda kireç genellikle kalsiyum karbonat veya dolomit kireci halinde bulunur. Topraktaki kireç, yağışlar ve sulama suyunun eritme etkisi ile çözünerek kalsiyum ve karbonat veya bikarbonat şeklinde iyonlara ayrılır. Bu iyonların toprak ortamında veya sulama suyunda fazla bulunması bitki beslenmesi bakımından (özellikle demir, çinko ve fosfor elverişliliği) büyük problemler meydana getirmektedir. Araştırma alanı topraklarında kireç (CaCO₃) %0,01-45,07 arasında değişmekte olup, toprakların %37,57'sinin orta kireçli, %27,22'sinin az kireçli ve %22,71'inin kireçli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Erdal ve ark. (2013), Orta Gediz Havzasında 0-20 cm derinlikten alınan toprakların kireç (CaCO₃) sınıflandırmasında %50,14'ünün orta kireçli, %45,78'inin kireçli olduğunu belirlemişlerdir.



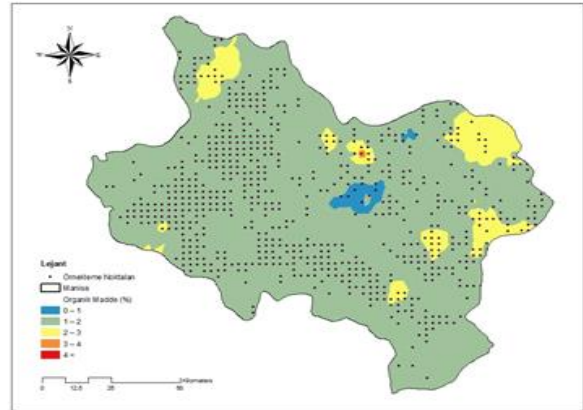
Şekil 8. Manisa ili tarım topraklarının kireç (CaCO_3) değerlerine ait değişim haritası.

Figure 8. Map of the lime levels (CaCO_3) of Manisa agricultural lands.

Organik madde bitkiler için önemli bir besin maddesi kaynağıdır. Topraktaki azotun %90'dan fazlasının toprak organik maddesinde bulunması nedeniyle, organik maddenin besin kaynağı işlevi ile azot açısından ayrı bir önem taşımaktadır (Altınbaş ve ark., 2004). Araştırma alanı topraklarında organik madde %0,52-5,01 arasında değişmekte olup, toprakların %64,88'inde az seviyede organik madde içerdiği saptanmıştır. (Şekil 9). Organik madde toprak verimliliğini, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Azaltılmış toprak işleme, zamanında ve yeterli azotlu gübreleme, yeşil gübreleme ya da yanmış ahır gübresi uygulamalarıyla toprağın organik madde miktarı artırılabilir. Manisa Salihli ve Alaşehir ilçelerinde Sultani Çekirdeksiz Üzüm yetiştiriciliği yapılan bağ topraklarındaki organik madde düzeyinin % 0,70-2,48 olarak değişim gösterdiği belirtilmiştir (Tepecik ve ark., 2015).

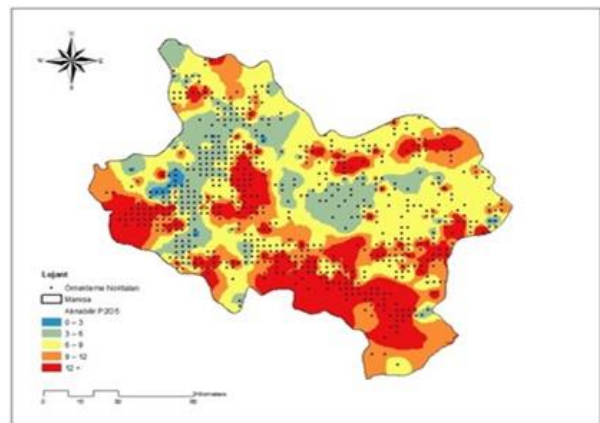
Toprak fosforunun en önemli kaynağı birincil minerallerdir. Birincil minerallerin aşınma ve parçalanması ile serbest hale geçen fosforun bitkiler tarafından alınması ve asimilasyonu ile fosfor organik maddeye bağlanır. Organik materyalin çeşitli dönüşümler sonundan toprağa geçmesi ile toprakta organik fosfor fraksiyonu oluşur. Bu formdaki fosforun bitkiye yararlı hale geçmesi ancak organik maddenin parçalanması ile olasıdır. Ancak, organik fosfor bileşikleri yavaş parçalanmış bileşiklerdir. Sıcaklık ve pH, toprak organik

fosforunun parçalanmasında önemli iki etmendir. Yapılan çalışmalarda toprak pH'sı arttıkça organik fosforun azaldığı belirlenmiştir (Thompson, 1950). Bitki açısından fosfor; kök gelişimi, bitki olgunlaşması, erken tohum teşekkülü, döllenme ile hastalık ve zararlılara karşı direnci arttırdığından büyük önem arz eden bir besin elementidir (Bilen ve Sezen, 1993). İncelenen topraklarda bitkiler tarafından alınabilir fosfor 0,30-66,82 kg da^{-1} arasında değişmekte olup, toprakların %28,21'inde az, %25,39'unda fosforun çok yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 10). Erdal ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, 0-20 cm derinlikten alınan topraklardaki alınabilir fosfor miktarını %41,61 düzeyinde yüksek olarak belirlemişlerdir.



Şekil 9. Manisa ili tarım topraklarının organik madde değerlerine ait değişim haritası.

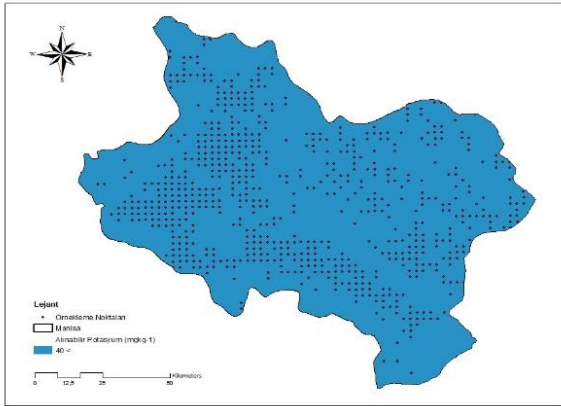
Figure 9. Map of the organic matter levels of Manisa agricultural lands.



Şekil 10. Manisa ili tarım topraklarının alınabilir fosfor değerlerine ait değişim haritası.

Figure 10. Map of the available phosphorus levels of Manisa agricultural lands.

Bitkiler tarafından en çok alınan elementler arasında ikinci sırada yer alan potasyum, toprakta da en fazla bulunan bitki besin elementleri arasında yer alır ve yer kabuğunun yaklaşık %2,5'ini oluşturur. Toprakların potasyum kapsamaları, bünyelerine bağlı olarak geniş sınırlar arasında değişim göstermektedir. Potasyum, bitki büyümesi ve çoğalmasını sürdürmek için ihtiyaç duyulan hemen hemen tüm süreçlerde gereklidir. Ayrıca, büyüyen bitkilerin genel sağlığını iyileştirdiğinden ve hastalıklara karşı savaşmalarına yardımcı olduğundan, “kaliteli” besin maddesi olarak bilinir. Araştırma alanı topraklarında bitkiler tarafından alınabilir potasyum 23,18-550,03 kg da⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %94,07'sinde potasyumun yeterli düzeyin üstünde olduğu bulunmuştur (Şekil 11). Erdal ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, 0-20 cm derinlikten alınan topraklardaki alınabilir potasyum miktarını %86,10 düzeyinde fazla olarak saptamışlardır.



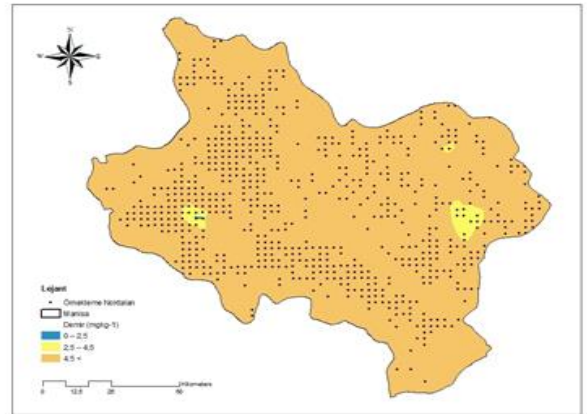
Şekil 11. Manisa ili tarım topraklarının alınabilir potasyum değerlerine ait değişim haritası.

Figure 11. Map of the available potassium levels of Manisa agricultural lands.

Mikro elementler, gerek topraklarda gerekse bitkilerde çok küçük miktarlarda bulunurlar, varlıkları ancak milyonda kısım olarak (ppm) ifade edilebilir. Topraktaki yarayışlı ve bitkideki miktarları çok düşük olmalarına rağmen eksiklikleri söz konusu ise tarımsal üretimin düşmesine yol açarlar. Bitkisel üretimle, topraktan bir yılda sömürülen mikro element miktarı, topraktaki toplam mikro element miktarının çok küçük bir kısmını oluşturur. Bu oran %1'den daha azdır. Bitkilerde çok yoğun olarak

mikro element eksiklik belirtileri görüldüğü durumlarda bile topraktaki toplam mikro element miktarları oldukça yüksek ve bitki gereksiniminin üzerindedir. Tarım topraklarında, toplam mikro element eksikliğinden kaynaklanan ve temel eksiklik diye tanımlanan eksikliğe pek rastlanmaz, ancak, yıkanmanın çok ciddi boyutlarda görüldüğü kumlu topraklarda ve bazı peat topraklarda bu durum görülebilir (Eyüpoğlu ve ark., 1996).

Topraklarda demir elementi (Fe), genelde yüzeyde oksit ve hidroksit şeklinde bulunur. Fakat toprağın organik madde bölümünde genelde şelatları şeklinde bulunur. Hem mineral ve hem de demirin organik bileşikleri toprakta kolayca dönüşür ve organik maddenin demir oksitlerin oluşumu üzerine etkileyici rolü vardır. Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre demir elementi miktarı 1,20-361,80 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup, toprakların %67,84'ünde demirin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 12). Eyüpoğlu ve ark. (1996), Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler bakımından genel durumunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada Manisa ili topraklarının %42,42'sinde < 4,5 mg kg⁻¹, %45,25'ini 4,5-9 mg kg⁻¹, %12,12'sini ise >9 mg kg⁻¹ değerlerinde bulmuşlardır.

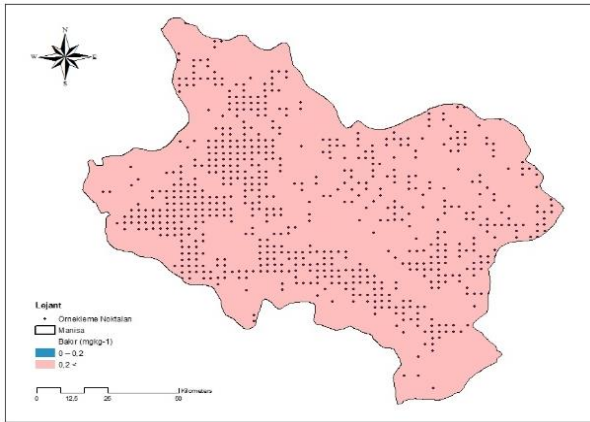


Şekil 12. Manisa ili tarım topraklarının demir değerlerine ait değişim haritası.

Figure 12. Map of the iron levels of Manisa agricultural lands.

Bakır toprakta en az mobil ağır metal olmasına rağmen, bu metal toprağın tüm tip çözeltilerinde, kompleksleşmiş iyonlar şeklinde ve serbest olarak çok bulunan bir metaldir. Araştırma alanı

topraklarının analiz sonuçlarına göre bakır miktarı $0,01-30,20 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekte olup, toprakların %95,35'inde bakırın yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 13). Eyüpoğlu ve ark. (1996), Manisa ili topraklarının %9,09'unda $0,8-1,0 \text{ mg kg}^{-1}$, %48,48'inde $1,0-1,6 \text{ mg kg}^{-1}$, %18,18'inde $1,6-2,2 \text{ mg kg}^{-1}$, %6,06'sında $2,2-3,0 \text{ mg kg}^{-1}$, %12,18'sinde ise $1,0-1,6 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında belirlemiştir.



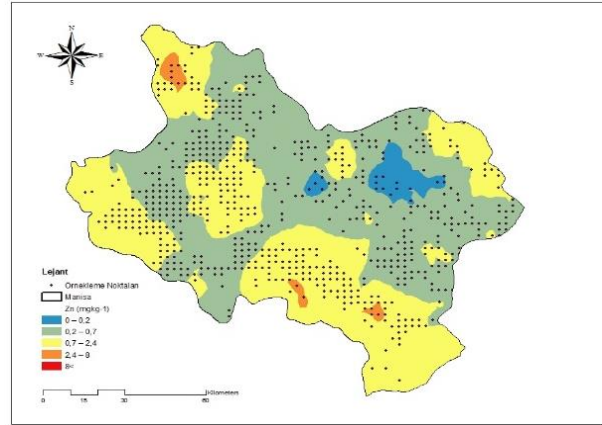
Şekil 13. Manisa ili tarım topraklarının bakır değerlerine ait değişim haritası.

Figure 13. Map of the copper levels of Manisa agricultural lands.

Çinko çinko sülfat şeklindedir. Fakat silikatlarda Mg^{2+} ile yer değiştirdiği bilinir. Havalanma işlemleri sırasında özellikle asit oksitleyici çevrelerde çinko mineralinin çözünmesiyle mobil Zn^{2+} oluşur. Fakat çinko mineral ve organik maddelerce kolayca adsorbe olur ve böylece tüm toprak çeşitlerinde yüzeyde çinko birikimi gözlenir (Bakircioğlu 2009). Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına göre çinko miktarı $0,01-21,25 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekte olup, toprakların %42,59'unda çinkonun az düzeyde olduğu saptanmıştır (Şekil 14). Eyüpoğlu ve ark. (1996), Manisa ili topraklarının %57,58'inde $<0,5 \text{ mg kg}^{-1}$, %33,33'ünde $0,5-1,0 \text{ mg kg}^{-1}$, %6,06'sında $1,0-1,5 \text{ mg kg}^{-1}$, %3,03'ünde ise $1,5-2,0 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında bulmuşlardır.

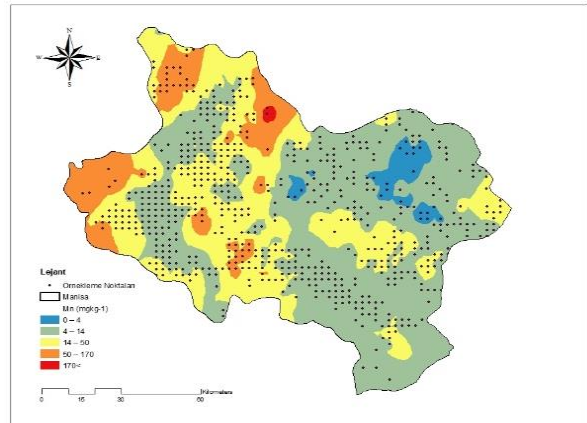
Mangan elementi (Mn), toprak çözeltilerinde çok sayıda basit ve kompleks iyonları şeklinde olabilir. Bütün Mn bileşikleri toprak için önemlidir. Araştırma alanı topraklarının analiz sonuçlarına

göre mangan miktarı $0,76-332,61 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekte olup, toprakların %56,84'ünde manganın az düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 15). Eyüpoğlu ve ark. (1996), Manisa ili topraklarının %9,09'unda $5-10 \text{ mg kg}^{-1}$, %72,72'sinde $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$, %18,19'unda ise $>20,0 \text{ mg kg}^{-1}$ değerlerinde saptamışlardır.



Şekil 14. Manisa ili tarım topraklarının çinko değerlerine ait değişim haritası.

Figure 14. Map of the zinc levels of Manisa agricultural lands.



Şekil 15. Manisa ili tarım topraklarının mangan değerlerine ait değişim haritası.

Figure 15. Map of the manganese levels of Manisa agricultural lands.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre; Manisa ili tarım topraklarının genellikle kumlu tın bünyeli, hafif alkali karakterde, tuzluluk problemi bulunmayan, az-orta kireçli arasında, düşük organik madde içeriğine sahip, alınabilir fosfor ve potasyum

içeriğinin yüksek olduğu saptanmıştır. Mikro elementler bakımından ise demir ve bakır bakımından yeterli, çinko ve mangan bakımından ise çoğunlukla düşük düzeyde belirlenmiştir.

Toprak, insanoğlunun sahip olduğu en önemli varlıkların başında gelmektedir. Tarımsal üretimin temeli topraktır. Hayvansal ve bitkisel üretimi oluşturan tüm maddeler topraktan sağlanır. Tarımda istenilen miktar ve kalitede ürünün elde edilmesinin birinci şartı, toprak verimliliğinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini arttırmada en önemli faktörlerden biri ise bitki besin elementleridir. Gübreleme amacıyla tarım alanlarına uygulanan bitki besin maddeleri, doğru yöntemlerle ve yeterli miktarlarda uygulandıkları takdirde toprak kirliliğine neden olmazlar. Ancak, bitki ihtiyacının çok üzerinde uygulanan ve topraktan kolayca uzaklaştırılmayan bazı besin maddeleri, diğer besin maddelerinin alınmasını engelledikleri için kirletici unsur olabilirler. Ülkemiz genelinde, ekonomik anlamda tarımsal üretimin yapıldığı yörelerde aşırı ve bilinçsiz gübreleme uygulaması yanında, azot, fosfor ve potasyum gübrelemesine

dayalı tek yönlü gübreleme, toprakta ve bitkide mikro besin maddesi açlıklarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle toprakların özelliklerini saptamadan yapılan tarımdan büyük fayda sağlanamaz. Tarımın ve sanayiinin başarılı olması veya geleceğe yönelik planlamaların doğru yapılabilmesi için ilk önce eldeki materyalin çok iyi tanınması gerekmektedir. Sonuçta bu araştırma, Manisa ili tarım topraklarının özelliklerinin iyi tanınması, tarımın ve gerektirdiği girdilerin planlanmasında büyük fayda sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/TSKAD/13/A13/P07/01-01 numaralı “İzmir, Manisa ve Aydın İlleri Tarım Topraklarının Bitki Besin Maddesi ve Potansiyel Toksik Element Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması” isimli projeden elde edilen verilerle hazırlanmıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aksu, A. 2008. Ege Bölgesinde yaygın bağcılık yapılan alanlarda tuzluluk, bor toksitesi problemlerinin ve beslenme durumunun belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Ankara.
- Altınbaş, Ü., M. Çengel, H. Uysal, B. Okur, Y. Kurucu ve S. Delibacak. 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 557. Bornova, İzmir.
- Anonim. 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim <https://www.tuik.gov.tr>
- Anonim. 2022. Manisa Coğrafyası. Erişim https://www.manisa.bel.tr/s23_manisa-cografyasi.aspx
- Ateş, F., F. Kuştutan, Ö. Merken ve S. Yüksel. 2016. Alaşehir ilçesinde (Manisa) sultani çekirdeksiz üzüm yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 4 (1):31–36.
- Bakırcıoğlu, D. 2009. Toprakta makro ve mikro element tayini. Doktora tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Bilen, S. ve Y. Sezen. 1993. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24(2): 156-166.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43: 434-438.
- Brady, N. C., and R. R. Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. 14.th ed., Upper Saddle River. NJ. ISBN 13-978-0-13-227938-3. Prentice Hall.
- Bray, R. H., and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- Demircan, M., İ. Alan ve S. Şensoy. 2011. Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. 18-22 Nisan 2011. Ankara.
- Dengiz, O., M. A. Özyazıcı ve M. Sağlam. 2015. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. *Paddy and Water Environment* 13(1): 1-10.
- Doğan, H. M., D. S. Yılmaz ve O. M. Kılıç. 2013. Orta Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* (6): 46-54.

- Erdal, Ü., Ö. Sökmen, N. Özden, S. Göçmez, L. Bilir, F. Metinoğlu ve K. Üner. 2013. Orta Gediz havzasında tarımsal amaçlı ekolojik bölgelendirme. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Proje Sonuç Raporu. UTAEM 2013-01. Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü. Menemen-İzmir.
- Erşahin, S. 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(19): 34-41.
- Eyüpoğlu, F., N. Kurucu ve S. Talaz. 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Ankara.
- Jackson, M. L. 1958. Toprak Kimyasal Analizi. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. NJ.
- Kacar, B. 2016. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri. Nobel Yayıncılık. Ankara.
- Korkmaz Başel, E. D., K. Çakın ve A. Satman. 2008. Türkiye'nin yeraltı sıcaklık haritası ve tahmini ısı içeriği. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. İstanbul.
- Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA micronutrient soil test. Soil Science Society of American Proceeding 35: 600-602.
- Lloyd, C. D. 2007. Local Models for Spatial Analysis. CRC Press.
- Mulla, D. J., and A. B. McBratney. 2001. Soil spatial variability. pp. 343-374. In: A.W. Warrick (Ed.). Soil Physics Companion. CRC Press. USA.
- Olsen, S. R. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils By Extraction with Sodium Bicarbonate. No: 939. US Department of Agriculture.
- Özyazıcı, M. A., G. Özyazıcı ve O. Dengiz. 2011. Determination of micronutrients in tea plantations in The Eastern Black Sea Region, Turkey. African Journal of Agricultural Research 6(22): 5174-5180.
- Özyazıcı, M. A., O. Dengiz, M. Aydoğan, B. Bayraklı, E. Kesim, Ö. Ural, H. Yıldız ve E. Ünal. 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 31(1): 136-148.
- Roberts, J. C. 1979. Principles of Land Use Planning. Ame. Soc. Agr. No 21.
- Sağlam, M. 2008. Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle incelenmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Sağlam, M. 2013. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. Toprak Su Dergisi 2(1): 7-14.
- Soil Survey Staff. 1992. Soil Survey Manual. United States Department of Agronomy. Handbook No: 18. Washington, USA.
- Sungur, M. ve M. Özuygur. 1986. Türkiye topraklarının mikro element durumu hakkında bir araştırma. Toprak İlimi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliği 4 (29-1).
- Tepecik M., N. T. Barlas, F. Ateş ve B. Ateş. 2015. Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde bazı kalite özellikleri ve yapraktaki makro besin elementi içeriğinin belirlenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi A Cilt 27:436-442.
- Tepecik, M., N. T. Barlas ve Ö. Çobanoğlu. 2014. Turgutlu bağlarının beslenme durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 51 (1): 49-58.
- Thompson, L. M. 1950. The mineralisation of organic phosphorus, nitrogen and carbon in virgin and cultivated soils. Ph.D. Thesis. Iowa State College.
- Tümsavaş, Z. ve E. Aksoy. 2008. Bursa yöresi rendzina büyük toprak grubu topraklarının bazı özellikleri ve besin maddesi içerikleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(1): 95-106.
- Wilding, L. P. 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. pp. 166-194. In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Eds.). Soil Spatial Variability: Pudoc, Wageningen, Netherlands.
- Yağmur, B. ve B. Okur. 2008. Ege Bölgesi Salihli ilçesi bağ plantasyonlarının verimlilik durumları ve ağır metal içerikleri. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15: (01).
- Yıldız, N., Ö. Akbulut ve H. Bircan. 1998. İstatistiğe Giriş. Şafak Yayınevi. Erzurum.

Pamukta (Gossypium hirsutum L.) Farklı Azot Dozlarının Yeşilkurt [Helicoverpa armigera Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)] Popülasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Sergül ÇOPUL*

***Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Nazilli-Aydın/TÜRKİYE**

*<https://orcid.org/0000-0002-3065-8140>

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

Received (Geliş tarihi): 08.08.2022 Accepted (Kabul tarihi): 18.11.2022

Öz: Bu çalışma, 2015-2017 yılları arasında, ikinci ürün pamuk üretim sezonunda, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme arazisinde yürütülmüştür. Çalışmada, farklı azot dozlarının (0, 7, 14 ve 21 kg N/da) yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)] popülasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, Özbek 105, Gloria, Julia ve Lydia pamuk çeşitleri kullanılmıştır. Haftalık aralıklarla yapılan zararlı gözlemleri sonucunda; farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre yeşilkurt popülasyonu değişimleri tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen üç yıllık ortalama veriler incelendiğinde; 0, 7, 14 ve 21 kg N/da azot dozlarında, yeşilkurt larvalarının en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, Gloria (0,41, 0,49, 0,60 ve 0,92 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) ve Özbek 105 (0,38, 0,50, 0,55 ve 0,90 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşitlerinde; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise Lydia (0,20, 0,30, 0,39 ve 0,67 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde saptanmıştır. Çalışmada, yeşilkurt larvalarının popülasyon yoğunluğu, ekonomik zarar eşiği değerinin altında (2 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) bulunmuştur. Buna karşın, yeşilkurt larvalarının popülasyon değişimleri bakımından azot dozları ve çeşitler arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli düzeyde ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Uygulanan azot dozu miktarındaki artış, çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinde, zararlının popülasyon yoğunluğunun artmasına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, yeşilkurt, farklı azot dozları, ikinci ürün pamuk.

The Effects of Different Doses of Nitrogen Fertilizer on Population Dynamics of Cotton Bollworm [Helicoverpa armigera Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)]

Abstract: This study was conducted at the experimental area of Nazilli Cotton Research Institute in the years 2015-2017 during the second crop cotton season. It was aimed to determine the effects of different doses of nitrogen fertilizer (0, 7, 14 ve 21 kg N/da) on cotton bollworm [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)] populations. Özbek 105, Gloria, Julia and Lydia were used as cotton varieties. As a result of the pest observations in the study, the variations in population densities of cotton bollworm were determined according to different nitrogen doses and cotton varieties. The three-year average data obtained from the study were examined. At nitrogen doses of 0, 7, 14 and 21 kg N/da, the highest population density values of cotton bollworm larvae were observed for the cotton varieties Gloria (0.41, 0.49, 0.60 and 0.92 larvae/3 meters-cotton row) and Özbek 105 (0.38, 0.50, 0.55 and 0.90 larvae/3 meters-cotton row); the lowest population density values were found in Lydia (0.20, 0.30, 0.39 and 0.67 larvae/3 meters-cotton row) cotton variety. Population density of cotton bollworm larvae was found below the economic damage threshold value (2 larvae/3 meters-cotton row) in all three years of the study. On the other hand, it was determined that the relationship between nitrogen doses and varieties in terms of population changes of cotton bollworm larvae was statistically significant ($p<0.05$). Increase in the amount of applied nitrogen dose caused an increase in the population density of the cotton bollworm in all cotton varieties used in the study.

Keywords: Cotton, cotton bollworm, different doses of nitrogen fertilizer, second crop cotton.

GİRİŞ

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), dünyada ve Türkiye’de tekstil sektörü için önemli bir hammaddedir. Dünyada, sınırlı sayıda ülkenin ekolojisi pamuk tarımına elverişlidir. Bu nedenle, dünya pamuk üretiminin %80’ine yakını Türkiye’nin de içinde bulunduğu az sayıda ülkede yapılmaktadır (Çopul, 2019).

Pamuk bitkisinin ekiminden hasadına kadar geçen süre boyunca maruz kaldığı çeşitli zararlıların saldırısı sonucunda, oldukça fazla sayıda çiçek tomurcuğu, taze tepe sürgünü ve olgunlaşmamış koza zarar görmekte ve pamuk verimi azalmaktadır (Aslam ve ark., 2004).

Pamukta önemli oranda kalite ve verim kaybına neden olan zararlılarından biri olan yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), özellikle bitkinin generatif organlarında beslenerek zarar veren polifag bir zararlıdır. Bu nedenle zararlıya karşı yapılacak mücadele büyük önem taşımaktadır.

Zararlılar ile mücadele için kullanılan pestisitler, insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Entegre zararlı yönetimi olarak adlandırılan stratejide ise, zararlı türlerin, popülasyon dinamikleri ve çevre ile olan ilişkileri dikkate alınarak, uygun olan tüm mücadele yöntem ve teknikleri uyumlu bir şekilde kullanılması ile sağlıklı bitki üretimi yapılmaktadır (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008). Entegre zararlı yönetimi kapsamında öncelikli olarak dengeli ve optimum düzeyde gübrelemenin de içerisinde yer aldığı kültürel mücadele yöntemlerinin uygulanması önerilmektedir (El-Zahi ve ark., 2012). Gübreleme, sağlıklı bitki gelişiminde önemli bir yere sahip olmasının yanı sıra, zararlıların popülasyon dinamiği ve yayılmaları üzerinde de etkili olmaktadır. Gübreleme ile bitki bünyesindeki bitki besin maddelerinin değişmesi sonucunda bitkinin zararlılara karşı hassasiyeti etkilenmektedir (Singh ve Sood, 2017). Pamuk üretiminde en yaygın şekilde kullanılan bitki besin öğeleri, azotlu gübrelerdir (Weir ve ark., 1996). Uygulanan azotlu gübre dozları, zararlıların bitki üzerinde beslenme durumlarını etkileyebilmektedir.

Azot uygulaması ile birlikte bitki besin elementlerinin kalitesi ve bitki savunma mekanizmaları değişmekte ve bu durumdan bitki üzerinde beslenen böcekler, doğrudan etkilenmektedir (Chen ve Ruberson, 2008).

Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme arazisinde, 2015-2017 yılları arasında, ikinci ürün pamuk üretim sezonunda yürütülmüş olan bu çalışma ile farklı azot dozlarının yeşilkurt popülasyonu üzerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada, 4 farklı pamuk çeşidi (Özbek 105, Gloria, Julia ve Lydia) (Çizelge 1) ve 4 farklı azot (N) dozu (0, 7, 14 ve 21 kg N/da) kullanılmıştır. Ayrıca, ekim öncesinde yapılan toprak analizleri (Çizelge 2) doğrultusunda, tüm parsellere, triple süper fosfat (TSP) ve potasyum sülfat (PS) gübreleri, ekim öncesinde taban gübresi olarak uygulanmıştır (Çizelge 3).

Yöntem

Pamuk Ekiminin Yapılması, Gübre Uygulamaları ve Diğer Kültürel İşlemler

Çalışma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, ana parselleri, azot dozları; alt parselleri ise pamuk çeşitleri oluşturmuştur. Pamuk ekimi, 2015 yılında 1 Temmuz, 2016 yılında 10 Haziran ve 2017 yılında ise 5 Haziran tarihlerinde yapılmıştır.

Her bir uygulama için kurulacak olan her bir tekerrürün parsel büyüklükleri 8 sıra x 4 çeşit x 0,7 m (sıra arası) x 12 m (sıra uzunluğu) = 268,8 m² olacak şekilde ayarlanmıştır. Azot dozlarının, %50’si amonyum sülfat (% 21 N) formunda taban gübresi olarak ekim öncesi dönemde; geri kalan %50’si ise amonyum nitrat (%33 N) formunda üst gübre olarak 1. sulama öncesinde elle serpilerek parsellere uygulanmıştır. Gübre uygulamalarının ardından, deneme alanı sürülerek atılan gübrenin, toprağa karışması sağlanmıştır. Araştırmada,

kültürel işlemler zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılmıştır. Bitkiler sıra üzerini doldurduktan sonra 1. seyreltme, ara çapa yapılırken de 2. seyreltme yapılmıştır. Çalışma süresince zararlıları kontrol etmek amacıyla herhangi bir kimyasal uygulama yapılmamıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan pamuk çeşitlerinin bazı özellikleri (Anonim, 2018).

Table 1. Some characteristics of cotton varieties used in the research (Anonymous, 2018).

Pamuk çeşitleri Cotton varieties	Özbek 105	Gloria	Julia	Lydia
Erkencilik	Erkenci	Erkenci	Orta erkenci	Erkenci
Earliness	Early	Early	Mid early	Early
Bitki şekli	Yayvan	Konik	Konik	Konik
Plant Shape	Patelliform	Conic	Conic	Conic
Koza büyüklüğü	Orta	Orta	Orta	İri
Boll Size	Mid	Mid	Mid	Large
Tüylülük	Orta	Orta	Çok az tüylü	Tüysüz
Hairiness	Mid	Mid	Very little hairy	Hairless
Yüz tohum ağırlığı (g)	11,0-11,5	10,98	10,52	11,2-11,7
Hundred seed weight(g)				
Çırcır randımanı(%)	38-40	41-43	41-43	41-42
Gin yield (%)				
Lif uzunluğu (mm)	28-29	30-31	30-32	29-31
Fiber length (mm)				
Lif inceliği (mic)	4,4-4,8	3,9-4,2	3,9-4,3	4,0-4,5
Fiber fineness (mic)				
Lif mukavemeti (g/tex)	30-31	33-35	32-35	34-38
Fiber strength (g/tex)				

Çizelge 2. Deneme arazine ait toprak analizi sonuçları.

Table 2. Soil analysis results of the experiment area.

		2015		2016		2017	
Bünye	Kum (%)/Sandy (%)	42,07	Tınlı (L)	60,02	Kumlu tınlı	63,81	Kumlu tınlı
Texture	Silt (%)/silt (%)	40,85	Loam	25,82	Sandy loam	23,57	Sandy loam
	Kil (%)/Clay (%)	17,08		14,16		12,62	
		8,40		8,75		8,70	
pH	Kuvvetli alkali			Kuvvetli alkali		Kuvvetli alkali	
	Strong alkaline			Strong alkaline		Strong alkaline	
Toplam tuz (%)	0,0073			0,0178		0,0112	
Total salt (%)	Tuzsuz/Saltless			Tuzsuz/Saltless		Tuzsuz/Saltless	
Kireç (%)	14,95			11,92		11,91	
Lime (%)	Çok yüksek/Very high			Çok yüksek/Very high		Çok yüksek/Very high	
Organik madde (%)	1,17			0,86		0,52	
Organic matter (%)	Düşük/Low			Çok düşük/Very low		Çok düşük/Very high	
Alınabilir fosfor (P) (ppm)	13,12			13,00		22,00	
Retrievable phosphorus (P) (ppm)	Orta/Medium			Orta/Medium		Yüksek/Medium	
Değişebilir potasyum (K) (ppm)	223			133		138	
Exchangeable potassium (K) (ppm)	Orta/Medium			Düşük/Low		Düşük/Low	
Değişebilir kalsiyum (Ca) ppm	4240			3180		2870	
Exchangeable calcium (Ca) ppm	Yüksek/High			Yüksek/High		Yüksek/High	
Değişebilir magnezyum (Mg) (ppm)	395			407		460	
Exchangeable magnesium (Mg) (ppm)	Yüksek/High			Çok yüksek/Very high		Çok yüksek/Very high	
Değişebilir sodyum (Na) (ppm)	46			98		95	
Exchangeable sodium (Na) (ppm)	Düşük/Low			Orta/Medium		Orta/Medium	
Yarayırlı demir (Fe) (ppm)	10,62			13,76		16,72	
Available iron (Fe) (ppm)	Yüksek/High			Yüksek/High		Yüksek/High	
Yarayırlı mangan (Mn) (ppm)	2,56			3,46		4,66	
Available manganese (Mn) (ppm)	Yeterli/Sufficient			Yeterli/Sufficient		Yeterli/Sufficient	
Yarayırlı çinko (Zn) (ppm)	2,84			1,43		1,37	
Available zinc (Zn) (ppm)	Yeterli/Sufficient			Yeterli/Sufficient		Yeterli/Sufficient	
Yarayırlı bakır (Cu) (ppm)	1,72			1,85		1,97	
Available copper (Cu) (ppm)	Yeterli/Sufficient			Yeterli/Sufficient		Yeterli/Sufficient	
Alınabilir bor (B) (ppm)	2,48			2,32		3,32	
Retrievable boron (B) (ppm)	Yüksek/High			Yüksek/High		Yüksek/High	

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan gübrelerin içeriği ve uygulanma dönemleri.

Table 3. The content and application periods of the fertilizers used in the research.

Gübreler	Gübrelerin içeriği	Gübrelerin uygulanma dönemi
Fertilizers	Content of fertilizers	Application period of fertilizers
Amonyum sülfat	Azot/Nitrogen (N): %21,2	Ekim öncesinde taban gübresi olarak
Ammonium sulphate	Kükürt/Sulfur (S): %24	As a base fertilizer before planting
Amonyum nitrat	Azot/Nitrogen :%33	1.sulama öncesinde üst gübre olarak
Ammonium nitrate		As top fertilizer before 1st irrigation
Potasyum sülfat	Potasyum oksit/Potassium oxide (K ₂ O): %50	Ekim öncesinde taban gübresi olarak
Potassium sulphate	Kükür/Sulfur (S): %16-20	As a base fertilizer before planting
Triple süper fosfat	Fosfor pentaoksit/Phosphorus pentaoxide	Ekim öncesinde taban gübresi olarak
Triple super phosphate	(P ₂ O ₅): %42	As a base fertilizer before planting

Yeşilkurdun Popülasyon Değişimlerinin Belirlenmesi

Yeşilkurt larvalarının popülasyon değişimlerinin belirlenmesi için her bir parselde en az 3 ayrı yerde 3 m'lik sıra uzunluğundaki tüm bitkiler incelenerek üzerlerinde bulunan zararlılar haftalık aralıklarla sayılarak kaydedilmiştir (Anonim, 2017). Ayrıca, yeşilkurt erginlerinin popülasyon (birey sayısı/1 tuzak) değişimlerini belirlemek amacı deneme arazisine bir adet funnel tipi feromon tuzak (04/08/2015, 19/07/2016 ve 12/07/2017 tarihlerinde) yerleştirilmiştir. Tuzak, yerden yaklaşık 1,5 m yükseklikte olacak şekilde yere çakılı demir çubuklara tellerle asılmıştır. Tuzağın içerisine koyulan feromon kapsüller, dört haftada bir yenisi ile değiştirilmiştir ve tuzakta yakalanan ergin bireyler, haftalık olarak sayılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Araştırma sonucunda elde edilen tüm veriler, JMP 13 (SAS Institute, 2016) istatistik programı kullanılarak varyans analizi ile analiz edilmiş ve tüm sonuçlar %95 güven seviyesinde ($p < 0,05$) değerlendirilmiştir. Denemede, dört farklı pamuk çeşidi, dört farklı azot dozu ve dört tekerrürlü olarak Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme desenine göre kurulmuş ve 3 yıl sürdürülmüş bir deneme için uygun JMP modeli uygulanmıştır. Burada yeşilkurt popülasyon yoğunluğu bağımlı değişken, azot dozları ve pamuk çeşitleri ise sabit (fixed) değişken olarak analize tabi tutulmuştur. Farklı azot dozlarının, yeşilkurt popülasyonu üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için zararlının popülasyon yoğunluğu haftalık olarak çizelgelere kaydedilmiştir. Bu işlemin

ardından popülasyon yoğunlukları, her bir uygulama için dörder tekerrürlü olacak şekilde JMP 13 istatistik paket programına girilmiş ve tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi ve ortalamaların karşılaştırılması için de LSD testi $p < 0,05$ önem seviyesinde yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yeşilkurdun Popülasyon Değişimleri

Yeşilkurt erginlerinin popülasyon (birey sayısı/1 tuzak) değişimlerini belirlemek amacı ile deneme arazisine konulan funnel tipi feromon tuzakta, 2015 yılında, yeşilkurt erginlerinin popülasyon yoğunluğu, 25 Ağustos tarihinde yapılan tuzak sayımında, 151 adet birey sayısı/1 tuzak değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Zararlı, 8 Eylül (128 adet birey sayısı/1 tuzak) tarihinde bir kez daha tepe noktası oluşturmuş ve bu tarihten sonra zararlının, popülasyon yoğunluğu azalmaya başlamıştır. Feromon tuzakta 2016 yılında yakalanan yeşilkurt erginlerinin popülasyon yoğunluğu, 9 Ağustos tarihinde yapılan tuzak sayımında, 108 adet birey sayısı/1 tuzak değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu tarihten sonraki haftalarda yapılan tuzak sayımlarında, zararlının popülasyon yoğunluğunda artışlar ve azalışlar şeklinde dalgalanmalar göstermiştir. Zararlı, 30 Ağustos tarihinde yapılan sayımda, 92 adet birey sayısı/1 tuzak ile bir kez daha tepe noktası oluşturmuş ve bu tarihten sonra zararlının popülasyon yoğunluğu azalmaya başlamıştır. Yeşilkurt erginlerinin popülasyon yoğunluğu 2017 yılında, 22 Ağustos tarihinde, 227 adet birey sayısı/1 tuzak değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Zararlının popülasyon yoğunluğu, 25 Temmuz (204 adet birey sayısı/1 tuzak) ve 8

Ağustos (208 adet birey sayısı/1 tuzak) tarihlerinde iki kez daha tepe noktası oluşturmuştur (Şekil 1).

Yeşilkurt erginlerinin popülasyon yoğunluğu, 2015 yılında 25 Ağustos ve 8 Eylül tarihlerinde; 2016 yılında 9 Ağustos ve 30 Ağustos tarihlerinde; 2017 yılında ise 25 Temmuz, 8 Ağustos ve 22 Ağustos tarihlerinde en yüksek seviyeye ulaşmış ve popülasyon dalgalanmaları aylara ve yıllara göre değişiklik göstermiştir. Stavridis ve ark. (2008), Baker ve ark. (2011), Kılıç (2014) ve Akyıldız (2017) tarafından yürütülmüş çalışmalarda, yeşilkurt erginlerinin popülasyon yoğunluğunun aylara ve yıllara göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

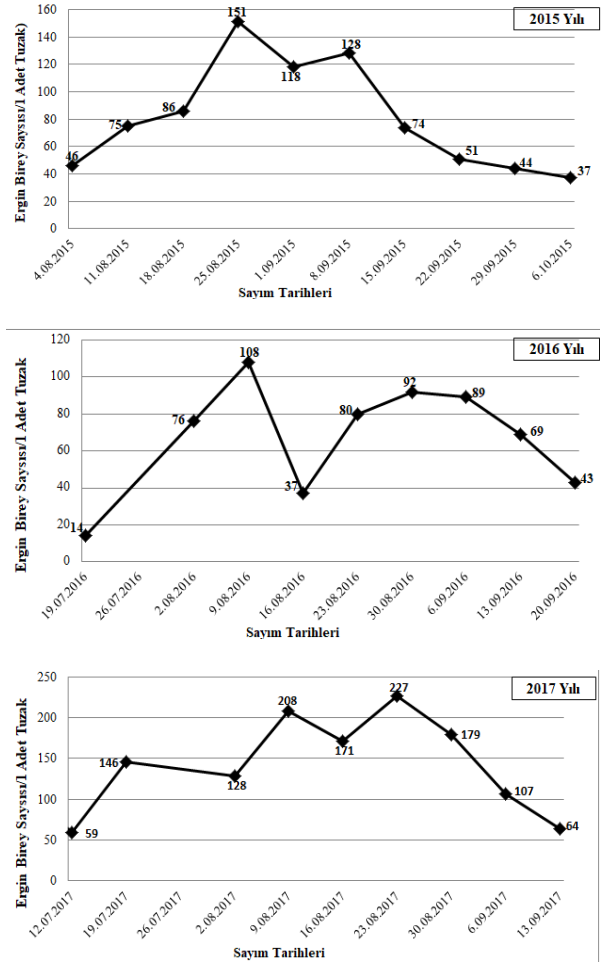
Yeşilkurt, bazı yıllarda salgın yapmakta ve zararlıın popülasyon yoğunluğu yüksek seviyelere çıkmaktadır. Feromon tuzaklarında yapılan sayımlarda, 2015 ve 2016 yıllarına kıyasla 2017 yılında daha fazla sayıda yeşilkurt ergini tespit edilmiştir. Bu durumun, 2017 yılında, zararlıın bölge genelinde salgın yaparak yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Haftalık aralıklarla yapılan zararlı gözlemleri sonucunda, farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre tespit edilen yeşilkurt larvalarının ortalama popülasyon (larva bireyi/3 m sıra uzunluğu) değişimleri, Şekil 2, Şekil 3, ve Şekil 4'de verilmiştir.

