



**Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi**

**Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture**

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

**Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture**

**KUZ
FAD**

Cilt / Volume: 2

Sayı / Number: 1

2022



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2022

Cilt / Volume: 2

Sayı / Number: 1

DERGİ HAKKINDA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (KUZFAD), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin çift kör hakemli, elektronik ortamda açık erişimli olarak yayımlanan bilimsel yayınıdır. Dergi, 2021 yılında yayın hayatına başlamıştır. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.

Amaç ve Kapsam

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde; Ziraat Bilim'ine ilişkin tüm alanlarda (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Tarım Ekonomisi, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarla Bitkileri, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ile Zootekni konularında ve bunlarla ilişkili alt bilim dallarında) etik kurallara uygun olarak hazırlanmış, güncel ve özgün araştırmalar, derleme makaleler ile teknik not ve editöre mektup türündeki bilimsel çalışmalar yayımlanır.

ABOUT JOURNAL

Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture (KUZFAD) is the scientific publication of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, published as double-blind peer-reviewed, open access electronically. The journal started its publication life in 2021. The publication languages of the journal, which is presented to the reader in the electronic environment, are Turkish and English.

Aim and Scope

In Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture; It has been prepared in accordance with ethical rules in all fields related to Agricultural Sciences (Horticulture, Plant Protection, Biosystem Engineering, Landscape Architecture, Agricultural Economics, Agricultural Biotechnology, Field Crops, Soil Science and Plant Nutrition, Animal Science and related sub-disciplines) original research, review articles and scientific studies in the form of technical notes and letters to the editor are published.



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2022

Cilt / Volume: 2

Sayı / Number: 1

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına

On behalf of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

Editörler / Editors

Dr. Mevlüde Alev ATEŞ

Dr. Kahraman İPEKDAL

Alan Editörleri / Field Editors

Prof. Dr. Satı UZUN

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Prof.Dr. Selahattin ÇINAR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Arzu KAN

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Caner KOÇ

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Funda ATİLA

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Halil Özcan ÖZDEMİR

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Kadir AKAN

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Ramazan BEYAZ

Dr. Bassel DAHER

Dr. Bayrem JEMMALI

Dr. Fernanda COLOMBARI

Dr. Hakan KIR

Dr. Koray KIRIKÇI

Dr. Mevlüde Alev ATEŞ

Dr. Ömer ERTUĞRUL

Dr. Kahraman İPEKDAL



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2022

Cilt / Volume: 2

Sayı / Number: 1

Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors

Dr. Ömer ERTUĞRUL

Dr. Kahraman İPEKDAL

Türkçe Dil Editörü/ Turkish Language Editor

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Funda ATİLA

İstatistik Editörü / Statistics Editor

Dr. Aslı AKILLI

Teknik Destek / Technical Support

Cihad Said ALP

Merve GÜLLÜCE

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

-Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Alma KOKHMETOVA

- Kazakh National Academy of Sciences, Kazakistan

Prof. Dr. Arif Behiç TEKİN

- Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Cengiz SANCAK

- Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Danilo MONARCA

- Engineering for Energy and Environment Department of Agriculture and Forest Sciences (DAFNE), İtalya

Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU

- Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ

- MNS University of Agriculture, Pakistan

Prof. Dr. Orhan ÖZÇATALBAŞ

- Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Türkiye

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU

- Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2022

Cilt / Volume: 2

Sayı / Number: 1

- Prof. Dr. Satı UZUN - Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
- Prof. Dr. Selahattin ÇINAR - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye
- Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ - Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye
- Prof. Dr. Suat ŞENSOY - Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Türkiye
- Prof. Dr. Tehmina MANGAN - Sindh Agriculture University, Faculty of Agricultural Social Sciences, Department of Agricultural Economics, Pakistan
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Caner KOÇ - Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye
- Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Levent MERCAN - Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Türkiye
- Dr. Bassel DAHER - Texas A&M Energy Institute & Adjunct Assistant Professor Department of Biological and Agricultural Engineering Texas A&M University, Amerika Birleşik Devletleri
- Dr. Bayrem JEMMALİ - Mateur Higher School of Agriculture, University of Carthage, Tunus
- Dr. Bircan TAŞKIRAN - Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Türkiye
- Dr. Fernanda COLOMBARI - University of Padova - Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), İtalya
- Dr. Seher KADIROVA - Department of Electronics of the University of Ruse, Bulgaristan
- Dr. Olfa EZZINE - National Research Institute of Rural Engineering, Water and Forests (INRGREF), Tunus
- Dr. Pelin ACAR - Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, TAGEM, Türkiye

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

- Biberiye bitkisine ait uçucu yağın *in vitro* koşullarda *Alternaria brassicicola* etmenine karşı etkilerinin belirlenmesi
Haco AYDIN, Nedim ALTIN.....1-8
- Malatya Yöresinde Yetiştirilen Standart ve Yerel Üzüm Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Sıcaklık Toplamı İsteklerinin Belirlenmesi
Sema KÜSMÜŞ, Adnan DOĞAN, Cüneyt UYAK.....9-23
- *Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi
Mustafa Kemal GÖKMEN, Muhammet KAYA, Fahriye SÜMER ERCAN..24-31
- Tuz Stresi Altındaki Domates Bitkilerine Yapılan Mikrobiyal (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* ve *Trichoderma Harzianum* T78) Uygulamaların Morfolojik ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri
Alim AYDIN, Ayşe Nur ÇETİN, Hakan BAŞAK, Ayşe BAŞPINAR.....32-42
- Examination of some cranial characteristics of *Mus domesticus* Linnaeus 1758 and *Mus macedonicus* Petrov & Ruzic 1983 (Mammalia: Rodentia) distributed in Turkey
Güliz YAVUZ43-55
- Hayvansal Üretim Faaliyetlerinde Kadın İşgücünün Rolü: Eski İlçesi Örneği
Ayşenur DAĞLI, Aslı AKILLI.....56-70

DERLEME (REVIEW)

- Biological Fertilizers-Containing Beneficial Microorganisms in Fruit Culture
Yaşar ERTÜRK.....71-92



Araştırma makalesi

Biberiye bitkisine ait uçucu yağın *in vitro* koşullarda *Alternaria brassicicola* etmenine karşı etkilerinin belirlenmesi^a

Haco AYDIN^{1*}, Nedim ALTIN¹

¹ Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 81000, Konuralp, Düzce, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): hacoaydn46@gmail.com

Makale alınış (Received): 06.06.2022 / Kabul (Accepted): 14.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Alternaria brassicicola lahanagiller familyasına ait bitkilerde hastalığa neden olan en önemli patojenlerden birisidir. Bu etmene karşı kültürel önlemler, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bitki uçucu yağlarının bitkilerde hastalık oluşturan fungal etmenlere karşı etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışma biberiye bitkisine ait uçucu yağın *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etkilerini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda yürütülmüştür. Clevenger cihazında hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak uçucu yağ elde edilmiştir. Uçucu yağın *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etkileri 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarda denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre biberiye uçucu yağı 80 µl/20ml PDA ve üzerindeki dozlarda güçlü antifungal etki göstermiştir. Ancak koparılmış yaprak denemelerinde tüm dozlarda etki elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal, bitki patojeni, tıbbi ve aromatik bitki

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Aydın H, Altın N (2022). Biberiye bitkisine ait uçucu yağın *in vitro* koşullarda *Alternaria brassicicola* etmenine karşı etkilerinin belirlenmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1):1-8

Determination of the effect of essential oil of rosemary plant against *Alternaria brassicicola* in *in vitro* conditions

ABSTRACT

Alternaria brassicicola is one of the most important pathogens that cause disease in plants belonging to the cabbage family. Cultural measures, chemical and biological control methods are used against this pathogen. Many studies have been conducted on the effects of plant essential oils against fungal pathogens that cause disease in plants. This study was carried out to determine the antifungal effects of rosemary essential oil against *A. brassicicola* in *in vitro* conditions. The essential oil was obtained by using the hydrodistillation method in the Clevenger apparatus. The antifungal effects of essential oil against *A. brassicicola* were tested at concentrations of 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA and 320 µl/20ml PDA. According to the results, rosemary essential oil showed a strong antifungal effect at doses of 80 µl/20ml PDA and above. However, no effect was obtained at all doses in the detached leaf trials.

Keywords: Antifungal, plant pathogen, medicinal and aromatic plant

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan Brassicaceae familyasına ait bitkiler *Alternaria* spp. (Hyphomycetales, Dematiaceae) içerisinde yer alan bitki patojeni türlerden olumsuz yönde etkilenmektedir. Bunların arasında *Alternaria alternata* (Fr.) Kreissler, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh. ve *A. raphani* Groves and Skolko ilk sıralarda yer almaktadır (Nowicki vd., 2012). *Alternaria brassicicola* etmeni daha çok Brassicaceae familyası içinde yer alan ve sebze olarak yetiştiriciliği yapılan bitkilerde zarar meydana getirmektedir (Humpherson-Jones 1989).

Hem *A. brassicicola* hem de *A. brassicae* etmenleri bitkilerin fide döneminde çökertene, ileri dönemlerde yaprak ve gövdelerde siyah renkli lekeler, baş kısımlarında lekelenmelere neden olmaktadır. Baş kısmındaki lekelenmeler özellikle karnabahar ve brokoli bitkilerinde ekonomik zarara neden olmaktadır. Özellikle uzun süreli yüksek nem veya yoğun yağış alan bölgelerde bu zarar daha da artış göstermektedir (Nowicki vd. 2012).

Bu etmenlerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Mücadelede münavebe, temiz tohum kullanma, hastalıklı bitki artıklarının tarladan uzaklaştırılması, yabancı ot mücadelesi, dayanıklı çeşit kullanımı gibi kültürel önlemler önerilmektedir. Bunların yanı sıra kimyasal mücadele, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Gliocladium roseum* ve *Trichoderma harzianum* gibi faydalı mikroorganizmaların kullanıldığı biyolojik mücadele yöntemleri de öneriler arasında yer almaktadır (Sivapalan 1993; Lawrence vd. 2008; Fontenelle vd. 2011; Seaman 2012).

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların ve bitki ekstraktlarının bitki patojeni funguslara karşı etkileri konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Omar ve Kordali (2019) tarafından *Cestrum nocturnum*, *Eucalyptus staigeriana*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare* ve *Thymus vulgaris* gibi bitkilerine ait uçucu yağların veya bitki ekstraktlarının bitki patojeni olan *Alternaria solani*, *Ascochyta rabiei*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium italicum*, *P. digitatum*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* etmenlerine karşı antifungal etkilerinin araştırıldığı bildirilmektedir.

Bu çalışma biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Alternaria brassicicola* etmenine karşı antifungal etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemede Kullanılan Fungus

Çalışmada kullanılan *A. brassicicola* etmeni Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarında daha önce yapılan çalışmalardan elde edilmiş, tanımlanması ve patojenisitesi yapılmıştır.

Uçucu yağ izolasyonu

Biberiye (*R. officinalis*) bitkisi Düzce ilinde üretim alanından temin edilmiştir. Bitkilerin uçucu yağları Clevenger düzeneği kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Uçucu yağ elde etmek amacıyla biberiye (*R. officinalis*) bitkisi üretim alanından toplanmış ve bitki kurutma dolabında 35°C'de ve 48-72 saat aralığında kurutulmuştur. Kuruyan bitkiler parçalanmış ve 500 g tartılarak Clevenger düzeneğine konulmuştur. Clevenger düzeneğine 1000 ml saf su ilave edilerek distilasyon işlemi üç saat sürdürülmüştür. Bu sürenin sonunda cihazın haznesinde biriken uçucu yağ dikkatlice alınmıştır. Biberiye bitkisinden elde edilen uçucu yağ çalışmada kullanılmak üzere ağzı kapalı tüpler içinde +4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Üstüner vd., 2018).