Yeşilkurt larvaları 2015 yılında, 18 Ağustos tarihinden itibaren görülmeye başlanmıştır. Zararlıın en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, 8 Ağustos tarihinde ve 21 kg N/da azot dozunun uygulandığı parsellerde [Özbek 105 (1,25 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Gloria (1,25 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Julia (1,00 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Lydia (1,25 adet larva/3 m sıra uzunluğu)] tespit edilmiştir. Bu tarihten itibaren zararlıın popülasyon yoğunluğu azalmaya başlamış olup, 6 Ekim tarihinden sonra yeşilkurt larvalarına rastlanmamıştır (Şekil 2).

Yeşilkurt larvaları 2016 yılında, 9 Ağustos tarihinden itibaren görülmeye başlanmıştır. Zararlıın en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, 2 Ağustos tarihinde ve 21 kg N/da azot dozunun uygulandığı parsellerde [Özbek 105 (1,75 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Gloria (1,75 adet larva/3

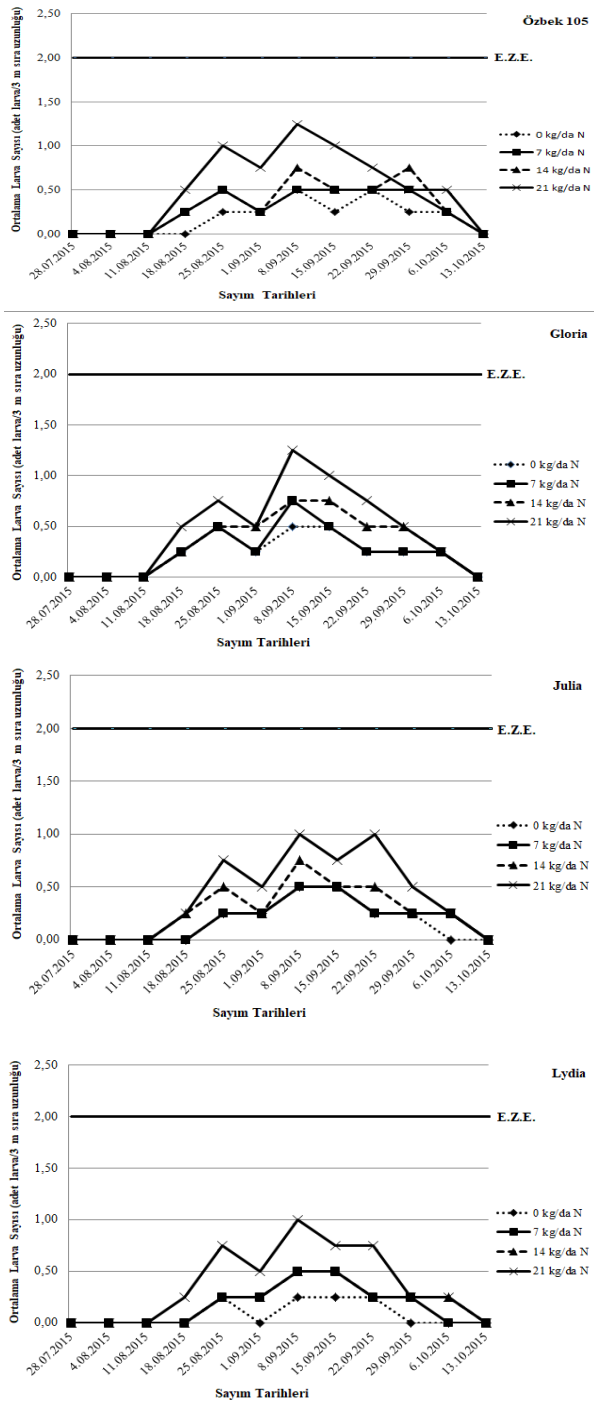
m sıra uzunluğu), Julia (1,50 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Lydia (1,25 adet larva/3 m sıra uzunluğu)] tespit edilmiştir. Bu tarihten itibaren zararlıın popülasyon yoğunluğu azalmaya başlamış olup, 20 Eylül tarihinden sonra yeşilkurt larvalarına rastlanmamıştır (Şekil 3).



Şekil 1. Yeşilkurt erginlerinin 2015, 2016 ve 2017 yıllarında feromon tuzaklarındaki popülasyon (ergin birey sayısı/1 tuzak) değişimleri.

Figure 1. Population (number of adults/1 trap) changes of cotton bollworm adults in pheromone traps in 2015, 2016 and 2017.

Yeşilkurt larvaları 2017 yılında, 25 Temmuz tarihinden itibaren görülmeye başlanmıştır. Zararlıın en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, 29 Ağustos tarihinde ve 21 kg N/da azot dozunun uygulandığı parsellerde [Özbek 105 (1,75 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Gloria (1,75 adet larva/3 m sıra uzunluğu), Julia (1,50 adet larva/3 m sıra

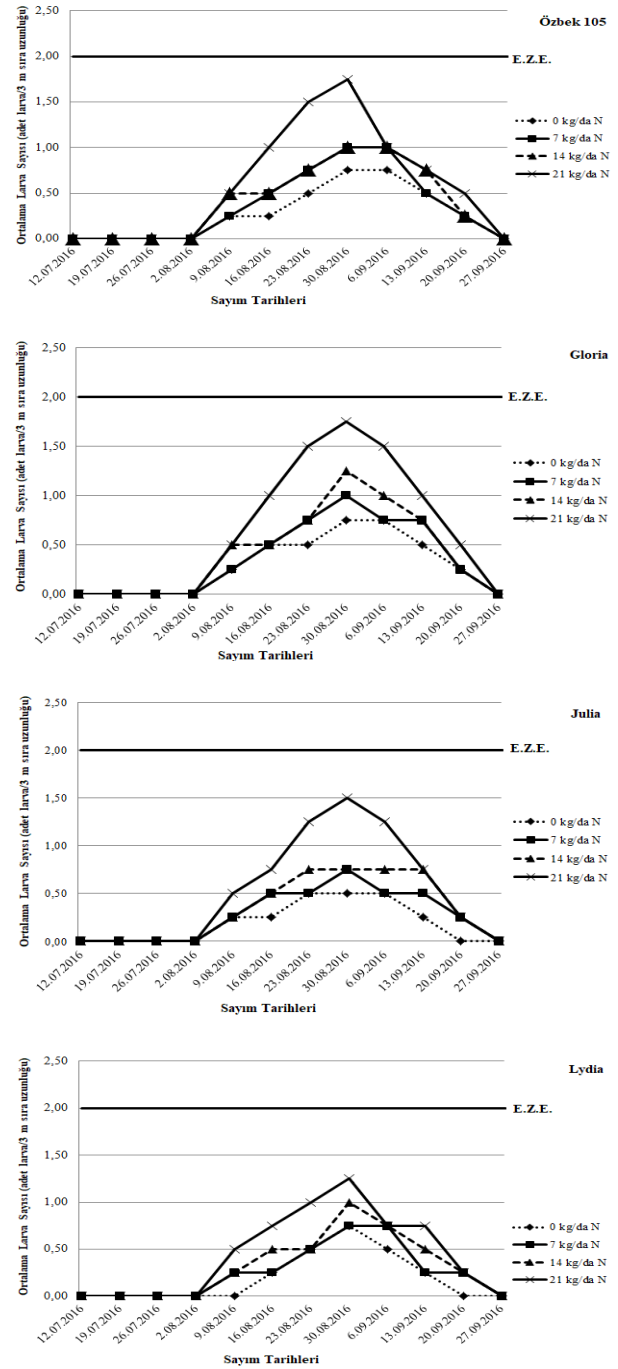


Şekil 2. Yeşilkurt larvalarının 2015 yılında farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre popülasyon (adet larva/3 m sıra uzunluğu) değişimleri.

Figure 2. Population (larvae/3 meters-cotton row) changes of cotton bollworm larvae according to different nitrogen doses and cotton varieties in 2015.

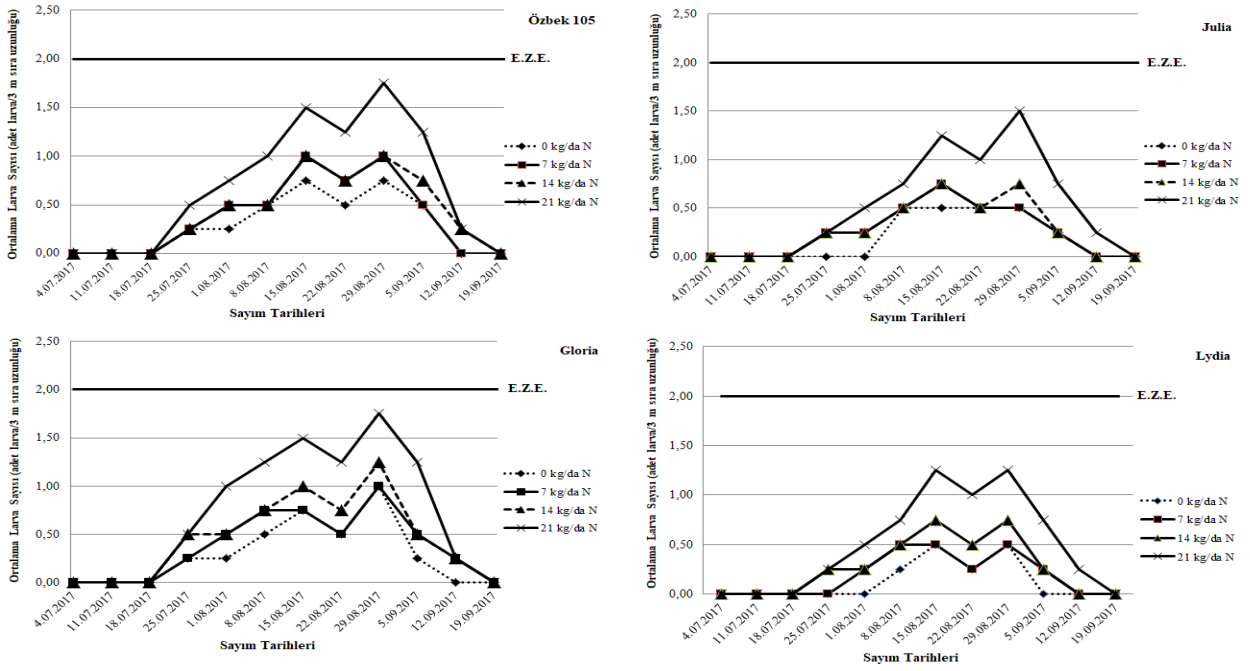
uzunluğu), Lydia (1,25 adet larva/3 m sıra uzunluğu) tespit edilmiştir. Bu tarihten itibaren zararının popülasyon yoğunluğu azalmaya

başlamış olup, 12 Eylül tarihinden sonra yeşilkurt larvalarına rastlanmamıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Yeşilkurt larvalarının 2016 yılında farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre popülasyon (adet larva/3 m sıra uzunluğu) değişimleri.

Figure 3. Population (larvae/3 meters-cotton row) changes of cotton bollworm larvae according to different nitrogen doses and cotton varieties in 2016.



Şekil 4. Yeşilkurt larvalarının 2017 yılında farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre popülasyon (adet larva/3 m sıra uzunluğu) değişimleri.

Figure 4. Population (larvae/3 meters-cotton row) changes of cotton bollworm larvae according to different nitrogen doses and cotton varieties in 2017.

Araştırmanın yürütüldüğü her üç yılda da, yeşilkurt larvalarının popülasyon yoğunluğu, ekonomik zarar eşiği değerinin altında (2 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) bulunmuştur. Buna karşın, yeşilkurt larvalarının popülasyon değişimleri bakımından azot dozları ve çeşitler arasındaki ilişkinin, istatistiksel açıdan önemli düzeyde ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Yeşilkurt larvalarının, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında, farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre popülasyon (adet larva/3 metre sıra uzunluğu) değişimlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Üç yıllık birleştirilmiş varyans analizi sonucunda; yeşilkurt larvalarının popülasyon değişimleri bakımından yıllar, çeşitler ve azot dozları arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli düzeyde ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçları yıllara göre ayrı değerlendirildiğinde; her üç yılda da, azot dozları ve çeşitler arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli düzeyde ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4'deki varyans analizi sonucuna göre yeşilkurt larvalarının popülasyon değişimleri bakımından yıllar, çeşitler ve azot dozları arasındaki fark, istatistiksel açıdan önemli düzeyde

($p<0,05$) olduğu için her üç yıldaki veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Çizelge 5). Yeşilkurt larvalarının, farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre tespit edilen toplam ortalama popülasyon yoğunlukları; 2015 yılında 0,13-0,78 adet larva/3 metre sıra uzunluğu, 2016 yılında 0,28-0,97 adet larva/3 metre sıra uzunluğu, 2017 yılında 0,19-1,09 adet larva/3 metre sıra uzunluğu ve üç yıllık ortalama verilere göre ise 0,20-0,92 adet larva/3 metre sıra uzunluğu arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Yeşilkurt larvalarının 2015 yılında, toplam ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, azot dozları bakımından incelendiğinde; 0, 7, 14 ve 21 kg N/da azot dozlarında, zararlının en yüksek popülasyon yoğunlukları, Özbek 105 (0,28, 0,41, 0,44 ve 0,78 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) ve Gloria (0,34, 0,38, 0,50 ve 0,69 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşitlerinde; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise Lydia (0,13, 0,25, 0,28 ve 0,59 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Yeşilkurt larvalarının 2015, 2016 ve 2017 yıllarında farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre popülasyon (adet larva/3 metre sıra uzunluğu) değişimlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Table 4. Results of variance analysis regarding population (larvae/3 meters-cotton row) changes of cotton bollworm larvae in 2015, 2016 and 2017 according to different nitrogen doses and cotton varieties.

Varyasyon kaynağı (variation source)	SD	Kareler ortalaması (Mean squares)		
		2015	2016	2017
Tekerrür	3	0,640625	0,491536	0,361328
Azot dozları (Nitrogen doses)	3	4,302083*	5,132161*	8,085286*
Çeşit (Variety)	3	0,796875*	1,069661*	2,66862*
Azot dozları x çeşit (Nitrogen dose x variety)	9	0,046875	0,036675	0,034939
Hata (Error)	493	0,232410	0,28916	0,27322
Birleştirilmiş (Unified) (3 yıl)				
Yıl (Year)	3	0,640625*		
Tekerrür [Yıl] (Replication [Year])	3	4,302083		
Çeşit (Variety)	3	0,796875*		
Yıl x Çeşit (Year x Variety)	9	0,046875		
Azot dozları (Nitrogen doses)	493	0,232410*		
Yıl x Azot dozları (Year x Nitrogen doses)	3	0,640625		
Çeşit x Azot dozları (Variety x Nitrogen doses)	3	4,302083		
Yıl x Çeşit x Azot dozları (Year x Variety x Nitrogen doses)	3	0,796875		
Hata (Error)	9	0,046875		
Cv (%)			25,47	

(*): 0.05 düzeyinde önemli fark bulunmaktadır (LSD testi ve $P < 0.05$ önem seviyesinde). (*): There is a significant difference at the level of 0.05 (LSD test and $P < 0.05$ significance level)

Yeşilkurt larvalarının 2016 yılında, toplam ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, azot dozları bakımından incelendiğinde; 0, 7, 14 ve 21 kg N/da azot dozlarında, zararlının en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, Gloria (0,44, 0,53, 0,63 ve 0,97 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise Lydia (0,28, 0,38, 0,47 ve 0,66 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 5).

Yeşilkurt larvalarının 2017 yılında, toplam ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, azot dozları bakımından incelendiğinde; 0, 7, 14 ve 21 kg N/da azot dozlarında, zararlının en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, Gloria (0,44, 0,56, 0,69 ve 1,09 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise Lydia (0,19, 0,28, 0,41 ve 0,75 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 5).

Üç yıllık ortalama verilere göre belirlenen yeşilkurt larvalarının ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, azot dozları bakımından incelendiğinde; 0, 7, 14 ve 21 kg N/da azot dozlarında, zararlının

en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, Gloria (0,41, 0,49, 0,60 ve 0,92 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) ve Özbek 105 (0,38, 0,50, 0,55 ve 0,90 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşitlerinde; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise Lydia (0,20, 0,30, 0,39 ve 0,67 adet larva/3 metre sıra uzunluğu) pamuk çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 5).

2015, 2016 ve 2017 yıllarına ait veriler ile üç yıllık ortalama veriler bakımından elde edilen yeşilkurt larvalarının ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, pamuk çeşitlerine göre incelendiğinde; Özbek 105, Gloria, Julia ve Lydia pamuk çeşitlerinde, zararlının en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, 21 kg N/da azot dozunda; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise 0 kg N/da azot dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Pierce ve ark. (2001) tarafından yürütülmüş bir çalışmada, farklı azot dozlarının, yeşilkurdun popülasyon değişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada, uygulanan azot dozu miktarındaki artış ile birlikte bitkideki vejetatif gelişmenin ve buna bağlı olarak yeşilkurdun popülasyon yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. *Helicoverpa armigera* larvalarının 2015, 2016 ve 2017 yıllarında farklı azot dozlarına ve pamuk çeşitlerine göre ortalama popülasyon yoğunlukları (adet larva/3 metre sıra uzunluğu) ve istatistiksel analiz sonucunda oluşan gruplar*Table 5. Average population densities (larvae/3 meters-cotton row) of *Helicoverpa armigera* larvae in 2015, 2016 and 2017 according to different nitrogen doses and cotton varieties and groups formed as a result of statistical analysis*

Yıllar Years	Azot dozları Nitrogen doses (kg N/da)	Çeşitler Varieties				Ortalama Mean
		Özbek 105	Gloria	Julia	Lydia	
2015	0	0,28 ABb	0,34 Ab	0,25 ABb	0,13 Bb	0,25 c
	7	0,41 Ab	0,38 Ab	0,28 Bb	0,25 Bb	0,33 bc
	14	0,44 Ab	0,50 Aab	0,41ABab	0,28 Bb	0,41 b
	21	0,78 Aa	0,69 ABa	0,63 ABa	0,59 Ba	0,67 a
	Ortalama (Mean)	0,48 A	0,48 A	0,39 AB	0,31 B	
	LSD (0,05)					0,24
2016	0	0,41 Ab	0,44 Ab	0,28 Cb	0,28 Cb	0,35 c
	7	0,53 Ab	0,53 Ab	0,41 Bb	0,38 Bb	0,46 bc
	14	0,59 ABb	0,63 Ab	0,50 BCb	0,47 Cab	0,55 b
	21	0,88 Aa	0,97 Aa	0,78 ABa	0,66 Ba	0,82 a
	Ortalama (Mean)	0,60 AB	0,64 A	0,49 BC	0,45 C	
	LSD (0,05)					0,26
2017	0	0,44 Ab	0,44 Ab	0,28 ABb	0,19 Bb	0,34 c
	7	0,56 Ab	0,56 Ab	0,38 ABb	0,28 Bb	0,45 bc
	14	0,63 ABb	0,69 Ab	0,41 Bb	0,41 Bb	0,53 b
	21	1,03 ABa	1,09 Aa	0,78 Ba	0,75 Ba	0,91 a
	Ortalama (Mean)	0,66 A	0,70 A	0,46 B	0,41 B	
	LSD (0,05)					0,26
Yıllar ortalaması (Mean of years)	0	0,38 ABc	0,41 Ac	0,27 BCc	0,20 Cc	0,31 d
	7	0,50 Abc	0,49 ABbc	0,35BCbc	0,30 Cbc	0,41 c
	14	0,55 ABb	0,60 Ab	0,44 BCb	0,39 Cb	0,50 b
	21	0,90 ABa	0,92 Aa	0,73 BCa	0,67 Ca	0,80 a
	Ortalama (Mean)	0,58 A	0,60 A	0,45 B	0,39 B	
	LSD (0,05)					0,15

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, istatistiksel olarak bir fark yoktur (LSD testi ve $P < 0.05$ önem seviyesinde). * There is no statistically significant difference between the averages denoted by the same letter (LSD test and $P < 0.05$ significance level). Küçük harfler, aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). Lowercase letters indicate the differences between the means in the same column ($p < 0.05$). Büyük harfler, aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). Capital letters indicate the differences between the means in the same row ($p < 0.05$).

Ge ve ark. (2003) tarafından yürütülmüş bir çalışmada, farklı azot dozlarının (0, 22,5 ve 45 kg N/da) yeşilkurdun popülasyon yoğunluğu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, uygulanan azot dozu miktarındaki artış ile birlikte zararlının popülasyon yoğunluğunun da arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, zararlının popülasyon değişimleri bakımından azot dozları arasındaki farkın, yıllara göre önemli olduğu bildirilmiştir.

Pierce ve ark. (2001) ve Ge ve ark. (2003) tarafından yürütülmüş çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzer bir şekilde, bu çalışmada, uygulanan azot dozu miktarındaki artış, yeşilkurdun popülasyon yoğunluğu üzerinde önemli ve pozitif yönlü bir etki göstermiştir. Ayrıca, çalışmanın yürütüldüğü yıllar bakımından azot dozları arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli düzeyde ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı azot dozlarının (0, 7, 14 ve 21 kg N/da) yeşilkurt popülasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. 2015, 2016 ve 2017 yıllarına ait veriler ile üç yıllık ortalama veriler bakımından elde edilen yeşilkurt larvalarının ortalama popülasyon yoğunluğu değerleri, denemede kullanılan azot dozları bakımından incelenmiş ve zararlıların en yüksek popülasyon yoğunluğu değerleri, 21 kg N/da azot dozunda; en düşük popülasyon yoğunluğu değerleri ise 0 kg N/da azot dozunda tespit edilmiştir. Azotlu gübrelerin, zararlıların popülasyon dinamiği ve yayılmaları üzerinde etkili olduğu çalışma sonuçlarımızda da tespit edilmiştir. Doğru gübreyi, doğru dozda ve doğru zamanda uygulayabilmek için üretimin yapılacağı alandaki toprak özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Çalışmamızda, azotlu gübrelerin dışında hangi gübreleri kullanacağımıza ve bu gübrelerin uygulanma dozlarına, ekim öncesinde yapmış olduğumuz toprak analizi sonuçlarına göre karar verilmiştir. Bu nedenle, doğru ve dengeli bir gübreleme programının

uygulanabilmesi için ekim öncesinde toprak analizinin yapılması önerilmektedir. Gübrelemenin, dengeli ve önerilen dozlarda yapılması sayesinde bitkilerin, zararlılara karşı sahip oldukları biyokimyasal, fiziksel ve mekanik savunma mekanizmalarının arttırdığı bilinmektedir. Bu nedenlerden dolayı, önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan pamuk zararlılarının popülasyon yoğunluklarını arttırmadan ekonomik bir pamuk üretiminin yapılabilmesi amacıyla aşırı dozda azotlu gübre kullanımından kaçınılması, azotlu gübrelerin dengeli ve önerilen dozlarda uygulanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin bir kısmı olan bu çalışmada, Aydın ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (ZRF-15072) ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı olan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akyıldız, M. 2017. Diyarbakır İli Pamuk Ekim Alanlarında Bulunan Yeşilkurt, [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'un Popülasyon Dalgalanmasının Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 39 s., Diyarbakır.
- Anonim. 2017. Pamuk Entegre Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim. 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Pamuk Tescil Raporu. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Yay%C4%B1nlar/End%C3%BCstri%20Bitkileri%20%C3%87e%C5%9Fit%20Tescil%20Raporlar%C4%B1>. Erişim Tarihi: 18.02.2018
- Aslam, M., M. Razaq, S. Rana, and M. Faheem. 2004. Efficacy of different insecticides against bollworms on cotton. Journal Research Science, 15(1): 17-22.
- Baker, F. W., C. R. Tann and G. P. Fitt. 2011. A tale of two trapping methods: *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in pheromone and light traps in Australian cotton production systems. Bulletin of Entomological Research, 101(1): 9-23.
- Chen, Y., and J. R. Ruberson. 2008. Impact of variable nitrogen fertilisation on arthropods in cotton in Georgia, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment, 126: 281-288.
- Çopul, S. 2019. Aydın İli İkinci Ürün Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Farklı Azot Dozlarının Zararlılar, Doğal Düşmanlar ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 219 s., Aydın.
- El-Zahi, E.S., S.A Arif, B.A.E. Jehan, and E.H.E. Madeha. 2012. Inorganic fertilization of cotton field-plants in relation to sucking insects and yield production components of cotton plants. Journal of American Science, 8(2): 509-517.
- Ge, F., X. Liu, H. Li, X. Men, and J. Su. 2003. Effect of nitrogen fertilizer on pest population and cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production. The Journal of Applied Ecology, 14(10): 1735-1738.
- Kılıç, S., 2014. Aydın İli İkinci Ürün Pamuk Çeşitlerinde Önemli Bazı Pamuk Zararlılarının ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Değişimlerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

- Öncüer, C., E. Durmuşoğlu. 2008. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, No:28, 472 s., Aydın.
- Pierce, J.B., R.P. Flynn, P.E. Yates, G. French, and C.D. Elders Kirk. 2001. Variation in plant resistance to cotton boll worms *Helicoverpa zea* in selected Bt-cotton varieties. South Western Entomologist, 26(4): 353-363.
- Singh, V., and A. K. Sood. 2017. Plant Nutrition: A tool for the management of hemipteran insect-pests-A review. Agricultural Reviews, 38(4): 260-270.
- Stavridis, D.G., A. Gliatis, P.N. Deligeorgidis, C. Giatropoulos, A. Giatropoulos, N.P. Deligeorgidis, and C.G Ipsilandis. 2008. Cotton production in the presence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Central Greece. Pakistan Journal of Biological Science, 11(21): 2490-2494.
- Weir, B. L., T.A. Kerby, K.D. Hake, B.A. Roberts, L.J. Zelinski. 1996. Cotton fertility. In: Hake, S.J., T.A. Kerby, K.D. Hake (Eds.) Cotton Production Manual. Beltwide Cotton Production Research Conferences, 9-12 January, 1996, University of California, CA, U.S.A., 210-227

Biçim Zamanlarının Yem Bezelyesinin (Pisum sativum spp. arvense L.) Kuru Madde Verimi ve Kalitesine Etkileri

Hülya OKKAOĞLU^{1*} **Ergül AY²** **Ceylan BÜYÜKKİLEÇİ³**
Melek AKÇA PELEN⁴ **Hüseyin ÖZPINAR⁵**

^{1,2,3,4,5}*Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0003-3830-3878> ²<https://orcid.org/0000-0002-8591-3508> ³<https://orcid.org/0000-0003-1247-4193>
⁴<https://orcid.org/0000-0003-4704-7677> ⁵<https://orcid.org/0000-0002-3351-3908>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): hulya.okkaoglu@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 09.03.2022 Accepted (Kabul tarihi): 30.11.2022

ÖZ: Çalışma üç farklı biçim zamanlarında farklı çiçeklenme zamanına sahip olan yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde verim ve kalitesine etkilerini araştırmak için 2018 ve 2019 yıllarında Menemen-İzmir koşullarında (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü) yürütülmüştür. Çeşitlerin kuru madde verimleri geç yapılan biçim zamanları ile birlikte artmıştır. Üçüncü biçim zamanı olan alt baklaların doldurma döneminde en yüksek kuru madde verimi elde edilmiştir (1002 kg/da). Çeşitler biçim zamanlarına farklı tepkiler vermiştir. Geççi çeşit Töre ikinci ve üçüncü biçim zamanlarında aynı verimi verirken (852 ve 845 kg/da), erkenci çeşit Livioletta üçüncü biçimde en yüksek verime sahip olmuştur (1159 kg/da). Erkenci çeşit, geççi çeşide oranla geç biçimlerde daha düşük lif oranlarına sahip olmuş ve daha kaliteli kuru madde verimi vermiştir. Genel olarak biçim zamanları geciktikçe % ADF ve % NDF oranları yükselmiştir. İkinci ürün tarımı yapılan bölgelerde, erkenci yem bezelyesi çeşitlerinin kullanılması halinde, pamuk tarımını kısıtlamadan daha geç zamanlarda hasat yapılarak kaliteli ve yüksek verimler alınabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yem bezelyesi, biçim zamanı, kuru madde verimi, kalite özellikleri, ara ürün.

Effects of Cutting Times on Dry Matter Yield and Quality of Field Pea (Pisum sativum spp. arvense L.)

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effects of different cutting times on dry matter yield and quality of field pea varieties with different flowering habits under conditions of Menemen-Izmir (Aegean Agricultural Research Institute) in 2018 and 2019. Dry matter yields increased with late cutting times. The highest dry matter yield (10020 kg/ha) was obtained with the last cutting time which was the first pods filling time. However, varieties reacted differently to cutting times. While the late variety had similar yields at the second and third cutting times (8520 and 8450 kg/ha), the early variety had maximum yield at the third cutting time (11590 kg/ha). In general, ADF and NDF contents increased as cutting times were delayed. But, there were differences between varieties and the early variety maintained lower fiber ratios and, therefore, had better quality forage compared to the late variety. The fact that the early field pea variety is used does not restrict cotton growing indeed, better quality and high yield forage can be produced with late harvest times.

Keywords: Field pea, cutting time, dry matter yield, quality characters, intercrop.

GİRİŞ

Ülkemiz hayvancılığının birçok sorunu olmakla beraber, bu sorunlardan en önemlisini hayvanlarımızın potansiyellerine uygun şekilde, yeteri kadar beslenememesi oluşturmaktadır. Ülkemizde mevcut 17,1 milyon büyük baş birimi (HB) hayvanın gereksinimi olan yaklaşık 78,6 milyon ton kaliteli kaba yem yeterli miktarda sağlanamamaktadır. Tarla bitkileri içerisinde üretilen kaba yem miktarı 16 milyon tondur (Anonim 2020a, Anonim 2020b). Son yıllarda yem bitkileri ekimine verilen desteklemelerin artmasına rağmen yem bitkileri üretimi istenilen düzeye ulaşamadığı için kaliteli kaba yem açığı hala devam etmektedir.

Ülkemizde ve bölgemizde tarla tarımı içerisinde yem bitkileri alanlarını artırmak için kullanılabilir önemli ölçüde pamuk ve mısır ekim alanları mevcuttur. Ekim sistemi içinde bu bitkiler ile tek yıllık baklagillerin kışlık ara ürün olarak kullanılması mümkündür. Yüksek protein içeriği, rotasyona uygunluğu, tahıllarla karışım olarak ekilmesi ve uygun zamanda biçilip tarlaya ana ürüne daha erken bırakma elverişliliği nedeniyle son yıllarda yem bezelyesi daha çok tercih edilir olmuştur. Özellikle bölgemizde de erkenci-orta erkenci çeşitlerin kışlık ara ürün olarak ekilmesi ürün çeşitliliğine uygun olmaktadır. Nitekim bazı araştırmacılar da farklı ekolojilere uygun erkenci, kaliteli, ot ve tohum verimi yüksek, soğuğa dayanıklı yem bezelyesi çeşitlerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Karaköy ve ark, 2016).

Ülkemizde yem bezelyesi, farklı iklim koşullarında daha çok kaba yem üretimi için yetiştirilmekte ve yıldan yıla yaygınlaşmaktadır. Yem bezelyesi ekim alanı, 2020 yılı itibariyle toplam yem bitkileri ekiliş alanının (22.240.273 da) içinde %1,09 (243.191 da) payla son yıllarda artış göstermektedir (Anonim, 2021).

Yapılan çalışmalarda; tam çiçeklenme döneminde biçilen yem bezelyesi kuru otunun %20 oranında ham protein içerdiği, her türlü hayvan için besleyici olduğu (Açıkgöz, 2001; Bilgili, 2009), tohumunun %15-35 oranında protein ve yüksek

konsantrasyonda temel amino asitleri (lisin ve triptofan) içerdiği (Elzebroek and Wind, 2008) belirtilmiştir.

Ege bölgesinde yem bezelyesinin kışlık ara ürün olarak kullanımı son yıllarda teşviklerle birlikte yaygınlaşmıştır. Soğuğa dayanıklı geçici çeşitlerin pamuk-pamuk arası kışlık ara ürün olarak kullanımı hasat zamanı açısından sıkıntı yaratabilmektedir. Çalışmada bölge koşullarına uyumlu erkenci ile geçici yem bezelyesi çeşitlerinin farklı zamanlarda biçilerek verim ve kalite açısından değerlendirip kışlık ara üründe kaba yem üretimine uygunluğu araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Yurt dışında (Almanya) ıslah edilmiş ve tescil edilmiş, ülkemizde de kayıt altına alınmış erkenci Livioletta ve Namık Kemal Üniversitesi tarafından geliştirilen geçici Töre yem bezelyesi çeşitleri denemenin materyalini oluşturmuştur.

Deneme İzmir koşullarında, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme deneme tarlasında 2017-2018 ve 2018-2019 üretim sezonunda iki yıl süre ile yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlı kurulan denemede parseller 25 cm sıra arası mesafede ve altı sıradan oluşmuştur. Parsel büyüklüğü 1,5 m x 5 m=7,5 m² dir. Ekim derinliği 5-6 cm'dir. 100 tohum ağırlıkları esas alınarak m²'ye 80 adet çimlenebilir tohum ekilmiştir (Açıkgöz, 2001; Anonim 2019). Ekimler ilk yıl 02.11.2017, ikinci yıl ise 14.11.2018 tarihlerinde yapılmıştır. Üç farklı gelişme döneminde biçilen parsellerde kenar tesiri olarak parsel başlarından 50 cm, kenarlardan birer sıra bırakılmıştır. Tabana saf 6 kg azot ve 15 kg/da fosfor (P₂O₅) DAP gübresi ile verilmiştir. Parsellerde elle, parsel aralarında çapa makinasıyla yabancı ot mücadelesi yapılmış, her iki yılda da çiçeklenme öncesi dönemde yağmurlama sulama yöntemiyle bir kez su verilmiştir. Deneme tarlası Gediz tını (typic Ustorthent) toprak yapısındadır (Anonim, 1971).

Farklı biçim zamanlarının verim ve kalite kriterlerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada,

bitkiler çiçeklenme başlangıcı (B1), alt baklalardaki tanelerin iz şeklinde (B2) ve alt baklalar tam doldurma döneminde (B3) olduğunda biçilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir (Anonim, 2019). Yetiştirme sezonu boyunca her iki yılda da toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Her iki yılda da minimum sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasının üzerinde, ortalama sıcaklıklar ise ilk yıl uzun yıllar ortalamasının üzerinde, ikinci yıl ise uzun yıllar ortalamasına yakın olarak gerçekleşmiştir.

İncelenen özellikler

Parsel hasadından sonra yaş ot ağırlıkları tartılmış, yeşil ot içinden rast gele alınan 0,5 kg’lık örnekler kurutma dolabında 48 saat, 65°C’de kurutulmuş kuru madde oranları saptanmıştır. Kuru madde oranı değerlerinden yararlanılarak kuru madde verimi (kg/da) hesaplanmıştır.

Kalite özellikleri

Kuru madde verimi tayini için alınan kuru madde örnekleri kalite analizleri için 1 mm’lik elekten geçecek şekilde öğütüldükten (Brabender Ohg Duisburg) sonra örneklerde kalite analizleri yapılmıştır.

Kuru madde örneklerinde azot miktarı Dumas yöntemi ile (RapidN Cube, Elementar Analysensysteme GmbH, Germany) belirlenmiştir. Belirlenen azot değerleri 6,25 dönüşüm katsayısı ile çarpılarak söz konusu ot örneğindeki % ham protein değerleri saptanmıştır. Bitki hücre duvarındaki selüloz ve lignin miktarını % ADF (Acid Detergent Fiber/Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif), selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarını % NDF (Neutral Detergent Fiber/Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif) ifade eden değerler Van Soest ve ark. (1991) tarafından belirtilen esaslara göre ANKOM lif analiz cihazı (Fiber analiz) ile belirlenmiştir.

Çizelge 1. Yem bezelyesi çeşitlerinin biçim tarihleri (2018-2019).

Table 1. Cutting times of field pea cultivars (2018-2019).

Çeşitler Cultivars	Biçim zamanları (2018) Cutting times (2018)			Biçim zamanları (2019) Cutting times (2019)		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3
Biçim zamanları						
Livioletta	12 Mart (March)	11 Nisan (April)	25 Nisan (April)	20 Mart (March)	1 Nisan (April)	13 Mayıs (May)
Töre	11 Nisan (April)	25 Nisan (April)	9 Mayıs (May)	3 Mayıs (May)	13 Mayıs (May)	27 Mayıs (May)

B1: Çiçeklenme başlangıcı , B2: Alt baklalardaki tanelerin iz şeklinde B3: Alt baklalar tam doldurma döneminde

B1: first flowering, B2: traces of grains in the lower pods, B3: full filling in the lower pods.

Çizelge 2. Menemen İlçesi iklim verileri 2017-2019.

Table 2. Meteorological data of Menemen district 2017-2019.

Aylar	Toplam Yağış (kg/m ²) Total Precipitation			Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature			Maksimum sıcaklık (°C) Maximum temperature			Minimum sıcaklık (°C) Minimum temperature		
	2017- 18	2018- 19	Uzun Yıllar Ort. (LTM)	2017- 18	2018- 19	Uzun Yıllar Ort. (LTM)	2017- 18	2018- 19	Uzun Yıllar Ort. (LTM)	2017- 18	2018- 19	Uzun Yıllar Ort. (LTM)
Ekim	72,4	4	38,8	17,5	18,6	17,5	18,6	28,4	38,5	8,6	3	1,9
Kasım	52,2	98,6	73,9	12,5	14,5	13,0	23,2	28,3	30,7	2,4	5,5	-1,4
Aralık	102,8	105	104,0	11,1	7,7	9,6	20,9	18,5	24,8	1,6	0,1	-4,1
Ocak	113,8	310,2	98,0	8,2	8,2	7,8	17,2	17,2	22,4	-0,2	-2,1	-7,1
Şubat	140	105	73,9	11,3	9,3	9,0	19,4	19,7	26,0	3,7	1,9	-5,0
Mart	36,8	33,6	62,3	14,7	12,3	11,2	23,4	21,9	31,1	2,7	1,5	-3,9
Nisan	3,8	57,6	41,2	18,3	15,1	15,1	34,2	28,4	33,5	7,7	4,5	-0,8
Mayıs	16	3,6	27,3	23,1	20,5	20,1	35,7	35,6	39,6	8,6	8,8	3,4
Toplam	537,8	717,6	519,4									

• Long term mean

Sindirilebilir kuru madde miktarı, kuru madde tüketimi nisbi yem değerleri %ADF ve %NDF değerlerinden yararlanılarak Sheaffer et al. (1995)'e göre elde edilmiştir.

$$\% \text{ KMT (Kuru Madde Tüketimi)} = 120 / \% \text{ NDF}$$

$$\% \text{ SKM (Sindirilebilir Kuru Madde Miktarı)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$\text{NYD (Nispi Yem Değeri)} = (\% \text{ SKM}) \times (\% \text{ KMT}) / 1,29$$

Araştırmada Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi: İki çeşit, 3 biçim zamanı 4 tekrarlamalı olarak tesadüf bloklarında iki faktörlü faktöriyel deneme desenine göre 2 yıl yürütülen denemenin, tarla ve laboratuvar analizinden elde edilen verilerin JMP 13 istatistik paket programı kullanılarak, yıl birleştirmesi üzerinde varyans analizleri yapılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984, Kalaycı, 2005).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yeşil ot verimi (kg/da)

Yeşil ot verimleri açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre biçim zamanı, yıl, genotip x biçim zamanı, genotip x yıl interaksyonu, yıl x biçim zamanı x genotip

interaksiyonu istatistik olarak önemli, genotip ve yıl x biçim zamanı interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek yeşil ot verimi, alt baklalardaki tanelerin iz şeklinde olduğu (B2) ikinci biçim zamanından elde edilmiştir. Yılların ortalaması değerlendirildiğinde ilk yıl yapılan biçimlerin yeşil ot verimleri ikinci yıldan daha yüksek bulunmuştur. Genotip x yıl interaksyonunda Livioletta çeşidi ilk yıl daha yüksek yeşil ot verimi değerine sahip olmuştur. Yıl x biçim zamanı x genotip interaksyonunda en yüksek verim (5133 kg/da) ilk yıl Livioletta çeşidinin alt baklalardaki tanelerin iz şeklinde olduğu (B2) ikinci biçim zamanından elde edilirken, en düşük verim (2262 kg/da) ikinci yıl Livioletta çeşidinin çiçeklenme başlangıcı (B1), birinci biçim zamanından alınmıştır. Livioletta çeşidine göre daha geçi olan Töre çeşidinin yeşil ot veriminin her iki yılda da alt baklalar tam tane doldurma döneminde (B3) biçildiğinde çok fazla düştüğü görülmektedir (Çizelge 3). Ülkemizin farklı bölgelerinde yem bezelyesi çeşitleri ile yapılan çalışmalarda da iklim faktörlerinin yeşil ot verimine doğrudan etkisi olduğu ve verim değerlerinde geniş bir varyasyon gerçekleştiği belirtilmiştir (Geren ve Alan, 2012; Çankaya ve ark., 2015; Ateş ve Tekeli, 2017; Temel ve ark., 2022).

Çizelge 3. Yem bezelyesi çeşitlerinin yeşil ot verimleri (kg/da).
Table 3. Green herbage yields of field pea cultivars (kg/da).

Biçim zamanı / Cutting time	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen. mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	4583 ab	3897 b	4240 b	2873 c	2262 c	2567 c	3404 B
B2	4436 b	5048 a	4742 a	5133 a	4017 b	4575 ab	4659 A
B3	2973 c	2520 c	2746 c	4690 ab	4182 b	4436 ab	3591 B
Genotip / Genotype	ÖD		3910	3859			
Biçim Zamanı / Cutting time	**						
Yıl / Year	**		4115 a	3654 b			
Genotip x Biçim Zamanı							
Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl							
Genotype x Year	*	3997 ab	3822 bc	4232 a	3487 c		
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip							
Year x Cutting time x Genotype	**						

Biçim zamanı / Cutting time:308,8; Yıl / Year: 252,1 Genotip x Biçim zamanı /Genotype x Cutting time: 436,6;

LSD (0,05): Genotip x Yıl/ Genotype x Year:356,6 Yıl x Biçim Zamanı x Genotip / Year x Cutting time x Genotype:617,7

CV (%)

11,02

ÖD: önemli değil / not significant.

Kuru madde verimi (kg/da)

Kuru madde verimleri açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre, biçim zamanı, yıl, genotip x biçim zamanı etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genotip, yıl x genotip etkileşimi ve yıl x biçim zamanı x genotip etkileşimi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). Alt baklaların tam doldurma dönemi (B3) olan üçüncü biçim zamanı ilk verim grubunu oluşturmuştur. Alt baklalardaki tanelerin iz şekli (B2) olan ikinci biçim zamanı ikinci verim grubunu, çiçeklenme başlangıcı (B1), birinci biçim zamanı da son verim grubunu oluşturmuştur. İlk yıl daha yüksek kuru madde verimi elde edilmiştir. Genotip x biçim zamanı etkileşiminde, Töre çeşidi en yüksek verimi ikinci ve üçüncü biçimlerde verirken Liviolette çeşidi ise en yüksek verimi üçüncü biçimde elde etmiştir.

Yıllar arasındaki kuru madde veriminin farklı olması iklim koşullarından kaynaklanabilmektedir (Tekeli ve Ateş, 2003; Açıkgöz ve ark., 2009; Türk ve ark., 2011; Tan ve ark., 2013). Ortalama sıcaklıklar ilk yıl, özellikle biçimlerin yapıldığı aylarda, ikinci yıla ve uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek gerçekleşmiştir (Anonim, 2019). İlerleyen biçim zamanları ile genellikle kuru madde veriminde artış belirlenmiştir. Bu artış bitki gelişimi ile beraber kuru madde birikiminin ve aynı zamanda kuru madde yüzdesinin yüksek olmasına bağlanabilmektedir. Aynı eğilim ve kuru madde verimleri Aşık ve Uzun (2006) ve Uzun ve ark. (2012) çalışmalarında da elde edilmiştir. Genotip x biçim zamanı etkileşimlerinde Liviolette çeşidinin biçim zamanı geciktikçe kuru madde verimindeki artış, erkenci olması nedeni ile ilerleyen biçimlerde bakla oluşması ve tanelerin hızla dolmasından kaynaklanmaktadır. Töre çeşidi ise diğer çeşide göre çok daha geçi olması nedeni ile bakla oluşmasının gecikmesi ve denemenin yapıldığı yerde Akdeniz iklim koşullarının hakim olması, vejetasyonun ilerleyen zamanlarında meydana gelen yüksek sıcaklıklar (Çizelge 2) nedeni ile baklanın tane doldurma hızı çok düşük kalmış ve yeteri kadar bakla dolduramamıştır (McPhee, 2003; Konuk ve Tamkoç, 2018, Yerlikaya ve Uzun 2022).

Kalite özellikleri

Ham protein oranı (%)

Ham protein oranları (%) açısından yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre protein oranı, biçim zamanı, yıl, genotip x biçim zamanı etkileşimi, genotip x yıl etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genotip ve yıl x biçim zamanı x genotip önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). En yüksek protein oranı birinci biçim zamanında elde edilmiştir. Onu sırası ile ikinci ve üçüncü biçim zamanları takip etmiştir. İlk yıl daha yüksek protein oranı tespit edilmiştir. Genotip x biçim zamanı etkileşiminde Liviolette çeşidi istatistiksel olarak en yüksek protein yüzdesi birinci biçim zamanında elde ederken, Töre çeşidi ise birinci ve ikinci biçimlerde en yüksek protein oranına sahip olmuştur. Biçim zamanları arttıkça protein oranlarının düşmesi, ilerleyen vejetatif dönemde kuru madde yüzdesinin artması, protein yüzdesi en yüksek olan yaprak oranının diğer bitki organlarına oranının düşmesine bağlanabilir. Aynı eğilim Uzun ve ark. (2012)'in çalışmasında da elde edilmiştir. Protein oranları diğer çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Ay ve ark., 2017; Yavuz, 2017).

Genotip x biçim zamanı etkileşiminde Liviolette çeşidinin birinci biçim zamanında en yüksek, üçüncü biçim zamanında ise en düşük protein oranına sahip olması erkenci bir çeşit olduğu için erken çiçek açması ve kuru madde yüzdesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. İlerleyen gelişme dönemindeki biçimde gösterdiği düşük protein oranı ise, ilerleyen dönemde bakla oluşması erken bakla doldurması ile protein oluşumunun henüz tanelerde tam meydana gelmemesine ve yaprak oranının diğer organlarına göre daha düşük seviyelerde kalmasına bağlanabilmektedir. Töre çeşidi ise yine birinci biçimde en yüksek protein oranına sahip olmuş ancak ikinci verim grubunda yer almıştır. Bunun nedeni genel olarak geçi çeşitlerin kuru madde yüzdesinin daha yüksek oranlarda bulunması ve yem kalitelerinin erkenci çeşitlere göre daha düşük olması ile ilgili olabilmektedir. En geç hasatta bile diğer çeşide göre daha yüksek ham protein oranına sahip olması geçi çeşit olması nedeni ile uzayan çiçeklenme süresine bağlanabilir (Alatürk ve ark., 2021).

Çizelge 4. Yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde verimleri (kg/da).
Table 4. Dry matter yields of field pea cultivars (kg/da).

Genotipler / Genotypes	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	623	624	623 c	342	333	338 d	480 C
B2	887	818	852 b	909	722	816 b	834 B
B3	989	701	845 b	1218	1100	1159 a	1002 A
Genotip / Genotype	ÖD		773			771	
Biçim Zamanı / Cutting time	**						
Yıl / Year	**	828 a	716 b				
Genotip x Biçim Zamanı Genotype x Cutting time	**						
Yıl x Genotip/ Year x Genotype	ÖD						
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip Year x Cutting time x Genotype	ÖD						
Biçim zamanı / Cutting time 76,7; Yıl / Year: 62,6; Genotip x Biçim Zamanı /Genotype x Cutting time: 108,5; LSD (0,05): Yıl x Biçim Zamanı / Year x Cutting time: 108,6							
CV (%)							13,79

Çizelge 5. Yem bezelyesi çeşitlerinin ham protein oranları (%).
Table 5. Crude protein rates of field pea cultivars (%).

Biçim zamanı / Cutting time	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	24,2	20,8	22,5 b	26,5	24,3	25,4 a	23,9 A
B2	23,7	20,1	21,9 b	20,5	20,7	20,6 c	21,2 B
B3	21,2	21,4	19,8 c	16,5	16,7	16,6 d	18,1 C
Genotip / Genotype	ÖD		21,3			20,8	
Biçim Zamanı/Cutting time	**						
Yıl / Year	**	22,1 a	20,2 b				
Genotip x Biçim Zamanı/ Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl Genotype x Year	**	23,1 a	19,8 c	21,1 b		20,6 bc	
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip/ Year x Cutting time x Genotype	ÖD						
Biçim zamanı / Cutting time 0,81; Yıl / Year:0,67; Genotip x Biçim Zamanı /Genotype x Cutting time: 1,16; LSD (0,05): Yıl x Genotip/ Year x Genotype:0,83							
CV (%)							5,44

ADF oranları (%)

ADF oranları (%) açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre, genotip, biçim zamanı, genotip x biçim zamanı istatistikisi olarak önemli bulunmuştur. Yıl, genotip x yıl etkisi, yıl x biçim zamanı x genotip etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Töre çeşidi daha yüksek % ADF oranına sahip olmuştur. En yüksek % ADF oranı ikinci (B2)ve üçüncü biçimde (B3) elde edilirken aynı zamanda ilk

grubu oluşturmuşlardır. Birinci biçim zamanı (B1) ise en düşük ADF oranı ile son grupta yer almıştır (Çizelge 6). Biçim geciktikçe kuru madde birikimi ve yüzdesi yükselmektedir. Buna bağlı olarak da hücrede ADF oranı yükselmektedir. Ancak son iki biçim arasında çok büyük farklılık yoktur ve aynı verim grubunda yer alması türe ait kalite özelliği olabilir. Yem bezelyesi diğer bazı baklagil türlerine göre gelişim boyunca daha kaliteli kaba yem üretebilmektedir (Öztürk ve Aydın, 2009). Töre çeşidinin daha yüksek ADF oranına sahip

olması çeşidin geçici olmasına bağlı olarak biçim geciktikçe bitki hücrelerinde daha fazla lif birikmesi ile izah edilebilir. Livioletta çeşidi buna benzer bir eğilim göstermesine rağmen üçüncü biçim zamanında alınan ADF oranı ikinci biçimde elde edilen oran ile birbirine çok yakın ve aynı grupta yer almıştır. Erken bir çeşit olduğu için birinci biçimde düşük ADF oranına sahip olması, beklenen bir durum olmasına rağmen üçüncü biçimde düşük orana sahip olması bakla ve tanelerin yem kalitesine olumlu etki yapmasına bağlanabilir. Töre çeşidinin üçüncü biçimde en yüksek ADF oranına sahip olması bitkide lif birikmesine ve bunu telafi edecek düzeyde baklanın tane doldurmaması ile ilgili olabilir. Genotiplere bağlı olarak farklı ADF oranlarına sahip olunması durumu yapılan birkaç çalışmada görülmüştür (Uzun ve ark., 2012; Yavuz, 2017; Çağan ve ark., 2019).

NDF oranları (%)

NDF oranları (%) açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre NDF oranında genotip, biçim zamanı, genotip x biçim zamanı etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 7). Yıl, genotip x yıl etkisi, yıl x

biçim zamanı x genotip etkisi önemsiz bulunmuştur. Üçüncü biçim zamanı en yüksek NDF oranı ile ilk grupta yer alırken, birinci biçim zamanı son verim grubunda, ikinci biçim zamanı ikinci verim grubunda yer almıştır. Töre çeşidinin en yüksek NDF oranı alt baklaların tam dolduğu (B3) dönemde biçildiğinde elde edilmiştir. Töre çeşidinin daha yüksek NDF oranına sahip olması çeşidin geçici olması ve buna bağlı olarak biçim geciktikçe bitki hücrelerinde daha fazla lif birikmesi ile izah edilebilmektedir. Livioletta çeşidi buna benzer bir eğilim göstermesine rağmen üçüncü biçim zamanında alınan NDF oranı, ikinci biçimde elde edilen oran ile birbirine çok yakın ve aynı verim grubunda yer almıştır. Erken bir çeşit olduğu için birinci biçimde düşük NDF oranına sahip olması beklenen bir durum olmasına rağmen üçüncü biçimde düşük orana sahip olması bakla ve tanelerin yem kalitesine olumlu etki yapmasına bağlanabilmektedir. Töre çeşidi üçüncü biçimde en yüksek NDF oranı sahip olması bitkide lif birikmesine ve bunu telafi edecek düzeyde baklanın tane doldurmaması ile açıklanabilmektedir. Genotiplere bağlı olarak farklı NDF oranlarına sahip olunması diğer araştırmacıların çalışmalarında da belirtilmiştir (Uzun ve ark., 2012; Çağan ve ark., 2019; Temel ve ark., 2022).

Çizelge 6. Yem bezelyesi çeşitlerinin ADF oranları (%).
Table 6. ADF rates of field pea cultivars (%).

Genotipler / Genotypes	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	29,9	29,8	29,8 b	28,3	23,9	26,1 d	27,9 B
B2	30,9	30,4	30,7 b	28,4	27,9	28,1 c	29,4 A
B3	35,2	35,8	35,5 a	24,8	24,9	24,8 d	30,2 A
Genotip / Genotype	**		32,0 a			26,4 b	
B biçim Zamanı/Cutting time	**						
Yıl / Year	ÖD						
Genotip x Biçim Zamanı/ Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl							
Genotype x Year	ÖD						
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip/ Year x Cutting time x Genotype	ÖD						
Genotip/ Genotype: 0,95; Biçim zamanı / Cutting time: 1,18; Genotip x Biçim zamanı/ Genotype x Cutting							
LSD (0,05): time:1,67							
CV (%)							5,48

Çizelge 7. Yem bezelyesi çeşitlerinin NDF oranları (%).
Table 7. NDF rates of field pea cultivars (%).

Biçim zamanı / Cutting time	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	34,6	36,2	35,4 c	32,1	30,1	31,1 d	33,2 C
B2	37,4	36,8	37,1 b	33,5	34,2	33,9 c	35,5 B
B3	41,9	42,8	42,4 a	33,5	34,8	34,2 c	38,3 A
Genotip / Genotype	**		38,3 a	33,0 b			
Biçim Zamanı/Cutting time	**						
Yıl / Year	ÖD						
Genotip x Biçim Zamanı/ Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl	ÖD						
Genotype x Year	ÖD						
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip/ Year x Cutting time x Genotype	ÖD						
Genotip/ Genotype: 0,93; Biçim zamanı / Cutting time: 1,14; Genotip x Biçim zamanı /Genotype x Cutting LSD (0,05): time: 1,63							
CV (%)							4,62

Sindirilebilir kuru madde oranları (%)

Sindirilebilir kuru madde oranları (%) açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre genotip, biçim zamanı ve genotip x biçim zamanı etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 8). Yıl, genotip x yıl etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Livioletta çeşidi daha yüksek sindirilebilir kuru madde oranına sahip olmuştur. Biçim zamanları açısından birinci biçim zamanı ilk grubu, ikinci biçim zamanı ikinci grubu, üçüncü biçim zamanı ise son verim grubunda yer almıştır. Genotip x biçim zamanı etkisinde, Livioletta çeşidi en yüksek SKM'yi birinci biçim zamanında elde ederken, ikinci ve üçüncü biçim zamanlarında aynı oranlarla ikinci verim grubunda, Töre çeşidi birinci biçimden sonra daha düşük sindirilebilir kuru madde değerlerine sahip olmuştur. Sindirilebilir kuru madde yüzdesinin biçimlerin geç yapılması ile birlikte düşmesi aynı şekilde daha yüksek ADF ve NDF oranları ile izah edilebilir. Artan lif oranları sindirilebilirliği düşürmüştür. Livioletta çeşidinin daha yüksek sindirilebilir kuru madde yüzdesi vermesi aynı şekilde daha düşük ADF ve NDF oranlarına sahip olması ve dolayısıyla daha düşük miktarlarda lif vermesi ile ilgilidir. Biçim zamanı x genotip etkisinde Livioletta çeşidi en

yüksek SKM oranını birinci biçimde vermiş diğer biçimlerde de aynı SKM oranını elde etmesi daha az life sahip olması ile açıklanabilir. Töre çeşidi her biçimde daha düşük SKM oranı vermesi bu biçimlerde aldığı daha yüksek ADF oranları ile izah edilebilir.

Nisbi yem değerleri

Nisbi yem değerleri açısından, yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizine göre genotip, biçim zamanı ve genotip x biçim zamanı etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Yıl ve genotip x yıl etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Livioletta çeşidi önemli oranda yüksek nispi yem değerine sahip olmuştur. Birinci biçim zamanı diğer iki biçim zamanından daha yüksek nispi yem değeri vererek ilk verim grubunu oluşturmuştur. Diğer biçim zamanları ikinci verim grubunda yer almıştır. Livioletta çeşidi en yüksek değerleri birinci ve üçüncü biçim zamanında almış ve ilk verim grubunu oluşturmuştur. Töre çeşidi ise üçüncü biçimde en düşük değeri vermiş ve son verim grubunda yer almıştır. Genotip x biçim zamanı x yıl etkisinde en yüksek nispi yem değeri ilk yıl Livioletta çeşidi bütün biçimlerde ilk verim grubunda yer alırken, ikinci yıl ikinci ve üçüncü biçimlerde alt verim gruplarında yer almıştır (Çizelge 9).

Genel olarak oldukça yüksek NYD sahip olunmuştur. Türe ait olan bu özellik ilk biçim zamanında en yüksek seviyesine çıkması bitkinin gelişim devresi ile ilgilidir. Livioletta çeşidinin birinci ve üçüncü biçimlerde sahip olduğu yüksek NYD, lif oranının düşük olması nedeni ile kaliteyi artırmaktadır. Töre çeşidi ise biçimler ilerledikçe artan lif oranları ile daha düşük NYD elde etmiştir.

Ancak Töre çeşidinin nisbi yem değeri üçüncü biçim hariç gayet yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum türe ait daha az lif oranlarına sahip olması ile açıklanabilecek bir özellik olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim sonuçlarımız farklı çalışmalarda yem bezelyesi çeşitlerinin nisbi yem değerleri ile paralellik göstermektedir (Yavuz, 2017, Temel ve ark., 2022).

Çizelge 8. Yem bezelyesi çeşitlerinin Sindirilebilir kuru madde oranları (%).
Table 8. Rates of digestible dry matter of field pea cultivars (%).

Biçim zamanı / Cutting time	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	61,9	60,6	61,3 b	63,8	65,4	64,6 a	62,9 A
B2	59,7	60,2	59,9 c	62,7	62,2	62,5 b	61,2 B
B3	56,2	55,5	55,8 d	62,7	61,7	62,2 b	59,0 C
Genotip / Genotype	**		59,0 b			63,1 a	
Biçim Zamanı/Cutting time	**						
Yıl / Year	ÖD	61,2	60,9				
Genotip x Biçim Zamanı/ Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl							
Genotip x Year	ÖD						
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip/ Year x Cutting time x Genotype	ÖD						
Genotip / Genotype: 0,75; Biçim zamanı / Cutting time: 0,91; Genotip x Biçim zamanı / Genotype x Cutting							
LSD (0,05): time: 1,30							
CV (%)							2,09

Çizelge 9. Yem bezelyesi çeşitlerinin nisbi yem değerleri.
Table 9. Relative feed values of field pea cultivars.

Genotipler / Genotypes	Çeşitler/Cultivars						Genel ort. Gen.mean
	Töre			Livioletta			
	2018	2019	Ort./mean	2018	2019	Ort./mean	
B1	193,15bc	189,96 de	191,55 c	210,99 ab	255,08 a	233,03 a	212,29 A
B2	180,62 c	184,45 e	182,53 c	207,79 ac	208,09 d	207,94 b	195,24 B
B3	148,98 d	144,44 f	146,71 d	235,69 a	231,31 bc	233,50 a	190,11 B
Genotip / Genotype	**		173,59 b			224,82 a	
Biçim Zamanı/Cutting time	**						
Yıl / Year	ÖD						
Genotip x Biçim Zamanı/ Genotype x Cutting time	**						
Genotip x Yıl							
Genotip x Year	ÖD						
Yıl x Biçim Zamanı x Genotip/ Year x Cutting time x Genotype	*						
Genotip/genotype: 8,81, ; Biçim zamanı / Cutting time:10,79; Genotip x biçim zamanı /Genotype x Cutting							
LSD (0,05): time: 15,25; Yıl x Biçim zamanı x Genotip/Year x Cutting time.x Genotype:21,58							
CV (%)							7,51

SONUÇ

Yem bezelyesi kaliteli kaba yem üretiminde önemli tek yıllık baklagil yem bitkisidir. Soğuğa dayanımı nedeni ile ülkemizde her iklim koşullarında yetiştirilebilmektedir. Bu nedenle, geliştirilen çeşitlerin hemen hemen hepsi geçici çeşitlerdir. Ülkemizin sahil kesiminde ve pamuk tarımı yapılan bölgelerde kışlık ara ürün olarak kullanılabilir erkenci- orta erkenci yem bezelyesi çeşitlerinin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri Uludağ Üni. Zir. Fak. Tarla Bit. Bölümü Uludağ Ün. Güçlendirme Vakfı Yayın No:182 VİPAŞ AŞ Yayın no:58 Bursa. 114-118.
- Açıkgöz, E., A. Üstün, İ. Gül, E. Anlırsal, A.S. Tekeli, İ. Nizam, R. Avcioglu, H. Geren, S. Çakmakçı, B. Aydınoglu, C. Yücel, M. Avcı, Z. Acar, İ. Ayan, A. Uzun, U. Bilgili, M. Sincik ve M. Yavuz. 2009. Genotype x Environment Interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in field pea (*Pisum sativum* L.) Spanish Journal of Agricultural Research 7(1): 96-106. ISSN:1695-971-X.
- Alatürk, F., Ç. Çınar ve A. Gökkuş. 2021. Farklı Sıra Aralıklarının Bazı Yem Bezelyesi çeşitlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 8(1):53-57.
- Anonim. 1971. Menemen ovası temel toprak etüdü. Toprak sSu Genel Müdürlüğü Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi Raporları, No:24, Ankara.
- Anonim. 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü Baklagil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Ankara.
- Anonim. 2020a. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (<https://biruni.tuik.gov.tr>) Ankara.
- Anonim. 2020b. Hayvansal Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (<https://biruni.tuik.gov.tr>) Ankara.
- Ateş, E. ve S. Tekeli. 2017. Farklı taban gübresi uygulamalarının yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin ot verimi ve kalitesine etkisi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20:13-16.
- Ay, U., M. Altın, ve C. Şen, 2017. Kırklareli Koşullarında yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)- buğday'ın (*Triticum aestivum* L.) farklı karışım oranları ve biçim zamanlarının ot verimi ve kalitesine etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 14 (3):80-85.
- Beşer, N., G. Çivi, ve Y. Kaya. 2020. The determination of yield performances of some forage pea varieties in Thrace Region. I. International Agricultural, Biological & Life Science Conference. 1-3 September 2020. Edirne, Turkey.
- Ancak erkenci çeşitlerin çiçeklenme tarihleri çok erken olduğu için kaba yem üretimleri düşük kalmakta ve karışım halinde ekimi yapılan serin iklim tahılları ile de tam uyum sağlamamaktadır. Bunun önüne geçmek için erkenci yem bezelyesi çeşitlerinin daha geç zamanlarda biçim yapılması halinde sorunun çözümüne ilişkin olarak yapılan bu çalışma sonuçları ile erkenci çeşitler kullanıp, daha geç biçimler yaparak daha kaliteli ve yüksek verimlerin alınabileceği belirlenmiştir.
- Bilgili, U. 2009. Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.) T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yem bitkileri Baklagil Yembitkileri C:2 :440-447ISBN:978-605-60864-1-0(2.c)
- Clark, A. 2007. Managing Cover Crops Profitably. Sustainable Agriculture Research and Education College Park MD.
- Çaçan, E., M. Kaplan, , K. Kökten, H. Tutar, 2018. Evaluation of some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) lines and cultivars in terms of seed yield and straw quality. Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 8(2): 275-284
- Çankaya, N., K. İspirli, , F. Alay, İ. Ekmen. 2015. Bafra ovası koşullarında bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin path analizi ile belirlenmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi (7-10 Eylül 2015) Çanakkale, S:172-175
- Elzebroek, T., and K. Wind. 2008. Guide to cultivated plants. CAB International. Oxfordshire, UK.
- Geren, H. ve Ö. Alan.2012. Farklı ekim zamanlarının iki bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşidinde ot verimi ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri. Anadolu J. Of AARI 22(2): 37-47.
- Kalaycı, M. 2005. Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Yayın No: 21. Eskişehir.
- Karaköy, T., A. Demirbaş, V. Yörük, F. Toklu , F. S. Baloch, A. Ton, A. E. Anlırsal, H. Özkan 2016. Sivas ekolojik koşullarında soğuğa dayanıklı bezelye (*Pisum sativum* ssp. *sativum* L. ve ssp. *arvense* L.) genotiplerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25 (Özel sayı-1):171-176.
- Konuk, A. ve A. Tamkoç.2018. Yem bezelyesinde kışlık ve yazlık ekimin bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 7 (1): 39-50.
- McPhee, K., 2003. Dry pea production and breeding-a mini review. WFL Pub. Sci. and Tech. Food, Agric. and Environ. V. 1 (1):64-69.

- Öztürk, M. ve M. Aydın.2009. Bazı kışlık yem bitkilerinde çinkolu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Aydın. (Basılmamış YL Tezi).
- Sheaffer, C. C., M. A. Peterson, M. Mccalin, J. J. Volene, J. H. Cherney, K. D. Johnson, W. T. Woodward, and D. R. Viands.1995. Acide detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value. North American Alfalfa Improvement Conference. Minneapolis.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
- Tan, M., A. Koç, Z. Dumlu Gül, E. Elkoca, İ. Gül. 2013. Determination of dry matter yield components of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Journal of Agricultural Sciences 19:289-296.
- Tekeli, A.S. ve E. Ateş.2003. Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. Journal of Central European Agriculture (online) 4 (4):313-317.
- Temel, S., B. Keskin, S. Çakmakçı, B. Tosun. 2022. Iğdır koşullarında ot verim ve kalite özellikleri açısından uygun yem bezelyesi çeşitleri ve kışlık ekim zamanlarının belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa dergisi 25(4): 745-756.
- Türk, M., S. Albayrak, ve O. Yüksel.2011. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types. Turkish Journal of Field Crops 16(2):137-141.
- Uzun, A., H. Gün, E. Açıkgöz. 2012. Farklı gelişme dönemlerinde biçilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin ot, tohum ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 26(1):27-38.
- Van Soest, P. J. 1991. Analytical systems for evaluation of feeds. pp. 75-94. In: P.J. Van Soest, (Ed.), Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Ithaca, NY.
- Yavuz, T. 2017. Farklı biçim zamanlarının yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve yulaf (*Avena sativa* L.) karışımlarında ot verim ve kalitesi üzerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(1):67-74.
- Yerlikaya, D.Ü. ve A. Uzun.2022. Farklı ekim yöntemlerinin bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin tarımsal ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bursa (Basılmamış yüksek lisans tezi).
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 121. Teknik Yayın No: 56. Ankara.

Ege Bölgesi Bağ Alanlarında Fitoplazma Hastalıklarının ve Olası Vektör Böcek Türlerinin Belirlenmesi

Serpil ERİLMEZ^{1*}  Aydan KAYA²  Nursen ÜSTÜN³ 
Neziha GÜVEN⁴  F. Özlem ALTINDIŞLI⁵  Fatma ÖZSEMERCI⁶ 

^{1,2,3,4,5,6} Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova-İzmir/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0001-7954-2416> ²<https://orcid.org/0000-0003-4599-374X> ³<https://orcid.org/0000-0002-6255-3861>
⁴<https://orcid.org/0000-0002-6433-5171> ⁵<https://orcid.org/0000-0001-9385-3886>
⁶<https://orcid.org/0000-0003-2234-1810>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): serpil.erilmaz@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 12.04.2022 Accepted (Kabul tarihi): 08.11.2022

ÖZ: Bu çalışma 2013-2015 yıllarında, Ege Bölgesi'nde Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa illerinde bağlarda fitoplazma hastalık etmenleri *Candidatus Phytoplasma vitis* (*Flavescence doree* (FD)) ve *Candidatus Phytoplasma solani* (*Bois noir* (BN)) moleküler yöntemlerle belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanını kapsayan 4 ilin, 13 ilçesindeki 119 bağda Eylül-Kasım aylarında tesadüfi örnekleme yöntemine göre sürveyler gerçekleştirilmiştir. Survey alanında gelişme geriliği, yapraklarda renk değişikliği, kızarma, sararma, içe ve aşağı doğru yaprak kıvrılması, düzensiz olgunlaşma belirtileri gösteren toplam 194 asmanın yıllık sürgünlerinden yaprak ve sürgün örnekleri alınmıştır. Hastalık etmenlerinin tanınması moleküler yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Multiplex nested PCR yöntemiyle yapılan tanılamada 22 adet örnek FD'nin yer aldığı 16 Sr V grubu, 14 örnek ise BN'nin bulunduğu 16 Sr XII grubu için pozitif reaksiyon vermiştir. Yapılan çift yönlü DNA sekans analizinden elde edilen verilerin NCBI-BLAST analizine göre 16 Sr V grubuna ait olduğu belirlenen 22 adet izolat gen bankasında kayıtlı *Candidatus Phytoplasma vitis* izolatları ile % 97'nin altında benzerlik gösterdiğinden tür düzeyinde bu etmenin varlığı doğrulanmamıştır. Öte yandan, 16 Sr XII grubunda yer alan 14 adet izolata 2 adedi gen bankasında kayıtlı *Candidatus Phytoplasma solani* (BN) izolatları (Acc. No. JQ977744.1) ile % 99 benzerlikte saptanmış ve bu izolatlar *Candidatus Phytoplasma solani* olarak tanımlanmıştır. Söz konusu 2 izolat Denizli ili Bekilli ilçesinden alınan örneklerdir. Vektör böceklerin saptanabilmesi amacıyla, hastalık etmenlerinin tespit edildiği bitkilerde görülen Hemiptera takımına ait böcekler toplanmıştır. Teşhis sonucunda çalışmada elde edilen türlerin fitoplazma hastalığının vektörü olduğu bilinen türlerden farklı olduğu belirlenmiştir. Ege Bölgesi bağ alanlarında BN saptanmasına rağmen yayılmasında etkili olan vektör böceklerin bu alanlarda bulunmadığı ortaya koyulmuştur.

Anahtar kelimeler: Fitoplazma hastalıkları, asma, sürvey, moleküler metotlar, Hemiptera.

Determination of Grapevine Phytoplasma Diseases and Possible Vectors in the Aegean Region

ABSTRACT: This study was conducted to use molecular methods to determine the phytoplasmas *Candidatus Phytoplasma vitis* (*Flavescence doree* (FD)) and *Candidatus Phytoplasma solani* (*Bois noir* (BN)) in vineyards of Çanakkale, Denizli, İzmir and Manisa provinces in the Aegean Region between 2013-2015. In these locations, surveys with random sampling were carried out between September and November. In the areas surveyed, vine stocks exhibiting typical symptoms such as: irregularly or stunted developing vines, colour change and downward curling of leaves, turning red, turning pale, etc. were sampled and leaf and sucker samples were taken from yearly suckers. Totally 119 vineyards were surveyed in 13 districts of Denizli, Manisa, İzmir and Çanakkale and samples were collected from 194 vines. Molecular techniques were used to identify phytoplasma and its presence. In the multiplex nested PCR tests 22 samples gave positive reactions for 16 Sr V group including FD, however 14 samples gave positive reactions for 16 Sr XII group in which BN is involved. The presence of the FD was not confirmed because NCBI-BLAST analysis of the double-stranded DNA sequencing data of 22 strains belonging to 16 Sr V

group showed 97% similarity with *Candidatus Phytoplasma vitis* strains found in GenBank. On the other hand, 2 out of 14 strains from 16 Sr XII group indicated 99% similarity with *Candidatus Phytoplasma solani* (BN) strain (Acc. No. JQ977744.1) in GenBank and these strains were identified as *Candidatus Phytoplasma solani*. These two isolate samples were taken from Bekilli District, Denizli Province. Insects belonging to Hemiptera Order were collected from infected grapevines in order to detect the presence of vector species. As a result of morphological identification, it was revealed that collected specimen are different from species known as vectors of BN. Despite the presence of BN in the Aegean Region, vector insects that spread the disease have not been found.

Keywords: *Phytoplasma* diseases, grapevine, survey, molecular methods, Hemiptera.

GİRİŞ

Bağcılık, Türkiye ekonomisinde ayrı öneme sahip bir tarımsal faaliyettir. Dünyada bağcılık için en elverişli iklim kuşağında yer alan ülkemiz, çok eski bir bağcılık kültürüne de sahiptir. Arkeolojik bulgulara göre, asma türünün ilk olarak Kafkasya ve Anadolu'da kültüre alındığı ve zamanla buradan dünyanın hemen her yerine dağıldığı kabul edilmektedir.

Dünya ülkeleri arasında, bağ alanı yönünden Türkiye; İspanya, Fransa, İtalya ve Çin'den sonra 5.sırada (467 bin ha), yaş üzüm üretimi yönünden ise Çin, İtalya, A.B.D., Fransa ve İspanya'nın ardından- 6. (yaklaşık 3,9 milyon ton) sıradadır. Toplam üzüm üretimimiz içerisinde sofralık üzümün payı %52,70 (2.218.056 ton) iken, kurutmalık üzüm %36,46 (1.534.499 ton), şaraplık üzüm ise %10,84'lük (456.353 ton) bir paya sahiptir (Anonymous, 2020). Bölgeler itibarı ile üretimimiz incelendiğinde Ege Bölgesi'nde çekirdeksiz kuru üzüm, Akdeniz Bölgesi'nde ilk turfanda sofralık üzüm, Marmara Bölgesi'nde sofralık ve şaraplık üzüm, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ise şaraplık, şıralık, sofralık, çekirdekli kurutmalık üzüm yetiştiriciliğinin gelişme gösterdiği görülmektedir. Türkiye üzüm üretimi TÜİK 2019 verilerine göre üretimin %38'i Manisa, %11'i Denizli, %8'i Mersin, %4'ü İzmir, %3'erlik kısmı Gaziantep ve Mardin illerinden ve %34'lük kısmı da diğer illerden sağlanmıştır. Sofralık üzüm üretiminin; %22'si Manisa, %15'i Mersin, %12'si Denizli ve %4'erlik kısmı da Gaziantep ve Diyarbakır'dan elde edilmektedir. Kurutmalık üzüm üretiminin %68'i Manisa, %6'sı Denizli, %4'ü İzmir ve %3'erlik kısmı da Mardin ve Konya'dan, kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin ise %89'u

Manisa, %6'sı İzmir ve %5'i de Denizli'den sağlanmaktadır. Şaraplık üzümün %20'si Denizli, %12'si Kilis, %10'u Nevşehir, %9'u Tokat ve %8'i Elazığ'da üretilmektedir. Türkiye üzüm ihracatı ile ülke ekonomisi için önemli bir gelir kaynağını oluşturmaktadır. 2019 yılı dünya kuru üzüm ihracat miktarı 814 bin ton, ihracat değeri ise 1,8 milyar dolar olup ihracat miktarı bir önceki yıla göre %10, ihracat değeri ise %1 düşüş göstermiştir (Anonim, 2020).

Fitoplazmalar floemde yaşayan, tek hücreli ve hücre duvarı olmayan prokaryotik organizmalardır (Anonymous, 2011a). Çok sayıda bitki türünü hastalandıran fitoplazmalar 16 S rDNA genindeki farklılıklara göre sınıflandırılmış ve 40'ın üzerinde fitoplazma grubu belirlenmiştir (Zhao ve Davis, 2016).

Asmalarda hastalığa neden olan en önemli fitoplazmalar; *Candidatus Phytoplasma vitis* (*Flavescence dorée* (FD) Elm yellows grubu, 16 S rDNA V ve *Candidatus Phytoplasma solani* (*Bois noir* (BN), Stolbur phytoplasma grubu, 16 S rDNA XII'dir. İki farklı grupta yer alan bu fitoplazmalar asmalarda renk değişimi, gelişme geriliği, yapraklarda aşağı doğru kıvrılma, meyve kalitesinde azalma şeklinde birbiri ile benzer belirtiler oluştururlar (Anonymous 2011a, 2011 b).

Fitoplazmalar aşı yoluyla ve Hemiptera takımından vektör böcekler ile taşınmaktadır. Hemiptera türleri bitkilerin vejetatif aksamından özellikle yaprak ve genç sürgünlerinden sokucu-emici ağız yapılarıyla bitki özsuğunu emerler. Ovipozitörleriyle de yaprak doku ve damarlarının içine yumurta bırakırlar. Böylece bitkide emgi yapılan yerlerde klorofil azalması, salgılanan toksik madde nedeniyle iletim demetlerinde tıkanma ve bitkinin fizyolojik düzeninde farklılaşmaya meydana gelir.

Böcekler, bitkilerde hastalık etmeni olan virüs, riketsia, bakteri ve fitoplazmaları sağlam bitkiye taşıyıp bulaştırarak hastalık etmeninin kısa sürede yayılmasına neden olurlar (Lodos, 1986; Sforza ve ark., 1998; Kramer 1981, Kalkandelen, 1987). Hemiptera takımından özellikle Cicadellidae ve Cixiidae familyalarına ait türler fitoplazmaların taşınmasında önemlidir (Ertunç, 2013).

Asma fitoplazmalarından FD'nin vektörünün *Scaphoideus titanus* Ball. (Hemiptera: Cicadellidae) olduğu bilirse de (Boudon-Padieu, 2003) *Dictyophara europaea* (L.)-(Hemiptera Cicadellidae) (Lessio ve ark., 2007; Lessio and Alberto, 2008), *Oncopsis alni* (Schrank) (Boudon-Padieu, 2003; Mehle ve ark., 2011a,b) ve *Orientalis ishidae* (Matsumura) (Mehle ve ark., 2010, 2011a,b) türleri de potansiyel vektörleri arasında gösterilmektedir. BN fitoplazmasının ise ana vektörü *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Fulgoromorpha: Cixiidae) (Boudon-Padieu 2003; Maixner, 2010 a, b) olarak bilinmektedir. Ancak bazı ülkelerde bağ alanlarında *Reptalus panzeri* (Low) (Hemiptera: Cixiidae) (Palermo ve ark., 2004), *Goniagnathus guttulinervis* (Kirschbaum) (Garau ve ark., 2005), *Neoaliturus fenestratus* (Herrich-Schäffer), *Circulifer haematoceps* (Mulsant and Rey), *Macrosteles quadripunctulatus* (Kirschbaum), *Orosius orientalis* (Matsumura) (Hemiptera: Cicadellidae) ve yeni bazı Auchenorrhyncha (Olivier ve ark., 2014) türlerinin bünyesinde BN etmeni tespit edilerek potansiyel vektör oldukları belirlenmiştir.

Dünyanın farklı ülkelerinde rapor edilen asma fitoplazmaları ile ilgili Türkiye'de çok sınırlı çalışma bulunmaktadır (Ertunç ve ark., 2011, Ertunç ve ark., 2015, Ertunç ve ark., 2016; Canik ve ark., 2011a, 2011b; Karabıçak ve ark., 2020).

Ertunç ve ark. (2011) tarafından Ege Bölgesi'nde, Manisa ve Çanakkale illerinde BN' nin ve 16 *SrDNA V*'nin varlığı bildirilmiştir. *Candidatus Phytoplasma solani* Türkiye'de Solanaceae, nar gibi bitki türlerinde tespit edilmiştir (Sertkaya ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2009; Çağlar ve ark., 2010)

Bu çalışma ile 2013-2015 yıllarında Ege Bölgesi'nde Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa illerinde bağlarda fitoplazma şüpheli belirti gösteren asma örnekleri moleküler tekniklerle incelenmiş ve bu hastalıklar açısından bölgenin durumu ortaya konmuştur. Bu etmenlerin karantina organizması olması nedeniyle, standart test protokolü hazırlanarak, bu konuda karantina analizi ve numune analizleri yapan kuruluşlarda metot birlikteliği sağlanmıştır.

Ayrıca, bağ alanlarında tespit edilen fitoplazmaların yayılmasında etkili olan vektör böcek türleri saptanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Sürvey çalışmaları

Sürvey çalışmaları 2013–2015 yıllarında Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa illeri bağ alanlarında Eylül-Kasım aylarında yürütülmüştür. Tesadüfi örnekleme yöntemine (Bora ve Karaca, 1970) göre yapılan sürveylerde, Tarım ve Orman İl Müdürlüklerinden alınan ekiliş alanları, ekolojik faktörler, işgücü ve zaman faktörleri de göz önüne alınarak mevcut alanların %1'i incelenerek kontroller yapılmıştır (Çizelge 1).

Bağcılığın yoğun olarak yapıldığı il ve ilçelerde güzergâhlar belirlendikten sonra özellikle ithal fidanlarla kurulan sofralık/şaraplık üzüm yetiştiriciliği yapılan bağlarda, fitoplazma şüpheli belirti gösteren asmalardan örnek alınmıştır.

Çizelge 1. Manisa, Denizli, İzmir ve Çanakkale illerindeki mevcut ve incelenen bağ alanları.

Table 1. Existing and examined vineyard areas in Manisa, Denizli, İzmir and Çanakkale provinces.

İl/ Province	Mevcut alan (da) Existing area	İncelenen alan (da) Area examined
Manisa	715.895	7158
Denizli	445.775	4457
İzmir	123.260	1232
Çanakkale	51.766	517

Örnekleme; gelişme geriliği, yapraklarda renk değişikliği-kızarma, sararma, içe ve aşağı doğru yaprak kıvrılması, düzensiz olgunlaşma gösteren asmalarda yapılmış, yaprak ve sürgün örnekleri alınmıştır. Örnekleme; yıllık sürgünler, üzerlerinde yapraklarla birlikte alınmış olup örnekleme yapılan bağlar ve asmalara ait bilgiler (mevki, bağ sahibi, çeşit, alan, sıra sayıları vs.) etiketlere yazılmış ve örnek alınan asmalar işaretlenmiştir. Ayrıca örnek alınan her bir asmanın GPS yardımıyla koordinatları da belirlenmiştir.

Alınan örnekler polietilen torbalar/kese kâğıdı içinde etiketlenerek buz kutusunda laboratuvara getirilmiştir. Analiz için hazırlanmaya kadar örnekler 1-5 gün süreyle + 4°C’ de buzdolabında saklanmıştır.

Vektör böceklerin toplanması

Hemiptera takımına ait vektör böceklerin elde edilmesinde japon şemsiyesi ve atrap kullanılmıştır.

Darbe yöntemi

Bağ alanlarından vektör böceklerin toplanmasında japon şemsiyesi kullanılmıştır. Bu amaçla söz konusu bağ alanını temsil edecek şekilde her bağda tesadüfen seçilen 100’er asmanın birer sürgünü altına japon şemsiyesi tutulup sürgün üzerine, ucuna plastik boru geçirilmiş bir sopa ile 3 kez vurularak japon şemsiyesi üzerine düşen Hemiptera takımına ait bireyler kaydedilmiş, erginler ağız aspiratörü ile toplanmış ergin olmayanlar laboratuvarında kültüre alınarak ergin elde edilmiştir (Kaplan ve ark., 2016; Anonim, 2017).

Atrap

Bağın içindeki yabancı otlarda bulunan Hemiptera takımına ait bireylerin saptanmasında kullanılmıştır. Bağı temsil edecek şekilde köşegenler boyunca belirli aralıklarla her bağda toplam 100 atrap sallanarak yabancı otlarda bulunan Hemiptera takımına ait bireyler kaydedilmiş, erginler ağız aspiratörü ile toplanmış, ergin olmayanlar laboratuvarında kültüre alınarak ergin elde edilmiştir (Karabacak ve ark., 2020).