In vitro koşullarda antifungal etki çalışması

Antifungal etki denemeleri *in vitro* koşullarda PDA besi ortamı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PDA besi ortamı 100 ml'lik şişelerde 60 ml olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan besi ortamı 121°C'de 30 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminden sonra besi ortamının katılaşmasını engellemek için 55°C'ye ayarlı su banyosunda bekletilmiştir. Uçucu yağların stok solüsyonları 1 birim uçucu yağ 2 birim etil alkol olacak şekilde hazırlanmıştır. Uçucu yağların dozları 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA olacak şekilde belirlenmiştir. Dozlar için gerekli olan uçucu yağ miktarı stok solüsyondan alınarak dökme sıcaklığına gelmiş olan PDA besi ortamına eklenmiştir. PDA besi ortamı uçucu yağın homojen dağılımı için iyice çalkalanmış ve Petri kaplarına 20 ml olacak şekilde dökülmüştür. Petri kapları besi ortamı katılaşıncaya kadar steril

koşullarda bekletilmiştir. *Alternaria brassicicola* etmeninin bir haftalık kültüründen alınan 5 mm çapındaki misel diskler uçucu yağ içeren ve içermeyen Petri kaplarına ekilmiştir. Ekimler esnasında, disklerin fungal gelişim olan yüzeylerinin besi ortamına değmesine dikkat edilmiştir. Deneme beş tekrarlı kurulmuştur. Ekimleri yapılan Petri kapları 24±1°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Etmenin gelişme süresine bağlı olarak ekimden iki ve beş gün sonra misel çapları merkezden geçecek şekilde en uzun ve en kısa gelişmenin olduğu iki farklı yönde dijital kumpas yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir. (Bozhüyük vd. 2015; Türkkkan vd. 2019). Ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak fungusitlerin yüzde etki değerleri hesaplanmış ve probit analizleri yapılmıştır.

Koparılmış yaprak denemesi

Koparılmış yaprak denemesinde Düzce ilinde vatandaşların bahçelerinde yetiştirmiş oldukları karalahana yaprakları kullanılmıştır. Yapraklar üzerindeki toprak parçalarının giderilmesi amacıyla çeşme suyunda yıkanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla yaprak %0.5’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde iki dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda steril distile su ile durulanmış ve yaprakların üzerindeki su uzaklaştırılmıştır. Yapraklar, içerisinde nemli kurutma kâğıdı bulunan tepsilere yerleştirilmiştir. Her yaprağın iki farklı noktasına steril bir iğne ile yara açılmıştır. Bir haftalık *A. brassicicola* kültüründen alınan 5 mm’lik diskler misel olan taraf altta kalacak şekilde yaralanan kısımların üzerine konulmuştur. Bu işlemin hemen ardından disklerin üzerine biberiye uçucu yağının hazırlanmış olan konsantrasyonlarından (10 µl/20ml su, 20 µl/20ml su, 40 µl/20ml su, 80 µl/20ml su, 160 µl/20ml su ve 320 µl/20ml su) 50 µl alınarak disklerin üzerine bırakılmıştır. İşlem tamamlandığında tepsiler naylon torbalar içerisine konulmuştur. Bu işlem her konsantrasyon için yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlı olarak kurulmuştur.

Verilerin analizi

Misel çaplarının ölçümü sonucunda elde edilen verilerle Abbott formülü kullanılarak fungusitlerin yüzde etki değerleri hesaplanmıştır. Yüzde etki $\% = ((A-B)/A) * 100$ (A=kontrol petrileredeki fungal gelişme, B=Uçucu yağ eklenmiş petrileredeki fungal gelişme). Bu yüzde etki değerleri kullanılarak SPSS 16 istatistik programı ile probit analizleri yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar 4aryans analizi (ANOVA) ile belirlenmiş olup, ortalamalar DUNCAN testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede değerlendirmeler uygulamadan iki ve beş gün sonra yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda biberiye bitkisinin uçucu yağının farklı konsantrasyonlarında *A. brassicicola* etmeninin misel gelişiminin farklı oranlarda etkilendiği belirlenmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Deneme kuruluşundan iki ve beş gün sonra *A. brassicicola* etmenine ait misel gelişimleri (mm) ikinci gün (F=196.69, df=6, P≤0.0001), beşinci gün (F=648.73, df=6, P≤0.0001)

Denemede kullanılan uçucu yağ dozları	<i>Alternaria brassicicola</i> etmeninde misel gelişimi (mm)	
	İkinci gün	Beşinci gün
Kontrol	21.5±0.80a*	50±0.49a*
10 µl/20ml PDA	18.0±0.36b	36.6±0.37b
20 µl/20ml PDA	17.3±0.60b	35.9±0.48b
40 µl/20ml PDA	12.3±1.24c	26.9±1.37c
80 µl/20ml PDA	0.4±0.11d	2.3±0.99d
160 µl/20ml PDA	0±0.26d	0±0.49d
320 µl/20ml PDA	0±0.26d	0±0.49d

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmaktadır (P < 0.0001).

Kontrol Petri kaplarında, uygulamadan iki gün sonra yapılan değerlendirmede *A. brassicicola* etmeninin misel çapının ortalama 21.5 mm olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın 80 µl/20ml PDA konsantrasyonunda olduğu Petri kaplarında 0.4 mm gibi çok az bir gelişme gerçekleşmiştir. *Alternaria brassicicola* etmeninin misel gelişmesinin 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında tamamen durduğu görülmüştür. Ancak varyans analizi sonucunda yapılan DUNCAN gruplamasına göre bu üç doz aynı grupta yer almıştır.

Uygulamadan beş gün sonra yapılan değerlendirmede *A. brassicicola* etmeninin misel gelişmesinin arttığı ve kontrol Petri kaplarında 50 mm'ye ulaştığı belirlenmiştir. Ancak uygulamadan beş gün sonra bile 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında misel gelişmesinin olmadığı görülmüştür. Bu dozların bir alt dozu olan 80 µl/20ml PDA konsantrasyonda ise 2.3 mm gelişme gerçekleşmiştir. Bu üç konsantrasyon yine aynı grup içerisinde yer almıştır. Diğer dozlarda ise uygulamadan beş gün sonra yapılan ölçümlerin 2 gün sonra yapılan ölçümlere göre misel gelişmesinin %100 arttığı görülmüştür.

Ölçümler sonucunda elde edilen misel gelişmesine ait veriler kullanılarak Abbott formülüne göre biberiye uçucu yağına ait dozların *A. brassicicola* etmenine karşı etkileri belirlenmiştir (Tablo 2). Uygulamadan iki gün sonra yapılan değerlendirmede biberiye uçucu yağının en yüksek etkisinin %100 ile 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında olduğu görülmektedir. Bunu %98 etki ile 80 µl/20ml PDA konsantrasyonu takip etmektedir. Duncan gruplamasına göre bu üç doz aynı grupta yer almaktadır. Biberiye uçucu yağının *A. brassicicola* etmenine karşı en düşük etkisi ise 10 µl/20ml PDA konsantrasyonunda belirlenmiştir.

Tablo 2. Deneme kuruluşundan iki ve beş gün sonra *A. brassicicola* etmenine karşı biberiye uçucu yağının etkileri (%) (F=128.73, df=5, P≤0.0001) (F=448.49, df=5, P≤0.0001)

Denemede kullanılan uçucu yağ dozları	Biberiye uçucu yağının <i>Alternaria brassicicola</i> etmenine karşı etkisi (%)	
	İkinci gün	Beşinci gün
10 µl/20ml PDA	15.62±2.72c*	26.8±0.89c*
20 µl/20ml PDA	18.92±3.34c	28.2±1.02c
40 µl/20ml PDA	42.37±5.86b	44.2±2.59b
80 µl/20ml PDA	98.26±2.40a	95.4±1.88a
160 µl/20ml PDA	100.00±2.02a	100±1.16a
320 µl/20ml PDA	100.00±2.02a	100±1.16a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmaktadır (P < 0.0001).

Deneme kuruluşundan beş gün sonra yapılan değerlendirmede kontrol ile karşılaştırıldığında ikinci günde yapılan değerlendirmede olduğu gibi 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarda en yüksek etki elde edildiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre biberiye uçucu yağının 80 µl/20ml PDA konsantrasyonundan itibaren *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Biberiye uçucu yağının etki değerleri kullanılarak EC₅₀ ve EC₉₀ değerleri probit analizi ile belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda EC₅₀ % 27.65 ve EC₉₀ değeri ise %92.21 olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Biberiye uçucu yağına ait EC₅₀ ve EC₉₀ değerleri

Uçucu yağ	EC ₅₀ ve EC ₉₀ Değerleri (µl/20ml PDA)					
	EC ₅₀	lower bound	upper bound	EC ₉₀	lower bound	upper bound
Biberiye	27.65	10.732	57.067	92.21	47.624	1291.756

Koparılmış yaprak denemesinde Düzce ilinde yetiştiriciliği yapılan karalahana yaprakları kullanılmıştır. Biberiye uçucu yağının *in vitro* koşullarında denenen tüm konsantrasyonları bu denemede de kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda hiçbir konsantrasyonda etki elde edilememiştir. Tüm konsantrasyonlarda meydana gelen leke çapının kontrol ile aynı büyüklükte olduğu saptanmıştır. Deneme iki kez tekrar edilmiş ve her iki denemede de aynı sonuç alınmıştır.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların içeriğinde çok sayıda kimyasal madde bulunmaktadır. Biberiye uçucu yağının içeriğinin GC/MS ile belirlendiği çalışmada uçucu yağın içeriğinin %24.39'unu Bicyclo, %23.51'ini Camphor, %11.26'sını Borneol ve %11.21'ini Linalol kimyasallarının oluşturduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada palmyelerde solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* etmenine karşı biberiye uçucu yağı farklı

konsantrasyonlarda denenmiş ve etmenin misel gelişimini engellemede 0.25, 1 ve 2.5 g/l dozlarında %60 ile 80 arasında etki gösterdiği belirlenmiştir (Barkaoui vd. 2022). Başka bir çalışmada ise *Aspergillus flavus*, *Penicillium brachycaulon* ve *Alternaria alternate* etmenlerine karşı biberiye uçucu yağı 25.33 ve 50 mg/ml dozlarda denenmiştir. Biberiye uçucu yağı tüm dozlarda *P. brachycaulon* ve *A. alternate* etmenlerine karşı %100 etki göstermiş ancak *A. flavus* etmenine karşı 50 mg/ml dozunda %88.8 oranında etkili olduğu belirlenmiştir (Kadium vd. 2021). Uçucu yağın dışında biberiye bitkisinden elde edilen ekstraktlarında fungal patojenlere karşı etkileri araştırılmaktadır. Soya bitkisinde kömür çürüklüğü hastalığına neden olan *Macrophomina phaseolina* etmenine karşı yapılan çalışmada biberiye ekstraktı %1, %2.5 ve %5 oranlarında denenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda katı besiyerinde %44 oranında sıvı besi yerinde ise %74 oranında misel gelişimi engellenmiştir (Lorenzetti vd. 2017). Yapılan tüm çalışmalar biberiye uçucu yağın antifungal etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler de bunu teyit etmektedir. Ancak *in vitro* koşullar dışında yapılacak çalışmalarda elde edilecek etkiler önem taşımaktadır. İleride yapılacak çalışmaların bu konu üzerinde yoğunlaşması gerekmektedir.