Darbe yöntemi ve atrap ile toplanan erginler buz kutusu içinde laboratuvara getirilerek teşhise hazır hale getirilmiş ve teşhis için uzmanına gönderilmiştir.

Moleküler çalışmalar

Total DNA izolasyonu

Bu amaçla ilk aşama olarak örneklerden DNA izolasyonu için, asma yapraklarının orta damarları çıkarılmış ve 1 g tartılarak örnek ezme poşetine yerleştirilmiştir. (Prince ve ark., 1993, Lee ve ark., 1994). Invitrogen firmasına ait Total DNA Purification Kit (K183001) kullanılarak, firmanın önerdiği prosedüre göre Total DNA izolasyonu yapılmıştır. Elde edilen DNA’lar -80°C’ de derin dondurucuda saklanmıştır.

Total DNA’lara Multiplex nested PCR işlemi uygulanmıştır.

Birinci PCR aşamasında;

FD9f1 (5’-GAATTAGAACTGTTTGAAGACG-3’)

Fd9r1 (5’-TTTGCTTTCATATCTTGTATCG-3’)

Stol 11f2 (5’TATTTTCCTAAAATTGATTGGC-3’)

Stol 11r1 (5’-TGTTTTTGCACCGTTAAAGC-3’)
(Daire et al., 1997),

İkinci (nested) PCR aşamasında ise,

FD9f3b (5’-TAATAAGGTAGTTTTATATGACA
AG-3’)

Fd9r2 (5’-GACTAGTCCCGCCAAAAG-3’)

Stol 11f3 (5’-ACGAGTTTTGATTATGTTTAC-3’)

Stol 11r2 (5’-GATGAATGATAACTTCAACTG-3’)
(Angelini ve ark., 2001, Clair ve ark., 2003)
primerlerinin kullanılmasına dayanan yöntemleri içeren protokol uygulanmıştır.

1. aşama

Önce PCR karışımı (22 µl hacimlik reaksiyon için 10x PCR buffer -1x; MgCl₂-1,93 mM; BSA-273µg/mL; dNTP-136µM; primer FD9f-0,34 µM; primer FD9r1-0,34 µM; primer Stol 11f2-

0,068µM; primer Stol 11r1- 0,068 µM; Taq polymerase-0,6 U; DNA-2µl) hazırlanmıştır.

Bu karışım thermal cycler cihazına (Eppendorf Mastercycler Gradient) yerleştirilmiş ve hedef DNA'yı çoğaltmak için aşağıda belirtilen parametreler uygulanmıştır:

92 °C	3 dak.	1 döngü	
92°C	1 dak.	}	35 döngü
55 °C	1dak.		
72 °C	1 dak.30 san		
72 °C	10 dak.	1 döngü	

2. aşama

Birinci aşamada elde edilen PCR ürünlerinin 1:32 oranında seyreltmesinden sonra PCR karışımı (25µl hacimlik reaksiyon için 10x PCR karışımı - 1x; MgCl₂-1,93 mM; BSA-273µg/mL; dNTP-136µM; primer FD9f3b-0,3 µM; primer FD9r2-0,3µM; primer Stol 11f3-0,3µM; primer Stol 11r2-0,3 µM; Taq polymerase-0,6 U; 1 aşama PCR ürünü (1:32 seyreltme)-5 µM) hazırlanmıştır.

Bu karışım thermal cycler (Eppendorf Mastercycler Gradient) cihazına yerleştirilmiş ve hedef DNA 'yı çoğaltmak için aşağıda belirtilen parametreler uygulanmıştır:

92 °C	3 dak.	1 döngü	
92°C	1 dak.	}	35 döngü
56 °C	1dak.		
72 °C	1 dak.30 san		
72 °C	10 dak.	1 döngü	

PCR ürünü % 1.5'lik agaroz jelde 50-60 dakika süreyle 100 V elektrik akımı verilerek yürütülmüştür. Daha sonra jel ethidium bromide solusyonu ile ((Tris-acetate-EDTA) tampon çözeltinin içine ml'de 0.5 µg EtBr) 30 dakika süreyle boyanmış ve UV ışık altında oluşan bantlar görüntülenmiştir. FD için 1150 bp' de, BN için ise 720 bp'de oluşan bantlar pozitif olarak değerlendirilmiştir.

DNA sekans analizi

Nested PCR sonucu elde edilen PCR ürününün DNA dizileme analizi hizmet alımı ile yaptırılmıştır. Elde edilen sekanslar, evrensel bir veri tabanında (<http://www.ebi.ac.uk/> <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) Blast analizi yardımıyla kontrol edilmiş ve tür tayini yapılmıştır.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Sürvey çalışmalarına ilişkin sonuçlar

Fitoplazma hastalıklarının tespitine yönelik 2013-2015 yılları arasında yapılan sürvey çalışmalarında Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa illerinde toplam 13 ilçe ve 119 bağda kontroller yapılmış ve 194 asmadan örnek alınmıştır (Çizelge 2). Sürvey çalışmalarında, ithal fidanlarla kurulan sofralık/şaraplık üzüm yetiştiriciliği yapılan bağlardan örnekleme yapılmış olup, başlıca üzüm çeşitleri Boğazkere, Öküzgözü, Syrah, Cabernet Sauvignon, Merlot, Alphonse Lavallee ve Sultani Çekirdeksiz'dir.

Sürvey alanında, asmalarda gelişme geriliği, yapraklarda renk değişikliği-kızarma, sararma, içe ve aşağı doğru yaprak kıvrılması, düzensiz olgunlaşma belirtileri gözlenmiştir (Şekil 1-6). Nitekim alınan çoğu örnek fitoplazma benzeri belirti göstermesine rağmen etmenler tespit edilmemiştir. Bu durumda fitoplazma benzeri belirtilerin, virüs hastalıkları, bitki besin elementi eksiklik/fazlalıkları, genetik açılmalar, demir klorozu, fitotoksite belirtileri ile benzerlik göstermesinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca özellikle kırmızı üzüm çeşitlerinde asmanın fizyolojik olarak yaşlanması sonucu görülen kızarma belirtileri ile de kolaylıkla karışabilmektedir. Bağ sarılığı olarak adlandırılan bu fitoplazmalar bitkilerde yapraklarda kızarma, içe doğru kıvrılma şeklinde belirtiler oluşturmakta ve semptomlarına bakılarak patojenleri ayırmak mümkün olamamaktadır (Seemuller ve ark., 1998; Torres ve ark., 2004; Kuzmanović ve ark., 2008; Ertunç ve ark., 2011; Ertunç ve ark., 2015, 2016; Canik ve ark., 2011a,b).

Moleküler çalışmalara ilişkin bulgular

Sürvey alanında 2013-2015 yıllarında Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa illerinden toplanan 194 adet asma bitki örneklerinde Multiplex (16 Sr V ve 16 Sr XII grupları) nested PCR analizlerinin sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Son yıllarda fitoplazmalar daha çok DNA esaslı moleküler yöntemler kullanılarak tespit edilmektedir. Yapılan çalışmalarda önce universal primerler kullanılarak fitoplazma varlığı tespit edilmekte, daha sonra

spesifik primerler kullanılarak nested-PCR ile sınıflandırılması yapılmaktadır. Sekans analizi yada RFLP ile de analiz tamamlanmaktadır (Gori ve ark., 2007; Terlizzi ve ark., 2009; Pelletier ve ark., 2009; Margaria ve ark., 2009; Fabre ve ark., 2011; Ertunç ve ark., 2011) *Flavescence doree* (FD)’nin içinde yer aldığı 16 SrV grubuna ait 1150 bp’de ve *Bois noir* (BN)’in içinde yer aldığı 16 Sr XII grubuna ait 720 bp’de bant görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 7, 8, 9).

Çizelge 2. 2013-2015 yıllarında Çanakkale, Denizli, İzmir ve Manisa il ve ilçelerinde bağlardan alınan örnek sayıları ve tespit edilen fitoplazmalar.

Table 2. Sampling locations and number of samples taken in the vineyards of Çanakkale, Denizli, İzmir and Manisa provinces and districts in 2013-2015.

İl/Province	İlçe/District	İncelenen Bağ sayısı Number of vineyards examined	Alınan örnek sayısı Number of samples	Multiplex nested PCR’ göre Enfekteli örnek sayısı Number of infected samples based on multiplex nested PCR		Sekans Sonuçlarına göre BN/FD olarak tanılanan örnek sayısı Number of infected samples confirmed by sequencing analyses
				16 SrV*	16 Sr XII**	
ÇANAKKALE	Bozcaada	7	13	-	-	
	Eceabat	3	7	-	-	
Toplam/Total		10	20	-	-	
DENİZLİ	Bekilli	17	27	4	6	2 (BN)
	Çal	15	19	4	-	Doğurulanamamış Non - confirmed
	Güney	10	25	1	-	Doğurulanamamış Non - confirmed
Toplam/Total		42	71	9	6	
İZMİR	Buca	3	6	-	-	
	Çeşme	6	12	4	4	-
	Kemalpaşa	4	6	-	1	
	Menderes	17	26	4	-	
	Urla	7	10	-	-	
Toplam/Total		37	60	8	5	
MANİSA	Akhhisar	15	19	1	1	
	Kula	9	13	1	2	
	Salihli	6	11	3	-	
Toplam/Total		30	43	5	3	
GENEL TOPLAM General Total		119	194	22	14	

*16SRV: FD’nin yer aldığı grup/ Group of FD

**16 SR XII: BN’nin yer aldığı grup/ Group of BN



Şekil 1. Asma yapraklarında kızarmalar.
Figure 1. Reddening of phytoplasma infected grape leaves.



Şekil 4. Bois Noir fitoplazması ile enfekteli asmada gelişme geriliği.
Figure 4. Stunting of BN-infected plants.



Şekil 2. Yaprak kenarlarından başlayan kızarmalar.
Figure 2. Reddening of the edges of the infected leaves.



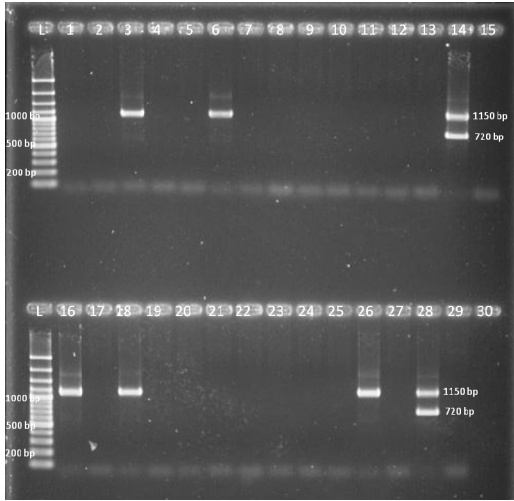
Şekil 5. BN fitoplazmasında enfeksiyonun yaprak uçlarından itibaren ilerleyişi.
Figure 5. Progression of symptoms starting from leaf tips in vine B N – infected plant.



Şekil 3. BN fitoplazması ile enfekteli omcada hastalığın ilerlemiş dönemleri.
Figure 3. Progressive symptoms in BN infected vine.



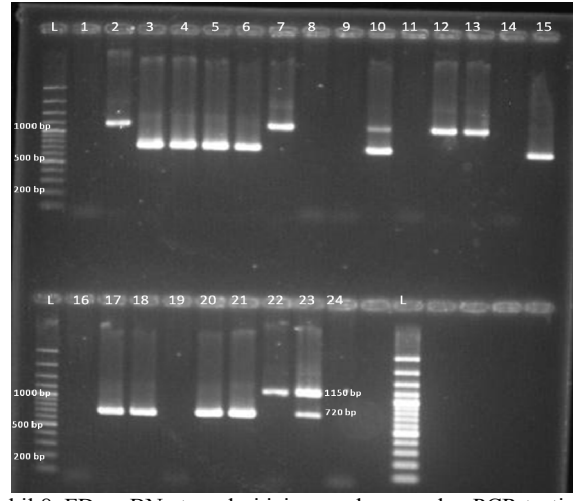
Şekil 6. Yapraklarda kızarma-sarıma şeklinde renk değişikliği.
Figure 6. Red –yellow discoloration of leaves of BN-infected.



Şekil 7. FD ve BN etmenleri için uygulanmış olan PCR testi sonucunun jel görüntüleri.

L: 100 bp DNA ladder. 3, 6, 16, 18, 26: FD pozitif örnekler (1150 bp). 14, 28: FD ve BN pozitif kontrol 15,30: Su kontrol.

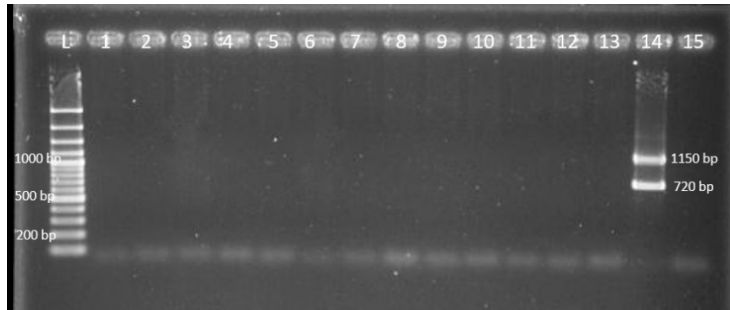
Figure 7. The image of the gel showing PCR test result for the FD and BN L: 100 bp DNA ladder, 3, 6, 16, 18, 26: FD positive samples (1150 bp) 14, 28: FD ve BN positive control 15,30: water control.



Şekil 8. FD ve BN etmenleri için uygulanmış olan PCR testi sonucunun jel görüntüsü.

L: 100 bp DNA ladder. 2, 7, 10, 12, 13, 22: FD pozitif örnekler (1150 bp) 3, 4, 5, 6, 10, 15, 17, 18, 20, 21: BN pozitif örnekler (720 bp) 24: Su kontrol.

Figure 8. The image of the gel showing PCR test result for the FD and BN L: 100 bp DNA ladder. L: 100 bp DNA ladder, 2, 7, 10, 12,13,22: FD positive samples (1150 bp) 3, 4, 5, 6, 10, 15, 17, 18, 20, 21: BN positive samples (720 bp) 24: water control.



Şekil 9. FD ve BN etmenleri için uygulanmış olan PCR testi sonucunun jel görüntüsü. L: 100 bp DNA ladder, 1-13: 16 SrV ve 16 Sr XII grubu negatif örnekler, 14: 16 SrV ve 16 Sr XII grubu pozitif kontrol, 15: Su kontrol.

Figure 9 The image of the gel showing PCR test result for the FD and BN L: 100 bp DNA ladder, 1-13: 16 SrV and 16 Sr XII group negative samples, 14: 16 SrV ve 16 Sr XII group positive control, 15: water control.

Manisa ilinde, fitoplazma şüpheli asma bitkilerinden alınan 43 örneğin % 11.62'sinde FD'nin içinde yer aldığı 16 Sr V, % 6.97'sinde BN'nin içinde yer aldığı 16 Sr XII grupları tespit edilmiştir. İzmir ilinde ise 60 örneğin % 13.33'ünde FD'nin içinde yer aldığı 16 Sr V, % 8.33'ünde BN'nin içinde yer aldığı 16 Sr XII grupları belirlenmiştir. Denizli ilinde 71 örneğin % 12.67'sinde FD'nin içinde yer aldığı 16 Sr V, % 8.45'inde BN'nin içinde yer aldığı 16 Sr XII grupları saptanmıştır. Çanakkale

ilinde ise alınan örneklerde FD'nin içinde yer aldığı 16 Sr V ve BN'nin içinde yer aldığı 16 Sr XII grupları tespit edilmemiştir.

Multiplex nested PCR sonuçlarına göre toplam 36 örnek fitoplazma ile enfekteli bulunmuştur. Bu örneklerden 22'sinde FD'nin içinde yer aldığı 16 Sr V grubu, 14'ünde ise BN'nin içinde yer aldığı 16 Sr XII grubuna ait fitoplazmalar tespit edilmiştir. Örneklerin PCR ürünlerinin sekanslama

sonuçlarına uygulanan NCBI-Blast analizine göre grup düzeyinde pozitif reaksiyon veren bazı örneklerin NCBI’da depolanan FD/BN fitoplazma türleri ile yeterli genetik benzerlik (aynı tür olması için en az %98 benzerlik) göstermediği ortaya çıkmıştır. Örneğin Multiplex nested PCR testinde 16 Sr V grubu için pozitif reaksiyon veren 22 adet izolatın gen bankasında kayıtlı *Candidatus Phytoplasma vitis* izolatları ile benzerlik oranı % 97’nin altında kalmış ve bu sonuçlara göre söz konusu izolatların *Ca P. vitis* (FD) olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Ayrıca multiplex nested PCR sonuçlarına göre 16 Sr XII grubuna ait 14—adet izolattan sadece 2 adetinin gen bankasında kayıtlı *Candidatus phytoplasma solani* (BN) izolatları (Acc. No. JQ977744.1) ile %99 benzerlikte olduğu belirlenmiştir. Söz konusu 2 izolatın Denizli ili Bekilli ilçesinden alınan örnekler için olduğu tespit edilmiştir. Diğer izolatların benzerlik oranı BN’nin varlığını doğrulamamıştır.

Ülkemizde fitoplazma hastalıkları konusunda yapılmış çalışma yok denecek kadar azdır. Ertunç ve ark. (2011, 2016) tarafından 2009-2010 yıllarında 5 bölgede, önemli bağ alanlarında yapılan çalışmada ülkemizde tespit edilen etmenin BN fitoplazması olduğu belirlenmiştir. Etmen Kırklareli, Ankara, İzmir, Manisa, Elazığ, Diyarbakır, Malatya, Nevşehir, Çanakkale ve Tekirdağ illerinde saptanmış olup, BN’nin vektörü olan *Hyalestes* türlerinin ülkemizde mevcut olmakla birlikte bağı tercih etmediği görülmüş ve FD fitoplazması ise sadece 2 örnekte (Kırklareli ve Çanakkale) belirlenmekle birlikte, doğrulanmamıştır. Bu çalışmada, Ertunç ve ark. (2011)’nin sonuçlarına ilave olarak Denizli ilinde BN’nin varlığı belirlenmiş olup, FD tespit edilmemiştir. Karabıçak ve ark. (2020), Erzincan ili; Merkez ve Üzümlü ilçeleri ile bu ilçelere bağlı belde ve köylerdeki bağ alanlarında fitoplazma hastalıkları ve olası vektör böcek türlerini tespit etmek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda fitoplazma etmenlerinden *Bois noir* saptamışlardır.

Literatürü incelediğimizde, bölgemizde asma fitoplazma hastalıklarının belirlenmesine yönelik Ertunç ve ark. (2011)’nin yaptıkları çalışmadan sonra herhangi bir detaylı çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile 2013-2015 yıllarında Ege Bölgesi’nde Manisa, İzmir, Denizli ve Çanakkale illerinde bağlarda fitoplazma şüpheli belirti gösteren asma örnekleri moleküler tekniklerle incelenerek bu hastalıklar açısından durumu ortaya konulmuştur. Ege Bölgesi’nde FD fitoplazması saptanmamış, Denizli ili Bekilli ilçesinde sadece 2 örnekte BN fitoplazması saptanmıştır. FD, asma için en tehlikeli ve tahripkâr fitoplazma hastalığı olarak kabul edilmekte ve epidemi oluşturduğunda büyük ekonomik kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Bölgemizde tespit edilmemiş olması bağcılık açısından büyük önem taşımaktadır.

Vektör böcek çalışmalarına ilişkin bulgular

Denizli ili Bekilli ilçesinde BN hastalığının saptandığı iki farklı bağ alanında vektör böceklerin saptanması amacıyla 21 Eylül 2017 tarihinde arazi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmaların yürütüldüğü bağ alanlarına ait bilgiler Çizelge 3’te verilmektedir. Çizelge 3’te görüldüğü gibi goble terbiye sistemine sahip 1 no’lu bağ Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinden oluşmakta ve üzümler kurutmalık amaçlı değerlendirilmektedir. Duvar terbiye sistemine sahip 2 no’lu bağda ise sofralık amaçlı değerlendirilen Öküzgözü üzüm çeşidi yetiştirilmektedir. Söz konusu bağda japon şemsiyesi ve atrap yardımıyla saptanan türlere ait bilgiler Çizelge 3’te belirtilmektedir.

Çalışma sonucunda BN ve FD’nin vektörü olduğu bilinen herhangi bir tür tespit edilmemiştir. Dünyada BN’nin vektörü olduğu saptanan *Hyalesthes obsoletus* Signoret, *Reptalus panzeri* Low ve *Dictyophara europaea* Linnaeus Türkiye’de varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından dile getirilmiştir (Lodos ve Kalkandelen, 1980a,b; Lodos ve Kalkandelen, 1988; Demir, 2006; 2008; 2017; 2019, Demir ve Demirsoy, 2009; Tanyeri ve Zeybekoğlu, 2021).

Çizelge 3. FD hastalığının saptandığı Denizli ili Bekilli ilçesi bağ alanlarında 2017 yılında saptanan türlere ait bilgiler.

Table 3. Information on the species detected in 2017 in the vineyard areas of Bekilli district of Denizli province where FD disease was detected.

Bağ No/Vineyard No	Üzüm Çeşidi-Terbiye Sistemi Grape cultivar-Trellis system	Elde edilme Yöntemi Sampling method	Birey Sayısı (Adet) Number of specimens collected	Tür Adı Species	GPS Koordinatları GPS Coordinates		
1. Bağ/Vineyard	Sultani Çekirdeksiz/Goble Sultani Çekirdeksiz/Goblet	Atrap Sweep net	1	<i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant & Rey)	Enlem/Latitude:38.22 90 64 Boylam/Longitude: 29.42.02 90		
			2	<i>Empoasca decipiens</i> Paoli	Enlem:38.22 90 64 Boylam: 29.42.02 90		
		Japon şemsiyesi Beating sheet	4	<i>Platymetopius</i> sp. (Nimf)	Enlem:38.22 90 64 Boylam: 29.42.02 90		
			4	<i>Empoasca decipiens</i> Paoli	Enlem:38.22 90 64 Boylam: 29.42.02 90		
		2. Bağ/Vineyard	Öküzgözü/Duvar Öküzgözü/Wall	Atrap Sweep net	1	<i>Thsurtshurnella</i> sp. Nimfi	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04
				Japon şemsiyesi Beating sheet	2	<i>Platymetopius</i> sp. (Nimf)	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04
Japon şemsiyesi Beating sheet	2			<i>Arboridia adanae</i> Dlabola	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04		
Japon şemsiyesi Beating sheet	4			<i>Empoasca decipiens</i> Paoli	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04		
		Japon şemsiyesi Beating sheet	1	<i>Arboridia adanae</i> Dlabola	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04		
			3	<i>Empoasca decipiens</i> Paoli	Enlem:38.23 06 57 Boylam: 29.44.06 04		

Bayram ve ark. (2014), Marmara, Ege, İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki bağ alanlarından ve kenarındaki yabancı otlardan Hemiptera takımına ait 8 familyadan 28 türün tespit edildiğini, BN vektörlerinden *Euscelis lineolatus* Brullé, *H. obsoletus* (Hemiptera: Cicadellidae) ve *D. europaea* (Hemiptera: Dictyopharidae)'nın saptandığını, ancak FD vektörü *Scaphoides titanus* Ball. (Hemiptera: Cicadellidae)'un saptanamadığını ve fitoplazma varlığı için örneklenen tüm böceklerin PCR sonuçlarının negatif olduğunu bildirmektedir. Karabıçak ve ark., (2020) tarafından Erzincan ili bağ alanlarında fitoplazma etmenlerinden BN ve bu etmenin potansiyel vektörleri olan *Laodelphax striatellus* (Fallen, 1826) (Hemiptera: Delphacidae), *Empoasca* sp., *Euscelis incisus* (Kirschbaum, 1868) ve *Psammotettix* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) türlerinin tespit edildiği bildirilmektedir.

Bağ alanlarında görülen FD hastalığının vektörü *S. titanus*, BN hastalığının vektörü ise *H. obsoletus*'tur (Weintraub ve Beanland, 2006; Kölber, 2011. Farklı konukçularda ise *Circulifer tenellus* (Baker), *Fieberiella florii* Stål, *Macrosteles* sp., *Neotalitrus fenestratus* (Herrich-Schäffer), *Orosius cellulosus* Lindberg, *Orosius lotophagorum* (Kirkaldy), *Orosius orientalis* (Matsumura), *Reptalus panzeri* (Low) (Hemiptera: Cixiidae)'nin fitoplazma hastalığının vektörleri olduğu bildirilmektedir- (Weber and Maixner, 1998; Weintraub, 2007). Bağ alanlarında yabancı otların varlığıyla *H. obsoletus*'un hastalığın yayılmasında %30-60 etkili olduğu bildirilmektedir. (Weintraub ve Beanland, 2006).

Erzurum ve Diyarbakır'da *Hyalesthes obsoletus*'un, Ankara ve Denizli'de *Dictyophara europaea*'nin saptandığı ancak PCR and PCR-RFLP analizlerinde etmenin varlığı açısından

negatif sonuç verdiği, Trakya ve Çanakkale bağ alanlarında FD'nin saptandığı ancak vektörü olan *Scaphoides titanus*'un Bulgaristan'da saptanmasına rağmen, Türkiye'de henüz saptanmadığı bildirilmektedir (Ertunc, 2013). Ayrıca Kalkandelen (2000), Türkiye'de *Hyalesthes* cinsinde tespit edilen 13 türün varlığını bildirmiştir. Ancak Çizelge 3'de görüldüğü gibi; bizim çalışmamızda elde edilen türler fitoplazma hastalığının vektörü olduğu bilinen türlerden farklıdır.

Bağ fitoplazmaları karantina zararlıları olup, halen Bitki Karantinası Yönetmeliğinin EK 2-A "Türkiye'de varlığı bilinmeyen organizmalar" bölümünde yer almaktadır. Sürvey sırasında yerli çeşitlerden alınan örneklerde etmenler saptanmamıştır. Bu üreticiler kendi asmalarından üretim materyali almakta ve yeni asmaları bu materyallerden yetiştirmektedir. İthal çubuklar kullanarak bağ tesis eden üreticilerde söz konusu etmenin tespit edilmesi, bu hastalıkların Türkiye'ye vejetatif olarak, aşı materyali veya aşıli asma

şeklinde girdiğini göstermektedir. Bu açıdan durum ele alınırsa, Türkiye'ye asma fidanı girişi sırasında karantina müdürlüklerinde bu hastalıkların varlığı açısından analizlerin yapılması ve kayıt dışı girişlerin önlenmesi için toplum bilincinin oluşturulması çok büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM-BS-12/08-05/02-28 (2) numarası ile desteklenmiştir. Bağ alanlarından toplanan Hemiptera takımına ait böcekler Prof. Dr. Emine DEMİR ÖZDEN (Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) tarafından teşhis edilmiştir. Projeye maddi destek sağlayan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve çalışmadan elde edilen Hemiptera takımına ait böceklerin teşhisini yapan Prof. Dr. Emine DEMİR ÖZDEN (Düzce Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü)'e teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Angelini, E., D. Clair, M. Borgo, A. Bertaccini, and E. Boudon-Padieu. 2001. Flavescence dorée in France and Italy occurrence of closely related phytoplasma isolates and their near relationships to Palatinate grapevine yellows and an alder yellows phytoplasma. *Vitis* 40: 79–86.
- Anonim. 2017. Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Anonim. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim tarihi: 27/10/2022).
- Anonymous. 2011a. <http://www.agf.gov.bc.ca/cropprot/grapeipm/phytoplasma.htm> (Erişim tarihi: 04.01.2012)
- Anonymous. 2011b. http://nc.eppo.org/QUARANTINE/bacteria/Flavescence_doree/PHY64_ds.pdf (Erişim tarihi: 04.01.2019).
- Anonymous. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 27.10.2022).
- Bayram, S., U. Zeybekoglu, G. Soylemezoglu, D. Canik, M. Karavin, A. Cakir, and F. Ertunc. 2014. Presence of putative insect vectors of grapevine yellows phytoplasmas in Turkey. *Phytopathogenic Mollicutes* Vol. 4 (1): 22-26.
- Bora T. ve İ. Karaca. 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı. No: 167.
- Boudon-Padieu, E. 2003. The situation of grapevine yellows and current research directions: distribution, diversity, vectors, diffusion and control. pp. 47-53. In: 14th ICVG Conference. 12-17 September 2003. Locorotondo, Italy.
- Canik, D., F. Ertunc, S. Paltrinieri, N. Contaldo, and A. Bertaccini. 2011b. Identification of different phytoplasmas infecting grapevine in Turkey. *Bulletin of Insectology*, 64: 225 - 226.
- Canik, D., S., Topkaya, S., G. Soylemezoglu, and F. Ertunc. 2011a. Occurrence and distribution of bois noir phytoplasma in Turkey. pp. 43-44. In: 2nd European Bois Noir Workshop.
- Clair, D. J. Larrue, G. Aubert, J. Gillet, G. Cloquemin, and E. Boudon-Padieu. 2003. A multiplex nested-PCR assay for sensitive and simultaneous detection and direct identification of phytoplasma in the Elm yellows group and Stolbur group and its use in survey of grapevine yellows in France. *Vitis* 42 (3): 151-157.
- Çağlar, B. K., T. Elbeaino, M. Küsek, D. Pehlivan, H. Fidan, and M. Portakaldalı. 2010. Stolbur Phytoplasma infections in potato and tomato plants from different locations in Turkey *J. Turk. Phytopath.* 39: 1-3.

- Daire, X., D. Clair, W. Reinert and E. Boudon-Padieu. 1997. Detection and differentiation of grapevine yellows phytoplasmas belonging to the elm yellows group and to the stolbur subgroup by PCR amplification of nonribosomal DNA. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 507-514.
- Demir, E. 2006. Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera) with a new Record, *Pentastiridius nanus* (Ivanoff, 1885). *Mun. Ent. Zool.* 1: 97-122.
- Demir, E. 2008. The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean Region (Hemiptera). *Mun. Ent. Zool.* 3: 447-522.
- Demir, E. ve A. Demirsoy, 2009. Preliminary report on the Fulgoromorpha (Hemiptera) fauna of Kemaliye (Erzincan) with a new record for Turkey. *Mun. Ent. Zool.* 4: 280-286.
- Demir, E., 2017. Fulgoromorpha (Hemiptera) records from Southwestern Turkey. *Entomologia Hellenica* 26 (2017): 17-28.
- Demir, E., 2019. Auchenorrhyncha (Hemiptera: Fulgoromorpha and Cicadomorpha) species that feed on walnut trees and their economic importance as potential vectors. *Mun. Ent. Zool.* 14: 305-314.
- Ertunc, F., 2013. A new threat for Turkish horticulture: phytoplasma diseases and their vectors. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 60: 221-224.
- Ertunç F., D. Canik, Ş. Topkaya, G. Söylemezoğlu ve Ş. Bayram. 2011. Türkiye bağlarında bağ sarılığı fitoplazmalarının varlığı ve saptanması. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri. 28-30 Haziran 2011. Kahramanmaraş. s.90.
- Ertunç, F., D. Canik Orel, Ş. Bayram, S. Paltrımeri, A. Bertaccını, Ş. Topkaya, and G. Söylemezoğlu. 2015. Occurrence and molecular characterization of grapevine phytoplasmas in main viticultural regions of Turkey. *Phytoparasitica* 43 (3): 303-310.
- Ertunç, F., D. Canik-Orel, S. Bayram ve G. Söylemezoğlu. 2016. Türkiye bağlarında fitoplazma enfeksiyonlarının dağılımı, vektörleri ve moleküler karakterizasyonu. Uluslararası Katılımlı Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresi. 5-8 Eylül, 2016. Konya. s. 539.
- Fabre, A., L. J. Danet, and X. Foissac. 2011. The Stolbur Phytoplasma antigenic membrane protein gene Stamp is submitted to diversifying positive selection. *Gene* 1-2: 37-41.
- Garau, R., V.A. Prota, A. Sechi, A. Lentini, Tolu, G. Botti, and A. Bertaccini. 2005. Indagine epidemiologica in un vigneto affetto da "Legno nero" nel nord-Sardegna". *Petria* 15(1/2):177-179.
- Gori M., R. Monnanni, M. Buiatti, E. Goti, S. Carnavale, L. Da Prato, A. Bertaccını, and S. Bricolti. 2007. Establishing a real-time PCR detection procedure of "flavescence doree" and "bois noir" phytoplasmas for mass screening. *Bulletin of Insectology* 60 (2): 255-256.
- Kalkandelen, A. 2000. Türkiye Cixiidae (Homoptera) türleri üzerindeki taksonomik çalışmalar-VIII. *Bitki Koruma Bülteni* 40 (3-4): 91-123.
- Kalkandelen, A., 1987. Türkiye Cixiidae (Homoptera) türleri üzerinde taksonomik çalışmalar. I -familyanın morfolojik özellikleri ve cins teşhis anahtarı. *Bitki Koruma Bülteni* 27: 3-4.
- Kaplan, M., Özgen, İ. ve Ayaz, T. 2016. Mardin İli Zeytin Bahçelerinde Zeytin Pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin Doğal Düşmanları ve Önemli Türlerin Popülasyon Değişimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20 (3): 175-182.
- Karabıçak, Y., İ. Alaserhat, Ş. Altundağ, I. Özdemir ve E. Demir Özden. 2020. Erzincan ili bağ alanlarında fitoplazma hastalıklarının ve olası vektör böcek türlerinin tespiti, *Bitki Koruma Bülteni* 60 (1): 31-39.
- Kölber, M. 2011. Phytoplasma diseases of grapevine and the possible measures to control them. *International Journal of Horticultural Science* 2011, 17 (3): 37-43. ISSN 1585-0404
- Kuzmanović S., M. Martini, P. Ermacora, M. Ferrinif, Starovic, M. Tosic, L. Carraro and R. Osler 2008. Incidence and molecular characterization of flavescence dorée and stolbur phytoplasmas in grapevine cultivars from different viticultural areas of Serbia *Vitis*, 47 (2), 105-111.
- Lee, I. M., D. E. Gundersen, R. W. Hammond, and R. E. Davis. 1994. Use of mycoplasma-like organism (MLO) group-specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed- MLO infections in a single host plant. *Phytopathology* 84: 559- 566.
- Lessio, F., and A. Alberto. 2008. Host plant and seasonal presence of *Dictyophara europaera* in the vineyard agroecosystem. *Bulletin of Insectology* 61(1): 199-200.
- Lessio, F., R. Tedeschi, and A. Alma. 2007. Population Dynamics, host plants and infection rate with Stolbur Phytoplasma of *Hyalesthes obsoletus* Signoret in North-Western Italy. *Journal of Plant Pathology* 89 (1): 97-102.
- Lodos, N. 1986. Türkiye Entomolojisi II, Genel, Uygulamalı ve Faunistik. Ege Üniversitesi Yayınları Bornova, İzmir.
- Lodos, N. ve A. Kalkandelen. 1980b. Preliminary list of *Auchenorrhyncha* with notes on distribution and importance of species in Turkey III. Family Meenoplidae, Derbidae, Achilidae, Dictyopharidae and Tettigometridae. *Türk. Bit. Kor. Derg.* 4 (3) :161-176.
- Lodos, N. ve A. Kalkandelen. 1988. Preliminary list of *Auchenorrhyncha* with notes on distribution and importance of Turkey XXVII. (Addenda and Corrigenda). *Türkiye Entomoloji Dergisi* 12 (1): 11-22.

- Lodos, N. ve A. Kalkandelen. 1980a. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey. I. Family Cixiidae Spinola. *Türk. Bit. Kor. Derg.* 4 (1) : 15-27.
- Maixner, M., 2010 a. Determination of the parameters for a day-degree method to predict the flight of host populations of *Hyalesthes obsoletus*. COST Action FA0807 February 1st and 2nd 2010 Sitges. Spain Integrated Management of Phytoplasma Epidemics in Different Crop Systems.
- Maixner, M., Y. Gerhard, and D. Kröhner, 2010b. Field trials to study the efficiency of weed control in reducing the density of adult *Hyalesthes obsoletus*. COST Action FA0807 February 1st and 2nd 2010 Sitges. Spain Integrated Management of Phytoplasma Epidemics in Different Crop Systems.
- Margaria, P., M. Turina, and S. Palmano., 2009. Detection of *Flavescence doree* and Bois noir phytoplasmas Grapevine leaf roll associated virus -1 and -3 and Grapevine virus A from same crude extracts by reverse transcription –Real time Taqman Assays. *Plant Pathology* 58(5): 838-845.
- Mehle N., G. Seljak, M. Rupar, M. Ravnikar, and M. Dermastia. 2010. The first detection of a phytoplasma from the 16SrV (Elm yellows) group in the mosaic leafhopper *Orientus ishidae*. *New Disease Reports* 22: 11.
- Mehle N., M. Rupar, G. Seljak, M. Ravnikar, and M. Dermastia. 2011b. Molecular diversity of ‘flavescence dorée’ phytoplasma strains in Slovenia. *Bulletin of Insectology*, 64: 29–30.
- Mehle N., Ravnikar M., Seljak G., Knapìè V., and M. Dermastia. 2011a. The most widespread phytoplasmas, vectors and measures for disease control in Slovenia. *Phytopathogenic Mollicutes* 1: 65–76.
- Olivier C., Saguez J., Stobbs L., Lowery T., Galka B., Whybourne K., Bittner L., Chen X., Vincent C. 2014. Occurrence of phytoplasmas in leafhoppers and cultivated grapevines in Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195, 91–97
- Özdemir N., H. Saygili, F. Sahin, Y. Karsavuran, O. F. Bayrak, and B. Oral. 2009. Host range and genetic characterization of a phytoplasma causing tomato stolbur disease in Turkey. *Proc. In: IInd Intl. Symposium on tomato diseases. Acta Hort.* 808: 255-261.
- Palermo, S., M. Elekes, S. Botti, I. Ember, A. Alma, A. Orosz, A. Bertaccini, and M. Kölber. 2004. Presence of stolbur phytoplasma in Cixiidae in Hungarian vineyards. *Vitis* 43: 201-204.
- Pelletier, C., P. Salar, J. Gillet, G. Cloquemin, P. Very, X. Foissac, S. Malembic-Maher. 2009. Triplex realtime PCR assay for sensitive and simultaneous detection of Grapevine Phytoplasmas of the 16Sr V and 16SrXII-A with an endogenous analytical control. *Vitis*, 48(2), 87-95.
- Prince, J.P., R. E. Davis, T. K. Wolf, I. M. Lee, B. D. Mogen, E. L. Dally, A. Bertaccini, R. Credi, and M. Barba. 1993. Molecular detection of diverse mycoplasma-like organisms (MLOs) associated with grapevine yellows and their classification with aster yellows, X-disease, and elm yellows MLOs. *Phytopathology* 83 (10): 1130-1137.
- Seemuller, E., C. Marcone, U. Lauer, A. Ragozzino, M. Goschi. 1998. Current Status of Molecular Classification of the Phytoplasmas. *J. Plant Pathol.*, 80, 3-26.
- Sertkaya G., M. Martini, R. Musetti, and O. Ruggero. 2007. Detection and molecular characterization of phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. *Bulletin of Insectology* 60 (2): 141-142.
- Sforza, R., D. Clair, X. Daire, J. Larrue and E. E. Boudon-Padieu, 1998. The Role of *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the Occurrence of Bois noir of Grapevines in France *Journal of Phytopathology* Vol:146, No: 11-12, pp: 549-556. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1998.tb04753.
- Tanyeri, R., and U. Zeybekoğlu. 2021. Species of *Cixiidae* and *Issidae* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha) distributed in Sinop and Kastamonu (North Turkey). *Sakarya University Journal of Science* 25(2): 594-600.
- Terlizzi, F., C. Ratti, C. Poggi Pollini, A. Pisi, and R. Credi. 2009. Detection of Grapevine *Flavescence doree* and Bois Noir Phytoplasmas by Multiplex real-time PCR. *ICVG-2009*, 161-162.
- Torres E., M.P. Martín, S. Paltrinieri, A. Vila, R. Masalles, and A. Bertaccini. 2004. Spreading of esfy Phytoplasmas in stone fruit in Catalonia (Spain). *Journal Of Phytopathology* 152: 432–437.
- Weber, A., and M. Maixner. 1998. Survey of populations of the planthopper *Hyalesthes obsoletus* Sign. (Auchenorrhyncha, Cixiidae) for infection with the phytoplasma causing grapevine yellows in Germany. *Journal of Applied Entomology* 122 (1-5):375-381.
- Weintraub P. G. 2007. Insect vectors of phytoplasmas and their control-an update, *Bulletin of Insectology* 60(2):169-173.
- Weintraub, P. G., and L.A. Beanland. 2006. Insect vectors of Phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol.* 2006: 51:91.
- Zhao, Y., and R.E. Davis. 2016. Criteria for phytoplasma 16Sr group/subgroup delineation and the need of a platform for proper registration of new groups and subgroups. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 66: 2121–2123.

Comparative Analysis of Energy Use Efficiency and Greenhouse Gas Emission of Wheat Farming in Edirne Province of Türkiye

Başak AYDIN^{1*} 

Erol ÖZKAN² 

Mehmet Ali GÜRBÜZ³ 

İlker KURŞUN⁴ 

İhsan Engin KAYHAN⁵ 

^{1,2,3}Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli/TÜRKİYE

⁴Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya/TÜRKİYE

⁵Kırklareli Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Kırklareli/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-5047-7654>

²<https://orcid.org/0000-0003-3130-6216>

³<https://orcid.org/0000-0002-4344-992X>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9556-8245>

⁵<https://orcid.org/0000-0001-7513-4087>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): basakaydin_1974@yahoo.com

Received (Geliş tarihi): 02.06.2022

Accepted (Kabul tarihi): 24.10.2022

ABSTRACT: This study aimed to determine the energy use efficiency and greenhouse gas emission of wheat production in enterprises that had soil analysis or not. A survey was conducted with 60 producers who had soil analysis in three laboratories in Edirne province, which accepted the most sampling for soil analysis and gave fertilizer recommendations in 2015 and 40 producers who did not have soil analysis in the same region. Thus, a total of 100 producers were interviewed. Energy use efficiency, energy productivity, specific energy and net energy were 3.54, 0.20 kg MJ⁻¹, 5.09 MJ kg⁻¹ and 60191.34 MJ in the enterprises that had soil analysis, respectively. On the other hand, these values were 3.19, 0.17 kg MJ⁻¹, 5.74 MJ kg⁻¹, and 54508.49 MJ in the enterprises that did not have soil analysis. Greenhouse gas (GHG) ratios per kg were found as 0.66 and 0.72 for the wheat production in the enterprises that had and did not have soil analysis, respectively. In the enterprises that had soil analysis, the shares of the chemical fertilizers in energy use and total GHG emissions were lower than the other producer group. As a result of the analysis, it was determined that wheat production in the enterprises that had soil analysis was more efficient in terms of energy use and greenhouse gas emissions compared to enterprises that did not have analysis and these results revealed the importance of having soil analysis and applying fertilizer amounts according to soil analysis results.