Sonuç

Biberiye uçucu yağının antifungal etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sonucunda ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Denemeler sonucunda *in vitro* koşullarda 80 µl/20ml PDA ve üzeri konsantrasyonlarda *A. brassicicola* etmenine karşı güçlü antifungal etki elde edilmiştir. Ancak koparılmış yaprak denemelerinde beklenen etkiler elde edilememiştir. İleride yapılacak çalışmalarda özellikle bu konunun ele alınması ve nedenlerinin araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Yazarlar biberiye bitkilerinin temininde yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Mehmet Fatih ÇAKIR'a teşekkür eder.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

Barkaoui H, Chafik Z, Benbbas R, Chetouani M, El Mimouni M, Hariri E (2022). Antifungal activity of the essential oils of *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Cymbopogon citratus* against the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* Arabian Journal of Medicinal & Aromatic Plants 8(1): 108-133

Bozhüyük A U, Kordali Ş, Bölük G (2015). *Satureja hortensis* L. uçucu yağının antifungal etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 46(2): 107-112

- Fontenelle A D B, Guzzo S D, Lucon C M M, Harakava R, (2011). Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. *Crop Protection* 30: 1492-500
- Humpherson-Jones F M (1989). Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. *Annals of Applied Biology* 115: 45-50
- Kadium S W, Khalil A M, Ammar Semysim E A R (2021). Antifungal Activity Of *Rosmarinus officinalis* and *Pelargonium graveolens* essential oils extracts against *Aspergillus flavus*, *Penicillium brachycaulon* and *Alternaria alternata*. *Natural Volatiles & Essential Oils* 8(4): 3498-3509
- Lawrence C B, Mitchell T K, Craven K D, Cho Y, Cramer R A, Kim K H, (2008). At death's door: *Alternaria* pathogenicity mechanisms. *Plant Pathology Journal* 24: 101-111
- Lorenzetti E, Stangarlin J R, Kuhn O J (2017). Antifungal activity of rosemary extract on *Macrophomina phaseolina* and charcoal rot control in soybean. *Journal of Plant Pathology* 99(3): 783-786
- Nowicki M, Nowakowska M, Niezgoda A, Kozik E U, (2012). *Alternaria* black spot of crucifers: symptoms, importance of disease, and perspectives of resistance breeding. *Vegetable Crops Research Bulletin* 76: 5–19
- Omar MS., Kordali Ş (2019). Review of essential oils as antifungal agents for plant fungal diseases. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(2): 294-301
- Seaman A, (2012). *Production Guide for Organic Cole Crops: Cabbage, Cauliflower, Broccoli, and Brussels Sprouts*. Geneva, NY: NYS IPM.
- Sivapalan A, (1993). Fungi associated with broccoli seed and evaluation of fungal antagonists and fungicides for the control of seed-borne *Alternaria brassicicola*. *Seed Science and Technology* 21: 237-45.
- Türkkan M, Çalışkan Ö, Erper İ, Kara Ş M, Açıköz M A (2019). Bazı toprak kökenli funguslara karşı defne esansiyel yağı ve hidrosölünün antifungal etkilerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 8(2): 217-226
- Üstüner T, Kordali S, Bozhüyük A U (2018). Herbicidal and fungicidal effects of *Cuminum cyminum*, *Mentha longifolia* and *Allium sativum* essential oils on some weeds and fungi. *Records of Natural Products* 12(6): 619.



Araştırma makalesi

Malatya Yöresinde Yetiştirilen Standart ve Yerel Üzüm Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Sıcaklık Toplamı İsteklerinin Belirlenmesi^a

Sema KÜSMÜŞ¹, Adnan DOĞAN^{1*}, Cüneyt UYAK¹

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 65080, Tuşba, Van, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): adnandogan@yyu.edu.tr

Makale alınış (Received): 11.06.2022 / Kabul (Accepted): 25.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Bu çalışma, Malatya yöresinde yetiştirilen Kureyş, Köhnü, Amasya, Şilfoni, Mazırım, Kızılatım, Hasandede, Kabarcık, Tahannebi, Cardinal, Barış, Banazı Karası, Öküzgözü, Kalecik Karası, Trakya İlkeren, İtalya ve Tekirdağ Çekirdeksiz standart ve yerel üzüm çeşitlerinin fenolojik özelliklerini ve Etkili Sıcaklık Toplamı İsteklerini (EST) belirlemek amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Üzüm çeşitlerinin iki yıl süreyle tomurcuk patlaması, tomurcuk sürmesi, tam çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme ve hasat tarihleri ile uyanma-tam çiçeklenme, tam çiçeklenme-ben düşme, ben düşme-hasat ve uyanma-hasat dönemleri arasındaki Etkili Sıcaklık Toplamı İstekleri (EST) belirlenmiştir. Üzüm çeşitlerinde tomurcuk patlamasının 26 Mart-20 Nisan, tomurcuk sürmesinin 10 Nisan-10 Mayıs, tam çiçeklenmenin 8 Mayıs-30 Mayıs, tane tutumunun 18 Mayıs-14 Haziran, ben düşmenin 20 Temmuz-10 Ağustos ve hasat tarihlerinin 18 Ağustos-15 Eylül tarihleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Üzüm çeşitlerinde tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısının 89 gün (İtalya) ile 111 gün (Öküzgözü, Mazırım ve Banazı Karası); tomurcukların patlamasından hasada kadar geçen gün sayısının ise 132 gün (Şilfoni) ile 155 gün (Öküzgözü) arasında olduğu saptanmıştır. Üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemlere göre, Etkili Sıcaklık Toplamı İsteklerinin (EST) uyanma-tam çiçeklenme arasında 262 gün-derece (Kabarcık) ile 364 gün-derece (Öküzgözü), tam çiçeklenme-ben düşme arasında 818 gün-derece (Kabarcık) ile 1204 gün-derece (Öküzgözü), ben düşme-hasat arasında 473 gün-derece (Tekirdağ Çekirdeksiz ve İtalya) ile 778 gün-derece (Kureyş), uyanma-hasat arasında ise 1688 gün-derece (Trakya İlkeren) ile 2199 gün-derece (Öküzgözü) arasında değiştiği belirlenmiştir. Malatya yöresinin üzüm çeşitlerine göre uyanmadan hasat tarihine kadar iklimin 2014 yılı iklim verilerine göre karşıladığı EST toplamı (uyanma-hasat) 2368 gün-derece, 2015 yılı iklim verilerine göre

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Küsmüş S, Doğan A, Uyak C (2022). Malatya Yöresinde Yetiştirilen Standart ve Yerel Üzüm Çeşitlerinin Fenolojik Özellikleri ve Sıcaklık Toplamı İsteklerinin Belirlenmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1): 9-23

1940 gün-derece olarak belirlenmiştir. Malatya yöresi uzun yıllar (1991-2020) iklim verilerine göre EST değeri (1 Nisan-31 Ekim) 2222 gün-derece olarak hesaplanmıştır. Bulunan uzun yıllar EST değer aralığı yörenin “*Sıcak-Ilıman:1951-2250 gün-derece*” yapıda olduğunu göstermektedir. Üzüm çeşitlerinin Etkili Sıcaklık Toplamı İsteklerinin (EST) çeşit, yıl ve fenolojik safhalara göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üzüm Çeşidi, Malatya, Fenolojik Özellikler, Etkili Sıcaklık Toplamı

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Research article

Determination of Phenological Characters and Effective Heat Summation Requirements of Local Grape Cultivars Grown in Malatya Province

ABSTRACT

This study was carried out to determine the phenological characters and Effective Heat Summations (EHS) Requirements of Amasya, Banazı Karası, Barış, Cardinal, Hasandede, İtalya, Kabarcık, Kalecik Karası, Kızılatım, Köhnü, Kureyş, Mazırım, Öküzgözü, Şilfoni, Tahannebi, Tekirdağ Seedless, Trakya İlkeren and Tekirdağ standard and local grape cultivars grown in Malatya province in 2014 and 2015. For two years, bud-break, bud sprouting, full bloom, fruit-set, verasion and harvest dates of grape cultivars were recorded and their EHS requirements between bud-break-full bloom, full bloom-verasion, verasion-harvest and bud-break-harvest periods were determined. It was determined that phenological dates were between 26 March-20 April for bud-break, 10 April-10 May for bud sprouting, 8-30 May for full bloom, 18 May-14 June for fruit-set, 20 July-10 August for verasion and 18 August-15 September for harvest dates. In grape cultivars, it was determined that the number of days from full bloom to harvest was between 81 days (İtalya) and 117 days (Köhnü), and the number of days from bud-break to harvest was between 125 days (Şilfoni and İtalya) and 161 days (Köhnü). According to the phenological periods of grape cultivars, EHS requirements varied from 121 day-degree (Trakya İlkeren) to 384 day-degree (Öküzgözü) between bud-break and full bloom, from 815 day-degree (Kabarcık) to 1188 day-degree (Öküzgözü) between full bloom and verasion, from 441 day-degree (Silfoni, Tekirdağ Seedless and İtalya) to 894 day-degree (Köhnü) between verasion and harvest, from 1564 day-degree (Trakya İlkeren) to 2256 day-degree (Öküzgözü) between bud-break and harvest. According to grape cultivars, total EHS met by Malatya province from bud-break to harvest date was determined as 2368 day-degree according to 2014 climate data and 1940 day-degree according to 2015 climate data. According to the climate data for many years (1991-2020), the EHS value (between 1 April and 31 October) of Malatya province was calculated as 2222 day-degree. The EHS value range found for many years indicates that the Malatya province is in the "*Hot-Warm: 1951-2250 day-degree*" structure. It was founded that EHS requirements of grape cultivars varied according to cultivar, year, and phenology stages.

Keywords: Grape Cultivar, Malatya, Phenological Characters, Effective Heat Summations

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Fenoloji canlıların gelişme periyotları içerisinde meydana gelen gelişme safhalarını ve bunların sıcaklık, güneşlenme ve gün uzunluğu gibi iklimsel faktörlerle ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Fenolojik çalışmaların amacı, iklimsel faktörler ile belirli fenolojik safhaları ilişkilendirerek bu fenolojik safhaların gerçekleşme zamanlarını yaklaşık olarak tespit etmektir. Fenolojik safhalar bitki tür ve çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Fenolojik safhaların oluşumunda iklim faktörlerinin yanı sıra yükseklik (rakım) ve enlem derecesi de etkilidir. İlkbaharda bitkilerin uyanması ve fenolojik safhaların oluşması birinci derecede sıcaklıkla ilgilidir. Her bitki belirli bir fenolojik safhaya ulaşabilmek için belirli bir sıcaklığa ihtiyaç göstermekte olup, bu sıcaklık her bitki için farklıdır (Ağaoğlu, 2002).

Bir bölgenin bağcılığa uygunluğunu değerlendirmek ve iklim yapısını sınıflandırmak amacıyla değişik araştırmacılar tarafından çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Şöyle ki; Çok Kriterli İklim Sınıflandırma Sistemi (Tonietto ve Carbonneau, 2004), Branas Heliotermal İndeksi (Branas, 1974), Hidalgo Biyoklimatik İndeksi (Hidalgo, 2002), Winkler İndeksi (Winkler ve ark., 1974), Hidrotermik İndeks (Branas ve ark., 1946), Enlem-Sıcaklık İndeksi (Jackson ve Cherry, 1988; Kenny ve Shao, 1992), Kuraklık İndeksi (Riou ve ark., 1994; Tonietto ve Carbonneau, 2004), Constantinescu İndeksi (Constantinescu ve ark., 1964) ve Huglin İndeksidir (Huglin, 1978). Bu yöntemler içerisinde bir yörenin bağcılığa uygunluğunu ve o yörede yetiştirilecek üzüm çeşitlerini belirleme de yaygın olarak kullanılan yöntem Etkili Sıcaklık Toplamı (EST) olarak ta bilinen 'Winkler İndeksi'dir. Etkili Sıcaklık Toplamı (EST) değeri, yörenin EST potansiyeli ve üzüm çeşidinin EST isteği olarak iki farklı şekilde hesap edilir. Yörenin EST potansiyelinin belirlenmesinde Kuzey yarımküre için gelişme dönemi olarak kabul edilen 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arası, üzüm çeşidinin EST isteğinin belirlenmesinde ise gözlerin uyanmasından üzümlerin olgunlaşmasına kadar geçen süre esas alınmaktadır. EST değerleri, asma için gelişmenin başladığı ortalama sıcaklık olarak kabul edilen +10 C° nin üzerindeki günlük ortalama sıcaklıkların toplanması yoluyla hesap edilmektedir (Winkler ve ark., 1974; Çelik ve ark., 1998). Yörenin EST değeri ile üzüm çeşidinin EST isteği karşılaştırılarak hangi çeşitlerin, hangi ekolojilerde, hangi değerlendirme şekline uygun olarak yetiştirilebileceği konusunda karar vermek mümkündür (Çelik ve ark., 1998).

Üzüm çeşitlerinin EST istekleri gözlerin uyanmasından üzümlerin olgunlaşmasına kadar geçen süre esas alınarak hesaplanabileceği gibi her fenolojik safha için ayrı ayrı olarak ta hesaplanabilir (Çelik ve ark., 1998; Kök ve Çelik, 2003; Uzun, 2004; Cangı ve ark., 2008). Fenolojik safhaların tamamlanması için ihtiyaç duyulan EST değerleri farklı olup, fenolojik safhalar arasındaki geçişler o safhanın tamamlanması için gerekli olan EST değerinin karşılanması ile mümkündür. EST isteğinin karşılanmadığı durumlarda üzümlerin olgunlaşması ve istenilen kalitede üzüm elde etmek mümkün değildir (Amerine ve Winkler, 1958). EST değerinin özellikle gelişme döneminin kısa olduğu, kritik sıcaklık değerlerine sahip yüksek rakımlı soğuk ekolojilerde çeşit seçiminde dikkate alınması gereken önemli bir parametre olduğu ifade edilmiştir (Aktürk ve Uzun, 2019). Birçok araştırmacı tarafından değişik yörelerde yetiştirilen çok sayıda üzüm çeşidinin EST isteklerini belirlemek amacıyla birçok araştırma yürütülmüştür (Uzun ve ark., 1995; Kök ve Çelik, 2003; Cangı ve ark., 2008; Sağlam

ve ark., 2009; Gazioğlu Şensoy ve ark., 2009; Söğüt ve Özdemir, 2013; Kamiloğlu ve ark., 2014; Köse,2014; Bekar ve Cangı, 2017; Aktürk ve Uzun, 2019; Bozkurt ve ark., 2018; Yıldız ve Dilli, 2018; Cangı ve Demir, 2019; Ünal, 2019; Ateş ve Uysal, 2020; Demirkeser ve Kamiloğlu, 2020).

Malatya yöresinin iklim değerleri göz önünde bulundurularak il genelinde bağ yetiştiriciliğin zaman zaman görölen donlar dışında sınırlayıcı faktör bulunmamaktadır. Bağlar çoğunluğu yaşlı olup yöre bağ alanı ve üretim bakımından arzu edilen seviyede değildir. Yörede bağlar eğimli ve kıraç arazidedirler. Omcalar arasındaki düzensiz aralık mesafesi bırakılması nedeniyle makina kullanımını kısıtlamakta veya olanaksız kılmaktadır. Yöredeki bağların hemen tamamının ekonomik bir değeri olmayan birçok çeşitten oluşması ve bu çeşitlerin bağda karışık olarak bulunması, kültürel işlemler yanında ürünün değerlendirilmesini de zorlaştırmaktadır. Yörede bağcılığın gerilemesinin nedenleri; verim ve gelir düşüklüğu, ürünün ekonomik olarak değerlendirilememesi ve yeni bağ tesisleri için gerekli üretim materyalinin temin edilememesinden kaynaklanmaktadır (Ünal ve Ergenoğlu, 2001).

Bu çalışmanın amacı, Malatya yöresinde yetiştirilen 17 standart ve yerel üzüm çeşitinin fenolojik özelliklerini ve Etkili Sıcaklık Toplamı İsteklerini (EST) tespit etmektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Malatya merkeze bağlı Banazı Köyü üretici bağları ile Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Bağ Gen Merkezinde tesis edilmiş olan bağda 17 farklı üzüm çeşidi üzerinde 2014-2015 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Üzüm çeşitlerinden Kureyş, Köhnü, Amasya, Şilfoni, Mazırım, Kızılatım, Hasandede, Kabarcık, Tahannebi, Banazı Karası çeşitleri kendi kökleri üzerinde yetiştirilirken, Cardinal, Barış, Öküzgözü, Kalecik Karası, Trakya İlkeren, İtalya ve Tekirdağ Çekirdeksiz ise 1103 P anacı üzerine aşılı olup 2×3 m oranlarında dikilmiş ve 50 cm yükseklikten kordon terbiye şekli verilmiştir. Kış budaması sırasında asmalar 20-22 göz/asma olacak şekilde ürün yükü ile yüklenmişlerdir. Araştırmanın yürütöldüğu bağlarda temel gübreleme yapılmış, asmalara uç ve tepe alma işlemi uygulanmış ve damlama sulama sistemiyle sulanmışlardır. Araştırmada üzüm çeşitlerinin fenolojik gelişme safhalarında ihtiyaç duyulan EST değerlerinin belirlenmesi amacıyla, her üzüm çeşitinden 10 omca dinlenme döneminde (Şubat-2014) işaretlenmiştir. Bağın bulunduğu yörenin, çalışmanın yürütöldüğu yıllar ve uzun yıllara ait bazı iklimsel verileri; Malatya Meteoroloji Bölge Müdürlüğu'nden temin edilmiş ve Tablo 1'de sunulmuştur (Anonim, 2015).

Tablo 1. Denemenin yürütüldüğü yörenin bazı iklimsel verileri

Yıl	Aylar →	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1991-2020	Ort. Sic. (°C)	0.9	2.7	6.7	11.5	16.5	20.6	24.2	24.3	19.6	13.9	7.3	2.8
	Max Sic. (°C)	4.7	7.4	12.2	17.5	22.8	27.3	31	31	26.5	20.3	13	6.7
	Min Sic. (°C)	-2.2	-1.2	1.9	6	10.5	14.1	17.2	17.4	13.1	8.4	2.7	-0.3
	Top. Yağış (kg/m ²)	38.6	36.6	46.9	44.5	51	40.2	14.8	14.6	17.9	33.4	31.9	43.2
	Gün. Sü. (saat)	2.2	3.6	4.8	6.3	7.7	9.3	10.6	10.2	8.8	6.3	4.3	2.4
2014	Ort. Sic. (°C)	3.8	6.2	10.3	15	19.3	23.3	29.6	30.3	22.7	15.3	7.4	6.2
	Max Sic. (°C)	13.1	18.9	21.6	27.8	33.4	36	40.5	40.8	36.9	26.9	16.3	13.7
	Min Sic. (°C)	-4.3	-7.2	-3.4	1.4	9.9	12.4	19	18.8	8.3	3.7	0.5	-1.2
	Top. Yağış (kg/m ²)	26	22.4	39	25.4	1.6	0	0	0.8	40.2	85.8	54	16.2
	Gün. Sü. (saat)	2.5	4.9	6.0	7.5	8.7	10.3	10.6	10.1	8.7	6.3	4.8	2.5
2015	Ort. Sic. (°C)	-0.2	4.1	7.3	11.5	17.9	24.1	28.8	29.4	26.5	16.7	9.4	3.3
	Max Sic. (°C)	12.4	12.9	20.1	26.8	32	35.6	42.5	40.6	37.2	29	19.5	13.8
	Min Sic. (°C)	-10.3	-3.8	-2.3	0.1	8	13.1	17.4	16.1	15.4	8.3	0.3	-5.5
	Top. Yağış (kg/m ²)	32.6	433.2	93.6	31.9	33	0.4	0	0.6	0.8	54	42.6	8.4
	Gün. Sü. (saat)	2.1	2.3	4.3	6.4	7.8	9.3	10.5	11.0	10.3	6.6	6.1	7.4

Üzüm çeşitlerinde uyanma, tomurcukların sürmesi, tam çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme ve hasat tarihleri ile ilgili gözlemler yapılmıştır. Ayrıca, her çeşit için uyanma-hasat ve tam çiçeklenme- hasat dönemleri arasında geçen gün sayıları belirlenmiştir. Fenolojik gözlemler ve dönemleri Şekil 1’de verilmiştir.

**Şekil 1.** Fenolojik gözlemler ve dönemleri.

Hasat tarihlerinin belirlenmesinde tanelerin suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içerikleri dikkate alınmış ve bağda yapılan SÇKM tayinlerinde şıralık-şaraplık üzüm çeşitlerinde 18-24 °Brix, sofralık üzümlerde 15-18 °Brix kuru madde düzeyine ulaştığı tespit edilen çeşitler hasat edilmiştir. Hasadı yapılan çeşitlere ait 30 salkım ayrılmış ve laboratuvarında her salkımdan 6 adet (salkımın üst, orta ve alt bölümlerinden ikişer adet) olmak üzere toplam 180 adet tane rastgele seçilmiştir. Bu tanelerin SÇKM içerikleri refraktometre ile belirlenmiştir. Çeşitlerin farklı

fenolojik gelişme dönemlerine ulaşmada gereksinim duydukları EST değerlerinin belirlenmesinde Winkler ve ark. (1974) tarafından bildirilen yöntem (Winkler indeksi) kullanılmıştır. İncelenen çeşitlerin uyanma-tam çiçeklenme, tam çiçeklenme-ben düşme, ben düşme-hasat ve uyanma-hasat dönemleri için etkili sıcaklık toplamları (EST) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca, uzun yıllar verilerine (1991-2020) göre, Malatya yöresinin 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arası EST değeri belirlenmiştir. Etkili sıcaklık toplamlarının (EST) belirlenmesinde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$EST = \sum (\text{Tort-Teşik})$$

Tort: Günlük ortalama hava sıcaklıkları

Teşik: Gözlerin uyanmaya başladığı hava sıcaklığı (10 °C)