Keywords: Wheat, energy use, greenhouse gas emission.

Edirne İlinde Buğday Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Sera Gazı Emisyonunun Karşılaştırmalı Analizi

ÖZ: Bu çalışmada Edirne ilinde toprak analizi yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde buğday üretiminin enerji kullanım etkinliği ve sera gazı emisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Edirne ilinde toprak analizi için en fazla numune alımı kabul eden ve gübre tavsiyesi veren üç laboratuvarında 2015 yılında toprak analizi yaptıran 60 üretici ve aynı bölgede toprak analizi yaptırmayan 40 üretici ile anket çalışması yapılmış olup, toplamda 100 üretici ile görüşülmüştür. Toprak analizi yaptıran işletmelerde enerji kullanım etkinliği, enerji verimliliği, spesifik enerji ve net enerji sırasıyla 3,54, 0,20 kg MJ⁻¹, 5,09 MJ kg⁻¹ ve 60191,34 MJ, toprak analizi yaptırmayan işletmelerde ise sırasıyla 3,19, 0,17 kg MJ⁻¹, 5,74 MJ kg⁻¹ ve 54508,49 MJ olarak bulunmuştur. Toprak analizi yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde buğday üretimi için kg başına sera gazı oranları sırasıyla 0,66 ve 0,72 olarak bulunmuştur. Toprak analizi yaptıran işletmelerde kimyasal gübrelerin enerji kullanımı ve toplam sera gazı emisyonlarındaki payları diğer üretici grubuna göre daha düşüktür. Yapılan analizler sonucunda, toprak analizi yaptıran işletmelerde buğday üretiminin enerji kullanımı ve sera gazı emisyonları bakımından analiz yaptırmayan işletmelere göre daha verimli olduğu belirlenmiş olup, bu sonuçlar toprak analizi yaptıranın ve gübre miktarını toprak analiz sonuçlarına göre uygulamanın önemini ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar kelimeler: Buğday, enerji kullanımı, sera gazı emisyonu.

INTRODUCTION

Grains, the essential nutritional sources of human beings, are among the most produced crops in the world, and wheat is one of the most cultivated and consumed products among cereals. The wide adaptability, nutritional value, ease of processing and market demand for wheat crops are the main reasons producers focus on wheat farming. In addition, wheat is preferred by producers with its advantage in storage. Wheat, the main food of 50 countries in the world, is the raw material of many foods that reach the table, so the consumer's demand is continuous.

Wheat has the ability to grow in all kinds of soils. The highest yield in wheat cultivation is obtained from clayey and humus-rich soils. In order for wheat to be grown, the soil must first be cultivated. Wheat needs plenty of moist air and low temperatures in its early stages. Soil temperature is important for wheat cultivation and this temperature should be around ten degrees. In this way, the wheat plant will take root more quickly in the soil and will not be affected by the harsh cold of winter. This desired temperature is generally achieved between October and November for each region. Soil depth for wheat planting should be in the range of almost four to six centimeters for seed. A modern sowing machine, seeder, is used in wheat sowing. Wheat cultivation can be done once a year for the same soil. Wheat is the most produced agricultural product in the world and in Türkiye.

In Türkiye, the importance of wheat farming is gradually increasing due to cereals' consumption habits, especially wheat and wheat products. Wheat is the raw material of bread, bulgur, pasta, starch, biscuits, wafers and confectionery, which are consumed most as food. Likewise, the stems of the wheat plant are also used significantly in the paper-cardboard industry and animal nutrition (Oyewole, 2016).

The total wheat cultivation areas in the world were 224.7 million hectares in the 2020/21 production period, and the total production was 774.3 million tons. Türkiye meets 3% of the world wheat cultivation area with 6.8 million hectares, and 2.65% of the world wheat production with 20.5 million tons. This area also constitutes 44% of Türkiye's total cultivated grain area (Anonymous,

2021). The share of wheat cultivation area in Edirne (135284 ha) in Türkiye is 2%, and the share of production amount (478487 tons) in Türkiye's production is 2.33% (Anonymous, 2022a).

Although the agricultural sector in Türkiye does not have much energy consumption, there is significant energy consumption in rural areas due to the fact that it creates many processes such as tillage, planting, weed control, irrigation, fertilization, harvesting, transportation and drying (Yaldız *et al.*, 1990). Limited arable land and ever-increasing food consumption for increasing population and high living standards have led to the intensive use of chemical fertilizers, pesticides, agricultural machinery and other natural resources in agricultural production. Intensive energy use causes problems that threaten human health and natural habitats. The efficient use of energy in agricultural production will minimize environmental problems, prevent damage to natural resources and promote sustainable agriculture as an economical production system (Erdal *et al.*, 2007). When the effective use of energy resources, one of the basic requirements for sustainable agricultural production, is ensured, fossil resources are protected and it is possible to reduce air pollution. In order to increase energy efficiency, steps should be taken to increase production yield or protect energy input without affecting the yield (Singh *et al.*, 2004).

More energy use creates important environmental problems affecting human health such as greenhouse gas emissions. Therefore, more economical use of inputs becomes important for sustainable agricultural production. Greenhouse gas emissions in agriculture occur due to machine use, fuel consumption, use of chemical pesticides, chemical fertilizers, livestock and electricity consumption (Karaağaç *et al.*, 2019).

According to greenhouse gas inventory results, total GHG (greenhouse gas) emissions were estimated to be 523.9 Mt of CO₂-eq in 2020 in Türkiye. This represented an increase of 15.8 Mt, or 3.1% in emissions compared to 2019, and a 138.4% increase compared to 1990. In 2020, the energy sector had the largest portion with a 70.2% share of total emissions. The energy sector was followed by the sectors of agriculture with 14%, industrial processes and product use (IPPU) with 12.7% and waste with

3.1%. Agriculture sector emissions were 73.16 Mt of CO₂-eq in 2020 in Türkiye. This represented an increase of 7.5% in emissions compared to 2019, and a 58.8% increase compared to 1990. Total GHG emissions per person were calculated as 4 tons of CO₂-eq in 1990, 6.2 tons of CO₂-eq in 2019 and 6.3 tons of CO₂-eq in 2020 in Türkiye (Anonymous, 2022b).

Insufficient use of agricultural inputs in Türkiye causes waste of resources, deterioration of natural resources, and a decrease in the quality and yield of products. This problem is especially evident in the use of fertilizers. Good fertilization is done by determining the plant's type and amount of fertilizer and applying it to the soil at the right time, according to the appropriate technique. Various soil samples are taken from a certain area and the type and amount of fertilizer required for the soil are determined in specialized laboratories. By means of soil analysis, the nutrients needed by the soil can be determined accurately. Thus, the untimely, incomplete or excessive use of fertilizers is avoided (Güldal, 2016).

When the literature was examined, it was seen that there were many studies that determined the efficiency of energy use in wheat production in Türkiye and the world, some of them were carried out by Singh *et al.*, 2004; Oren and Oztürk 2006; Shahin *et al.*, 2008; Tipi *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2010; Safa *et al.*, 2010; Ghorbani *et al.*, 2011; Ramah and Baali, 2013; Kardoni *et al.*, 2014; Marin *et al.*, 2015; Ziaei *et al.*, 2015; Gökdoğan and Sevim 2016; Gültekin *et al.*, 2016; Yıldız, 2016; Abbas *et al.*, 2017; Unakıtan and Aydın, 2018; Altuntaş *et al.*, 2019 and Nassir *et al.*, 2021. Besides, some studies on the determination of GHG emissions in the production of some crops including wheat were conducted by Rajaniemi *et al.*, 2011; Soltani *et al.*, 2013; Syp *et al.*, 2015 and Eren *et al.*, 2019.

This study aimed to find the inputs used in wheat production and the energy equivalents of these inputs in agricultural enterprises that had soil analysis or not in Edirne province of Türkiye. Comparative energy output/input analysis was made and the efficiency degrees of the inputs were also determined. In addition, GHG emissions in wheat production were determined, and the effects

of soil analysis on energy use and greenhouse gas emissions were revealed.

MATERIAL and METHOD

The primary data of the research consisted of the data obtained from the survey studies conducted with the producers who had soil analysis in 2015 in the laboratories that accepted the most sampling for soil analysis and gave fertilizer advice, and with the producers who did not have soil analysis in the same region. Secondary data in the research was obtained from the reports of the Turkish Statistical Institute, TR Ministry of Agriculture and Forestry, domestic and foreign universities, extension services and previous studies.

Three of the laboratories with the highest number of soil analyses were included in the sample. A total of 60 producers, 20 of whom applied to each laboratory in 2015 and had soil analysis, 40 producers with similar characteristics (land size, product pattern, *etc.*) that did not have soil analysis in the regions where the same laboratories were located, consequently, a total of 100 producers were interviewed.

Descriptive statistics such as mean, standard deviation, percentage and cross tables were used in the data analysis. In the study, all data were first subjected to normality test. Since the number of samples was over 30, the Kolmogorow-Smirnov test was applied in the normality test and it was determined that the data were not normally distributed. Therefore, Mann Whitney U test was performed on the data. During the analysis of the data, Excel and IBM®SPSS 26 package program were used (Anonymous, 2022c).

In order to determine the energy output/input analysis, the inputs used in wheat production and the output obtained from the production were found. Input amounts were calculated per hectare and these data were multiplied by the energy equivalent coefficients. The units shown in Table 1 were used to find the equivalents of the inputs, and the energy equivalent coefficients were obtained from previous studies. The energy equivalents of the inputs were expressed in megajoules (MJ), and the total input equivalent was calculated by summing the energy equivalents of all inputs.

Table 1. Energy equivalents of inputs and outputs in wheat production.

Çizelge 1. Buğday üretiminde girdi ve çıktıların enerji eşdeğerleri.

Inputs Girdiler	Energy equivalents (MJ unit ⁻¹) Enerji eşdeğerleri (MJ birim ⁻¹)	References Kaynaklar
Labor (h) /İşgücü	1.96	Singh, 2002
Machinery (h) /Çekigücü	64.80	Singh, 2002
Combine (h) /Biçerdöver	87.63	Hetz, 1992
Fuel (l) /Yakıt	56.31	Singh, 2002
Fertilizer (kg) /Gübre		
Nitrogen /Azot	60.60	Singh, 2002
Phosphorus /Fosfor	11.15	Singh, 2002
Pesticides (kg) /Tarım ilaçları		
Herbicides /Ot ilaçları	238.00	Rafiee <i>et al.</i> , 2010
Fungicides /Mantar ilaçları	216.00	Rafiee <i>et al.</i> , 2010
Seed (kg) /Tohum	20.10	Ghorbani <i>et al.</i> , 2011
Outputs Çıktılar		
Wheat (kg) /Buğday	14.48	Ghorbani <i>et al.</i> , 2011
Wheat straw (kg) / Buğday samanı	9.20	Ghorbani <i>et al.</i> , 2011

The energy use efficiency and energy efficiency coefficients in wheat production were calculated and the following formulas were used for these calculations (Mandal *et al.*, 2002).

$$\text{Energy use efficiency} = \frac{\text{Energy output (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Specific energy} = \frac{\text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Yield (kg ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Energy productivity} = \frac{\text{Yield (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{Enerji input (MJ ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Net energy} = \text{Energy output (MJ ha}^{-1}\text{)} - \text{Energy input (MJ ha}^{-1}\text{)}$$

The energy inputs used in wheat production were examined according to different energy norms. Direct energy includes labor and fuel while indirect energy includes fertilizers, pesticides, machinery and seed. Renewable energy resources include labor and seed whereas non-renewable energy sources include fuel, fertilizers, pesticides and machinery (Yılmaz *et al.*, 2010). GHG emission was determined by using the following equation (Hughes *et al.*, 2011).

$$GHG_{ha} = \sum_{i=1}^n R(i) \times EF(i)$$

GHG_h: Greenhouse gas emission (kgCO₂-eq ha⁻¹)

R(i): Amount of i. input (unit_{input} ha⁻¹)

EF(i): GHG emission equivalent of i. input (kgCO₂-eq unit_{input}⁻¹)

The GHG ratio is the amount of GHG emissions per unit kg yield and was calculated using the equation below (Houshyar *et al.*, 2015). GHG emission coefficients of the inputs in wheat production are given in Table 2.

$$I_{GHG} = \frac{GHG_{ha}}{\text{Yield (kg ha}^{-1}\text{)}}$$

Table 2. GHG emission equivalents of the inputs in wheat production.
Çizelge 2. Buğday üretiminde girdilerin sera gazı emisyon eşdeğerleri.

Inputs Girdiler	GHG emission equivalents (kgCO _{2-eq} unit ⁻¹) GHG emisyon eşdeğerleri (kgCO _{2-eq} birim ⁻¹)	References Kaynaklar
Labor (h) /İşgücü	0.700	Nguyen and Hermansen, 2012
Machinery (MJ) /Çekigücü	0.071	Pishgar-Komleh <i>et al.</i> , 2012
Diesel (l) /Yakıt	2.760	Clark <i>et al.</i> , 2016
Nitrogen (kg) /Azot	4.570	Anonymous, 2015
Phosphorus (kg) /Fosfor	1.180	Anonymous, 2015
Herbicides (kg) /Ot ilaçları	23.100	Maraseni <i>et al.</i> , 2010
Fungicides (kg) Mantar ilaçları	14.300	Maraseni <i>et al.</i> , 2010
Seed (kg) /Tohum	7.630	Clark <i>et al.</i> , 2016

RESULTS and DISCUSSION

The input usage of the enterprises and the amount of output they obtained were examined and are given in Table 3. When the input usage in wheat production activity was examined, it was determined that 14.40 hours of labor, 9.90 hours of machinery, and 0.90 hours of combine were used per hectare in the enterprises that had soil analysis. In addition, it was determined that 74.20 l of diesel, 208.80 kg of nitrogen, 47.60 kg of phosphorus, 1.50 kg of herbicide, 3.30 kg of fungicide, and 222.50 kg of seeds were used per hectare. On the other hand, it was determined that 17.30 hours of labor, 11.70 hours of machinery, and 1.10 hours of combine were used per hectare in the enterprises that did not have soil analysis, and it was determined that 81.00 l of diesel, 221.10 kg of nitrogen, 51.00 kg of phosphorus, 1.50 kg of herbicide, 3.50 kg of

fungicide, and 217.30 kg of seeds were used. When the amounts of output obtained were examined, the average yield per hectare was found to be 4646.70 kg in the enterprises conducting soil analysis, and 4340.20 kg in the enterprises not conducting soil analysis, and it was determined that enterprises in both groups obtained 1800 kg of wheat straw from one hectare.

As a result of the statistical analysis, it was determined that the difference between the producer groups was statistically significant in terms of the amount of labor, machinery, combine, fuel, nitrogen and seed inputs used and the yield ($p < 0.05$), while the difference between the groups was not statistically insignificant in terms of the amount of phosphorus, herbicides and fungicide inputs ($p > 0.05$).

Table 3. The inputs used in wheat production and the amount of output obtained.
Çizelge 3. Buğday üretiminde kullanılan girdiler ve elde edilen çıktı miktarları.

Inputs /Girdiler	Soil analysis	No soil analysis
	Toprak analizi yaptıran	Toprak analizi yaptırmayan
Labor (h) /İşgücü	14.40	17.30
Machinery (h) /Çekigücü	9.90	11.70
Combine (h) /Biçerdöver	0.90	1.10
Fuel (l) /Yakıt	74.20	81.00
Fertilizer (kg) /Gübre		
Nitrogen /Azot	208.80	221.10
Phosphorus /Fosfor	47.60	51.00
Pesticides (kg) /Tarım ilaçları		
Herbicides /Ot ilaçları	1.50	1.50
Fungicides /Mantar ilaçları	3.30	3.50
Seed (kg) /Tohum	222.50	217.30
Outputs / Çıktılar		
Wheat (kg) /Buğday	4646.70	4340.20
Wheat straw (kg) / Buğday samanı	1800.00	1800.00

The energy equivalents of the inputs used in wheat production and the outputs are given in Table 4. The total energy input was 23652.88 MJ in the enterprises that had soil analysis. Among all the energy sources used in production, fertilizers had the highest share with 55.74%. Among fertilizers, nitrogen was in first place with 53.50%. Fertilizers were followed by seeds with 18.90% and fuel inputs with 17.66%. The ratios of pesticides, machinery, combine and labor in total energy were calculated as 4.52%, 2.71%, 0.33% and 0.12%, respectively.

The total energy input in wheat production was 24897.61 MJ in the enterprises that did not have soil analysis. Among all the energy sources used in production, fertilizers had the highest share with 56.10%, and nitrogen was the first among fertilizers with 53.82%. Fertilizers were followed by fuel with 18.32% and seed inputs with 17.54%. The ratios of pesticides, machinery, combine and labor in total energy were calculated as 4.47%, 3.04%, 0.39% and 0.14%, respectively. In the studies conducted by Oren and Ozturk (2006), Shahin *et al.*, (2008), Tipi *et al.*, (2009), Gökdoğan and Sevim (2016), and Abbas *et al.*, (2017), it was determined that among all energy sources used in wheat production, chemical fertilizers had the highest share and it was similar to the research results presented here.

When the energy output was examined, it was seen that 83844.22 MJ energy output was obtained in the enterprises that had soil analysis and 79406.10 MJ in the enterprises that did not have the analysis.

Energy efficiency coefficients in wheat production are given in Table 5. The energy use efficiency found by the ratio of the energy equivalent obtained from wheat production to the energy inputs used was found as 3.54 in enterprises that had soil analysis and 3.19 in enterprises that did not. The energy use efficiency (energy output/input ratio) was found to be more effective in the enterprises that had soil analysis. In the literature, energy use efficiency in wheat production were 2.21 (Oren and Ozturk, 2006), 3.13 (Shahin *et al.*, 2008), 3.09 (Tipi *et al.*, 2009), 1.49 (Ziaei *et al.*, 2015), 1.22 and 1.16 (Kardoni *et al.*, 2014), 2.97 (Gökdoğan and Sevim, 2016), 2.36 (Yıldız, 2016), and 1.59 (Abbas *et al.*, 2017). It was concluded that the energy use efficiency in wheat production was higher in the enterprises that had and did not have soil analysis in this research in comparison with the literature.

Table 4. Energy use in wheat production.

Çizelge 4. Buğday üretiminde enerji kullanımı.

Inputs Girdiler	Soil analysis Toprak analizi yaptıran		No soil analysis Toprak analizi yaptırmayan	
	Energy equivalent (MJ ha ⁻¹) Enerji eşdeğerleri (MJ birim ⁻¹)	%	Energy equivalent (MJ ha ⁻¹) Enerji eşdeğerleri (MJ birim ⁻¹)	%
Labor /İşgücü	28.22	0.12	33.91	0.14
Machinery /Çekigücü	641.52	2.71	758.16	3.04
Combine /Biçerdöver	78.87	0.33	96.39	0.39
Fuel /Yakıt	4178.20	17.66	4561.11	18.32
Fertilizer /Gübre	13184.02	55.74	13967.31	56.10
Nitrogen /Azot	12653.28	53.50	13398.66	53.82
Phosphorus /Fosfor	530.74	2.24	568.65	2.28
Pesticides /Tarım ilaçları	1069.80	4.52	1113.00	4.47
Herbicides /Ot ilaçları	357.00	1.51	357.00	1.43
Fungicides /Mantar ilaçları	712.808	3.01	756.00	3.04
Seed /Tohum	4472.25	18.90	4367.73	17.54
Total /Toplam	23652.88	100.00	24897.61	100.00
Outputs /Çıktılar				
Wheat /Buğday	67284.22		62846.10	
Wheat straw / Buğday samanı	16560.00		16560.00	
Total /Toplam	83844.22		79406.10	

Energy efficiency was calculated as 0.20 kg MJ⁻¹ in the enterprises that had soil analysis and 0.17 kg MJ⁻¹

¹ in the enterprises that did not have analysis. This coefficient, which expresses the amount of product

obtained per energy use, was more advantageous for wheat production in the enterprises that had soil analysis. Specific energy refers to the amount of energy used per product. The specific energy of wheat was calculated as 5.09 MJ kg⁻¹ in the enterprises that had soil analysis, and the specific energy of wheat was calculated as 5.74 MJ kg⁻¹ in the enterprises that did not have analysis. In this case, the amount of energy required to produce one kg of wheat was 5.09 MJ in the enterprises that had soil analysis, which was seen as more advantageous. The net energy, in which the difference between the energy used and the energy output was expressed, was 60191.34 MJ in the enterprises that had soil analysis, 54508.49 MJ in the enterprises that did not have analysis, and wheat cultivation was more advantageous in enterprises that had soil analysis.

The distribution of the inputs used in wheat production by energy sources is given in Table 6. While the share of direct energy in the total energy inputs was 17.78% and the share of indirect energy

was 82.22% in the enterprises that had soil analysis, these rates were determined as 18.46% and 81.54%, respectively, in the enterprises that did not have soil analysis. Indirect energy sources mostly consist of chemical fertilizers, and since the use of fertilizers was more controlled in the enterprises that had soil analysis, the share of indirect energy in total energy was lower in this group. Unconscious use of pesticides and fertilizers causes both losses of inputs and adverse environmental effects.

The share of renewable energy sources in total energy inputs was 19.03% in the enterprises that had soil analysis, and 17.68% in enterprises that did not have. The share of non-renewable energy resources was found to be 80.97% in the enterprises that had soil analysis and 82.32% in the enterprises that did not. Since non-renewable energy resources are limited and harmful to the environment, it can be considered as an advantage that this rate was slightly lower in the enterprises that had soil analysis.

Table 5. Energy analysis of wheat production.
Çizelge 5. Buğday üretiminin enerji analizi.

Energy parameters Enerji parametreleri	Soil analysis Toprak analizi yaptırnan	No soil analysis Toprak analizi yaptırmayan
Total energy input /Toplam enerji girdisi	23652.88	24897.61
Total energy output /Toplam enerji çıktısı	83844.22	79406.10
Energy output/input ratio /Enerji çıktı/girdi oranı	3.54	3.19
Energy productivity /Enerji verimliliği	0.20	0.17
Specific energy /Spesifik enerji	5.09	5.74
Net energy /Net enerji	60191.34	54508.49

Table 6. Distribution of the inputs used in wheat production by energy sources.
Çizelge 6. Buğday üretiminde kullanılan girdilerin enerji kaynaklarına göre dağılımı.

Energy resources Enerji kaynakları	Soil analysis Toprak analizi yaptırnan		No soil analysis Toprak analizi yaptırmayan	
	MJ ha ⁻¹	%	MJ ha ⁻¹	%
Direct energy /Doğrudan enerji	4206.43	17.78	4595.02	18.46
İndirect energy /Dolaylı enerji	19446.46	82.22	20302.59	81.54
Renewable energy /Yenilenebilir enerji	4500.47	19.03	4401.64	17.68
Non-renewable energy /Yenilenemeyen enerji	19152.41	80.97	20495.97	82.32
Total /Toplam	23652.88	100.00	24897.61	100.00

The results of GHG emissions of wheat production are shown in Table 7. The total GHG emissions were calculated as 3055.92 and 3109.65 kgCO_{2-eq} ha⁻¹ for the wheat production in the enterprises that

had and did not have soil analysis, respectively. The results showed that in both groups in wheat production, the share of seed in total GHG emissions was the highest, followed by nitrogen and

diesel. The shares of the other inputs in total GHG emissions were around 1.5% and lower when compared with the other inputs. The results of the distribution of the inputs in total GHG emissions showed that the share of human labor was the lowest (0.33% and 0.39%, respectively) for wheat production.

GHG ratios per kg were found as 0.66 and 0.72 for the wheat production in the enterprises that had and did not have soil analysis, respectively. Wheat production in the enterprises that had soil analysis seemed to be more advantageous in terms of GHG consumption when compared with the other

producer group.

According to the results of the soil analysis, the yield increases as the plant receives the fertilizer it needs, and the profit of the producer increases with the increase in yield. As a result of the analysis, it was determined that the energy use efficiency and energy productivity were higher, and the specific energy and GHG ratio were lower in the producer group who had soil analysis (Figure 1). These results revealed the importance of having soil analysis and applying the amount of fertilizer according to the soil analysis results.

Table 7. Total GHG emission in wheat production ($\text{kgCO}_2\text{-eq ha}^{-1}$).

Çizelge 7. Buğday üretiminde toplam sera gazı emisyonu ($\text{kgCO}_2\text{-es ha}^{-1}$).

Inputs /Girdiler	Soil analysis		No soil analysis	
	Toprak analizi yaptıran		Toprak analizi yaptırmayan	
	GHG emission GHG emisyonu	%	GHG emission GHG emisyonu	%
Human labor (h) /İşgücü	10.08	0.33	12.11	0.39
Machinery (MJ) /Çekigücü	51.15	1.67	60.67	1.95
Diesel (l) /Yakıt	204.79	6.70	223.56	7.19
Nitrogen (kg) /Azot	954.22	31.23	1010.43	32.49
Phosphorus (kg) /Fosfor	56.17	1.84	60.18	1.94
Herbicides (kg) /Ot ilaçları	34.65	1.13	34.65	1.11
Fungicides (kg) /Mantar ilaçları	47.19	1.54	50.05	1.61
Seed (kg) /Tohum	1697.68	55.55	1658.00	53.32
Total /Toplam	3055.92	100.00	3109.65	100.00
GHG ratio (per kg) /GHG oranı (kg başına)	0.66		0.72	

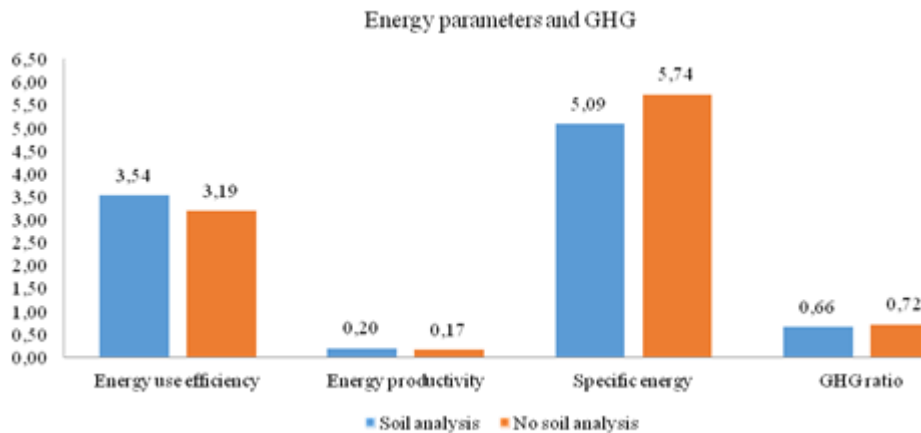


Figure 1. Energy parameters and GHG ratio of wheat production.
Şekil 1. Buğday üretiminde enerji parametreleri ve GHG oranı.

CONCLUSION

In this study, wheat production was examined in terms of energy use and GHG emissions in

enterprises that had soil analysis and did not have soil analysis in Edirne. When the energy inputs were analyzed, it was seen that the highest share belonged to chemical fertilizers, and this ratio was higher in

the enterprises that did not have soil analysis. In the context of sustainable environment and energy use, it should be considered important for the producers to fertilize according to the technique after the soil analysis was done in the use of fertilizers. In addition, applying different tillage methods in order to reduce fuel-oil input may be beneficial in terms of energy use.

Balanced fertilization programs based on soil analysis play an important role in reducing GHG emissions resulting from agricultural activities. Soil analysis application by the producers should be seen not as a tool but as a goal, and for this, it is important to increase the necessary training and extension services. In addition, a support model should be developed to ensure that soil analysis is mandatory.

REFERENCES

- Abbas, A., M. Yang, R. Ahmad, K. Yousaf, and T. Iqbal. 2017. Energy use efficiency in wheat production: A case study of Paunjab Pakistan. *Fresenius Environ Bull.* 28 (11): 6773-6779.
- Altuntaş, E., O.N. Bulut, and E. Özgöz. 2019. Energy use efficiency analysis of wheat production with different soil systems in dry agriculture. *Anadolu J Agr Sci.* 34 (2019): 57-64.
- Anonymous 2022c. IBM® SPSS® Statistics 26 Algorithms. Licensed materials property of IBM corporation © copyright IBM corporation and other(s), International.
- Anonymous. 2015. Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emissions in Europe. BioGrace, Utrecht, The Netherlands. <http://www.biograce.net>.
- Anonymous. 2021. 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sectorraporlari/hububat2020.pdf> (Accessed 20.05.2022).
- Anonymous. 2022a. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Accessed 22.05.2022).
- Anonymous. 2022b. Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2020. https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/icerikler/sera_gazi_em-syon-raporu-20200506141834.pdf (Accessed 20.05.2022).
- Clark, S., B. Khoshnevisan, and P. Sefeedpari. 2016. Energy efficiency and greenhouse gas emissions during transition to organic and reduced-input practices: Student farm case study. *Ecol. Eng.* 88: 186-194.
- Erdal, G., K. Esengün, H. Erdal, and O. Gündüz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat Province of Türkiye. *Energy* 32 (1): 35-41.
- Since fertilizers and pesticides cause health effects and greenhouse gas emissions, reducing their use and providing the required minerals to the soil through compost is a very important strategy for improving the soil and increasing its carbon sequestration capacity.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was prepared from the project "Evaluation of Fertilizer Use Behaviors of Farmers Based on Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces and Developing Suggestions Based on Soil Analysis Support" supported by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies, Türkiye.

Eren, O., O. Gokdogan, and M. F. Baran. 2019. Determination of greenhouse gas emissions (GHG) in the production of different plants in Türkiye. *Fresenius Environ Bull.* 28(2A): 1158-1166.

Ghorbani, R., F. Mondani, S. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, and M. Teimouri. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dry land wheat production systems. *Appl. Energy* 88 (1): 283-288.

Gökdoğan, O., and B. Sevim. 2016. Determination of energy balance of wheat production in Türkiye: A case study of Eskil District of Aksaray Province. *J. Tekirdağ Agric. Fac.* 13 (04): 36-43.

Güldal, H.T. 2016. Buğday yetiştiriciliğinde toprak analizi sonucuna göre kullanılan gübrenin maliyete etkilerinin belirlenmesi: Konya İli Cihanbeyli İlçesi örneği. Yüksek lisans tezi. A. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı - Ankara.

Gültekin, R., S. Aykanat, Y. Korkmaz, and H.A. Karaağaç. 2016. Energy balance of different tillage and sowing systems in wheat production. *Journal of Agricultural Machinery Science* 12 (1): 59-64.

Hetz, E. J. 1992. Energy utilization in Chilean agriculture. *Agricultural Mechanization in Asia Africa Latin America (AMA)* 23 (2): 52-56.

Houshyar, E., H. R. Zareifard, P. Grundmann, and P. Smith. 2015. Determining efficiency of energy input for silage corn production: An econometric approach. *Energy* 93(2015): 2166-2174.

Hughes, D. J., J. S. West, S. D. Atkins, P. Gladders, M. J. Jeger, and B. D. Fitt. 2011. Effects of disease control by fungicides on greenhouse gas emissions by U.K. arable crop production. *Pest Manag. Sci.* 67(9): 1082-1092.

- Karaağaç, H. A., M. F. Baran, D. Mart, A. Bolat, and Ö. Eren. 2019. Determination of energy usage efficiency and greenhouse gas (GHG) emissions in chickpea production (The case of Adana Province). *EJOSAT* 41: 41-50.
- Kardoni, F., M. J. Ahmadi, and M.R. Bakhshi. 2014. Energy efficiency analysis and modeling the relationship between energy inputs and wheat yield in Iran. *IJAMAD* 5 (4): 321-330.
- Khan, S., M. A. Khan, and N. Latif. 2010. Energy requirements and economic analysis of wheat, rice and barley production in Australia. *Soil & Environ.* 29(1): 61-68.
- Mandal, K. G., K. P. Saha, P. K. Ghosh, K. M. Hati, and K. K. Bandyopadhyay. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in Central India. *Biomass Bioenergy* 23 (5): 337-345.
- Maraseni, T. N., G. Cockfield, J. Maroulis, and G. Chen. 2010. An assessment of greenhouse gas emissions from the Australian vegetables industry. *J. Environ. Sci. Health - B Pestic. Food Contam. Agric. Wastes.* 45(6): 578-588.
- Marin, D. J., T. Rusu, M. Mihalache, L. Ilie, E. Nistor, and C. Bolohan. 2015. Influence of soil tillage upon production and energy efficiency in wheat and maize crops. *AgroLife Sci. J.* 4(2): 43-47.
- Nassir, A. J., M. N. Ramadhan, and A. A. Majeed Alwan. 2021. Energy input-output analysis in wheat, barley and oat production. *Indian J. Ecol.* 48(1): 304-307.
- Nguyen, T. L. T., and J. E. Hermansen. 2012. System expansion for handling co-products in LCA of sugar cane bio-energy systems: GHG consequences of using molasses for ethanol production. *Appl. Energy.* 89(1): 254-261.
- Oren, M. N., and H. H. Ozturk. 2006. An analysis of energy utilization for sustainable wheat and cotton production in Southeastern Anatolia Region of Türkiye. *J. Sustain. Agric.* 29(1), 119-130.
- Oyewole, C. I. 2016. The Wheat Crop. Report Number: 01, Affiliation: Kogi State University, Anyigab.
- Pishgar-Komleh, S. H., P. Sefeedpari, and M. Ghahderijani. 2012. Exploring energy consumption and CO2 emission of cotton production in Iran. *J. Renew. Sustain. Energy* 4(3): 033114-033115.
- Rafiee, S., H. Seyed, A. Mousavi, and M. Ali. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy.* 35(8): 3301-3306.
- Rajaniemi, M., H. Mikkola, and J. Ahokas. 2011. Greenhouse gas emissions from oats, barley, wheat and rye production. *Agron. Res. Biosystem Engineering Special Issue 1*: 189-195.
- Ramah, M., and E. H. Baali. 2013. Energy balance of wheat and barley under Moroccan conditions. *Journal of Energy Technologies and Policy.* 3(10): 20-27.
- Safa, M., S. S. Mohtasebi, M. Behroozi Lar, and M. Ghasemi-Varnamkhashti. 2010. Energy consumption in production of grains prevalent in Saveh, Iran. *Afr. J. Agric. Res.* 5(19): 2637-2646.
- Shahin, S., A. Jafari, H. Mobli, S. Rafiee, and M. Karimi. 2008. Effect of farm size on energy ratio for wheat production: A case study from Ardabil Province of Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 3 (4): 604-608.
- Singh, G., S. Singh, and J. Singh. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Convers. Manag.* 45(3): 453-465.
- Singh, J.M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. MSc Thesis. International Institute of Management University of Flensburg. Sustainable Energy Systems and Management - Germany.
- Soltani, A., M. H. Rajabi, E. Zeinali, and E. Soltani. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. *Energy.* 50 (1): 54-61.
- Syp, A., A. Faber, M. Borzecka-Walker, and D. Osuch. 2015. Assessment of greenhouse gas emissions in winter wheat farms using data envelopment analysis approach. *Pol. J. Environ. Stud.* 24 (5): 2197-2203.
- Tipi, T., B. Çetin, and A. Vardar. 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Türkiye. *Journal of Food, Agriculture & Environment.* 7(2): 352-356.
- Unakitan, G., and B. Aydın. 2018. Comparison of energy use efficiency and economic analysis of wheat and sunflower production in Türkiye: A case study in Thrace Region. *Energy.* 149 (2018): 279-285.
- Yaldız, O, H. H. Öztürk, Y. Zeren ve A. Başçetinçelik. 1990. Türkiye tarla bitkileri üretiminde enerji kullanımı. *Ak. Ü. Zir. Fak. Derg.* 3 (1-2): 51- 62.
- Yıldız, T. 2016. An input-output energy analysis of wheat production in Çarşamba District of Samsun Province. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University,* 33 (3): 10-20.
- Yılmaz, İ., A. Özalp, and F. Aydoğmuş. 2010. Determination of the energy efficiency in dwarf apple production in Antalya Province: A case study for Elmali. *Mediterr Agric Sci.* 23 (2): 93-97.
- Ziaei, S. M., S. M. Mazloumzadeh, and M. Jabbari. 2015. A comparison of energy use and productivity of wheat and barley (case study). *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 14 (1): 19-25.

***Centaurea ptosimopappa* var. *elegans* Güzel. A New *Centaurea* L. (Asteraceae) taxon from Türkiye with taxonomical notes on sect. *Ptosimopappus* and with lectotypification**

Yelda GÜZEL* 

*Mustafa Kemal University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology,
31040 Antakya-Hatay/TÜRKİYE

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

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

Received (Geliş tarihi): 08.12.2022 Accepted (Kabul tarihi): 19.12.2022

Abstract: A new variety of *Centaurea* (Asteraceae) section *Ptosimopappus* from the Amanus Mountains, South Anatolia was described. The new taxon is considered as a variety of *C. ptosimopappa* due to shared morphological characters such as sterile and fertile leathery basal rosettes and branched shrub habit. On the other hand, it differs by achene morphology and by involucre, spinule and cauline leaf sizes as well as other morphological and anatomical differences. Detailed morphological, carpological and microsculptural analyses were carried out in order to reveal the differences between the varieties. Also, Lectotype for *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* based on isotypes of its basionym *Ptosimopappus bracteatus* was designated. Taxonomic studies on wild flora elements will not only help us to take a world species inventory, but also contain important clues about the present and future of our cultivars.

Keywords: *Centaurea*, *Ptosimopappus*, new variety, endemic flora, Lectotypification.

***Centaurea ptosimopappa* var. *elegans* Güzel. Türkiye'den, *Centaurea* L. (Asteraceae) cinsine ait yeni bir taxon. sect. *Ptosimopappus*'a dair taksonomik notlar ve lektotipifikasyonu**

Öz: Güney Anadolu'daki Amanos Dağları'ndan yeni bir *Centaurea* (Asteraceae) sect. *Ptosimopappus* varyetesi tanımlanmıştır. Yeni takson, steril ve fertil derimsi taban yaprak rozetleri ve dallanmış çalimsı habitus gibi ortak morfolojik karakterler nedeniyle bir *C. ptosimopappa* varyetesidir. Öte yandan, aken morfolojisi ve involucre, spinule ve gövde yaprak boyutları ile diğer morfolojik ve anatomik farklılıklar nedeniyle *C. ptosimopappa*'dan farklılıklar gösterir. Varyeteler arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmak için detaylı morfolojik, karpolojik ve elektron mikroskobu analizleri yapılmıştır. Ayrıca, *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappus bracteatus* basioniminin izotiplerine dayalı olarak *Ptosimopappus bracteatus*'a lektotip atanmıştır. Yabani flora elemanları ile ilgili taksonomik çalışmalar, dünya tür envanterini çıkarmamıza yarayacakları gibi, kültür çeşitlerimizin bugünü ve geleceğine dair önemli ipuçları da barındırır.

Anahtar kelimeler: *Centaurea*, *Ptosimopappus*, yeni varyete, endemik flora, lektotipifikasyon.

INTRODUCTION

Centaurea L. (Linneaus, 1753: 909) is one of the largest genera in the *Asteraceae*. In the Flora of Türkiye, the genus was classified by Wagenitz into 34 sections (Wagenitz, 1975). Recently, some of these sections were separated to split the genus into four genera: *Centaurea* L., *Psephellus* Cassini (1826), *Rhaponticoides* Vaillant (1754), and *Cyanus* Miller (1754) (Wagenitz and Hellwig, 2000; Greuter 2003). Subsequently, the number of *Centaurea* sections for Turkish flora decreased to 27. However, the genus remains one of the largest genera of Turkish flora with a continually increasing number of species, reaching almost 200 by 2017 (Dinç and Dogu, 2012; Güner *et al.*, 2012; Köse and Alan, 2013; Bona, 2015a; Bona, 2015b; Negaresh *et al.*, 2015; Yüzbaşıoğlu *et al.*, 2015; Kültür, 2010; Uysal *et al.*, 2016; Uysal and Hamzaoğlu, 2016; Uysal *et al.*, 2017). Türkiye is the main centre of *Centaurea* diversity (Wagenitz, 1986), with a 54% rate of endemism that continues to increase as new species are discovered.

Ptosimopappus is an unusual, two membered (*C. ptosimopappa* and *C. ptosimopappoides*) small group of *Centaurea* that is characterized by phyllaries that do not have appendages, ends with much-reduced mucros, with achenes that have indistinct inner row of pappus, and firm (in *C. ptosimopappoides*) to

leathery leaves (in *C. ptosimopappa* and its new variety here described). As indicated by Wagenitz (1975), members of the section are in close affinity with section *Microlophus*, especially with *C. behen* and *C. polypodiifolia*, but differ from them by indistinct inner row of pappus (vs. distinct but short) and by firm to leathery leaves (vs. firm but not leathery). Both members of this local endemic section, namely *C. ptosimopappoides* Wagenitz (1974) and *C. ptosimopappa* are distributed in the Southeast Mediterranean ranges of the Taurus Mountains (Figure 1). The new variety is also distributed in the East Mediterranean region, in the Amanus Mountains. It has all the typical features of section *Ptosimopappus*.

Taxonomic studies about wild flora members, serve the purposes of making a world species inventory, understanding species diversity and dynamics, as well as conserving the gene resources of wild ancestors and relatives of cultivated plants. The world is facing a serious climate and therefore, water crisis. It is certain that in the future we will need agricultural varieties that are resistant to drought, heat and other extreme ecological conditions that will change depending on these factors. All kinds of biological studies on wild flora elements, which are much more resistant to



Figure 1. Distribution map of Sect.: *Ptosimopappus* taxa based on localities of herbarium specimens and field observations. Oval: *C. ptosimopappoides*; Rectangular: *C. ptosimopappa* var. *elegans*; penta/hexagonal: *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Map provided from Google Earth on December 2, 2022. Şekil 1. Sect.: *Ptosimopappus* taksonlarının herbaryum örneklerinin lokalitelerine ve saha gözlemlerine dayalı dağılım haritası. Oval: *C. ptosimopappoides*; Dikdörtgen: *C. ptosimopappa* var. *elegans*; beşgen/altıgen: *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. 2 Aralık 2022'de Google Earth'ten sağlanan harita.

different ecological conditions than cultivated plants, are the keys that can enable us to develop different agricultural varieties that we may need in the future. Speciation in plants is a gradual event. As in the example in this article, new taxa emerge as a result of the differentiation of geographically partially or completely isolated populations that have adapted to different ecological conditions such as altitude, therefore temperature, and soil structure, to a degree that reduces and eventually ends the gene flow between them. Adaptation of plants to different ecological conditions and genetic differentiation are undoubtedly examples that can inspire us in our agricultural production.