EST değerleri hesaplanırken Tort değerinin Teşik değerinden düşük olduğu günlerde elde edilen negatif değer genel toplamdan çıkarılmıştır (Jacob ve Winkler, 1950; Aktürk ve Uzun, 2019). Elde edilen değerler gün-derece (gd) olarak ifade edilmiştir. Etkili sıcaklık toplamlarının (EST) hesaplanmasında Malatya Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İncelenen üzüm çeşitlerinde 2014 yılında 26 Mart-20 Nisan arasında, 2015 yılında ise 2-25 Nisan arasında asmaların uyanma evresine geçtiği gözlenmiştir. Uyanma bakımından 2014 ve 2015 yıllarında yaklaşık 3 haftalık bir fark olduğu saptanmıştır. 2015 yılında hava sıcaklığının birkaç derece düşmesi, incelenen tüm çeşitlerde uyanmanın daha geç gerçekleşmesine neden olduğu kanaatini doğurmuştur. En erken uyanma, 2014 yılında Trakya İlkeren çeşidinde, son uyanma ise Mazırım çeşidinde, 2015 yılında ise ilk uyanma Trakya İlkeren son uyanma Kızılatım ve Mazırım çeşitlerinde olduğu gözlemlendi (Tablo 2). Tomurcuk sürmesi evresi 10 Nisan (Trakya İlkeren)-10 Mayıs (Mazırım) tarih aralığında meydana gelmiştir. Tam çiçeklenme evresi ilk olarak 8 Mayıs'ta Trakya İlkeren ve Barış çeşitlerinde son olarak 9 Haziran tarihinde Kızılatım çeşidinde gerçekleşmiştir. Tane tutum evresi 18-31 Mayıs ve 1-16 Haziran aralığında olduğu, ilk tane tutumunun Trakya İlkeren çeşidinde, son tane tutumunun ise Kızılatım çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Ben düşme evresi 20-31 Temmuz ve 1-13 Ağustos tarih aralığı içerisinde olduğu belirlenmiştir. İlk ben düşme 20 Temmuz Trakya İlkeren çeşidinde en son ben düşmenin ise 13 Ağustos tarihinde Öküzgözü çeşidinde tespit edilmiştir. Hasat 14-30 Ağustos 1-23 Eylül tarih aralığı içerisinde olduğu belirlenmiştir. İlk hasat 18 Eylül tarihinde (Trakya İlkeren) son hasat ise 23 Eylül tarihinde (Öküzgözü) gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). Tomurcuk sürme, tam çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme ve hasat olumu dönemlerine en erken ulaşan Trakya İlkeren üzüm çeşidinin olduğu belirlenmiştir.

Fenolojik evrelerin meydana gelme tarihlerinin yıllar ve çeşitler itibarıyla değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çeşitler arasında uyanma tarihleri bakımından birinci yıl 25 gün ikinci yıl 23 gün, tomurcuk sürmesi bakımından birinci yıl 30 gün ikinci yıl 21 gün, tam çiçeklenme bakımından birinci yıl 22 gün ikinci yıl 30 gün, tane tutumu bakımından birinci yıl 29 gün ikinci

yıl 31 gün, ben düşme bakımından birinci yıl 16 gün ikinci yıl 27 gün, hasat tarihi bakımından ise birinci yıl 37 gün ikinci yıl 35 gün fark olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. İncelenen üzüm çeşitlerinde kaydedilen fenolojik gözlemler

Çeşitler	Uyanma		Tomurcuk Sürmesi		Tam Çiçeklenme		Tane Tutumu		Ben Düşme		Hasat	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
T. İlkeren	26.03	02.04	10.04	14.04	08.05	10.05	18.05	15.05	20.07	17.07	18.08	14.08
Barış	28.03	05.04	12.04	17.04	08.05	12.05	18.05	22.05	20.07	18.07	25.08	21.08
Köhnü	02.04	10.04	18.04	24.04	16.05	26.05	03.06	01.06	23.07	28.07	10.09	01.09
Şilfoni	04.04	13.04	18.04	28.04	16.05	23.05	03.06	01.06	23.07	23.07	20.08	15.08
T. Çekirdeksiz	04.04	10.04	18.04	22.04	16.05	24.05	01.06	28.05	26.07	23.07	20.08	15.08
İtalya	04.04	13.04	20.04	25.04	20.05	26.05	01.06	01.06	26.07	23.07	20.08	15.08
Kabarcık	02.04	03.04	18.04	15.04	16.05	12.05	01.06	18.05	20.07	19.07	30.08	25.08
Cardinal	02.04	05.04	18.04	16.04	16.05	18.05	03.06	25.05	25.07	27.07	20.08	18.08
Banazı Karası	05.04	12.04	20.04	25.04	20.05	27.05	03.06	02.06	25.07	01.08	10.09	04.09
Kızılatım	18.04	25.04	03.04	05.05	30.05	09.06	16.06	15.06	05.08	15.08	20.09	18.09
Kal. Karası	10.04	13.04	28.04	27.04	20.05	25.05	05.06	01.06	05.08	05.08	10.09	02.09
Hasan Dede	10.04	18.04	28.04	28.04	20.05	30.05	05.06	02.06	05.08	07.08	10.09	05.09
Kureyş	07.04	14.04	28.04	26.04	23.05	27.05	05.06	02.06	25.07	28.07	10.09	05.09
Öküzgözü	18.04	22.04	03.05	02.05	30.05	05.06	14.06	11.06	10.08	13.08	23.09	18.09
Amasya	18.04	22.04	03.05	03.05	30.05	05.06	14.06	10.06	05.08	31.07	15.09	05.09
Mazırım	20.04	25.04	10.05	05.05	30.05	07.06	14.06	10.06	05.08	10.08	15.09	18.09
Tahannebi	28.03	05.04	18.04	25.04	25.05	27.05	05.06	08.06	23.07	18.07	30.08	24.08

Değişik ekolojilerde ve üzüm çeşitlerinde yürütülen çalışmalarda çeşit ve yıllara göre; Bozkurt ve ark. (2018), uyanma tarihlerini 25 Mart-29 Nisan, tam çiçeklenme tarihlerini 21 Mayıs-8 Haziran, ben düşme tarihlerini 21 Temmuz- 8 Ağustos, hasat tarihlerini 2 Eylül-29 Ekim olarak; Yıldız ve Dilli (2018), uyanma tarihlerini 28 Şubat-5 Mart, tam çiçeklenme tarihlerini 10-20 Mayıs, ben düşme tarihlerini 18 Haziran-22 Temmuz, hasat tarihlerini 16 Temmuz-25 Ağustos olarak; Cangı ve Demir (2019), uyanma tarihlerini 25 Mart-18 Nisan, tomurcuk sürme tarihlerini 7-30 Nisan, tam çiçeklenme tarihlerini 24 Mayıs-28 Haziran, tane tutum tarihlerini 29 Mayıs-3 Temmuz, ben düşme tarihlerini 10-22 Ağustos, hasat tarihlerini 6-24 Eylül olarak; Ünal (2019), uyanma tarihlerini 26 Mart-10 Nisan, tam çiçeklenme tarihlerini 13-30 Mayıs, ben düşme tarihlerini 5 Temmuz-10 Ağustos, hasat tarihlerini 3 Ağustos-5 Ekim olarak; Aktürk ve Uzun (2019), uyanma tarihlerini 1-27 Mart, tam çiçeklenme tarihlerini 19 Nisan-15 Mayıs, ben düşme tarihlerini 24 Mayıs-5 Temmuz, hasat tarihlerini 16 Haziran-21 Ağustos olarak; Ünal ve

Sezgin (2022), uyanma tarihlerini 25 Mart-30 Nisan, tam çiçeklenme tarihlerini 19 Mayıs- 5 Haziran, ben düşme tarihlerini 20 Haziran-1 Eylül, hasat tarihlerini 10 Temmuz-3 Ekim olarak tespit etmişlerdir. Asmalarda fenolojik evrelerin meydana gelme tarihlerinin çeşide, ekolojiye, yıllara ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Winkler ve ark., 1974; Kök ve Çelik, 2003; Özdemir ve Tangolar, 2005; Çelik ve ark., 2005; Cangı ve ark., 2008; Gazioğlu Şensoy ve ark., 2009; Cangı ve ark., 2011; Kaya ve Özdemir, 2016).

Çeşitlere göre değişmekle birlikte uyanmadan hasada kadar geçen gün sayısının birinci yıl 138-161 gün ikinci yıl 125-150 gün arasında, tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısının ise birinci yıl 96-121 gün ikinci yıl 81-113 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Çeşitler arasında ürününü olgunlaştırmak için en kısa süreye ihtiyaç duyan çeşidin Şilfoni, en uzun süreye ihtiyaç duyan çeşidin ise Öküzgözü çeşidi olduğu görülmüştür (Tablo 3). Değişik ekoloji ve üzüm çeşitleri üzerinde yürütülen çalışmalarda çeşit ve yıllara göre, uyanmadan hasada kadar geçen gün sayısını Bozkurt ve ark. (2018), 135-210 gün; Cangı ve Demir (2019), 153-183 gün; Ünal (2019), 126-172 gün; Ünal ve Sezgin (2022), 104-175 gün; tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısını ise Cangı ve ark. (2008), birinci yıl (2006) 87-119 gün, ikinci yıl (2007) 86-122 gün; Yıldız ve Dilli (2018), birinci yıl (2014) 66-100 gün, ikinci yıl (2015) 62-100 gün; Cangı ve Demir (2019), 87-117 gün olarak rapor etmişlerdir. Yörede yetiştirilen çeşitlerin uyanmadan hasada kadar ihtiyaç duydukları gün sayısının genel olarak araştırmacıların farklı yörelerde yapmış oldukları çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Üzüm çeşitlerinde uyanma-hasat ve tam çiçeklenme-hasat dönemleri arasında geçen gün sayıları

Çeşitler	Uyanma-Hasat (Gün)			Tam çiçeklenme-Hasat (Gün)		
	2014	2015	Ortalama	2014	2015	Ortalama
T. İlkeren	145	136	141	102	96	99
Barış	150	139	145	109	101	105
Köhnü	161	145	153	117	98	108
Şilfoni	138	125	132	96	84	90
T. Çekirdeksiz	138	128	133	96	83	90
İtalya	148	125	137	96	81	89
Kabarcık	151	145	148	106	105	106
Cardinal	141	136	139	96	92	94
Banazı Karası	159	146	153	121	100	111
Kızılatım	156	147	152	113	102	108
Kalecik Karası	154	143	149	113	100	107
Hasan Dede	154	141	148	113	100	107

Kureyş	157	145	151	110	101	106
Öküzgözü	159	150	155	116	105	111
Amasya	151	137	144	108	92	100
Mazırım	149	147	148	108	113	111
Tahannebi	156	142	149	97	89	93

İncelenen çeşitlerin EST değerlerinin uyanma-tam çiçeklenme dönemleri arasında ilk yıl 225-383 gün-derece ikinci yıl 205-384 gün-derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemleri arasında birinci yıl 815-1220 gün-derece ikinci yıl 793-1188 gün-derece, ben düşme-hasat dönemleri arasında birinci yıl 524-894 gün-derece ikinci yıl 441-721 gün-derece, uyanma-hasat dönemleri arasında birinci yıl 1699-2256 gün-derece ikinci yıl 1564-2142 gün-derece arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Çeşitlerin EST değerlerinin fenolojik dönemlere, çeşitlere ve yıllara göre değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4-5). Değişik ekoloji ve üzüm çeşitleri üzerinde yürütülen çalışmalarda çeşit ve yıllara göre EST değerlerinin değişim aralıklarını Cangı ve ark. (2008), uyanma-tam çiçeklenme dönemi için 353-461.3 gün-derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemi için 622.8-1026.7 gün-derece, uyanma-ben düşme dönemi için 973.1-1438 gün-derece, tam çiçeklenme-hasat dönemi için 1168.6-1481 gün-derece, uyanma-hasat dönemi için 1550-1859 gün-derece; Yıldız ve Dilli (2018), uyanma-hasat dönemi için 1206-1668 gün-derece; Bozkurt ve ark. (2018), uyanma-tam çiçeklenme dönemi için 119-276 gün-derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemi için 506-774 gün-derece, ben düşme-hasat dönemi için 325-774 gün-derece, uyanma-hasat dönemi için 1208-1607 gün-derece; Aktürk ve Uzun (2019), uyanma-tam çiçeklenme dönemi için 294.49-454.56 gün derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemi için 316.40-861.55 gün-derece, ben düşme hasat dönemi için 399.69-1062.77 gün-derece, uyanma hasat dönemi için 925.43-2127.22 gün-derece; Cangı ve Demir (2019), uyanma-tam çiçeklenme dönemi için 288.7-447.6 gün-derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemi için 720-963.2 gün-derece, uyanma-ben düşme dönemi için 1099.5-1285.5 gün-derece, tam çiçeklenme-hasat dönemi için 1151.3-1346.9 gün-derece, uyanma-hasat dönemi için 1177.6-1613.2 gün-derece; Demirköser ve Kamiloğlu (2020), uyanma-hasat dönemi için 1540.9-1999.2 gün-derece; Ünal ve Sezgin (2022), uyanma-tam çiçeklenme dönemi için 204-333 gün-derece, tam çiçeklenme-ben düşme dönemi için 278-1611 gün-derece, ben düşme-hasat dönemi için 454-1180 gün-derece, uyanma-hasat dönemi için 1275-2488 gün-derece olarak bildirmişlerdir. Çeşitler arasında EST değerleri bakımından ortaya çıkan farklılıkların çeşit, ekoloji, yıl gibi faktörlerin yanı sıra bağların yöneyleri, asmaların yaşı, kullanılan anaç ve terbiye sistemi ile kültürel işlemlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Çelik ve ark., 2005; Özdemir ve Tangolar, 2005; Gazioğlu Şensoy ve ark., 2009; Bozkurt ve ark., 2018).

Tablo 4. Üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemlerdeki EST değerleri (gün-derece)

Çeşitler	FENOLOJİK DÖNEMLER					
	Uyanma-Tam çiçeklenme			Tam çiçeklenme-Ben Düşme		
	2014	2015	Ortalama	2014	2015	Ortalama
T. İlkeren	226	221	224	996	901	949
Barış	225	232	229	996	912	954
Köhnü	289	220	255	874	976	925
Şilfoni	279	207	243	874	885	880
T. Çekirdeksiz	279	205	242	933	884	909
İtalya	316	231	274	929	882	906
Kabarcık	289	235	262	815	821	818
Cardinal	289	280	285	913	966	940
Banazı Karası	311	231	271	909	1037	973
Kızılatım	339	371	355	1099	909	1004
Kalecik Karası	286	217	252	1128	1102	1115
Hasan Dede	286	231	259	1128	1151	1140
Kureyş	334	234	284	963	981	972
Öküzgözü	344	384	364	1220	1188	1204
Amasya	344	327	336	1117	935	1026
Mazırım	334	351	343	1117	1101	1109
Tahannebi	383	251	317	906	793	850

Tablo 5. Üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemlerdeki EST değerleri (gün-derece)

Çeşitler	FENOLOJİK DÖNEMLER					
	Ben Düşme-Hasat			Uyanma-Hasat		
	2014	2015	Ortalama	2014	2015	Ortalama
T. İlkeren	581	516	549	1812	1564	1688
Barış	723	652	688	1953	1696	1825
Köhnü	894	655	775	1927	1879	1903
Şilfoni	563	441	502	1831	1567	1699
T. Çekirdeksiz	504	441	473	1831	1572	1702
İtalya	504	441	473	1831	1567	1699
Kabarcık	825	711	768	2044	1776	1910
Cardinal	524	424	474	1841	1637	1739
Banazı Karası	854	629	742	2156	1926	2041
Kızılatım	762	588	675	2218	2137	2178
Kalecik Karası	635	518	577	2131	1891	2011
Hasan Dede	635	529	582	2131	1933	2032
Kureyş	834	721	778	2146	1939	2043
Öküzgözü	698	627	663	2256	2142	2199
Amasya	698	683	691	2154	1927	2041
Mazırım	698	685	692	2144	2137	2141
Tahannebi	746	710	728	1699	1754	1727

Malatya yöresinin uzun yıllar (1991-2020) iklim verilerine göre, 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arası EST değeri 2117 gün-derece olarak hesap edilmiştir. Çelik ve ark. (1998) tarafından EST değerlerine göre yapılan sınıflandırmada, Malatya yöresinin ‘Sıcak-Ilıman: 1951-2250 gün-derece’ sınıfında yer aldığı rapor edilmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak fenolojik evrelerin meydana gelme tarihleri, bu evreleri tamamlamak için ihtiyaç duyulan gün sayıları ve EST değerlerinin çeşitlere ve yıllara göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Fenolojik gözlemlere göre, çeşitlerde uyanmanın 26 Mart-20 Nisan aralığında, tam çiçeklenmenin 8 Mayıs-9 Haziran aralığında, tane tutumunun 15 Mayıs-16 Haziran aralığında, ben düşmenin 17 Temmuz-13 Ağustos aralığında, hasat tarihlerinin ise 14 Ağustos-

23 Eylül aralığında gerçekleştiği, çeşitlerin uyanma-hasat dönemleri arası EST değerlerinin (2014-2015 yılları bazında) 1564-2256 gün-derece arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmada incelenen çeşitler arasında ürününü olgunlaştırmak için en kısa süreye ihtiyaç duyan çeşidin Şilfoni, en uzun süreye ihtiyaç duyan çeşidin ise Öküzgözü çeşidi olduğu görülmüştür. Uyanma-hasat arasında EST 1688 gün-derece (Trakya İlkeren) ile 2199 gün-derece (Öküzgözü) arasında değiştiği belirlenmiştir. Malatya yöresinde incelenen üzüm çeşitlerine göre uyanmadan hasat tarihine kadar iklimin (2014 yılı verilerine göre) karşıladığı EST toplamı (uyanma-hasat) 2368 gün-derece, (2015 yılı verilerine göre) ile 1940 gün-derece olarak belirlenmiştir. İncelenen çeşitlerden Köhnü, Şilfoni, Kabarcık, Banazı Karası, Kızılatım, Hasan Dede, Kureyş, Amasya, Mazırım ve Tahannebi üzüm çeşitlerinin yöre bağcıları tarafından tanınan eskiden beri yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitleri oldukları belirlenmiştir. Malatya yöresinin uzun yıllar (1991-2020) iklim verilerine göre, 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arası EST değeri 2117 gün-derece olarak hesap edilmiş olup yöresinin “Sıcak-Ilıman: 1951-2250 gün-derece” sınıfında yer aldığı saptanmıştır. Yörede yetiştirilmesi düşünülen üzüm çeşitlerinin “Sıcak-Ilıman” sınıfında yer alması gerektiğinin göz önünde bulundurulması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Makalede birinci yazar olan Sema Küsmüş’ün Yüksek Lisans tezinden kısmen yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

Ağaoğlu, Y S (2002). Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi), Kavaklıdere Eğitim Yayınları, Yayın No: 5, Ankara. 445.

Aktürk B ve Uzun H İ (2019). Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Antalya’daki değişik yörelere uygunlukları ve etkili sıcaklık toplamı istekleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3): 267-273.

Amerine M A ve Winkler A J (1958). Maturity studies with California grapes: the acid content of grapes, leaves, and stems. *Am. Soc. Hort. Sci.*, 71: 199-205.

Anonim (2015). Malatya Meteoroloji İstasyonları Kayıtları. İl Meteoroloji Müdürlüğü, Malatya.

Ateş F ve Uysal H (2020). Determinations of adaptation level of wine grape varieties in terms of climatic data in Aegean region. *Journal of Food Health and Technology Innovations*, 3 (7): 201-206.

Bekar T ve Cangi R (2017). Tokat'ta farklı ekolojilerde yetiştirilen Narince üzüm çeşidinin fenolojik gelişme evreleri ve etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. *Türkiye Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(2): 86-90.

Bozkurt A, Yağcı A, Mert Ö, Sucu S (2018). Bazı şaraplık üzümlerin Kırşehir ilindeki EST değerlerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 47 (Özel Sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu), 37-42.

Branas J, Bernon G, Levadoux L (1946). *Éléments de Viticulture Générale*. Imp. Déhan, Bordeaux.

Branas J (1974). *Viticulture*. Imp, Déhan, Montpellier.

Cangi R, Şen A, Kılıç D (2008). Bazı üzüm çeşitlerinin Kazova (Tokat-Turhal) koşullarındaki fenolojik özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin saptanması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2): 45-48.

Cangi R ve Demir E (2019). Bazı üzüm çeşitlerinin Mecitözü/Çorum koşullarında fenolojik özellikleri ve etkili sıcaklık toplamı (EST) değerlerinin belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 6(2): 29-35.

Cangi R, Saraçoğlu O, Uluocak E, Kılıç D, Şen A (2011). Kazova (Tokat) yöresinde yetiştirilen bazı şaraplık üzüm çeşitlerinde olgunlaşma sırasında meydana gelen kimyasal değişimler. *Iğdır Üniversitesi Fen Bil. Ens. Dergisi*, 1(3): 9-14.

Constantinescu G H, Donaud A, Elena D (1964). Détermination de la valeur de l'indice bioclimatique de la vigne pour les principaux vignobles de RP Roumaine. *Revue Roumaine de Biologie, série de Botanique*, 9: 35-40.

Çelik H, Ağaoğlu Y S, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu G (1998). Genel Bağcılık. *Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi:1*, Ankara, 253.

Çelik H, Çetiner H., Söylemezoğlu G, Kunter B, Çakır A (2005). Bazı üzüm çeşitlerinin Kalecik koşullarındaki fenolojik özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin belirlenmesi. 6. *Türkiye Bağcılık Sempozyumu, Bildiriler 2*: 390-397.

Demirkeser Ö K, Kamiloğlu Ö (2020). Identification of phenological periods and yield, quality and vegetative characteristics of some wine grapes grown in the eastern mediterranean region of Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 19(6): 47-57.

Gazioğlu Şensoy R, Balta F, Cangi R (2009). Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Van ekolojik koşullarındaki etkili sıcaklık toplamı değerlerinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(3): 49-59.

Hidalgo L (2002). *Tratado de viticultura general*. 3rd edn. Mundi-Prensa Libros, Madrid, Spain.

Huglin P (1978). Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: *Proc. Symp. Int. sur l'ecologie de la Vigne*. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contança. pp. 89-98.

Jackson D I ve Cherry N J (1988). Prediction of a district's grape-ripening capacity using a latitude-temperature index (LTI). Am. J. Enol. Vitic. 39(1): 19-28.

Jacob H E ve Winkler A J (1950). Grape growing in California. Circular 116. California Agricultural Extension Service, College of Agriculture, University of California, Berkeley, California, pp. 80.

Kamiloğlu Ö, Atak A, Kiraz M E (2014). Bazı üzüm çeşitleri ve melez çeşit adaylarının Hatay/Amik ovası koşullarındaki performanslarının belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3): 413-420.