MATERIALS and METHODS

Plant specimens were collected from type localities and from additional localities described below and compared with each other in terms of morphological and anatomical aspects. All collections were also compared with digitalized holotypes and isotypes of *Centaurea* section *Ptosimopappus* species at G, K, E, GOET, NY and P (acronyms according to Thiers, 2016). Relevant literature was also consulted (Boissier, 1849; Bentham *et al.*, 1893; Hayek, 1901; Holub, 1975; Wagenitz, 1975). Nomenclatural data on the species were checked using the International Plant Names Index (IPNI, 2017), as well as the abovementioned literature and from the labels of specimens. Vouchers were deposited in the Herbarium of Mustafa Kemal University, Herbarium of Hacettepe University (HUB) and also the Herbarium of Ankara University (ANK).

Anatomical and morphological studies were conducted on 25 achenes from each original specimen gathered. Light Microscopy (LM) and Scanning Electron Microscopy (SEM) were used for morphological and ultrastructural investigations, respectively. A Boeco stereo microscope was used for morphological investigations and measurements. Carpological investigations were performed with an Olympus-BX50 binocular light microscope and with a JEOL JSM-5500LV Scanning Electron Microscope. Samples were coated with gold-palladium prior to SEM observation.

RESULTS

Taxonomy

Centaurea ptosimopappa var. *elegans* Güzel var. nov. (Figs 2a, 3a, 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a, 11a):

Diagnosis: *Centaurea ptosimopappa* var. *elegans* (Figs. 2a, 3a, 4a, 5a) is similar to *Centaurea ptosimopappa* var. *ptosimopappa* (Figs. 2b, 3b, 4b, 5b). with its fertile and sterile basal rosettes which exist throughout the winter also with branching, shrubby habit and leathery leaves. The variety differs from it by oblong, slightly heteromorphic achenes (vs. linear to elliptic, clearly heteromorphic) and linear-lanceolate, 0.2–0.4 cm wide, acute cauline leaves that have no ruff collar-like appearance (vs. elliptical to broadly ovate, (0.5) 1–2.5 cm wide, obtuse, with ruff collar-like appearance). The variety differs from *C. ptosimopappoides* (Figs. 2d, 3c, 5c) by its shrubby 60–200 cm habitus (vs. sub-shrubby, 20–65 cm. habitus) and evergreen basal rosettes (vs. without basal rosettes)

Type: - TÜRKİYE C6 Osmaniye: Amanus Mountains, Zorkun Plateau, 36°59'55.22"N; 36°18'33.03"E, 1239 m elevation, 2 September 2017, *Y. Güzel-915* Holotype: ANK, Isotype: HUB.

Description: Perennial tall shrub 100–220 cm. Width in base is 3–5 mm. Erect, many branched in upper half with secondary or more branching. Branches slender, 1–2 mm wide in the middle. Bluish-grey glaucous and occasionally purple sprinkled in general appearance (Figure 2a). Basal leaves leathery. Forms sterile and fertile rosettes (Figure 2c). Persisting through winter. Veins not pronounced except for central vein. Leaf shape is lanceolate-spathulate with 5–13 × 1.5–2.5 cm dimensions (including petiole). All basal leaves are glabrous with only floccose-tomentose strip at the margin. Cauline leaves are linear-lanceolate, 1–5 × 0.2–0.4 cm, flat, sessile with acute base, apex acute with 0.5 mm mucro. All cauline leaves are similar in shape and dimensions. Leaf margins entire with floccose-tomentose strip. Leaves small but dense on the stem with one leaf or cluster of leaves at each internode. There are 1–6 leaves just below the capitula, with no ruff collar-like appearance (Figure 3a, 4a, 5a). Capitulum is always solitary at the top

of the slender branches. Peduncle is slightly inflated and hollow, 2–5 mm just below the capitula (Figure 6a). Involucre, 1.3–2 × 0.6–1.3 cm, ovoid, rounded at base strongly contracted towards apex (Figure 6a). Phyllaries are very numerous. Glabrous with scattered, deciduous short cilia at the margins first (at the early stages of flowering), then becoming completely glabrous. Inner phyllaries lanceolate 8–10 × 2–3 mm. Median phyllaries ovate 6–8 × 2–3 mm. Outer phyllaries 1.5–2.5 × 1–2 mm. Appendage nonexistent (Figure 7a). There are only minute spinule at the tip of the phyllary. Spinule 0.1–0.2 mm. Florets yellow to pale orange. Marginal floret number is 6–12, almost equal to inner ones, 11–14 mm, not radiant, narrowly infundibular with 5 equal 6–7 mm linear lobes. Inner hermaphrodite florets numerous. Tubular with 4–7 mm equal linear-lanceolate lobes. Style extruded 3–7 mm over the lobes. Anthers yellow to pale orange, slightly exerted. Achenes compressed. Unripe achene cream coloured and with pappus. Becomes brown and lacks the pappus as ripened. Ripe achenes slightly heteromorphic. Peripheral and central ones are almost same in length, central ones slightly wider. 4–5.5 × 2–2.3 mm (Figure 8a, very sparsely tomentose, oblong, brown with straw-coloured stripes of varying thickness. More than 2 thin or thick stripes on the each side of the compressed achene. Apex truncate. Hilum lateral. Eliosome exists. Pappus 4–5 mm, scabrous-barbellate, straw colored, deciduous both in the peripheral and central achenes. Receptacular bristles are straw-coloured, 0.8–1 cm, indistinctly twisted (Figure 9a).

Comparisons between capitulas, phyllaries, achenes and receptacular bristles of *C. ptosimopapa* var. *elegans* and *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* are given in Figs. 6a, 6b; 7a, 7b; 8a, 8b and 9a, 9b and Table 1

Carpology: Pericarp of the achene: Epidermis is one-layered with cells that have extensively thick, anticlinal, and outer periclinal walls. Sub-epidermal region consists of schlerenchymatic cell layers and conspicuous vascular bundles. The bundles are found under the light-coloured stripes of the achenes. The bundles and surrounding light-colored schlerenchymal and epidermal tissues form the outer appearance stripes of the achenes (Figure 10a). There are at least 3 vascular bundle at each side of the compressed achene. Microsculpture of

the achene surface is rough, ornamentation sulcate. Cell boundaries appear raised above the distinct, flat cell centres (Figure 11a).

Comparisons between carpology and achene microsculpture of *C. ptosimopapa* var. *elegans* and *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* are given in Figs. 10b and 11b and Table 1

Flowering time: From July to September.

Examined samples: TÜRKİYE C6 Osmaniye: Amanus Mountains, Zorkun Yaylası, 36°59'48.79"N; 36°18'51.34" E, 1245 m elevation, 2 September 2017, *Y. Güzel-916*; C6 Hatay: Vicinity of St. Simeon monastery, Samandağ. 36°5'50.2" N; 36°2'19.4" E, 430 m elevation. 25 August 2017, *Y. Güzel-910*; C6 Hatay: Erzin, above Kuyuluk village, 36°54.31.69' N; 36°17.03.49' E, 724 m, 05 August 2017, *Y. Güzel-909*

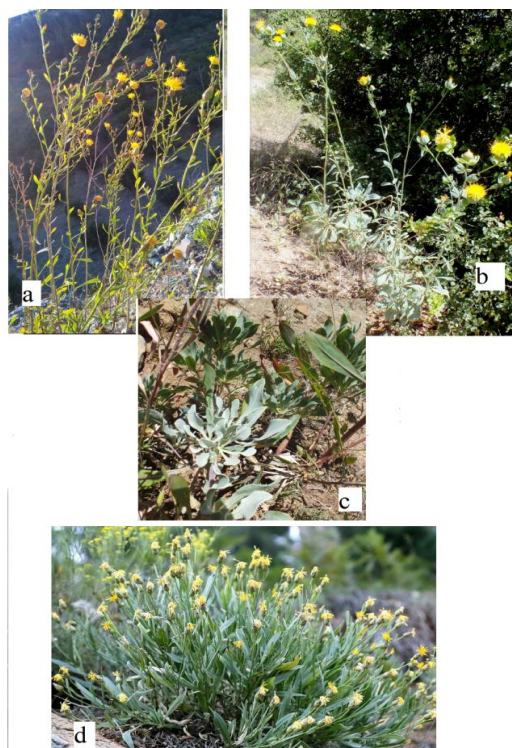


Figure 2. Habitats of the Sect. Ptosimopappus taxa. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*. b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. c. Basal leaves of *C. ptosimopappa* var. *elegans*. d. *C. ptosimopappoides* (Photo of *C. ptosimopappoides* was obtained from Prof. Dr. Ahmet Duran) Şekil 2. Sect. Ptosimopappus taksonlarının habitusları. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*. b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. c. *C. ptosimopappa* var. *elegans*'in taban yaprakları d. *C. ptosimopappoides* (*C. ptosimopappoides* fotoğrafı Prof. Dr. Ahmet Duran'dan temin edilmiştir).



Figure 3. a. Holotype of *C. ptosimopappa* var. *elegans* (ANK); b. Lectotype (designated here) of *C. ptosimopappa* (*Ptosimopappa bracteata*) (G); c. Holotype of *C. ptosimopappoides* (E)

Şekil 3. . a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*'ın holotipi (ANK); b. *C. ptosimopappa* (*Ptosimopappa bracteata*)'nın lektotipi (G) (burada düzenlenmiştir); c. *C. ptosimopappoides*'in holotipi (E)



Figure 4. Close view of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*; b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Background columns: 5 mm

Şekil 4. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*; b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*'nın yakından görünüşleri. Arka plandaki sütunların eni: 5 mm



Figure 5. General appearance of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*; b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*; c. *C. ptosimopappoides* (Photo of *C. ptosimopappoides* was obtained from Prof. Dr. Ahmet Duran).

Şekil 5. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*; b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*; c. *C. ptosimopappoides*'in genel görünüşleri (*C. ptosimopappoides* fotoğrafı Prof. Dr. Ahmet Duran'dan temin edilmiştir).



Figure 6. Outside and inside appearance of capitula of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Background lines: 5 mm.

Şekil 6. Kapitularların içten ve dıştan görünümleri. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Arka plandaki satırların eni: 5 mm.



Figure 7. Phyllaries of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Lines on the edge: 5 mm.

Şekil 7. Fillariler. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Kenardaki satırların eni: 5 mm.



Figure 8. Achenes of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*. b. *C. Ptosimopappa* var. *ptosimopappa*, Left: Peripheral achenes. Right: Central achenes.

Şekil 8. Akenler; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans*. b. *C. Ptosimopappa* var. *ptosimopappa*, Soldakiler: Çevresel akenler. Sağdakiler: Merkezi akenler.

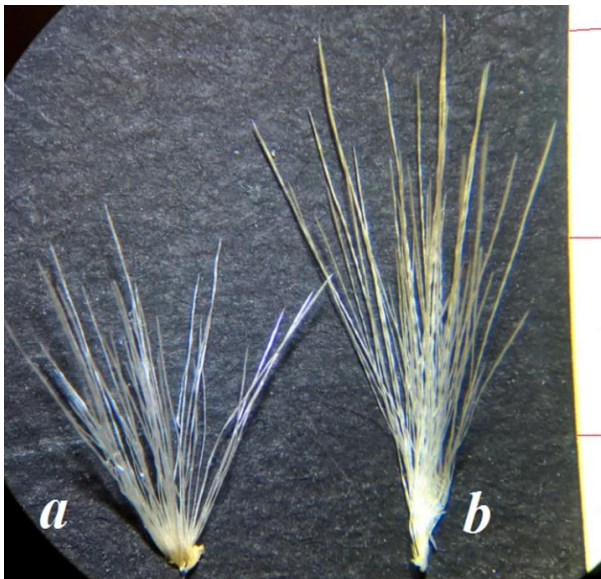


Figure 9. Receptacular bristles of; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Lines on the edge: 5 mm. Şekil 9. Reseptakular kıllar. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Kenardaki satırların eni: 5 mm.

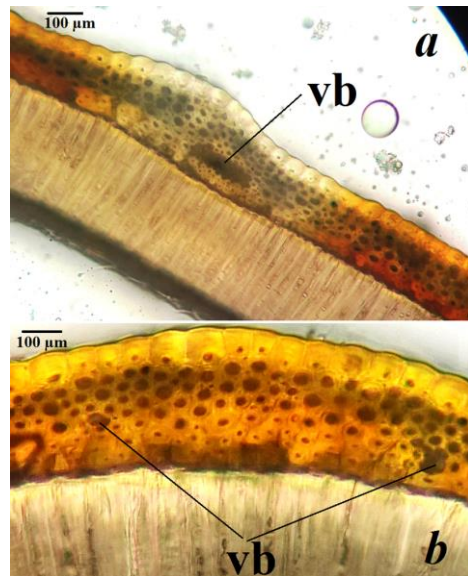


Figure 10. Cross sections of achenes; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Vb: Vascular bundle. Şekil 10. Akenlerin enine kesiti. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* b. *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Vb: Vascular bundle.



Figure 11. Microsculpture of achene surfaces; a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. ptosimopappa*.
Şekil 11. Aken yüzeylerinin inceyapısı. a. *C. ptosimopappa* var. *elegans* and b. *C. Ptosimopappa*.

Distribution and proposed conservation status:

This new variety is endemic to the Amanus Mountains in southeast Türkiye (Figure 1). It is known from three populations. The IUCN Red List criteria B1a (IUCN, 2017) suggests ‘Vulnerable’ status for populations that are ‘severely fragmented or known to exist at no more than 10 locations’; therefore, I propose categorizing *C. ptosimopappa* var. *elegans* as Vulnerable (VU).

Habitat observation: 400–1250 m. Clearings of *Pinus brutia* forests, serpentine soils

Eponymy: The specific epithet is given to the slender, delicate habitus of the variety.

DISCUSSION

C. ptosimopappa var. *elegans* differed from *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* by its much smaller cauline leaves, especially uppermost ones. Uppermost cauline leaves of *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* make clusters below the capitula that conceal it, thus, having a ruff collar-like appearance around the capitula. Upper leaves that conceal the capitula are also mentioned in delimitation of the varieties of *Centaurea polypodiifolia*. However this character is much more specific and stable in *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* because the concealing leaves make a cluster distanced from other cauline leaves that gives them bract like appearance. The specific epithet of basionym of *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*, *Ptosimopappus bracteatus*, emphasizes this bract-like upper cauline leaves. This feature was referred by Holub (1975) also as an important taxonomic character in describing monotypic genus *Petrodavisiana* based

on *Ptosimopappus bracteatus* = *Centaurea ptosimopappa*. *C. ptosimopappa* var. *elegans* has also one or a cluster of 2-5 leaves below the capitula but because they are much narrower than those of the other variety, there is not such a pronounced bract-like appearance as in *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. *C. ptosimopappoides* lack such leaf clusters below the capitula.

The other important difference of the new variety was observed in achenes. Although achenes of both varieties are heteromorphic in color, pattern and shape, this heteromorphy is much clearer in *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*. Achenes of this variety can be grouped in two groups as peripheral and central ones. Peripheral ones are short, oblong and brown with cream stripes and have semideciduous pappus, i.e. ripened ones have a pappus but it easily falls. On the other hand, central ones are much longer and slender, linear to oblanceolate, plain, brown to black and with very deciduous pappus so ripened ones can not be with a pappus (Figure 8a). Such a dimorphy was previously reported in *C. solstitialis* (Wagenitz, 1975). On the other hand, although they also have heteromorphy in the achenes, it is hard to group them as central and peripheral in *C. ptosimopappa* var. *elegans*. Both peripheral and central achenes of this variety are of the same length but central ones are slightly wider. All of them are oblong and brown with straw-colored stripes of varying thicknesses. Pappus is straw colored and deciduous both in the peripheral and central achenes (Figure 8b). In both species, unripened achenes are cream-colored.

Table 1. Comparison of species of the section *Ptosimopappus*.
Çizelge 1. *Ptosimopappus* sect. türlerin karşılaştırılması.

	<i>C. ptosimopappa</i> var. <i>ptosimopappa</i>	<i>C. ptosimopappa</i> var. <i>elegans</i>	<i>C. ptosimopappoides</i> *
Stem	60–110 cm long, width in the base is 3–8 mm, erect or ascending, few branched shrub. Branched in upper half. Each branch ends with a capitula occasionally makes secondary branching	100–220 cm long, width in the base is 3–5 mm, erect, many branched shrub. Branched in upper half with secondary or more branching	Sub-shrub 20–65 cm. Simple or with few branches
Basal leaves	Leathery leaves make fertile or sterile evergreen rosettes Veins not pronounced except for central vein Lanceolate-spathulate to obovate. Apex oblong, margin entire (6) 10–18 × (1.5) 3–5 cm Two types of indumentum: Completely floccose-tomentose or glabrous with only floccose-tomentose strip at the margin	Leathery leaves make fertile or sterile evergreen rosettes Veins not pronounced except for central vein Lanceolate-spathulate Apex oblong, margin entire 5–13 × 1.5–2.5 cm Glabrous with floccose-tomentose strip at the margin.	Has no rosettes Basal leaves are firm but not leathery, dried at winter. Veins pronounced Petiolate, lanceolate-obovate Apex acute, margin entire 11–15 × 2–5 cm Glabrous with floccose-tomentose strip at the margin.
Cauline leaves	All cauline leaves are similar in shape and dimensions Elliptical to broadly ovate, concave 2–5 × (0.5) 1–2.5 cm Apex obtuse with 0.3 mm mucro Sessile with truncate base Leaf margins entire there are floccose-tomentose strip Leaves big but scattered on the stem. Always one leaf at each internode 2–8 leaves concealing the capitula with ruff collar-like appearance. This crown of leaves is also at the top of the sterile branches. Cauline leaves glabrous with floccose-tomentose strip at the margin	All cauline leaves are similar in shape and dimensions Linear-lanceolate, flat 1–5 × 0.2–0.4 cm Apex acute with 0.5 mm mucro Sessile with acute base Leaf margins entire there are floccose-tomentose strip Leaves small but dense on the stem. One leaf or cluster of leaves at each internode 1–6 leaves just below the capitula, have no ruff collar-like appearance. Cauline leaves glabrous with floccose-tomentose strip at the margin	Lower cauline leaves are same as the basal ones. Upper ones smaller. Upper cauline leaves sessile 3–5 × 0.3–0.5 cm Apex acute Sessile with acuminate base Sessile with truncate base Leaves very dense on the short and non-branched stem No leaves below the capitula. Leaf margins entire there are floccose-tomentose strip at the margin
Width and shape of peduncle just below the capitula	Capitula is on the inflated peduncles Peduncle is hollow, ± inflated and wide, 4–12 mm just below the capitula	Capitula is on the slightly inflated peduncles Peduncle is slightly wide and hollow, 2–5 mm just below the capitula	Not inflated or widened, almost same as the rest of the peduncle.
Involucre	1.8–3 × 1–1.8 cm, widely ovoid truncate at base contracted towards apex	1.3–2 × 0.6–1.3 cm, ovoid, rounded at base strongly contracted towards apex	1.4–2.5 × 9–1.6 cm, narrowly ovoid.

Table 1. Continued.
Çizelge 1. Devami.

Phyllaries	Very numerous Inner phyllaries: linear (innermost row), 22-24 x 2 mm and lanceolate 17-18x 5 mm Median phyllaries ovate 7-14 x 4-5 mm Outer phyllaries ovate 3-4 x 2-3 mm Spinule minute, deciduous, 0.3-0.5 mm	Very numerous Inner phyllaries lanceolate 8-10 x 2-3 mm Median phyllaries ovate 6-8 x 2-3 mm Outer phyllaries 1.5-2.5 x 1-2 mm Spinule minute, deciduous 0.1-0.2 mm	Very numerous 6-9 x 3-5 mm Spinule, 0.5-1.5 mm
Florets	Bright yellow Marginal floret number is 10-15, almost equal to inner ones, 15-17 mm not radiant, infundibular with 5 equal 5-7 mm linear lobes. Inner hermaphrodite florets numerous. Tubular with 5 equal 4-6 mm linear-lanceolate lobes. Style excluded 4-6 mm over the lobes Anthers shiny yellow, slightly exerted	Yellow to pale orange Marginal floret number is 5-8, almost equal to inner ones, 11-14 mm not radiant, narrowly infundibular with 5 equal 6-7 mm linear lobes Inner hermaphrodite florets numerous. Tubular with 4-7 mm equal linear-lanceolate lobes. Style excluded 3-7 mm over the lobes Anthers pale orange, slightly exerted	Yellow Marginal not radiant
Peduncle (branch?)	Thick. 2-3 mm in the middle Compressed. Clearly heteromorphic. Central ones longer: 5.5-6 x 1.5-2 mm, very sparsely tomentose. Linear to elliptic. Dark brown, plain colored. Apex slightly rounded Hilum lateral, eliosome exist. Pappus of the central achenes 5-6 mm very deciduous. Achene lacks the pappus while still unripe. Scabrous-barbellate, cream	Slender. 1-2 mm in the middle Compressed. Slightly heteromorphic. Peripheral and central ones are in some length, central ones slightly wider. Both are, 4-5.5 x 2-2.3 mm, very sparsely tomentose, oblong, brown with straw-coloured stripes of varying thickness. More than 2 thin or thick stripes on the each side of the compressed achene. Apex truncate Hilum lateral. Eliosome exist.	5.6-7.5 x 3.4-4 mm Rectangular Pappus 5-11 mm, semi-deciduous
Achenes and pappus	Peripheral ones shorter: 4.2-5 x 1.8-2 mm, very sparsely tomentose. Elliptic. Brown with 1-2 straw coloured strips on each side of the compressed achene Apex truncate to rounded Hilum lateral, eliosome exist. Pappus of the peripheral achenes 5-7 mm. Unripe achene have pappus but ripe achene completely lacks it. scabrous-barbellate, cream Color of the unripe achenes cream	Color of the unripe achenes cream	

Table 3. Continued.
Çizelge 3. Devamı.

Indumentum of stem, leaves and capitula	<p>Rosette forming basal leaves can be completely floccose-tomentose or glabrous with only floccose-tomentose strip at the margin</p> <p>Cauline leaves glabrous with floccose-tomentose strip at the margin</p> <p>Phyllaries glabrous with scattered, deciduous short cilia at the margins first (at the early stages of flowering), becomes completely glabrous then.</p> <p>General appearance is green glaucous and occasionally purple sprinkled except for floccose-tomentose basal rosettes which looks grey.</p>	<p>Rosette forming basal leaves glabrous with only floccose-tomentose strip at the margin</p> <p>Cauline leaves glabrous with floccose-tomentose strip at the margin</p> <p>Phyllaries glabrous with scattered, deciduous short cilia at the margins first (at the early stages of flowering), becomes completely glabrous then.</p> <p>General appearance is bluish-grey glaucous and purple sprinkled</p>	<p>All leaves glabrous slightly tomentose at margin.</p> <p>green-grey glaucous</p>
Receptacular bristles	Straw-coloured, 1.3–1.7 cm, obviously twisted	Straw-coloured, 0.8–1 cm, indistinctly twisted	-
Pericarp of the achene	<p>Peripheral achenes: There are one or two vascular bundles on the each side of the achene.</p> <p>Central achenes: No conspicuous vascular bundles in the sub-epidermal region.</p>	<p>Very conspicuous vascular bundles in the sub-epidermal region. At least three vascular bundle on the each side of the achene</p>	-
Microsculpture of the achene surface	± smooth ornamentation, finely sulcate. Cell boundaries appear raised above the centres. Topography of the cell centres is irregular with very narrow and sinking or convex areas.	Rough ornamentation, sulcate cell boundaries appear raised above the distinct, flat cell centres	Smooth ornamentation, finely sulcate.
Flowering time	5–7	6–10	6–7

*Based on Wagentiz (1975), Çelik *et al.* (2006), Çelik *et al.* (2008), E00383957 coded holotype and photographs shared with me by Prof. Dr. Ahmet Duran

Achene microsculpture is an important taxonomical character that shows interspecific variation in *Centaurea* (Çelik *et al.*, 2008; Bona, 2015c; Candan *et al.*, 2016). In addition to morphological differences, ultrastructural differences between the achenes of the two varieties were also found. It seems that, achene microsculpture is an distinguishing character at the variety level.

The whole comparison of section *Ptosimopappus* taxa is given in Table 1. Also, the compared features can be seen in Figures 2-11.

These three taxa of section *Ptosimopappus* have similar habitat characteristics: serpentine soils of *Pinus brutia* clearings at about 300-1300 elevation. Flowering time of *C. ptosimopappa* var. *elegans* is much longer than the other two taxa at all elevations. *C. ptosimopappa* starts to flower in May at low altitudes and finishes in July at higher altitudes. Similarly *C. ptosimopappoides* also flowers between June and July. On the other hand, the earliest flowering of *C. ptosimopappa* var. *elegans* is in July at the lower altitudes and continues until October at the higher altitudes. This difference of *C. ptosimopappa* var. *elegans*, together with morphological and ultrastructural differences of achenes are in favor of it as a separate taxon. On the other hand, the existence of some intermediate populations between Southeast and Northeast populations of the species represent *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* and *C. ptosimopappa* var. *elegans* respectively (Figure 1), brings to mind the continuing gene flow between these extreme populations. Also, the whole distribution range of the species is not very wide. Although there is the Asi (Orontes) Plain between the mountainous main *C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa* and *C. ptosimopappa* var. *elegans* populations (Figure 1), scattered populations of both at lower altitudes indicate that this geographical isolation is not yet effective enough for speciation or subspeciation.

It is observed that, although they have labels clearly emphasizing that they are isotypes of *Ptosimopappus bracteatus*, all *C. ptosimopappa* samples at P (P00703879, P00703880, P00703881) are stored under the name *Centaurea bracteata* Scopoli (1787: 17) which is not related with Sect.

Ptosimopappus. *C. bracteata* is defined by Scopoli from Appennine Mountains (Italy). There is a clear definition and figure (tab. IX) in the protologue indicating that it is a member of Sect.: *Jacea*. Dayton (1893), indicated that it is a synonym of *Centaurea amara* Linnaeus (1763: 1292) which is also a member of Section *Jacea*. This confusion will be corrected by notifying the Herbarium.

There are 10 isotypes of *Ptosimopappus bracteatus* at G, GOET, K, NY and P. There is no holotype indicated so one of these isotypes at G, **G00223040** is here designed as Lectotype (figure 3b).

From the samples in the Edinburgh Herbarium, it seems the new variety was previously collected from the type locality Osmaniye by Wagenitz who revised genus *Centaurea* for Flora of Türkiye. The specimen was identified as *C. ptosimopappa* and referenced within *C. ptosimopappa* in Flora of Türkiye (**E00475650**). Two recent collections by J. Darrah (**E00475652**-Erzin) and by R. D. Reeves, N. Adıgüzel and Ö. Bingöl (**E00267619**-Osmaniye, **E00267632**-Erzin) were also identified as *C. ptosimopappa*, probably by following the samples of Wagenitz. Samples were collected and examined from all of the abovementioned localities besides detailed population observations (*Y. Güzel-916*-Osmaniye type locality, *Y. Güzel-909*-Erzin, see the examined samples section for GPS coordinates of this collections). As a result, it was concluded that these four samples obviously belong to *C. ptosimopappa* var. *elegans* which should be considered as a variety of *C. ptosimopappa* in the light of evidence presented here. These misidentifications will be corrected after publication.

Key to species of *Centaurea* section *Ptosimopappa*

1. Sub-shrub, 20–65 cm. Without basal rosettes.....*C. ptosimopappoides*
1. Shrub, 60–200 cm. With basal rosettes.....
C. ptosimopappa
2. Cauline leaves elliptical to broadly ovate 2–5 × 1–2.5 cm.....*C. ptosimopappa* var. *ptosimopappa*
2. Cauline leaves linear-lanceolate 1–5 × 0.2–0.5 cm*C. var. ptosimopappa elegans*

Additional specimens examined

***Centaurea ptosimopappa* var. *elegans*:**
E00475650 C6 Adana/Hatay: Amanus S.E. of Osmaniye (Nur Da., Gavur Da.), 1000-1350 m, 11.10.1957, *Wagenitz & Beiig* 385; **E00267619** C6 Osmaniye: Osmaniye- Zorkun yayla 17-18 km from Osmaniye 1200 m serpentine soil along roadside banks and edge of *Pinus brutia* forest, 1.August.2001 R.D.Reeves 2128, N. Adıgüzel & Ö. Bingöl (NA3994); **E00267632** Hatay: Erzin Kuyuluk village to koyunbeyli yayla 36° 54.668' N; 36° 16.820' E, *Pinus brutia* forest on serpentine, 3.August.2001 R.D.Reeves 2148, N. Adıgüzel & Ö. Bingöl (NA4016); **E00475652** Above Yeşilkent. 305 m. Pine woods, steep dry bank. 10.08.1969, J. Darrah 563

***Centaurea ptosimopappa* var. *ptosimopappa*:**
(Basionym: *Ptosimopappus bracteatus*) Türkiye C5/6 or Syria?: In tota regione inferiori montis Cassii (Akra Da.) Syriae borealis ad margines sylvarum, vi.1846, *Boissier*. Isotypes of *Ptosimopappus bracteatus* at G, GOET, K, NY and P were examined: **G00223040** (lectotype here designed), **G00223041**, **G00223042**, **GOET001308**, **K000794162**, **NY00232715**, **NY00232716**, **P00703879**, **P00703880**,

P00703881. Other species examined: **E00475651** C6 Hatay Belen/Soğukoluk, *Pinus brutia* forest, 14.7.1973, 620 m, F. Holtz 00.667, P. Hanel, T. Kesercioğlu; **E00475653** Belen (Amanus)/Soğukoluk, forest on metamorphic substrate, 23.4.1957, 500 m, Davis & Hedge (D. 26999); **E00475656** Iskenderun-Latakia South of Yayladagi, Near Turkish frontier, open spur of serpentine hill in pine forest. 17.4.1965, Lamond, J.-29 (leaves and ruins of capitula remain from the previous year); C6 Hatay, Antakya Karaali town, 36°18'.31.18''N; 36°9'.8.20''E, 400 m, 06.06.2016, *Y. Güzel-904*. C6 Hatay, Yayladağ, Keldağ (Mountain Cassius-Akra Dağ), 35°56'15.5"N; 35°56'32.8"E, 832 m, 25.06.2016, *Y. Güzel-906*. C6 Hatay, İskenderun, Belen, 36°25'56.06"N; 36°13'38.51"E, 488 m, 27.06.2016, *Y. Güzel-907*

***Centaurea ptosimopappoides*: E00383957** C5 Adana: Karsanti, Pos - Sofulu, 13 vii 1972, *E. Yurdakulol* 78 (Holotype).

Acknowledgements

I would like to thank Prof. Dr. Ahmet Duran for sharing *Centaurea ptosimopappoides* photographs with me and giving me permission for publishing. I would like to thank also to Mehmet Çelik for detailed information about Osmaniye populations.

REFERENCES

- Bentham G., J. D. Hooker, B. D. Jackson. 1893. Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum, 1 (1): 472. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/133989#page/490/mode/1up>
- Boissier, E. 1849. Diagnoses Plantarum Orientalium novarum. 1(10): 104. Lipsiae. Leipzig] <http://bibdigital.rjb.csic.es/ing/Libro.php?Libro=1397>
- Bona, M. 2015a. *Centaurea amanosensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology 1-9.
- Bona, M. 2015b. *Centaurea goksivriensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. Phytotaxa 203(1): 63-68.
- Bona, M. 2015c. Systematic implications of achene characteristics in genera *Centaurea* L., *Cyanus* Mill., *Psephellus* Cass. and *Rhaponticoides* Vaill. (Asteraceae). Bangladesh Journal of Plant Taxonomy 22(2): 125.
- Candan F., T. Uysal, O. Tugay, M. Bozkurt, K. Ertuğrul, and H. Demirelma. 2016. The examinations of achene ultrastructural features of section *Acrolophus* (*Centaurea*, Asteraceae) via scanning electron microscopy. Turkish Journal of Botany 40(2): 147-163.
- Cassini, A. H. G. 1826. Dictionnaire des Sciences Naturelles, dans lequel on traite méthodiquement des différents êtres de la nature, considérés soit en eux-mêmes, d'après l'état actuel de nos connoissances, soit relativement à l'utilité qu'en peuvent retirer la médecine, l'agriculture, le commerce et les arts. Strasbourg. Edition 2. 43: 488.
- Çelik, S., I. Uysal, and Y. Menemen. 2008. Morphology, anatomy, ecology and palynology of two *Centaurea* species from Turkey. Bangladesh Journal of Botany 37(1): 67-74.
- Dayton, J. B. 1893. Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum, 1(1): 472. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/133989#page/490/mode/1up>.

- Dinç, M., and S. Dogu. 2012. *Centaurea dumanii* comb. & stat. nov. (Asteraceae). In *Annales Botanici Fennici* 49(2): 87-90.
- Gonella, P. M., F. Rivadavia, and A. Fleischmann. 2015. *Drosera magnifica* (Droseraceae): the largest New World sundew, discovered on Facebook. *Phytotaxa* 220(3): 257-267.
- Greuter, W. 2003. The Euro+Med treatment of Cardueae (Compositae) generic concepts and required new names. *Willdenowia* 33: 49-61.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, and M.T. Babaç. 2012. Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). s. 47-83. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Hayek, A. 1901. Denkschriften der Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse. LXX. 590 (1901). <http://www.biodiversitylibrary.org/item/89426#page/834/mode/1up>.
- Holub, J. 1975. *Petrodavisia*, a new genus in Centaureinae (Asteraceae). *Folia Geobotanica* 10(2): 191-196.
- IPNI. 2017. The International Plant Names Index. Published on the Internet: <http://www.ipni.org>.
- IUCN. 2017. IUCN Red List categories and criteria. Version 3.1. IUCN Red List Unit, Cambridge U.K. Available from: <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria/2001-categories-criteria>.
- Köse, Y. B., and S. Alan. 2013. *Centaurea baseri* (Compositae), a new species from Turkey. *Phytotaxa* 117(1): 23-29.
- Kültür, Ş. 2010. *Centaurea nerimaniae* sp. nov. (Asteraceae) from south Anatolia, Turkey. *Nordic Journal of Botany* 28(5): 613-616.
- Linnaeus, C. 1753. *Species plantarum*. In: L. Salvius (Ed). Stockholm.
- Linnaeus, C. 1763. *Species plantarum*, In: L. Salvius (Ed). Ed.2. Vol. 2. Stockholm.
- Miller, P. 1754. *The Gardeners Dictionary*. Ed. 4. Vol. 3. John & James Rivington, London. DOI: 10.5962/bhl.title.79061
- Negaresh, K., Z. Kaya, and M. R. Rahiminejad. 2015. *Centaurea sennikoviana* (Asteraceae, Cardueae), a new species from central Anatolia, Turkey. In *Annales Botanici Fennici* 52(5-6): 321-327.
- Scopoli, J. A. 1787. *Deliciae Florae et Faunae Insubricae seu Novae, aut Minus Cognitae Species Plantarum et Animalium quas in Insubria Austriaca tam Spontaneas, quam Exoticas Vedit, Descriptit, et Aeri Incidi Curavit Joannes Antonius Scopoli*. Ticini [Pavia] 2: 17.
- Thiers, B. 2016. *Index Herbariorum: A global directory of public 22 herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- Uysal, T., and E. Hamzaoğlu. 2016. A new *Centaurea* L. (Asteraceae) species from Turkey. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 1-9.
- Uysal, T., E. Hamzaoğlu, K. Ertuğrul, and M. Bozkurt. 2016. A New Species of *Centaurea* (Asteraceae) from Turkey. *Phytotaxa* 275(2): 149-158.
- Uysal, T., H. Dural, O. Tugay. 2017. *Centaurea sakariyaensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 151(1): 126-130.
- Vaillant, S. 1754. *Physische Abhandlungen*. Königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris. Breslau 5: 165.
- Wagenitz, G. 1974. Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh. 33(2): 225.
- Wagenitz, G. 1975. *Centaurea* L. pp. 465-585. In: P.H. Davis (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 5.
- Wagenitz, G. 1986. *Centaurea* in South-West Asia: patterns of distribution and diversity. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences* 89: 11-21.
- Wagenitz, G. and F. H. Hellwig. 2000. *Psephellus* Cass. (Compositae, Cardueae) revisited with a broadened concept. *Willdenowia* 30: 29-44.
- Yüzbaşıoğlu, İ. S., M. Bona, and İ. Genç. 2015. A new species of *Centaurea* sect. *Pseudoseridia* (Asteraceae) from north-eastern Turkey. *Phytokeys* 53: 27-38.

Farm Economic Efficiency Gap Due to Gender Discrimination-Evidence from Usaid Markets II Programme Participating Small-Scale Farmers in Kano State of Nigeria

Mohammed Sanusi SADIQ^{1*}  **Invinder Paul SINGH²** 
Muhammad Makarfi AHMAD³  **Sarki MAHMOUD⁴** 

¹*Department of Agricultural Economics and Extension, FUD, Dutse/ NIGERIA*

²*Department of Agricultural Economics, SKRAU, Bikaner/ INDIA*

³*Department of Agricultural Economics and Extension, BUK, Kano/ NIGERIA*

⁴*Department of Education, FUD, Dutse, NIGERIA*

¹<https://orcid.org/0000-0003-4336-5723>

²<https://orcid.org/0000-0002-1886-5956>

³<https://orcid.org/0000-0003-4565-0683>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-3583-0234>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): sadiqsanusi30@gmail.com

Received (Geliş tarihi): 30.05.2022

Accepted (Kabul tarihi): 07.11.2022

ABSTRACT: *The study explores the influence of gender discrimination on the agricultural economic efficiency gap between women and men farmers in Nigeria's Kano State, as part of the USAID MARKETS II initiative. A structured questionnaire supported by an interview schedule was utilized to extract cross-sectional data from 189 participants selected by a multi-stage sample technique using a simple cost-route strategy. Both descriptive and inferential statistics were applied to the acquired data. Gender disparity has both an effect and an impact on the farm economic efficiency of women farmers, putting them at a disadvantage compared to their male counterparts, according to scientific research. Besides, the extension gap which affected the farm economic efficiency of the women farmers compared to the men is due to gender stereotype. Further, in isolating the impact of gender differential, it was observed that gaps of technical and cost efficiencies between the two genders owe majorly to gender discrimination. In addition, both gender discrimination and the endowment factor had an equal contribution to the yield gap between the two groups. However, the profit efficiency gap between the genders is due majorly to endowment effect. In general, it can be concluded that gender discrimination, i.e. gender inequality and gender stereotype, has slowed the active engagement of women beneficiaries in the program, hence impeding the continuation of their farm businesses. As a result, in order for the program to be sustainable, it should include a gender budget in its strategy, allowing women to break the curse of gender inequality, which has limited access to and control over productive resources.*

Keywords: *Gender, differential, gap, programme, Nigeria*

INTRODUCTION

Low agricultural productivity growth rates are often viewed as one of the key causes of Africa's current high poverty and food insecurity levels, particularly in rural regions. Despite tremendous progress over the last two decades, Africa continues to lag behind in terms of production and yield levels, modern input utilization rates, technology acceptability, and access to finance and insurance markets that are usually failing or incomplete (Dillon and Barrett, 2014; FAO, 2015).

The African agricultural sector's poor performance is a major hindrance to the continent's economic development and precludes fundamental transformation (AfDB *et al.*, 2015). Increased agricultural productivity for smallholder farmers in Sub-Saharan Africa (SSA) is thought to reduce poverty more effectively than growth in other economic sectors (de Janvry and Sadoulet, 2010; Kilic *et al.*, 2013; Mukasa and Salami, 2015). Many efforts, such as the USAID MARKETS, IFAD, and FADAMA programmes, have been created in recognition of agriculture's vital role in Africa's socio-economic development and productivity increase.

Aside from the aforementioned roadblocks to African agriculture reform, it's also worth mentioning the frequently identified gender inequities in agriculture. Over the last three decades, there has been a greater emphasis on gender issues and women's empowerment in terms of agriculture and economic growth (Olakojo, 2017). This is based on a growing recognition that failure to pay closer attention to men and women's differing societal positions in terms of resource allocation, opportunities, and rights in the formulation, design, and implementation of development policies and projects can have a negative impact on development outcomes (Olakojo, 2017).

Gender has long been recognized as a significant determinant in the allocation and use of productive resources around the world. Gender disparities in the agriculture sector may have an impact on the sourcing and efficient application of production elements (World Bank, 2012; Odunlami *et al.*, 2016). The causes and effects of agricultural production inequalities between male and female farmers are of great concern, particularly in sub-Saharan Africa. In SSA, women account for over half of the agricultural workforce, but they have limited access to credit and other financial markets. They also have limited control over their resources, low agricultural yields, low rates of modern input and technology adoption, and a scarcity of people and physical capital (Mukasa and Salami, 2015). Despite claims that female farmers' lower levels of physical and human capital lead to lower measured productivity or an inability to respond to economic incentives, this is not the case (Sadiq *et al.*, 2020a; Gebre *et al.*, 2021).

Gender-based inequalities in economic capacities and incentives, which affect intra-household resource allocation, land productivity and welfare levels, limit women's ability to contribute to and participate in economic progress. Though the size of these agricultural gender disparities varies by SSA countries and over time, they typically range from 20% to 30% (Kilic *et al.*, 2013; Croppenstedt *et al.*, 2013; Aguilar *et al.*, 2014; Oseni *et al.*, 2015; Gebre *et al.*, 2021; Kilic *et al.*, 2013). According to the World Bank and the United Nations, failure to recognize (gender) responsibilities, inequities, and injustices poses a serious threat to the agricultural development agenda's efficacy (Olakojo, 2017).

Increased integration of Africa's agriculture sector into the global value chain is also critical for the region's transformation, according to the African Development Bank (2015). The economic empowerment of women through increased productivity and engagement in commercial and higher-value-added agricultural operations is, nevertheless, one of the most essential parts of this development (AfDB, 2015; Olakojo, 2017).

Reducing gender gaps and, as a result, empowering women has affected the actions and policy objectives of SSA governments, while the international development community has contributed major resources to the fight against gender bias. Over half of the agricultural workforce in SSA is female, yet they have restricted access to credit and other financial markets.

With a fast growing population requiring an ever-increasing supply of food, a national poverty rate of 63 percent, and a labor force dominated by agricultural activity, Nigeria's efforts to improve agricultural productivity could not be more timely. Despite the fact that women account for a large share of Nigeria's agricultural workforce, little is known about their actions, duties, and constraints. By thoroughly researching women's agricultural activities, it will be possible to determine not only what they are doing in the agricultural sector, but also how to successfully reduce their limitations and increase productivity.

To build development policies aimed at empowering women and improving their living conditions, in-depth evaluations of the scale and sources of gender productivity gaps are required. Because agriculture is the economic backbone of the study area and the country as a whole, determining the extent and causes of gender productivity disparities is crucial for creating policy responses and empowering women. If the government, civic society, and other players had a greater understanding of women's roles in agriculture, they could more effectively reduce barriers to women farmers and improve the effectiveness of agricultural programs and policies. As a result, the research theme "impact of gender differential on farm economic efficiency in Nigeria's Kano State" was developed along these lines. The study's particular goals were to determine the effect and influence of gender differences on

farm economic efficiency, as well as to isolate the impact of gender discrimination on farm economic efficiency.

RESEARCH METHODOLOGY

Kano state lies in northern Nigeria, with latitudes ranging from 10° 33' to 12° 37'N and longitudes ranging from 07° 34' to 09° 25'E of the Greenwich meridian time. The northern and southern portions of the state's vegetation are characterized by the Northern-Guinea savannah and Sudan savannah, respectively. The yearly rainfall in the Northern-Guinea savannah ranges from 600-1200 mm to 300-600 mm in the Sudan savannah. Furthermore, in the Sudan savannah region, arable crop growth seasons range from 90 to 150 days, and in the Northern-Guinea savannah region, they range from 150 to 200 days. The population of the state is predicted to reach 9.4 million people by 2050 (NPC, 2006), with a 3.5 percent annual growth rate. There are around 1,754,200 hectares of arable land in the state. The bulk of the state's people work in agricultural commodities trading, making it well-known for its commercial activity.

A multi-stage sampling procedure was utilized to choose 195 farmers as a representative sample size from the project sites. The research intentional selection of six (6) participating Local government areas (LGAs) out of nine (9) LGAs for the USAID MARKETS II program was based on a large concentration of smallholder rice producers in the first stage. The LGAs chosen are Bunkure, Garun-Mallam, Kura, Dambatta, Bagwai, and Makoda. Second, each of the listed LGAs had five (5) participating localities chosen at random. In the third stage, nine (9) farmers from Bunkure, Garun-Mallam, and Kura LGAs were picked at random, while four (4) farmers from Dambatta, Bagwai, and Makoda LGAs were chosen at random. As a result, the representative sample size was set at 195 farmers. Only 189 questionnaires, however, were declared valid and were subjected to analysis. Besides, of the total sample size, the men and the women accounted for 116 and 73 respondents respectively. A well-structured questionnaire was used to collect the data for the 2018 rice cropping season, which was supplemented by an interview schedule. Chow-test and Average treatment effect, as well as Endogenous switching regression and

Oaxaca-Blinder decomposition models, were used to achieve objectives I and II.

Empirical model

1. Chow F-statistic test

The F-statistics tests for the influence of gender differential, test for homogeneity of slopes, and test for differences in intercepts are listed below, according to Amaefula *et al.* (2012); Sadiq *et al.* (2020a&b); Sadiq *et al.* (2021).

The error sum of squares for asset function of (i) women (ii) men (iii) pooled data without a dummy variable (iv) pooled data with a dummy variable (men =1, women =0) are as follows to isolate the effect of gender differential:

Test for effect of gender differential:

$$F^* = \frac{[\sum \varepsilon_3^2 - (\sum \varepsilon_1^2 + \sum \varepsilon_2^2)]/[K_3 - K_1 - K_2]}{(\sum \varepsilon_1^2 + \sum \varepsilon_2^2)/K_1 + K_2} \quad (1)$$

Where $\sum \varepsilon_3^2$ and K_3 represent the error sum of square and degree of freedom for the pool (women and men), $\sum \varepsilon_1^2$ and K_1 represent the error sum of square and degree of freedom for the women group, and $\sum \varepsilon_2^2$, and K_2 represent the error sum of square and degree of freedom for the men group.

If the F-cal is bigger than the F-tab, it means that the women's gender has an impact on farm economic efficiency.

Test for homogeneity of slope:

$$F^* = \frac{[\sum \varepsilon_4^2 - (\sum \varepsilon_1^2 + \sum \varepsilon_2^2)]/[K_4 - K_1 - K_2]}{(\sum \varepsilon_1^2 + \sum \varepsilon_2^2)/K_1 + K_2} \quad \dots \dots (2)$$

The error sum of squares and degree of freedom for the pool (both women and men) with a dummy variable are $\sum \varepsilon_4^2$ and K_4 , respectively.

If the F-cal is higher than the F-tab, it means that the gender gap causes a structural shift in the farm economic efficiency parameter.

Test for differences in intercepts:

$$F^* = \frac{[\sum \varepsilon_3^2 - \sum \varepsilon_4^2]/[K_3 - K_4]}{\sum \varepsilon_4^2/K_4} \quad \dots \dots (3)$$

If the F-cal is higher than the F-tab, it means that the women's agricultural economic efficiency differs from that of the men.

2. Average treatment effect (ATE)

ATE shows the average difference in outcomes between units assigned to care and those assigned to placebo (control). Lokshin and Sajaia (2011); Wang *et al.* (2017); Sadiq *et al.* (2020a & b); Sadiq *et al.* (2021) provide the following equation:

Gender index of the women is given by:
 $E(y_{1i} | I = 1; X) \dots \dots \dots (4)$

Gender index of the men is given by:

$$E(y_{2i} | I = 0; X) \dots \dots (5)$$

Gender index of the women if there is no gender difference is denoted by:

$$E(y_{2i} | I = 1; X) \dots \dots (6)$$

Gender index of the men if there is a gender difference is denoted by:

$$E(y_{1i} | I = 0; X) \dots \dots \dots \dots \dots (7)$$

Where:

$E(.)$ = Expectation operator

y_{1i} = Economic efficiency of the women farmers (dependent variable)

y_{2i} = Economic efficiency of the men farmers (dependent variable)

I = Dummy variable (1 = women, 0 = men)

X = Explanatory variables that is common to both women and men farmers.

$$ATT = E(y_{1i} | I = 1; X) - E(y_{2i} | I = 1; X) \quad (8)$$

$$ATU = E(y_{1i} | I = 1; X) - E(y_{2i} | I = 0; X) \quad (9)$$

Average Treatment effect on Treated = ATET

Average Treatment effect on Untreated = ATEU

Equations (8) and (9) were further simplified as:

$$ATT = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} [p(y_{1i} | I = 1; X) - p(y_{2i} | I = 1; X)] \dots \dots (10)$$

$$ATU = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} [p(y_{2i} | I = 0; X) - p(y_{1i} | I = 0; X)] \dots \dots (11)$$

Where, N_1 and N_2 are number of women and men farmers respectively, and p = probability.

Endogenous switching regression model:

Y =dependent variable (efficiency indices-technical, cost, profit; and, Yield); X_{1-n} = independent variables; β_0 = Intercept; β_{1-n} = Regression coefficient; and, ε_t = Stochastic.

3. Oaxaca-Blinder decomposition model

Using the classic Oaxaca-Blinder technique, the extent to which discrepancies in observable human capital traits may be explained by farm economic efficiency disparities between women and men farmers was studied (Oaxaca, 1973; Blinder, 1973; Marwa, 2014; Revathy *et al.*, 2020; Sadiq *et al.*, 2020a&b; Sadiq *et al.*, 2021). The farm economic efficiency functions are as follows:

$$\ln \bar{Y}_F = \beta_0 + \beta_i \sum_{i=1}^i X_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (12)$$

$$\ln \bar{Y}_M = \beta_0 + \beta_i \sum_{i=1}^i X_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (13)$$

Where, \bar{Y}_F = average farm economic efficiency of women farmers; \bar{Y}_M = average farm economic efficiency value of men farmers;

X_{i-n} = explanatory variables; β_0 = intercept; β_{i-n} = parameter estimates; and, ε_i = stochastic term.

The total difference can be explain by,

$$\Delta \ln Y = \ln \bar{Y}_F - \ln \bar{Y}_M \dots \dots \dots (14)$$

The Oaxaca-Blinder decomposition equation is,

$$\ln \bar{Y}_F - \ln \bar{Y}_M = (\bar{X}_F \hat{\beta}_F - \bar{X}_M \hat{\beta}_M) + (\bar{X}_M \hat{\beta}_F - \bar{X}_M \hat{\beta}_M) \dots (15)$$

$$\therefore \ln \bar{Y}_F - \ln \bar{Y}_M = (\bar{X}_F - \bar{X}_M) \hat{\beta}_F + (\hat{\beta}_M - \hat{\beta}_F) \bar{X}_M (16)$$

Where the first $(\bar{X}_F - \bar{X}_M) \hat{\beta}_F$ and the second $(\hat{\beta}_M - \hat{\beta}_F) \bar{X}_M$ terms respectively, captured the endowment effect (characteristics difference between the women and men) and the structural (discrimination) effect.

RESULTS and DISCUSSION

Effect of gender differential on farm economic efficiency

A perusal of Table 1 shows that gender differential has an effect on the farm economic efficiency *viz.* technical, cost, profit efficiencies, and productivity of the women as evidenced by the plausibility of their respective Chow F- statistics at 10% level of significance. This implies that gender inequality--poor access to and control of productive resources induced disparity in the farm economic efficiency of women, thus a disadvantage to women's active participation in the programme. Besides, given that economic inefficiency also owes to extension gap, it can be inferred that gender stereotype *viz.* cultural and religious barriers inhibited the economic efficiency of the women farmers involved in the programme. Furthermore, for the slope homogeneity test, the plausibility of all the farm economic efficiency indicators' F-statistics at 10% level of significance implies that gender differential brought about a structural change or shift in the resource endowment of the women. This confirms heterogeneity of slopes-- gender difference gave rise to differences in the farm economic efficiency between the women and men. In addition, it implies that the slopes of the farm economic efficiency functions are heterogeneous. The heterogeneity of slopes indicates that the economic efficiency functions are factor-biased. Besides, the empirical evidence showed that gender differential has an effect on the technical know-how i.e. managerial efficiency of the women as evidenced by the respective F-statistics of the economic efficiency indicators that are within the acceptable margin of 10% significance level.

Impact of gender differential on farm economic efficiency

Except for inverse-probability weight estimation, the negative sign and plausibility of the ATEs coefficient of regression adjustment, propensity-score matching, and nearest-neighbor matching at 10% level of significance imply that gender differential has a negative significant impact on the technical efficiency of the women (Table 2). Consequently, the decline in the average technical efficiency score of the women farmers by 12.91, 7.92, and 14.68% respectively for regression

adjustment, propensity-score matching, and nearest-neighbor matching against the men farmers. Furthermore, the plausibility of the ATETs for all the treatment effect estimations showed that due to gender differential, poor access and control of productive resources coupled with a gender stereotype, averagely, the women group lost technical efficiency scores of 11.46, 11.87, 11.87, and 12.57% *vis-à-vis* regression adjustment, propensity-score matching, nearest-neighbor matching, and inverse-probability weight, respectively. Whereas due to the gender differential, adequate access and control of productive resources, except propensity-score matching and inverse-probability weight, averagely, the men gained technical efficiency of 13.82 and 16.43% *vis-à-vis* regression adjustment and nearest-neighbor matching ATEUs estimated coefficients, respectively. Generally, the possible reason for the lagging technical efficiency *viz.* poor output potential of the women owes to gender inequality-disadvantage in access, and control over productive assets and gender stereotype, religion and cultural constraints which inhibit their active participation in the rice upstream supply chain.

Using the mean estimates *viz.* regression adjustment, both gender categories are not operating on the frontier. The average efficient score of 0.908 for the men show them to be more efficient than the women who recorded an average technical efficiency score of 0.779. The men has a marginal potential efficiency gap-output loss of 9.2% compared to 22.1% for the women. Besides, the average technical efficiency score gap between the women and the men is 14.21% [$1-(0.779/0.908)*100$]. Likewise, the mean efficiency values of the inverse-probability weight showed both genders not to be on the frontier *vis-à-vis* efficiency scores of 0.912 and 0.888, respectively, for men and women. However, there is an improvement in the average efficiency score when compared to the regression adjustment estimation. Thus, it implies that the men and women were 8.79% and 11.23%, respectively, from the potential output level while the efficiency gap-output gap between them is 2.67% [$1-(0.888/0.912)*100$]. Both treatment estimations show the mean efficiency scores of both gender categories to be within the acceptable margin of 10% error gap.

Table 1. Effect of gender differential on farm economic efficiency.

Asset	Items	ESS	DF	Test	F-stat
TE	Female	0.090429	71		
	Male	0.194314	114	I	350.8044***
	Pooled	0.824684	186	II	31.00561***
	Pooled with dummy	0.438114	186	III	164.1171***
CE	Female	0.648957	71		
	Male	3.561433	114	I	34.07652***
	Pooled	4.985933	186	II	22.7169***
	Pooled with dummy	4.902321	186	III	3.172341***
PE	Female	2.275771	71		
	Male	3.638185	114	I	17.30726***
	Pooled	6.467223	186	II	9.765459***
	Pooled with dummy	6.375466	186	III	2.67695***
Yield	Female	12.49604	71		
	Male	29.90082	114	I	38.12508***
	Pooled	51.13407	186	II	21.41371***
	Pooled with dummy	49.76203	186	III	5.128397***

Source: Field survey, 2018

Note: *** ** * & NS means significant at 1%, 5%, 10% & Non-significant, respectively.

TE= Technical efficiency; CE= Cost efficiency; PE= Profit efficiency

A cursory review of the cost efficiency results showed only the regression adjustment ATE coefficient to be within the acceptable margin of 10% degree of freedom against treatment effect estimations ATEs coefficients viz. propensity-score matching, nearest-neighbor matching, and inverse-probability matching that were not different from zero at 10% error gap (Table 2). The positivity of the regression adjustment ATE implies that gender differential has positive significant impact on the cost efficiency of the women, thus incurred an extra cost of 5.26% to the average actual total production cost against their men counterparts. The possible reason for cost-cut disadvantage of the women may be majorly attributed to ineffective harnessing of social capital in the downstream rice supply chain. Furthermore, due to the gender differential, the women wasted cost of approximately 10.50, 6.29, 4.45, and 7.09% from their average actual total production cost vis-à-vis the treatment effect estimations as indicated by their respective ATETs parameter coefficients which are different from zero at 10% error level. While due to gender difference, the men gained cost-cut of 7.32% from their average actual cost as indicated by the inverse-probability

weight ATEU coefficient which is within the permissible margin of 10% error gap. The possible reason for female gender cost wastage may be attributed to gender stereotype-poor utilization of social capital pooling in the rice downstream supply chain while the cost-cut gain of men owes to active utilization of social capital pooling-market intelligence-information-outlook viz. active participation in both the rice downstream and upstream supply chains.

Based on the cost efficiency mean scores viz. regression adjustment and inverse-probability weight, both genders are above the minimum cost frontier. However, for the former, the male gender is better in managing their costs compared to their women counterparts given the cost deviation percentages of 10.81 and 16.08% respectively. Whereas for the latter, the reverse is the scenario in cost wastage, given the cost deviation percentages of 12.77% and 8.69% for the men and women, respectively. The cost margins between the men and women are 4.75 and 3.76% vis-à-vis regression adjustment and inverse-probability weight, respectively.

All the treatment effect estimations showed that gender differential has no significant impact on the profit efficiency of the women as evidenced by their respective ATE estimated coefficients which were not different from zero at 10% probability (Table 2). Besides, within the women, treatment effect estimations *viz.* propensity-score matching and inverse-probability weight show gender differential to have negative impact on the profit efficiency of the women as evidenced by their respective ATETs estimated coefficients which were within the acceptable margin of 10% probability of error. This implies that due to gender differential, the women lost profit efficiencies of 15.46 and 15.03% *vis-à-vis* propensity-score matching and inverse-probability weight, respectively. The possible reason is poor access to market information *viz.* gender stereotype which inhibited their profit margin. While within the men, the plausibility of the inverse-probability weight ATEU estimated coefficient at 10% probability level and its negativity implies that due to gender differential, the men lost 15.36% of their profit efficiency. Given that men farmers are not constrained with gender stereotype and access and control over productive resources, the possible reason for the profit lost may be attributed to pressing need for cash requirement to meet farm and household obligations.

The negativity and plausibility of the regression adjustment and nearest-neighbor matching ATE estimated coefficients at 10% degree of freedom level imply that gender difference has negative significant impact on the average yield level of the women, thus plummeted their yield by 896.09 and 776.59 kg, respectively, against their men counterpart (Table 2). Thus, it can be inferred that gender inequality *viz.* poor access and control over productive resources affected resource productivity of the women, thus plummeted their average yield level. Furthermore, within the women, the negativity and plausibility of the ATET estimated coefficients at 10% *vis-à-vis* the regression adjustment and nearest-neighbor matching indicate that due to gender differential the women lost 1038.04 and 603.40 kg, respectively, of rice output. Whereas, the men category gained 807.22 and 885.03 kg in their output due to gender difference as

evidenced by the plausibility of the ATEUs estimated coefficient at 10% level of significance *vis-à-vis* regression adjustment and nearest-neighbor matching, respectively.

Efficiency gap due to gender discrimination

In isolating the impact of gender differential *viz.* Oaxaca-Blinder decomposition technique, empirical evidence showed that technical and cost efficiencies gaps between the two genders owe largely to gender discrimination (Table 3). Gender discrimination accounts for 77.75 and 97.65% in respect of technical and cost efficiencies gaps while the endowment effect accounts for 22.25 and 2.35% gaps of the former and latter, respectively. For the yield gap, it was observed that the gap between the two genders owes equally to gender discrimination and the endowment effect; though the effect of the former is marginally higher than that of the latter. Thus, gender discrimination accounts for 50.89% of the yield gap between the two genders while the endowment effect accounts for 49.11%. Therefore, it can be inferred that the structural difference termed gender had dominant effects on the technical and cost efficiencies differential between the two genders while its effect was not dominant in the yield gap given that the explained and unexplained effects are almost at par. However, an inverse scenario was observed in the case of profit efficiency whereby the endowment effect dominates in determining the gap in the profit efficiency *viz.* 98.29% against gender discrimination 1.71%. This result clearly brings forward the reason for the non-significant impact of gender differential on profit efficiency observed under ATE. Therefore, based on the profit efficiency gap, it can be inferred that market imperfection is more correlated with endowed-related factors rather than gender discrimination. Further, the contribution of different factors towards the economic efficiency difference between the two genders arises due to the differences in the regression coefficients of the independent variables of the respective economic efficiency endogenous switching regressions.

For technical efficiency, it was observed that endowed factors *viz.* educational level, secondary occupation, mixed cropping, length of adoption of UDP, proportion of farm size cultivated under UDP,

TLU and CI favourably contributed to the women group while age, marital status, household size, rice farming experience, extension contact, length of participation in USAID MARKETS II, farm size and dead-stock asset favoured the men. In the case of cost efficiency, empirical evidence showed marital status, educational level, secondary occupation, length of participation in USAID MARKETS II, farm size and dead-stock asset--endowed related farmers characteristics favoured the women while endowed related factors-- age, household size, rice farming experience, mixed cropping, extension contact, length of adoption of UDP, proportion of farm size cultivated under UDP, TLU and CI favoured the men. Besides, for profit efficiency, endowed characteristics *viz.* educational level, secondary occupation, mixed cropping, length of adoption of UDP and dead stock asset contribute favourably to the women while endowed characteristics *viz.* age, marital status, household size, rice farming experience, extension contact, duration of participation in USAID MARKETS II, proportion of farm size cultivated under UDP, TLU, CI and farm size contribute favourably to the men. Further, for yield, it was observed that age, educational level, secondary occupation, household size and farm size-endowed factors favoured the women whereas endowed factors *viz.* marital status, rice farming experience, mixed cropping, extension contact, duration of participation in USAID MARKETS II, length of adoption of UDP, proportion of farm size cultivated under UDP, TLU, CI and dead-stock asset favoured the men. It was observed that educational level and secondary occupation favourable contribution are common to women while rice farming experience and extension contact-favourable contribution are common to the men.

The average values of the women and men cum gaps for the technical, cost, profit efficiencies and yield are 0.7919, 0.9093 and 0.1174; 1.1455, 1.1481 and 0.0027; 0.5152, 0.6285 and 0.1133; and, 2760.77, 3309.50 and 548.73 kg, respectively. From the cost and profit efficiencies total differences of 0.0027 and 0.1133, respectively, the superior endowment of the women is 0.000063 and 0.1113 in respect of the former and latter. Whereas, gender discrimination account for 0.0026 and 0.0019, respectively, of cost and profit efficiency gaps. From the technical efficiency and yield gaps of 0.1174 and 548.73 kg, respectively, superior endowment of the men and gender discrimination are 0.0261 and 0.0912; and, 269.50 and 279.23 kg, respectively, for the former and latter. Therefore, it can be inferred that due to gender discrimination the women lost technical, cost, profit efficiencies and rice output of 9.12, 0.26, 0.19%, and 279.23 kg, respectively. Furthermore, the discrimination values represent 11.52, 0.23, 0.38, and 10.11% of the women's actual average values of technical, cost, profit efficiencies, and yield, respectively.

Thus, with gender discrimination against the women, their actual average technical, cost, profit efficiencies and yield should be 0.8831, 1.148, 0.5172 and 3039.99 kg, respectively. The portion of the gap that can be explained by differences in the covariates is negative *vis-à-vis* technical efficiency and yield while it is positive *vis-à-vis* cost and profit efficiencies. This implies that relative to the men, the women on average have more characteristics associated with higher cost and profit efficiencies. While relative to the men, the women on average have fewer characteristics associated with higher technical efficiency and yield.

Table 2. Impact of gender differential on farm economic efficiency.

Items	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat	Coefficient	t-stat
TE										
Regression adjustment										
ATE	-0.1291(0.0126)	10.18***	-0.0792(0.0321)	2.46**	-0.1468(0.0142)	10.27***	-0.0243(0.0342)	0.71 ^{NS}	Inverse-probability weight	
ATE(T (F)	-0.1146(0.0156)	7.33***	-0.1187(0.0495)	2.40**	-0.1187(0.0166)	7.11***	-0.1257(0.0179)	6.99***		
ATEU (M)	0.1382(0.0176)	7.83***	0.0545(0.0376)	1.45 ^{NS}	0.1643(0.0177)	9.28***	0.0048(0.0224)	0.22 ^{NS}		
Mean (F)	0.7793(0.0138)	56.21***					0.9121(0.0063)	145.33***		
Mean (M)	0.9084(0.0075)	121.02***					0.8877(0.0334)	26.57***		
CF										
ATE	0.0526(0.0301)	1.75*	0.02629(0.02299)	1.14 ^{NS}	0.0196(0.0289)	0.68 ^{NS}	-0.0408(0.0365)	1.12 ^{NS}		
ATE(T (F)	0.10497(0.0374)	2.80***	0.0629(0.0245)	2.57**	0.0445(0.0236)	1.88*	0.0709(0.0191)	3.71***		
ATEU (M)	-0.0199(0.0394)	0.50 ^{NS}	-0.0034(0.0296)	0.11 ^{NS}	-0.00397(0.03776)	0.11 ^{NS}	0.0732(0.0329)	2.22**		
Mean (F)	1.1608(0.0236)	49.10***					1.0869(0.0323)	33.6***		
Mean (M)	1.1081(0.0184)	60.10***					1.1277(0.0165)	68.4***		
PE										
ATE	-0.0543(0.0481)	1.13 ^{NS}	-0.0315(0.0650)	0.48 ^{NS}			0.1026(0.0821)	1.25 ^{NS}		
ATE(T (F)	-0.0343(0.0517)	0.66 ^{NS}	-0.1546(0.0252)	6.13***			-0.1503(0.0354)	4.25***		
ATEU (M)	0.0669(0.0651)	1.03 ^{NS}	-0.0456(0.0964)	0.47 ^{NS}			-0.1536(0.0569)	2.70***		
Mean (F)	0.5458(0.0434)	12.59***					0.7445(0.0803)	9.27***		
Mean (M)	0.6001(0.0253)	23.67***					0.6419(0.0171)	37.54***		
Yield										
ATE	-896.09(397.64)	2.25**	19.398(906.50)	0.02 ^{NS}	-776.59(253.98)	3.06***				
ATE(T (F)	-1038.04(512.09)	2.03**	-740.38(1515.45)	0.49 ^{NS}	-603.39(324.26)	1.86*				
ATEU (M)	807.22(471.98)	1.71*	-495.09(1043.99)	0.47 ^{NS}	885.03(286.28)	3.09***				
Mean (F)	2602.45(300.69)	8.65***								
Mean (M)	3498.54(270.51)	12.93***								

Source: Field survey, 2018

Notic: *** ** * & ^{NS} means significant at 1%, 5%, 10% & Non-significant, respectively.

F= Female; M=Male

Table 3. Economic efficiency gap due to gender discrimination.

Items	Mean		TE coefficient		CE coefficient		PE coefficient		Yield coefficient	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Intercept			0.669324	0.68947	1.113774	0.079847	0.651906	0.243695	8.074197	6.013784
Age	36	42.00862	0.00133	0.00172	0.00177	0.00337	0.000291	0.002794	-0.0091	0.004248
Marital status	0.931507	0.905172	-0.12762	-0.09225	0.082585	-0.03737	-0.07522	-0.07511	-0.55103	-0.01312
Educational level	2.178082	7.534483	-0.01376	-0.00557	-0.00563	0.0027	-0.01699	-0.00601	-0.02289	-0.00425
Secondary occupation	0.164384	0.422414	-0.0225	0.01144	-0.02766	-0.0291	-0.05666	-0.00292	-0.31978	0.064676
Household size	11.08219	8.206897	-0.00484	-0.00337	-0.00523	-0.00557	-0.00279	-0.00521	0.013058	-0.02056
Experience (rice)	6.60274	16.02586	0.010351	0.00337	0.002109	-0.00348	0.013562	0.007616	0.018973	-0.00151
Extension contact	0.657534	0.974138	-0.23043	-0.09278	0.000122	-0.03211	-0.11866	0.027656	0.012492	-0.33553
Mixed cropping	0.986301	0.991379	0.240956	0.180127	0.12397	0.159754	0.362972	0.314837	0.714819	1.071834
Length of participation in MKT11	3.369863	3.931034	0.0168	0.013897	-0.01344	0.015369	0.000966	0.020396	0.003172	0.150557
Length of adoption of UDP	2.452055	3.422414	-0.00462	-0.00146	0.016333	0.001251	-0.01493	-0.01867	0.024297	-0.03015
% of farm under UDP	56.23288	48.92241	7.42E-05	-7.2E-05	-0.00143	-0.00139	-0.00091	0.000172	-0.00134	0.001026
TLU	0.865753	1.443793	-0.00518	-0.00378	0.026357	-0.0119	0.072039	0.026695	0.139098	0.032189
CI	0.706389	0.703465	0.079554	0.105059	-0.04873	0.024192	-0.43797	-0.02134	-0.3727	0.711094
Rice farm size	0.597123	0.869138	0.016647	-0.01692	-0.06106	0.000802	0.072691	0.005631	-0.79716	-0.34841
Dead-stock (A)	38097.12	100379.1	0.001565	0.004957	-0.00343	0.085185	-0.00782	-0.00079	0.023919	0.039292
TE	0.791906	0.909253	-	-	-	-	-	-	-	-
CE	1.145469	1.14814	-	-	-	-	-	-	-	-
PE	0.515207	0.628481	-	-	-	-	-	-	-	-

Source: Field survey, 2018

Table 3. Continued.

Items	TE decomposition		CE decomposition		PE decomposition		Yield decomposition	
	EE	SE	EE	SE	EE	SE	EE	SE
Intercept								
Age	-0.00799	-0.02015	-0.01064	1.033927	-0.00175	0.408211	0.054657	2.060413
Marital status	-0.00336	-0.0164	0.002175	-0.06721	-0.00198	-0.10516	-0.01451	-0.56056
Educational level	0.073722	-0.03202	0.030155	0.108578	0.090999	-9.6E-05	0.122609	-0.4869
Secondary occupation	0.005807	-0.0617	0.007136	-0.06276	0.014621	-0.08273	0.082512	-0.14042
Household size	-0.01393	-0.01434	-0.01504	0.00061	-0.00802	-0.0227	0.037545	-0.1624
Experience (rice)	-0.09754	-0.0121	-0.01987	0.002751	-0.12779	0.019865	0.037545	0.275906
Extension contact	0.072955	0.111878	-3.9E-05	0.08954	0.037568	0.095279	-0.17879	0.328226
Mixed cropping	-0.00122	-0.13409	-0.00063	0.031402	-0.00396	-0.14253	-0.00396	0.337073
Length of participation in MKT11	-0.00943	0.060305	0.00754	-0.03548	-0.00184	0.04772	-0.00363	-0.35394
Length of adoption of UDP	0.004486	0.01141	-0.01585	-0.11323	0.014485	-0.07638	-0.00178	-0.57938
% of farm under UDP	0.000542	-0.01081	-0.01043	0.051617	-0.00663	0.012822	-0.02358	0.18633
TLU	0.002995	0.007143	-0.01524	-0.00182	-0.04164	-0.05283	-0.00977	-0.11559
Rice farm size	0.000233	-0.00202	-0.00014	0.055229	-0.00128	0.065467	-0.0804	0.154356
Dead-stock (N)	-97.49	-0.01794	0.016609	-0.0513	-0.01977	-0.29309	-0.00109	-0.76241
Endowment effect	-97.4673	0.029177	213.7394	-0.05376	487.008	0.058285	0.216839	-0.39003
Discrimination effect		-340.507	213.7152	-8895.24	486.9544	8.56234	-1489.74	-1543.07
Overall effect		-437.975	9107.965	-8894.25	486.9544	8.494465	-1489.54	-1543.28
% from overall effect	22.25409	77.74591	2.346464	-97.6535	98.2855	1.714499	49.11405	50.88595
Gap		-0.11735		-0.00267		-0.11327		-548.731
Contribution to Gap	-0.02611	-0.09123	-6.3E-05	0.002608	-0.11133	-0.00194	-269.504	-279.227
Without Discrimination (Disc)	0.883139	0.883139	1.148077	1.148077	0.517149	0.517149	3039.992	3039.992
% of Disc. in efficiency/yield		-11.5207		0.227713		-0.37695		-10.1141

Source: Field survey, 2018

Note: EE = Endowment effect; SE = Structural effect

$$EE = \beta_F(\bar{X}_F - \bar{X}_M); SE = \bar{X}_M(\beta_F - \beta_M)$$

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

The empirical evidence showed that gender differential has a significant effect on the farm economic efficiency of women. Likewise, except profit efficiency, gender differential significantly affected the farm economic performance of women in the long-run, consequently affecting their farm business. Furthermore, in empirically isolating the impact of gender differential on farm economic efficiency, it was established that gender discrimination was majorly responsible for the differences in the technical and cost efficiencies between the two genders. In addition, the effect of gender discrimination was at par with the endowment effect in the case of the yield gap between the two genders. However, in the case of

profit efficiency, the endowment effect was the major factor that caused the discrepancy in the profit efficiency between the women and men. Generally, it can be inferred that gender discrimination in access and control over productive resources alongside gender stereotype makes women farmers involved in the programme to be at a disadvantage, thus affecting their farm business. Therefore, the research calls for gender mainstreaming together with gender budget so as to enable the women farmers to overcome challenges posed by gender inequality-- access and control over productive resources. Moreover, there is a need for gender sensitization in the studied area focused on the necessity of women empowerment, and the women farmers should harness social capital *viz.* pooling, thus easing them from the vicious cycle of poverty.

REFERENCES

- AfDB. 2015. Africa Competitiveness Report 2015. Retrieved on 13/06/2021 from http://www3.weforum.org/docs/WEF_ACR_2015/Africa_Competitiveness_Report_2015.
- Aguilar, A., E. Carranza, M. Goldstein, T. Kilic, and G. Oseni. 2014. Decomposition of gender differentials in agricultural productivity in Ethiopia. Policy Research Working Paper. No.6764. The World Bank.
- Amaefula, C., C.A. Okezie, and R. Mejeha. 2012. Risk attitude and insurance: A causal analysis. *American Journal of Economics* 2(3): 26-32
- Blinder, A.S. 1973. Wage discrimination: reduced form and structural estimates. *Journal of Human Resources* 8(4):436-455.
- Croppenstedt, A., M. Goldstein, and N. Rosas. 2013. Gender and agriculture: Inefficiencies, segregation, and low productivity traps. Policy Research Working Paper. No.6370, The World Bank.
- de Janvry, and E. Sadoulet. 2010. Agriculture for development in Sub-Saharan Africa: An update. *African Journal of Agriculture and Resource Economics* 5 (1): 194-204.
- Dillon, B., and C. B. Barrett. 2014. Agricultural factor markets in Sub-Saharan Africa: An updated view with formal tests for market failure. Policy Research Working Paper. No.7117. The World Bank.
- FAO. 2015. The State of food insecurity in the world. Retrieved on 13/06/2021 from <http://www.fao.org/3/ai4646e.pdf>.
- Gebre, G. G., H. Isoda, D.B., Rahut, Y. Amekawa, and H. Nomura. 2021. Gender differences in agricultural productivity: evidence from maize farm households in southern Ethiopia. *GeoJournal* 86:843-864.
- Kilic, T., A. Palacios-Lopez, and M. Goldstein. 2013. Caught in a productivity trap: A distributional perspective on gender differences in Malawian agriculture. Policy Research Working Paper. No. 6381. The World Bank.
- Lokshin, M. and Z. Sajaia. 2011. Impact of interventions on discrete outcomes: Maximum likelihood estimation of the binary choice models with binary endogenous regressors. *The Stata Journal* 11(3): 11-21.
- Marwa, B. 2014. Estimation of gender wage differentials in Egypt using Oaxaca Decomposition technique. pp. 1-26. *In: 34th annual MEEA meeting in conjunction with the Allied Social Science Association (ASSA)*. 3-6 January. Philadelphia, USA.
- Mukasa, A. N., and A. O. Salami. 2015. Gender productivity differentials among smallholder farmers in Africa: A cross country comparison. Working Paper Series. No. 231. African Development Bank. Abidjan, Côte d'Ivoire.
- Oaxaca, R. 1973. Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review* 9:693-709.
- Odunlami, H. O., P. A. Okuneye, A. M. Shittu, A. R. Sanusi, I. O. Elegbede, and F. Kies. 2016. Assessment of gender differentials in economic and technical efficiency of poultry egg, a case study in Lagos State, Nigeria. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research* 4(1): 50-60.
- Olakojo, S.A. 2017. Gender gap in agricultural productivity in Nigeria: A commodity level analysis. *Economics of Agriculture* 64(2):415-435
- Oseni, G., P. Corral, M. Goldstein, and P. Winters 2015. Explaining gender differentials in agricultural production in Nigeria. *Agricultural Economics* 46(3):285-310.

- Revathy, N., M. Thilagavathi, and A. Surendran. 2020. A comparative analysis of rural-urban migrants and non-migrants in the selected region of Tamil Nadu, India. *Economic Affairs* 65(1): 23-30.
- Sadiq, M.S., I.P. Singh, and M.M. Ahmad. 2020a. Rice yield differentials between IFAD participating and non-participating farmers in Nigeria's Niger State. *Economic Affairs* 65(4): 01-15.
- Sadiq, M. S., I. P. Singh, M. M. Ahmad, and V. Kumari. 2020b. Effect of gender on income gap among fish farmers in Nigeria's Kogi State. *Atatürk Üniversitesi Kadın Araştırmaları Dergisi (Atatürk University Journal of Woman's Studies)* 2(2): 27-45
- Sadiq, M. S., I. P. Singh, M. M. Ahmad, and M. O. Orifa. 2021. Impacts of farmers-herders conflict on livelihoods of farming households in Nigeria's middle-belt region. *Moroccan Journal of Agricultural Science* 2(1): 14-24
- Wang, A., R. A. Nianogo, and O. A. Arah. 2017. G-computation of average treatment effects on the treated and the untreated. *BMC Medical Research Methodology* 17(3): 1-5.
- World Bank. 2012. *World Development Report 2012: Gender equality and Development*. The World Bank. Washington DC, USA.

Ege Bölgesi Fiğ (Vicia sativa L.) Islah Çalışmalarında Geçmişten Günümüze Gelişmeler

Hüseyin ÖZPINAR^{1*} **Ergül AY²** **Hülya OKKAOĞLU³** **Melek AKÇA PELEN⁴**

^{1,2,3,4}**Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir/TÜRKİYE**

¹<https://orcid.org/0000-0002-3351-3908>

²<https://orcid.org/0000-0002-8591-3508>

³<https://orcid.org/0000-0003-3830-3878>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-4704-7677>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): huseyin.ozpinar@tarimorman.gov.tr

Received (Geliş tarihi): 05.03.2022

Accepted (Kabul tarihi): 24.11.2022

ÖZ: Ege Bölgesinin ekolojik koşullarına ve tarla sistemine uygun, ot ve tohum verimi yüksek, kaliteli hastalıklara mukavim, tek yıllık bazı baklagil türlerini ıslah ederek çeşit geliştirmek amacı ile 1967 yılında başlatılan 'Ege Bölgesi Yem Bitkileri Araştırmaları' projesi kapsamında günümüze kadar 12 adet adi fiğ (*Vicia sativa L.*) çeşidi geliştirilmiştir. Türkiye'nin çeşitli yörelerinden toplanan yerel populasyonların değerlendirildiği çalışmada, saf hat seleksiyonu ve melezleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ilk çıktısı, 1979 yılında tescil edilen Ürem 79 çeşidi olmuştur. Islah çalışmalarında önemli kavşaklardan ilki 1982 yılında erkenci ve daha kararlı bir çeşit olan, pamuk tarımında kışlık ara ürün olarak kullanılmaya çok elverişli Kubilay 82 çeşidinin geliştirilmesidir. İkincisi de yüksek hızlı dane doldurma özelliği ile öne çıkan erkenci, tohum verimi yüksek olan Selçuk 99 ve Cumhuriyet 99 çeşitlerinin tescil ettirilmesidir. Üçüncüsü ise yapılan melezleme çalışmaları neticesinde erkenci, kuru madde ve tohum verimleri yüksek, 2010 yılında tescil edilen Alper ile 2013 yılında tescil edilen Doruk ve Ürkmez çeşitlerinin sektöre kazandırılması ile olmuştur. Geliştirilen çeşitler, bölgemiz ve benzer iklim koşullarına uygunluğu ve yüksek verimleri ile önemli bir ekiliş alanına sahip olup sertifikalı tohumluk üretimine dolayısıyla ülke tohumculuğuna büyük katkı sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Fiğ, *Vicia sativa L.*, ıslah, erkencilik, kuru madde, tohum verimi.

Developments in Vetch (Vicia sativa L.) Breeding in the Aegean Region from Past to Present

ABSTRACT: A project entitled 'Aegean Region Forage Crops Researches' with the aim of breeding annual legume varieties with high yield and high disease tolerance and suitable to Aegean climatic conditions and field crop patterns was initiated in 1967. Twelve common vetch (*Vicia sativa L.*) varieties developed have been registered so far. Materials utilized in the project were common vetch local cultivars and populations collected from different parts of Türkiye. Methods used were single plant selection (pure line selection) and crossing. The first outcome of the project was cultivar Ürem 79 which was registered in 1979. The first milestone of breeding studies was the development of the early and more determinate cultivar Kubilay 82 registered in 1982 which was more suitable to winter intercropping in cotton producing areas. The second milestone was the registration of cultivars Selçuk 99 and Cumhuriyet 99 both having earliness, fast pod filling and high seed yielding properties. The third milestone was to develop the early, high dry matter and seed yielding cultivars named Alper, Doruk and Ürkmez in 2010 and 2013 by using crossing method. High yielding cultivars developed with this project suitable to Mediterranean climatic conditions have gained important coverage of sowing areas and made significant contribution to certified seed production.

Keywords: Vetch, *Vicia sativa L.*, breeding, earliness, dry matter, seed yield.

GİRİŞ

Adi fiğ (*Vicia sativa* L.), Türkiye’de yem bitkileri ekim alanında yonca ve silajlık mısırdan sonra 376.000 ha alan ile üçüncü sırada yer almaktadır. Kaba yem üretimi ise 4.542.965 tondur (Anonim, 2021). Akdeniz iklim koşullarına uyum sağlamış olan adi fiğ kışlık olarak yetiştirilmektedir (Ürem, 1985; Gençkan, 1983). Serin iklim tahılları ile karışım halinde yetiştirilmekte ve elde edilen kaba yem, yeşil ot, kuru ot ve silaj olarak değerlendirilmektedir (Açıkgöz ve Çakmakçı, 1986). Ege Bölgesi sahil kesimleri ve ova alanlarında genellikle pamuk tarımı hakimdir. Aynı zamanda yoğun süt sığırcılığı yapılmasından dolayı çok miktarda kaliteli kaba yeme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple tarla tarımı içinde yem bitkileri yetiştiriciliğine ihtiyaç artmıştır. Pamuk tarımında kışın boş kalan alanların ara ürün olarak tek yıllık baklagil yem bitkilerinin kullanılması kaba yem üretiminin artırılmasında önem kazanmıştır. Ancak, bu amaca uygun çeşitlerin olmaması nedeni ile çeşit geliştirme çalışmaları gerekli görülmüştür. Ege Bölgesinin ekolojik şartlarına ve tarla sistemine uygun ot ve tohum verimi yüksek, kaliteli, hastalıklara mukavim, tek yıllık baklagil yem bitkisi olan adi fiğ türünde çeşit geliştirmek amacı ile 1967 yılında başlayan ve halen devam eden ıslah programında önemli gelişmeler sağlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Materyalimizi Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynakları Bölümünün bitki genetik stoğunda mevcut, toplama ya da yurt içi ve yurt dışı kaynaklardan temin edilen adi fiğ popülasyonları oluşturmuştur.

Metod

Kendine döllenme biyolojisine sahip adi fiğ türünde ıslah yöntemi tek bitki (saf hat) seleksiyonu, melezleme çalışmalarında ise bulk yöntemi uygulanmıştır. Islah çalışmalarında erkencilik, kuru madde verimi, tohum verimi, hastalıklara dayanıklılık, yatma, tohum çatlatma ve erken bakla doldurma, harman olma gibi özellikler seçim

kriterleri olarak kullanılmıştır (Poehlman ve Sleper, 1995; Demir ve Turgut, 1999).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ege Bölgesinin ekolojik şartlarına ve tarla sistemine uygun ot ve tohum verimi yüksek, kaliteli hastalıklara mukavim, tek yıllık bazı baklagil türlerini ıslah ederek çeşit geliştirmek amacı ile 1967 yılında başlayan Ege Bölgesi Yem Bitkileri Araştırma Projesi halen devam etmektedir. Ege bölgesinde özellikle sahil kesiminde daha çok süt sığırcılığı yaygınlaşmaya başladığı için hayvancılığın geliştirilmesinin meradan ziyade, yem bitkileri üretimine önem vermekle mümkün olacağı göz önüne alınarak, yem bitkileri türlerinde ıslah çalışmalarına başlanmıştır. Bu makalede adi fiğ (*Vicia sativa* L.) ıslahı üzerinde yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Islah çalışmalarındaki aşamalar;1967 yılında projenin başlangıcı, a) 1979 yılında ilk çeşit Ürem 79’ un tescil olması b)1982 yılında ilk erkenci çeşit Kubilay 82’nin tescil olması, c) 1999 yılında erkenci, yüksek verimli Cumhuriyet 99 ve Selçuk 99 çeşitlerinin tescil olması, d) 2010 yılında melezleme yolu ile geliştirilmiş ilk çeşit Alper’in tescil olması, e) 2013 yılında melezleme yolu ile Doruk ve Ürkmez çeşitlerinin tescil olmasıdır. Açıklamalar bu diziliş şeklinde verilecektir.