Kaya M ve Özdemir G (2016). Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Diyarbakır koşullarındaki kalite özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu (Özel Sayı), 3(2): 199-209.

Kenny G J ve Shao J (1992). An assessment of a latitude-temperature index for predicting climate suitability for grapes in Europe. J. Hort. Sci. 67: 239-246.

Kök D ve Çelik S (2003). Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin etkili sıcaklık toplamı gereksinimlerinin belirlenmesi ve bunun kalite özellikleri üzerindeki etkisi. Trakya Üniv. Bilimsel Araştırmalar Dergisi, B Serisi Fen Bilimleri, 4(1): 23-27.

Köse B (2014). Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. varieties in the maritime climate of Samsun in Turkey's Black Sea Region. S. Afr. J. Enol. Vitic., 35(1): 90-102.

Özdemir G ve Tangolar S (2005). Diyarbakır ve Adana koşullarında yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinde fenolojik devreler ile etkili sıcaklık toplamı değerleri ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu, Eylül 2005, Tekirdağ. 2: 446-453.

Riou C, Pieri P, Leclech B (1994). Consommation d'eau de la vigne en conditions hydriques non limitantes. Formulation simplifiée de la transpiration. Vitis, 33: 109-115.

Sağlam M, Boz Y, Kiracı M A, Aydın S. (2009). Sofralık üzüm çeşitlerinin Trakya bölgesindeki değişik ekolojik koşullara uyumu. Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu 2: 129-138.

Söğüt A B ve Özdemir G (2013). Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin Diyarbakır ekolojisindeki fenolojik özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. Selçuk Tarım Gıda Bilim. Derg., (Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı), 27: 403-412.

Tonietto J ve Carbonneau A (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agric. Forest. Meteorol. 124 (1): 81-97.

Uzun H İ, Barış C, Gürnil K, Özışık S (1995). Bazı yeni üzüm çeşitlerinin Antalya koşullarına adaptasyonu üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8: 65-80.

Uzun İ (2004). Bağcılık El Kitabı. Hasat yayıncılık LTD. ŞTİ. İstanbul. 156.

Ünal M S ve Ergenoğlu F (2000). Malatya ve Elazığ İlleri Bağcılığı İle Malatya İlinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. J. Agric. Fac. Ç.Ü., 16 (2): 1-8

Ünal M S (2019). İdil/Şırnak ekolojisinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin etkili sıcaklık toplamı isteklerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 5(1): 46-53.

Ünal M S ve Sezgin H (2022). Midyat /Mardin yöresinde yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinin etkili sıcaklık toplamı ihtiyaçlarının tespiti. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1): 11-20.

Winkler A J, Cook J A, Kliewer W M, Lider L A (1974). General Viticulture. University of California Press, Berkeley.

Yıldız N ve Dilli Y (2018). Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Manisa koşullarındaki fenolojik özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin belirlenmesi. Bahçe, 47 (Özel Sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu), 409-416.



Araştırma makalesi

***Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi^a**

Mustafa Kemal GÖKMEN¹, Muhammet KAYA¹, Fahriye SÜMER ERCAN^{1*} 

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): fahriye.ercan@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 14.06.2022 / Kabul (Accepted): 25.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Bu çalışmada “süper/mucize bitki” olarak bilinen *Aronia melanocarpa* kaynaklı bitki özütlerinin, büyük bal mumu güvesi olarak bilinen ve arı kovanlarında peteklerin üzerinde gal yaparak verimin düşmesine yol açan *Galleria mellonella* ile domateste solgunluk hastalığına yol açan *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa* Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde temin edilmiştir. Bitkinin meyve, gövde ve yaprakları etüvde kurutulduktan sonra öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiş ve distile su içerisinde 24 saat çalkalayıcı inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda filtre kâğıdından süzülen özütler çalışmada kullanılmaya kadar 4°C’de saklanmıştır. Çalışmada *G. mellonella*’nın son dönem larvaları üzerine bitkinin yaprak özütü uygulanmıştır. Uygulamalar her larvanın sol en son bacağına bitki özütünün mikroenjektör ile enjekte edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. 24 saat sonunda, uygulama yapılan böceklerin %50’si ve %90’ını öldüren bitki özütü konsantrasyonları (LC₅₀, LC₉₀) probit analizi ile belirlenmiştir. Fungal patojenin üretimi geleneksel olarak kullanılan PDA (Patates Dekstroz Agar) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiden elde edilen yaprak, gövde, meyve özütleri ve hydrosolün, belirlenen yüzdelerde besi yerine ilave edilmesinden sonra fungus ekimi yapılmış ve 3, 5 ve 7. günlerde % engelleme oranları tespit edilmiştir. Sonuçlar, bitkiye ait özellikle yaprak özütünün, zararlı böcek üzerine öldürücü, bitki hastalık etmeni üzerine engelleyici etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Aronia melanocarpa*, *Galleria mellonella*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, bitki özütü

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Gökmen M K, Kaya M, Sümer Ercan F (2022). *Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1):24-31

Lethal and inhibitory effect of *Aronia melanocarpa* plant extract on *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

ABSTRACT

In this study, the effects of plant extracts from *Aronia melanocarpa*, known as “super/miracle plant” on *Galleria mellonella*, which is known as the great wax moth and causes gall on the honeycombs in beehives and a decrease in yield, and *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, which causes wilt disease in tomatoes, were investigated. *Aronia melanocarpa* used in the study was obtained from Aronia Sante company, which produces it in Kırklareli region, in a diagnosed form. After the fruit, stem and leaves of the plant were dried in the oven, they were powdered with the help of a grinder and kept in distilled water in a shaker incubator for 24 hours. At the end of the period, the extracts filtered through filter paper and were stored at 4°C until used in the study. In the study, the leaf extract of the plant was applied on the late-stage larvae of *G. mellonella*. Applications were carried out by injecting the plant extract into the left of the last pair of legs of each larva with a microinjector. After 24 hours, the plant extract concentrations that killed 50% and 90% of the treated insects (LC₅₀, LC₉₀) were determined by probit analysis. Production of the fungal pathogen was carried out on conventionally used PDA (Potato Dextrose Agar). After adding the leaves, stems, fruit extracts and hydrosol obtained from the plant to the medium, the fungus was cultivated, and the % inhibition rates were determined on the third, fifth and seventh days. The results revealed that especially the leaf extract of the plant has a toxic effect on harmful insect and inhibiting effect on plant disease factor.

Keywords: *Aronia melanocarpa*, *Galleria mellonella*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, plant extract

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Sürekli artmakta olan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ile sağlanabilmektedir. Sürdürülebilirlik ise doğru çeşit seçimi, uygun gübreleme, kültürel işlemler, dengeli sulama ve bunların yanında hastalık, zararlı, yabancı otlar gibi baskılayıcı, üretimi kısıtlayan faktörlerin ortadan kaldırılması veya kısmen engellenmesi ile devam ettirilebilmektedir. Dünyada tarımsal üretime sorun teşkil eden, kalite ve verime doğrudan etki edip büyük kayıplara yol açan hastalıklar ve zararlıların mücadelesinde uzun yıllardır yoğun ilaç kullanımı görülmektedir. Tarımsal zararlı ve hastalıklar ile savaşım için dünya çapında 2,5 milyon ton pestisit kullanılmakta ve kullanılan kimyasalların insan sağlığı, toprak ve çevreye karşı olumsuz etkileri gibi pek çok dezavantajları bulunmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılması gerekli hale gelmiştir. Özellikle bitkisel pestisit olarak isimlendirilen etkili ve güvenli bitki özütleri ve uçucu yağları tarımsal savaşım için önemli bir alternatif olmuştur. Bitkisel kökenli bu ürünlerin, hastalıklar

ve zararlılar ile mücadelede, çevre ve insan sağlığı açısından daha güvenli olduğu tüm dünyada kabul görmüştür (Sivrikaya ve ark., 2021).

Beslenme açısından büyük öneme sahip olan tahıl, sebze ve meyve gibi ürünler fungal enfeksiyonlara karşı hassastırlar. Enfeksiyonlara neden olan funguslar, üretim ve üretim sonrası birçok zarara neden olmakta ve büyük sorunlara yol açmaktadır. En yaygın türleri *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerine bağlı türleridir. Özellikle *Fusarium* türleri, bitkilerde solgunluk, kök, gövde ve meyve çürüklüğüne neden olmakta, tahıllarda ise başak yanıklığı ve hasat sonrası çürümelere yol açmaktadır. Verim ve kaliteye etki eden bir diğer önemli faktör ise zararlı böceklerdir. Zararlılar uygun nem ve iklim koşullarında hızla çoğalır ve farklı dönemlerinde farklı zararlanmalara neden olurlar. Direk ürüne zarar vermelerinin yanı sıra hastalıkları taşıyarak vektör olma ve bitkide yaralanmalar meydana getirerek sekonder zararlara da yol açabilmektedirler. Mücadelede her yıl tonlarca kimyasal kullanılmakta ve bu mücadele ekosisteme zarar vermektedir. Bu zararın da önüne geçmek amacı ile alternatif savaşım modelleri kullanılmaktadır. Bitkisel pestisitler ile mücadele bunlardan biridir ve bitkisel kökenli maddelerin böcek öldürücü etkilerini ortaya koyan pek çok çalışma bulunmaktadır (Ercan ve ark., 2013).

Bitki özütleri, bitkinin gövde, yaprak ve meyvesinin belirli sıcaklıklarda kurutularak parçalanması sonucunda su, alkol gibi çeşitli çözücülerle bileşenlerinin ayrılması, toksik maddelerden arınması ve daha kararlı hale gelmesi ile elde edilen katı, sıvı veya viskoz kıvamlı konsantre preparatlardır (Zuzarte ve ark. 2013). Bitki özütlerinin yanı sıra zararlılar ve hastalıklarla mücadelede kullanılan alternatif savaşım ürünlerinden biri de hidrosoldür. Hidrosol, hidrolat olarak da bilinen çiçek veya bitki özuları, distile özuları veya bitki suları olup damıtma sonucu oluşan su içeren üründür. Hidrosollerin birçok tıbbi faydası bulunmaktadır. Çünkü damıtma sırasında bitkinin suda eriyen bileşen, vitamin ve minerallerini içeriğinde bulundurur (Sagdic, 2003).

Büyük balmumu güvesi, *Galleria mellonella*, arı kovanlarında petekler üzerine yerleşerek verimin düşmesine neden olan bir zararlıdır. *G. mellonella* besinsel ihtiyaçları, ekolojik adaptasyonu ve gelişme özellikleri ile entomolojik araştırmalarda tercih edilen bir türdür. Ekonomik yönden zararlı böceklere karşı kullanılan kimyasal mücadelenin yarattığı olumsuz sorunlar biyolojik mücadele çalışmalarının önem kazanmasına neden olmuştur (Alkaş İ., 2007). Bu amaçla, biyolojik mücadele ajanlarının kullanımının yanı sıra, çevre dostu teknikleri içeren, bitki özüt ve uçucu yağlarının zararlı böcekler üzerine öldürücü ve repellent etkilerin belirlenmesine yönelik çalışmalar uzun yıllardır süregelmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar aromatik bitkiler tarafından üretilen uçucu yağların ve bitki ekstraktlarının depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede başarılı şekilde kullanıldığını göstermektedir (Erler, 2005, Negahban ve ark., 2007). Bu doğal ürünler zararlı böceklere karşı kullanılabilir. Aynı zamanda bu ürünler hedef zararlıya karşı repellent etki göstererek ömür uzunluğu ve üreme potansiyeli gibi değişik özellikler üzerine de olumsuz etki yapabilirler.