1967 yılında başlayan yoğun ıslah çalışmaları sonucunda;

a) Ürem 79 çeşidi

İlk ürünler 1979 yılında elde edilmiş ve orta geççi Ürem 79 çeşidi tescil olmuştur. Bu çeşit daha çok kaba yem üretimine yönelik olarak seçilen çeşidin kuru madde verimi yüksek olmasına karşın geççiliği ve kararsız yapıda olma özelliği ile tohum verimi açısından stabil değildir. Bundan dolayı tohum verimleri istenilen düzeye çıkamamıştır. Bu yüzden pamuk tarımında ara ürün olarak kullanılma şansı pek mümkün olamamıştır.

b) Kubilay 82 çeşidi

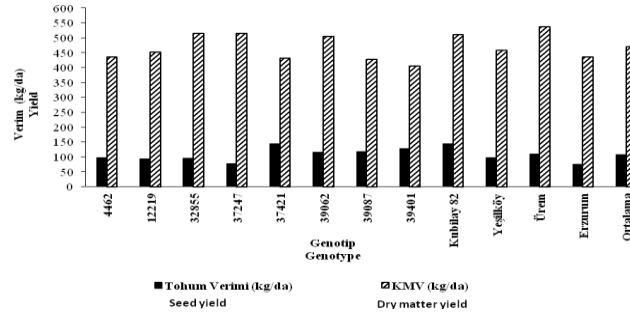
Çalışmalarda, erkenci, iri taneli ve tohum verimi yüksek hatların seçimine ağırlık verilmeye

başlanmıştır. 1982 yılında erkenci bir çeşit olarak geliştirilen Kubilay 82 bölgenin kış yetiştirme sezonunda pamuk tarımını aksatmayacak şekilde ara ürün olarak yetiştirilmesi mümkün olmuştur (Ürem 1985, Soya 1991). Daha kararlı, iri taneli, kuru madde verimi için stabil olan bu çeşidin, kötü çevre koşullarında bile yüksek tohum verimini koruması, tohum üretiminin gerçekleştirilmesine imkan vermiştir (Özpinar ve ark., 1999; Ürem, 1985).

Sabancı (1991), farklı lokasyonlarda ve yıllarda gerçekleştirilen verim denemelerinde geliştirilen çeşitlerden Kubilay 82 ve Ürem 79'un da standart olarak kullanıldığını ve erkenci Kubilay 82 çeşidinin diğer genotiplere göre hem kuru madde hem de tane verimleri açısından üstün olduğunu belirtmiştir (Şekil 1).

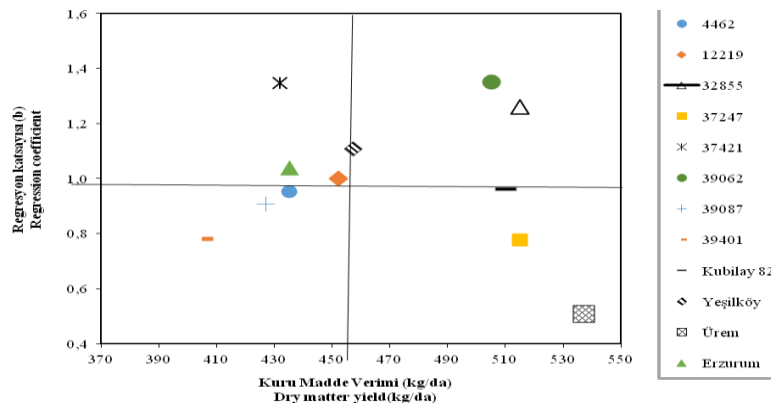
Sabancı (1991), incelenen özellikler bakımından üstün performansa sahip Kubilay 82 çeşidinin kuru madde verimi için stabil olduğunu, yeşil ot ve tohum verimi için ise kötü koşullarında bile yüksek verimli olduğunu ifade etmiştir (Şekil 2 ve 3). Yüksek ot ve tohum verimine sahip Ürem 79 çeşidinin ise, yeşil ot verimi için stabil olduğunu ve tüm çevrelere genel adaptasyon gösterdiğini, tohum veriminde iyi, kuru madde veriminde ise kötü çevrelerde verimliliğin arttığını bildirmiştir (Şekil 2 ve 3).

Kubilay 82 fiğ çeşidinin pamuk tarımında ara ürün olarak yüksek verim verdiği ve çiftçiler tarafından benimsendiği ifade edilmiştir (Soya ve ark., 1991).



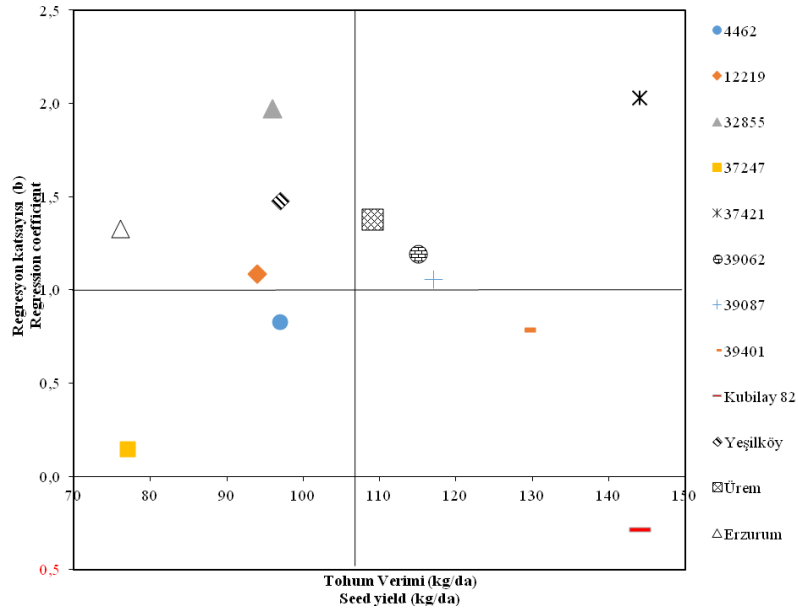
Şekil 1. Ürem 79, Kubilay 82, adi fiğ kontrol çeşitleri ve geliştirilmiş hatların bölge verim denemesi kuru madde ve tohum verimleri (kg/da) (Sabancı,1991).

Figure 1. Dry matter and seed yields of regional yield trials of Ürem 79, Kubilay 82, common vetch standard varieties and advanced lines (kg/da) (Sabancı,1991).



Şekil 2. Ürem 79 ve Kubilay 82, adi fiğ kontrol çeşitleri ile geliştirilmiş hatların kuru madde verimleri için stabilite değerleri (Sabancı, 1991).

Figure 2. Stability values of dry matter yields of Ürem 79, Kubilay 82, common vetch standard varieties and advanced lines (Sabancı, 1991).



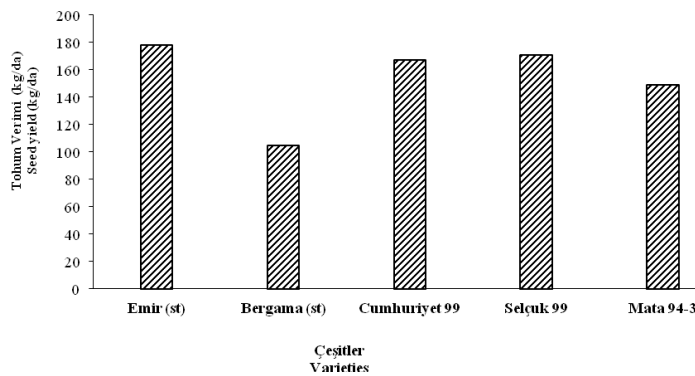
Şekil 3. Ürem 79 ve Kubilay 82 adi fiğ kontrol çeşitleri ile geliştirilmiş hatların tohum verimleri için stabilite değerleri (Sabancı,1991).

Figure 3. Stability values of seed yields of Ürem 79, Kubilay 82, common vetch standard varieties and advanced lines (Sabancı,1991).

c) Selçuk 99 ve Cumhuriyet 99 çeşitleri

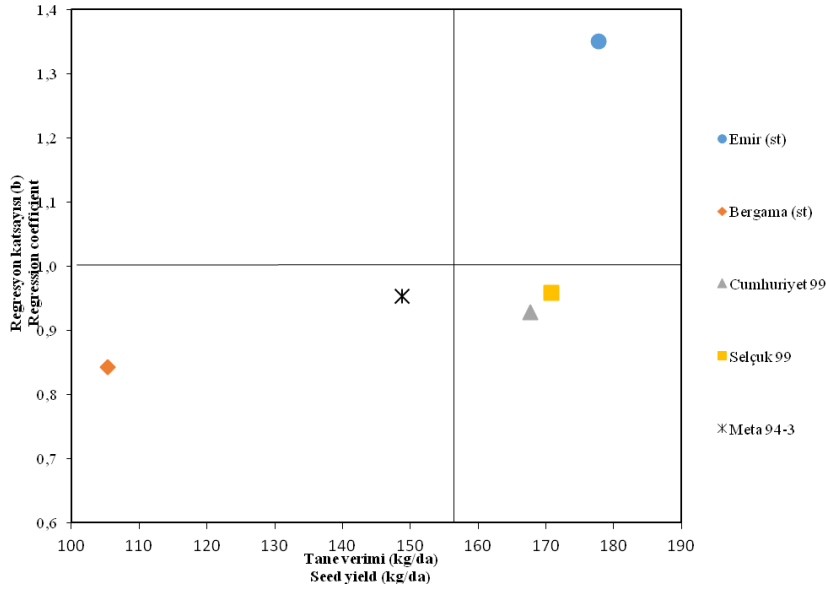
Islah çalışmaları erkencilik, tohum verimi ve tatminkâr kuru madde verimi yönünde devam ederken 1999 yılında Selçuk 99 ve Cumhuriyet 99 isimli iki adet çeşit tescil edilmiştir. Erkenci ve çok erkenci olan çeşitler daha kararlı olması yanında tohum verimleri ve kuru madde verimleri de yüksek bulunmuştur (Şekil 4). Tohum verimleri açısından Selçuk 99 daha stabil bulunurken, Cumhuriyet 99 iyi çevre şartlarında yüksek tohum verimine sahip olmuştur (Şekil 4). Selçuk 99

çeşidinin stabil tohum verimi, erkenciliğinin yanında yüksek tane doldurma hızı ile de açıklanabilir. Buna karşılık Cumhuriyet 99 çok erkenciliği ile daha kararlı bir özelliğe sahip olduğu için tane doldurma döneminde karşılaştığı erken yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi olumsuz iklim koşullarında hızlıca olgunlaşmaya geçip, daha sonra oluşan iyi iklim koşullarından istifade edememektedir (Abd El Moneim, 1993; Siddique ve Loss, 1996; Loss ve Siddique, 1997; Thomson ve ark., 1997; Anonim, 2002).



Şekil 4. Cumhuriyet 99, Selçuk 99 ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi tohum verimleri (kg/da) (Anonim, 1999).

Figure 4. Seed yields of regional yield trials of Cumhuriyet 99, Selçuk 99 and standard varieties (kg/da) (Anonymous, 1999).



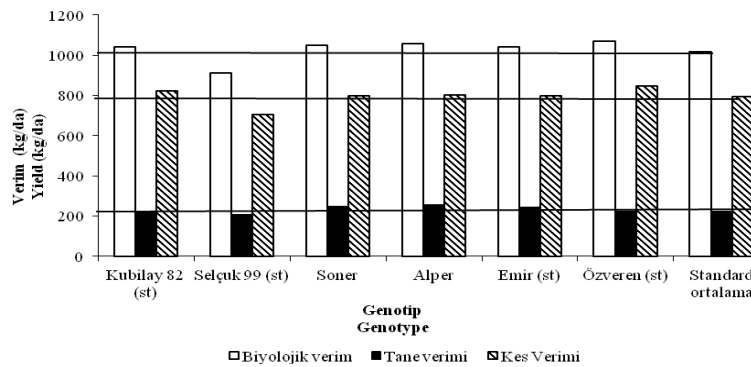
Şekil 5. Selçuk 99, Cumhuriyet 99 ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi tane verimleri (kg/da) stabilite grafiği (Anonim, 1999).
Figure 5. Stability values of seed yields of regional yield trials of Selçuk 99, Cumhuriyet 99 standard varieties and advanced lines (Anonymous, 1999).

Yapılan çalışmalarda Türkiye’den toplanan popülasyonların çoğu üzerinde çalışılmış ve verimler açısından platoya geldiği düşünülerek, 1990 yılların ortalarında yeni varyasyonlar elde etmek için melezleme çalışmalarına başlanmıştır. Mevcut çeşitlerimiz ve bazı hatların kullanıldığı melezleme çalışmalarında, erkencilikle beraber daha yüksek kuru madde ve tohum verimine sahip hatların geliştirilmesine ağırlık verilmiştir. Bu özelliklerin bir araya getirildiği hatlar oluşturulmuş ve 2010 yılında Alper, 2013 yılında ise Ürkmez ve Doruk çeşitleri tescil edilmiştir.

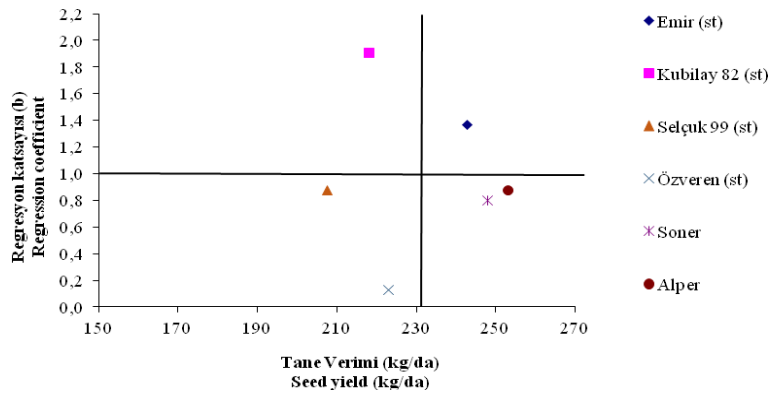
d) Alper çeşidi

Alper çeşidi tescil verim denemelerinde biyolojik verim açısından deneme standart ortalamasından daha yüksek verim vermiştir. Tane verimi göz önüne alındığında, hem standartların ortalamasından hem de standart çeşitlerden daha yüksek verime sahip olmuştur (Şekil 6).

Alper çeşidinin stabilite grafiğinde regresyon katsayısı 1’e yakın olması nedeni ile stabil, orta çevre şartlarında iyi uyum sağladığı gözlemlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. Alper, Soner ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi biyolojik, tohum ve kes verimleri (kg/da) (Anonim, 2010).
Figure 6. Total dry matter, seed and straw yields of regional yield trials of Alper, Soner standard varieties (kg/da) (Anonymous, 2010).



Şekil 7. Alper, Soner ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi tane verimleri (kg/da) stabilite grafiği (Anonim, 2010).
Figure 7. Stability values of seed yields of regional yield trials of Alper, Soner and standard varieties (Anonymous, 2010).

Alper çeşidi çevre indeksi grafiğinde tane verimi açısından kötü çevre koşullarında beklenen verimden daha yüksek, çevre şartları düzeldikçe de verimini arttırdığını göstermektedir (Şekil 8).

e) Doruk ve Ürkmez çeşitleri

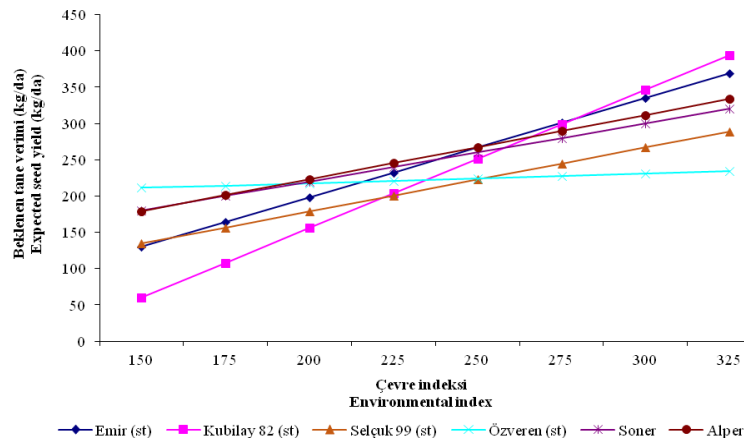
Çeşit tescil denemelerine alınan Doruk ve Ürkmez çeşitlerinin verim denemeleri sonucunda tane verimi açısından deneme standart ortalamasından ve standart çeşitlerden daha yüksek tane verimlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 9).

Yeşil ve kuru ot verimleri açısından ise yine Doruk ve Ürkmez çeşitleri deneme standart ortalamasından daha yüksek verim vermişlerdir.

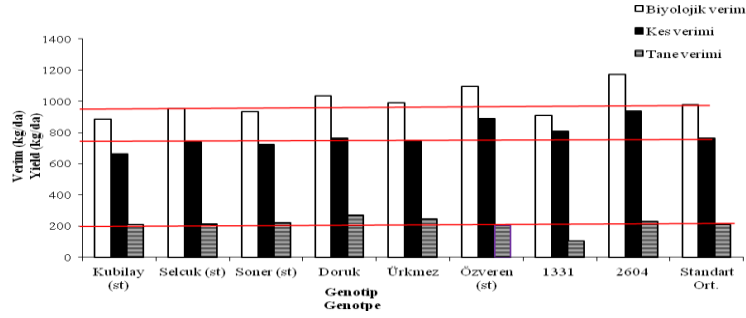
Aynı zamanda kuru ot açısından standart çeşitlerden daha yüksek verime sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 10).

Yeşil ot verimi açısından Doruk ve Ürkmez çeşitleri regresyon katsayıları 1'e yakın oldukları için stabil ve her iki çeşit de orta çevre koşullarına orta uyum sağladıkları belirlenmiştir (Şekil 11).

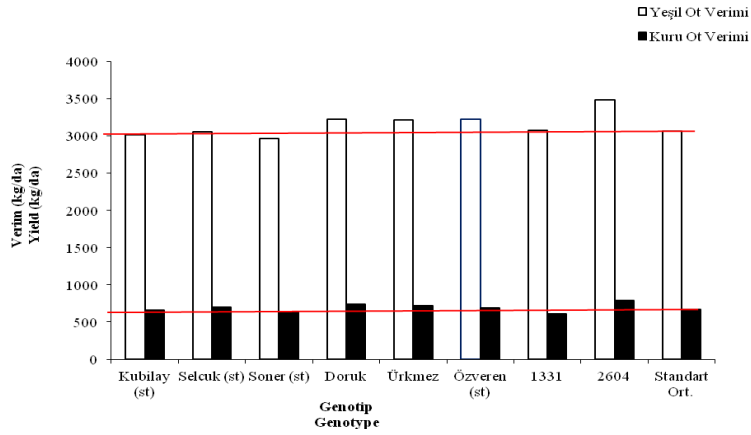
Tane verimleri açısından Doruk çeşidinin regresyon katsayısı 1'e çok yakın stabil, orta çevre şartlarına iyi uyum sağladığını göstermiştir (Şekil 12). Ürkmez çeşidi ise daha düşük regresyon katsayısı vermiş ve orta çevre şartlarına orta uyumlu olduğu belirlenmiştir (Şekil 12).



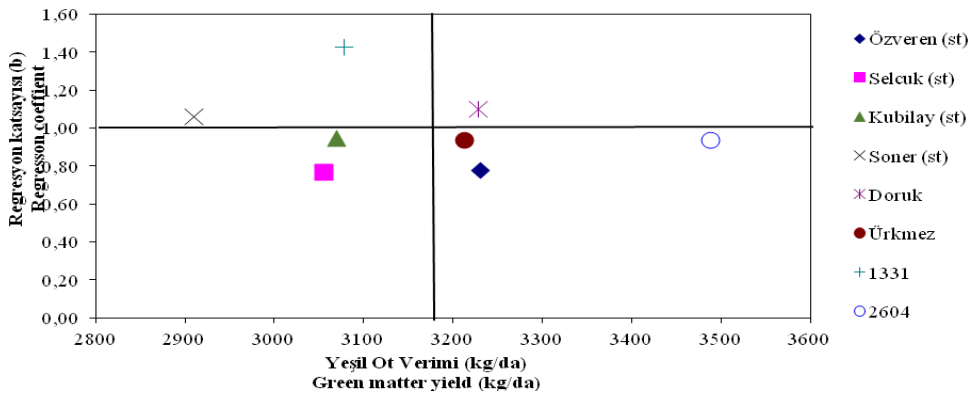
Şekil 8. Soner, Alper ve kontrol çeşitlerinin tane verimleri için çevre indeksi grafiği (Anonim, 2010).
Figure 8. Environmental index of seed yields of Soner, Alper and standard varieties (Anonymous, 2010).



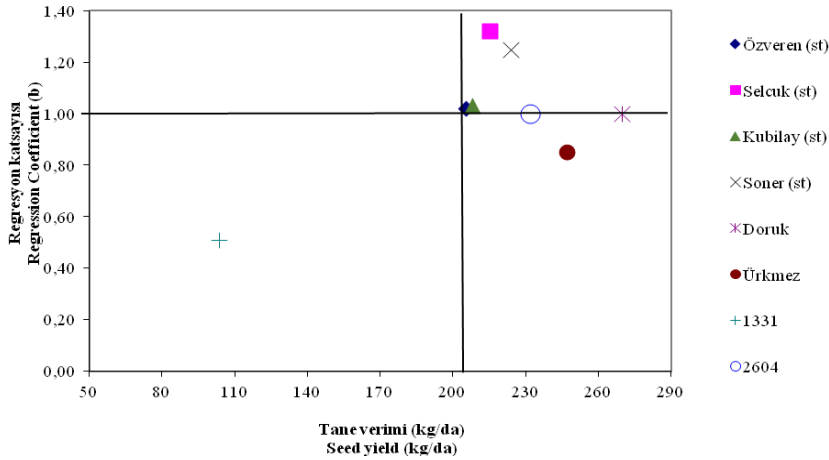
Şekil 9. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi biyolojik, tohum ve kes verimleri (kg/da) (Anonim, 2013).
Figure 9. Total dry matter, seed and straw yields of regional yield trials of Doruk, Ürkmez and standard varieties (kg/da) (Anonymous, 2013).



Şekil 10. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi yeşil ot ve kuru ot verimleri (kg/da) (Anonim, 2013).
Figure 10. Green and dry hay yields of regional yield trials of Doruk, Ürkmez and standard varieties (kg/da) (Anonymous, 2013).



Şekil 11. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi yeşil ot verimleri (kg/da) için stabilite grafiği (Anonim, 2013).
Figure 11. Stability values of green hay yields of regional yield trials of Doruk, Ürkmez and standard varieties (Anonymous, 2013).



Şekil 12. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitlerinin bölge verim denemesi tane verimleri (kg/da) için stabilite grafiği (Anonim, 2013).
Figure 12. Stability values of seed yields of regional yield trials of Doruk, Ürkmez and standard varieties (Anonymous, 2013).

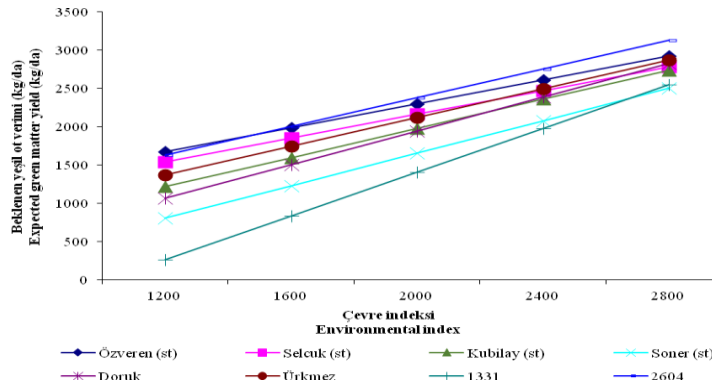
Doruk ve Ürkmez çeşitlerinin yeşil ot verimleri açısından düşük verimli çevrelerde beklenen verimlere yakın, iyi çevre şartlarında ise yüksek verimler verebileceği saptanmıştır (Şekil 13).

Doruk ve Ürkmez çeşitlerinin tane verimleri açısından düşük verimli çevrelerde beklenen verimlerin çok üzerinde, iyi çevre şartlarında ise en yüksek verimlere sahip olabileceği belirlenmiştir (Şekil 14).

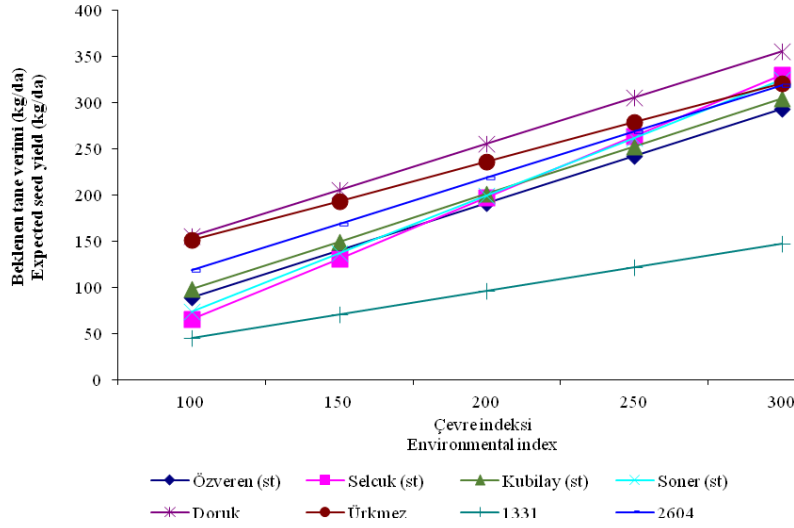
2009-2010 yılları arasında İzmir Menemen koşullarında gerçekleştirilen verim denemelerinde elde edilen sonuçlar Şekil 15’de verilmiştir. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nün geliştirdiği çeşitler ile farklı çiçeklenme özelliğine sahip, yerli ve yabancı adı fiğ çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada kuru madde ve tane verimleri incelenmiştir. Kuru madde verimleri açısından Enstitünün geliştirdiği

çeşitlerin verimlerinin, yerli çeşitlerden daha iyi olduğu gözlenirken, çiçeklenme tarihleri geççi olan yabancı kaynaklı çeşitlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Çiçeklenme tarihleri ile kuru madde verimleri arasında olumlu bir ilişki olduğu görülmektedir (Anonim, 2011).

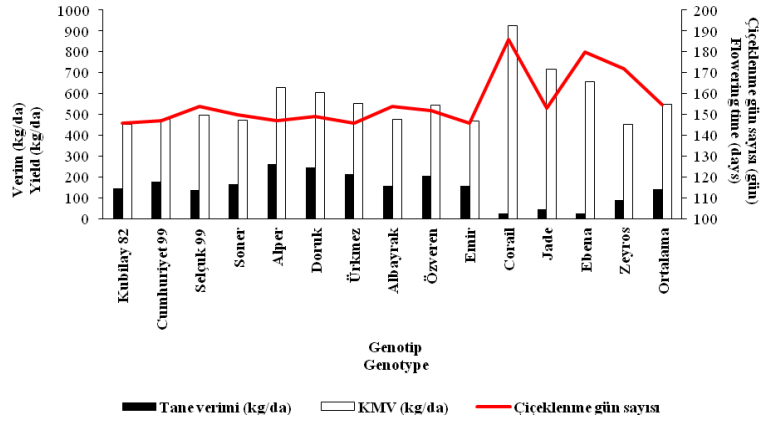
Tane verimleri açısından Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nün geliştirdiği çeşitlerin verimlerinde yıllar içinde ciddi artışlarının sağlandığı ve denemede yer alan yerli ve yabancı çeşitlerin çok üzerinde olduğu saptanmıştır. Çalışmada geççi olan yabancı kaynaklı çeşitlerin tane verimlerin çok düşük olduğu belirlenmiştir. Çiçeklenme zamanı ile tane verimi arasında negatif bir ilişkinin varlığı saptanmıştır.



Şekil 13. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitleri ile geliştirilmiş hatların yeşil ot verimleri için çevre indeksi grafiği (Anonim, 2013).
Figure 13. Environmental index of green hay yields of Doruk, Ürkmez and standard varieties (Anonymous, 2013).



Şekil 14. Doruk, Ürkmez ve kontrol çeşitleri ile geliştirilmiş hatların tane verimleri için çevre indeksi grafiği (Anonim, 2013).
Figure 14. Environmental index of seed yields of Doruk, Ürkmez and standard varieties (Anonymous, 2013).



Şekil 15. Adi fiğ çeşitlerine ait kuru madde, tohum verimleri (kg/da) ve çiçeklenme gün sayıları (Anonim, 2011).
Figure 15. Dry matter and seed yields (kg/da) and flowering times (day) of common vetch varieties (Anonymous, 2011).

SONUÇ

Akdeniz iklimine sahip pamuk tarımının hakim olduğu tarla sistemi üzerinde kışlık ara ürün olarak kullanılmak üzere adi fiğ türünde çeşit geliştirmek için 1967 yılında başlatılan ıslah çalışmalarında yıllar içinde hem kuru madde hem de tane verimlerinde çok ciddi verim artışları elde edilmiştir. Yıllar içinde geliştirme çalışmaları erkencilik, hızlı tane doldurma özellikleri üzerinde durulmuştur. Geniş bir genetik kaynağa sahip olunan çalışmada, melezleme çalışmalarının da katkısı ile kuru madde ve tane verimleri yüksek çeşitler geliştirilmiştir. Diğer bilimsel çalışmalarda da bu özelliklerin önemli olduğu ve ıslah programlarında yer alması gerek-

tiği belirtilmiştir (Blum ve Lehrer, 1973; Sabancı, 1991; Tosun ve ark., 1991; Abd El Moneim, 1993; Siddique ve Loss, 1996; Thomson, 1997).

Özellikle tane veriminde sağlanan verim artışları sayesinde adi fiğ çeşitlerinin daha ekonomik tohumluk üretimlerinin yapılmasını kolaylaştırmıştır. Bu sayede çeşitlerin sertifikalı tohumluk üretimleri daha yaygın olarak yapılabilmekte ve hedef alanlardaki üretimleri yaygınlaşmaktadır. Böylelikle hayvancılığın gerek duyduğu kaliteli kaba yem üretimine önemli katkı sağlaması mümkün hale gelmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abd El Moneim, A. M. 1993. Agronomic potential of three vetches (*Vicia* spp.) under rainfed conditions. *J. Agro. & Crop Science* 170: 113-120.
- Açıkgöz E. ve S. Çakmakçı. 1986. Bursa koşullarında adi fiğ ve tahıl karışımlarının ot verimi ve kalitesi üzerinde araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5: 67-73.
- Anonim. 2002. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü TAGEM/TA/00/11/01/011no'lu Ege Yem Bitkileri Araştırma Projesi Ara Sonuç Raporu (Basılmamış).
- Anonim. 2010. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Adi Fiğ Tescil Raporu 2010. Ankara.
- Anonim. 2011. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü TAGEM/TA/00/11/01/011 no'lu Ege Yem Bitkileri Araştırma Projesi Ara Sonuç Raporu (Basılmamış).
- Anonim. 2013. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Adi Fiğ Tescil Raporu -1, 2013. Ankara.
- Anonim. 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (<https://biruni.tuik.gov.tr>) Ankara.
- Anonim.1999. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Adi Fiğ Tescil Raporu 1999. Ankara.
- Blum, A., and W. Lehrer. 1973. Genetic and environmental variability and some agronomical and botanical characters of common vetch. *Eupytica* 22: 88-97.
- Demir, İ., ve İ. Turgut. 1999. Genel Bitki Islahı. s. 278-315. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No:496.
- Gençkan, M. S. 1983. Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:467. Bornova, İzmir.
- Loss S.P., K. H. M. Siddique. 1997. Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean – type environments I. Seed yield and yield components. *Field Crop Research* 52 (1-2): 17-28.
- Özpinar, H., C. O. Sabancı ve G. Eğinlioğlu. 1999. Ürem-79 ve Kubilay-82 fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinde farklı tohumluk miktarlarının ot ve tohum verimi üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 9(2): 41-55.
- Poehlman, J. M. and D. A. Sleper. 1995. *Breeding Field Crops*. Fourth Edition Iowa State Univ. Ames.
- Sabancı, C. O., 1991. Adi fiğde ot ve tohum verimi yönünden stabilite analizleri ve genotip adaptasyonları. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi. 28-31 Mayıs 1991. İzmir.
- Siddique, K. H., M., and S.P. Loss. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:587-93
- Soya, H., S. Avcıoğlu ve M. Tapsun. 1991. Pamuk tarımında Ara ürün olarak fiğ kültürü. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi. 28-31 Mayıs 1991. İzmir.
- Thomson, B. D., K. H. M. Siddique, M. D. Barr, and J. M. Wilson. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments I. Phenology and seed yield. *Field Crops Research* 54:173-187.
- Tosun, M., M. Altınbaş ve H. Soya. 1991. Bazı fiğ (*Vicia* sp.) türlerinde yeşil ot ve dane verimi ile kimi agronomik özellikler arasındaki ilişkiler. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi 28-31 Mayıs 1991. İzmir.
- Ürem, A. 1985. Türkiye'de önemli yem bitkilerinin üretimi, yetiştirilmesi ve bazı tescilli çeşitlerin özellikleri ile tohumluk sorunları. Ege Böl. Zir. Ara. Ens. Yay. No:5

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 yayım 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 yayımlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Dergi adları ve kısaltmalar Science & Engineering Journal Abbreviations (<http://scieng.library.ubc.ca/>)'a göre yapılmalıdır. Yazarlar referansların ya da literatürlerin doğruluğundan sorumludur.

Makalede yer alan literatür bildirişleri aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Kongre, sempozyum veya seminer

Yang, S. M. 1988. Report of the ad hoc committee on sunflower rust. pp. 250-255. In: Proc. 12th Int. Sunflower Conf., Vol. II. Novi Sad, Yugoslavia. 25-29 July. Int. Sunflower Assoc. Paris, France.

Arslanoğlu, F. ve İ. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Kitap

Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, İzmir.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Iowa State Univ. Press Ames, IA, USA.

Kitaptan bir bölüm

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.). Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s.10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki Islahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Enst. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Bilimsel dergiden makale

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kıtıkı, A., T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde yayılış gösteren bazı *Origanum* L. türlerinde biyosistemik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Doktora ve yüksek lisans tezi

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. thesis. North Dakota State University. Fargo ND, USA.

İnternet sitesinden alıntı

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobanche cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. The Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonim yayım

Resmi yayımlara ve yazarı olmayan kaynaklara "Anonim" veya "Anonymous" olarak atıfta bulunulmalıdır.

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

14. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak isimlendirilmelidir.

15. Çizelge ve grafikler MS Word ve MS Excel ile yapılmalıdır. Çizelge ve grafik rengi siyah-beyaz ve çizgi kalınlığı ¼ pt olmalıdır. Çizelgelerde her rakam veya öge ayrı bir hücrede yer almalıdır. Kısaltmalar başlıkta veya dipnotta açıklanmalıdır.

16. Çizelgeler, grafikler ve bunların başlıkları metinden ayrı sayfalarda, ayrıca grafikler elektronik ortamda "MS Excel" formunda teslim edilmelidir. Eğer gerekliyse, makalede yer alması planlanan resimler yüksek çözünürlükte, JPEG, GIF veya TIFF dosyası olarak teslim edilmelidir.

17. Çizelge ve grafiklerin Türkçe isimlerinin altına İngilizceleri ve ayrıca çizelgelerde tanımlayıcı nitelikteki ilk satır ve ilk sütundaki ifadeler ile grafiklerin 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 yüklenmez. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.

23. Yazarlara telif hakkı olarak herhangi bir maddi ödeme yapılmaz. Makale yazarına bir adet ayrı basım elektronik ortamda gönderilir. Basılı dergi ücrete tabidir.

24. Anadolu yazım kuralları Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nden veya web sitesinden temin edilebilir. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>).

INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF MANUSCRIPTS FOR ANADOLU (ISSN 1300-0225 / E-ISSN 2667-6087)

1. ANADOLU, Journal of Aegean Agricultural Research Institute (AARI) is publishing original research articles in the fields of agricultural science.
2. ANADOLU, Journal of AARI is an international, double-blind peer reviewed, open-access journal, publishes twice a year.
3. Manuscripts should not exceed 20 pages, must be typed double-spaced, all pages numbered starting from the title page and written in Turkish or English.
4. ANADOLU encourages authors to prepare their articles according to publication policy of ANADOLU. Manuscript prepared by using MS Word must be submitted to the AARI directorate as e-mail attachment at etae@tarimorman.gov.tr, anadoludergisi@tarimorman.gov.tr or anadolu.etae@gmail.com is strongly encouraged.
5. Authors should declare that the manuscript is original research and no similar paper has been published or submitted for publication elsewhere. The cover letter should provide complete contact information (full address, telephone numbers, e-mail address and ORCID) of corresponding and co-authors. The manuscripts are not sent back to the author if it is not published.
6. A manuscript number will be mailed to the corresponding author within three days when the article has been processed.
7. **Manuscripts should be arranged as follows**

The manuscript should consist of the parts of Title, Abstract, Keywords, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusion (if necessary), Acknowledgement (if necessary) and References. All these headings should be written as bold capital letters.

TITLE: Should be clear, concise but informative containing key words that reflect all important aspects of the article. The title should be followed by the author (s) name (s), and address (es).

ABSTRACT: Should be complete in itself and informative without reference to text or figures, including keywords, and not exceeding 200 words. Following the abstract, about 3 to 10 keywords should be listed.

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. Atakişi. 1997. Bazı patates çeşitlerinde farklı yumru iriliklerinin ve dikim şekillerinin yumru verimi ve verim kriterleri üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997. Samsun. s. 648-651.

Book

- Demir, İ. 1975. Genel Bitki Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 212. Bornova, İzmir.

Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.

Part of the book

Miller, J. F., and G. N. Fick. 1977. The genetics of sunflower. pp. 441-495. In: A. A. Schneiter (Ed.) Sunflower Technology and Production. Argon. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.

Tosun, M. 2005. Kalıtım derecesi. s. 10-32. A. Ş. Tan (Ed.). Bitki İslahında İstatistik ve Genetik Metotlar. Ege Tarımsal Araştırma Ens. Yay. No: 121. Menemen, İzmir.

Paper from a scientific journal

Tan, A. S., C. C. Jan., and T. J. Gulya. 1993. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. Crop Sci. 32: 949-952.

Kırtık, A. , T. Kesercioğlu, A. Tan, M. Nakiboğlu, H. Otan, A. O. Sarı ve B. Oğuz. 1997. Ege ve Batı Akdeniz Bölgeleri'nde yayılış gösteren bazı *Origanum* L. türlerinde biyosistemik araştırmalar. Anadolu 7 (2): 26-40.

Ph.D or Master thesis

Tan, A. Ş. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) melez varyete (F1) ıslahında kendilenmiş hatların çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemine göre kombinasyon yeteneklerinin saptanması üzerine araştırmalar. Doktora tezi. E. Ü. Zir. Fak. Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir.

Whited, D. A. 1967. Biochemical and histochemical properties associated with genetic male sterility at the Ms locus in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. thesis. North Dakota State University. Fargo ND, USA.

Reference from internet site

Plakhine, D., and D. M. Joel. 2010. Ecophysiological consideration of *Orobancha cumana* germination. Helia 33 (52): 13-18. From <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1018-18061052013P>.

Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. Available at: www.crops.org/cropgloss/. CSSA, Madison, WI, USA.

USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. The Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. Available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD, USA.

Anonymous

Official and collective documents without an author should be cited as "Anonymous" and "Anonim"

Anonim. 1996. İmla kılavuzu. Türk Dil Kurumu yayınları. No: 525. Ankara.

Anonymous. 1970. *Septoria helianthi*. CMI distribution maps of plant diseases. No: 468. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.

14. The graphics, pictures, maps etc. are named as "Figure" and the numerical values are presented as "Table".

15. Tables and graphs should be created by using MS Word and MS Excel, respectively. In tables, each item should be placed into a separate cell. Tables and graphs color must be black and white, and thickness of the borders should be ¼ pt. Abbreviations or symbols must be explained either in the title or as footnote.

16. Tables and graphics and their legends should be submitted in separate pages. The graphics are prepared by using MS Excel and submitted as electronic forms as well. Pictures (if necessary) should be submitted GIF, TIFF or JPEG files in high resolution.

17. In the tables, graphics and figures; the legends, first column and line of the tables and abscissa (x) and ordinate (y) of the graphics should be written in English as well and placed under the legends, headings of the column and line of the tables and x and y coordinate of the graphics written in Turkish.

18. Numbers written in decimal notation separated with comma “,”. In order to show statistical significance at the 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, the *, **, and *** are always used in this order, respectively, and these cannot be used for other footnotes. Significance at other level is designated by a supplemental note. Lack of significance is usually indicated by NS. For table footnotes, use the following symbols: ‡, §, #, ¥, † etc.

19. Abbreviations should be spelled out and introduced in parentheses when used at first time in the text. Standard abbreviations (such as DNA, etc.) need not be defined. Abbreviations should be written according to Turkish Language Association (<http://www.tdk.gov.tr>).

20. The Editorial Board reserves to make alterations in manuscripts submitted for publications. Such alterations will be made if manuscripts do not conform to accepted scientific standards or if they contain matters which in the opinion of the Editorial Board are unnecessarily verbose or repetitive. Where papers need extensive alteration, they will be returned to the senior author for checking, corrections and re-typing. Such papers must be returned to the Editorial Board within three weeks.

21. The corresponding author will be informed whether the manuscripts accepted or rejected within four months.

22. The publication of a paper in the Journal does not imply responsibility for, or agreement with, any statements or views expressed therein. All scientific responsibility pertain to the authors of the manuscript

23. No financial grant for copyright is payable to the contributor. One electronic reprint of an article will be sent to the senior author. Hard copies of an issue of ANADOLU may be obtained on payment.

24. Instruction to author of manuscript of ANADOLU can be obtained from the directorate and / or the web site (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/48/Anadolu-Dergisi>) of AARI.