G. mellonella larvaları laboratuvar şartlarında ucuz yapay besinlerde bol miktarda üretilebildiği için fizyoloji, biyokimya ve moleküler biyoloji çalışmalarında model organizma olarak

kullanılmaktadır. Biyolojik mücadelede kullanılan parazitoid böceklerin yetiştirilmesinde doğal konak böcek olarak kullanılması, insektisit etkinlik denemelerinde, hatta insan ve diğer memelilerde hastalık yapan mikroorganizmaların patojenitesinin belirlenmesinde yaygın kullanımından dolayı önemi gittikçe artmaktadır. Ayrıca bu böceğin dahil olduğu ailenin içindeki birçok türün depolanmış ürün zararlısı olmaları açısından tarımsal olarak da önemlidirler (Sefer ve Büyükgüzel, 2018).

Bu çalışmada süper meyve olarak adlandırılan ve tıbbi aromatik bir bitki olan Aronya (*Aronia melanocarpa*)'dan elde edilen gövde, yaprak ve meyve özütleri ile meyve hidrosolünün tarımsal üretimde büyük zarara neden olan fungal bir hastalık etmeni *F. oxysporum f. sp. lycopersici*, ve zararlılar üzerine yapılan çalışmalarda model organizma olarak kullanılan *G. mellonella* üzerine engelleyici ve öldürücü etkisi araştırılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda başarıya ulaşmak, ekosisteme kimyasallar ile verdiğimiz zararı en aza indirgeyerek alternatif mücadeleye katkı sağlayacak ve yeni bir bitkisel pestisit için aktif madde olabilecek sonuçlar ortaya koyacaktır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa* Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde meyve, yaprak ve sap olarak satın alınmıştır. Satın alınan bitki materyalleri projede hidrasol ve özüt olarak kullanılmıştır.

Ekstraksiyon işlemi için bitkinin yaprak ve sapsuları etüvde kurutulduktan sonra öğütücüde parçalanmış ve distile saf suyun içerisinde 24 h çalkalayıcıda bekletilmiştir. Meyveler de aynı şekilde kurutulmuş, sıvı azot içinde toz haline getirilerek yine saf distile su içerisinde 24 h süre ile çalkalanmıştır. Bitkinin meyvelerinde uçucu yağ eldesi amacıyla clevenger cihazı kullanılmış ancak uçucu yağ elde edilememiştir. Bu yöntem sırasında elde edilen hidrosol denemelerde kullanılmıştır.

Galleria mellonella'nın Laboratuvar Koşullarında Üretimi ve Bitki Materyalinin Uygulanması

Çalışmada yer alan *G. mellonella*'nın yumurtaları Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün stok kültüründen alınmıştır. Yumurtaları küçük, kremsi pembe ve beyazımsı renktedir. *G. mellonella*'nın yetiştirilmesinde mısır unu, su, kepek, süt tozu, bal, gliserol, maya, bal besinleri kullanılmıştır. Bunun için balmumu güvesi yumurtaları önce 1/3'ü besinle doldurulmuş 1 litrelik cam kavanozlara alınıp yumurta bırakmaları için cam kavanozun ağız kısmına kağıt yerleştirilmiş ve bunun üzerine ise sineklik teli ve metal kelepçe ile kapatılmıştır. Kavanozlardaki larvalar 8 günlük olduktan sonra yine 1/3'ü besinle dolu 1 litrelik ayrı cam kavanozun içerisine 8 günlük larvalar pensle alınıp konulmuştur ve bu kavanozlarında ağızları sineklik teli ve metal kelepçe ile kapatılmıştır. Kullanılan inkübatörün sıcaklığı $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, ortalama orantılı nemi $\%65 \pm 5$ 'e ve karanlıkta olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme çalışmaları her gün kontrol edilerek besini azalanlara besin ilavesi yapılmıştır.

Larvalara bitki materyali uygulaması için, yaprak özütü kullanılmıştır. Uygulanacak özütün konsantrasyonu uygulamalar sırasında belirlenmiştir (60 mg/mL, 50 mg/mL, 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL ve 10 mg/mL). Bu işlem için larvalar %70 alkol ile steril bir eküvyon aracılığıyla silinmiş ve larvaların sol en son bacaklarına (proleg) mikroenjektör ile doğrudan enjeksiyon gerçekleştirilmiştir (Alvandal ve ark. 2016). Kontrol grubuna dH₂O uygulanmış ve hem kontrol hem de uygulama yapılan larvalar 28±2°C, %65±5 bağıl neme ayarlı ve gün boyu karanlıkta olacak şekilde inkübatörde takip edilmiştir. Böcek larvaları 24 h boyunca belirlenen dozlarda maddeye maruz bırakıldıktan sonra ölüm oranları belirlenerek ve LC₅₀ ve LC₉₀ dozlarını saptamak için probit analizi yapılmıştır.

Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici Üretimi ve Bitki Materyalinin Uygulanması

Çalışmada kullanılan fungus türü, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarı'ndan stok kültür olarak temin edilmiştir. Teşhisi Dr. Öğr. Üye. Yusuf BAYAR tarafından yapılmıştır. Fungal patojenin üretimi geleneksel olarak kullanılan PDA (Patates Dekstroz Agar) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Erlen içerisinde hazırlanan PDA otoklav ile sterilize edildikten sonra yaklaşık 20 ml sıvı medium petri kaplarına transfer edilmiştir. Kontrol petrilere hiçbir özüt ya da hidrosol eklemesi yapılmazken uygulamalar için yaprak ve gövde özütlerinden %1, %5 ve %10'luk, meyve özütü ve hidrosolden ise %1 ve %5'lik çözeltiler hazırlanarak besi yerine eklendikten sonra petrilere dökülmüştür. Her bir doz uygulaması üçer tekrarlı olarak kurulmuştur. Bu şekilde hazırlanan besi yerlerine stok kültürden alınan funguslar transfer edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Aronia malanocarpa yaprak özütünün Galleria mellonella larvalarına uygulama sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda yaprak özütü (60 mg/mL, 50 mg/mL, 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL ve 10 mg/mL) PBS (fosfat tamponlu salin) içinde seyreltilmiş ve her larvanın sol en son bacağına 5 µl özüt mikroenjektör ile enjekte edilmiştir. Her grup için 10 böcek kullanılmış ve 6 tekrar yapılmıştır. 24 saat sonunda, uygulama yapılan böceklerin %50'si ve %90'ını öldüren yaprak özütü konsantrasyonlarını (LC₅₀, LC₉₀) belirleyebilmek için Probit analizi yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. *Aronia melanocarpa* yaprak özütü uygulanan *Galleria mellonella* larvalarının LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Time (24 h)	N	LC ₅₀	LC ₉₀	df	Chi-Square	Sig.
	10	32	53,471	5	1,972	0,887 a
95% confidence limits		21,135-37,825	48,171-70,226			

Aronia malanocarpa özütlerinin *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* üzerine uygulama sonuçları

Uygulama sırasında belirlenen yüzdelerde hazırlanan yaprak, meyve ve gövde özütlerine ait çözeltiler ve hidrosolün neden olduğu % engelleme sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Kontrol petrilere hiçbir özüt ya da hidrosol eklemesi yapılmamıştır. 3., 5. ve 7. günde oluşan inhibisyon zonları milimetre olarak ölçülmüştür. Kontrol petrilere herhangi bir engelleme olmamıştır. En yüksek oranda engelleme %10’luk yaprak özütü uygulamasından elde edilmiş olup bu dozda yapılan uygulama sonrası 3., 5. ve 7. günlerde yapılan kontrollerde %100 engelleme olduğu saptanmıştır.

Tablo 2. *Aronia malanocarpa* yaprak özüt ve hidrosolü uygulanan *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* hastalık etmeninde % engelleme sonuçları

Doz	% Engelleme												
	Kontrol	Yaprak 3. gün	Yaprak 5. gün	Yaprak 7. gün	Gövde 3. gün	Gövde 5. gün	Gövde 7. gün	Meyve 3. gün	Meyve 5. gün	Meyve 7. gün	Hidrosol 3. gün	Hidrosol 5. gün	Hidrosol 7. gün
%1	0	50	33	25	0	0	12.5	25	17	37.5	25	7	12.5
%5	0	50	33	37.5	0	17	15	50	33	30	0	0	12.5
%10	0	100	100	100	25	17	33	-	-	-	-	-	-

Bitkiler, zengin biyoaktif kimyasal kaynakları oluşturdukları için mevcut kullanılan kimyasal temelli böcek kontrol ajanlarına karşı potansiyel alternatifler sağlayabilmektedir. Böylece, entegre zararlı yönetiminde kullanım için, yeni ve daha güvenli böcek kontrolü geliştirilmesine kaynak oluşturabilirler. Çok önemli farmakolojik etkileri ile birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin, tarım zararlılarına karşı kullanım potansiyellerinin ortaya konması için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Ayvaz ve ark. 2009). Birçok bitki özütü ve uçucu yağın, özellikle, çeşitli depolanmış ürün zararlılarına karşı ovisidal, repellent ve öldürücü etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bunun yanında, bazı bitki türevli özütlerin insektisit dirençli böceklere karşı oldukça etkili olduğu bulunmuştur (Ahn ve ark., 1997).

Bitkilerde çeşitli hastalıklara yol açan, mantar, bakteri, nematod ve virüs gibi bitki patojenleri içinde, mantarlar bitkilere zarar veren başlıca patojenler olarak bilinmektedir. Mantar hastalıkları, dünya çapında tarımsal üretimde, önemli miktarda ürün kaybına neden olmaktadır. Bitkiler üzerinde büyüyen *Fusarium* spp. gibi bitki patojenleri, tüketicilere ciddi şekilde zarar verebilecek mikotoksinler üretebilmektedir. Bazı üreticiler, mantar hastalıklarını kontrol etmek için zararlı böcek kontrolüne benzer şekilde kimyasal mantar öldürücüler kullanmaktadır. Bununla birlikte, birçok mantar ilacı insanlar için de toksiktir ve çevresel kontaminasyona neden olabilmektedir (Moenne-Locoz ve ark., 1998). Bu anlamda, tıbbi ve aromatik bitki kaynaklı ürünlerin fungal hastalık etmenlerine karşı etkinliklerinin belirlenmesi de nispeten toksik olmayan ve uygun maliyetli mantar öldürücüler üretebilecek başka bir alternatif sunmaktadır.

Sonuç

Tarımsal üretimde kullanılan kimyasal temelli pestisitler başta insan sağlığı olmak üzere, çevre ve hedef dışı organizmalar için oldukça tehlikelidir. Birçok bitkinin farklı kısımları gerek uçucu yağ gerekse özüt olarak böcek öldürücü, antibakteriyel, antifungal, antikanser gibi pek çok biyolojik aktivitesi açısından da araştırılmakta ve kullanım potansiyelleri ortaya konmaktadır. Aronya da bu yönüyle oldukça büyük bir potansiyele sahip olup tıbbi ve biyolojik özellikleri açısından son yıllarda oldukça dikkat çekmiştir. Bununla birlikte, yapılan literatür taramasında, bu bitkinin böcek öldürücü potansiyelinden ziyade, üzerinde zarar yapan böceklerin mücadelesine yönelik çalışmaların daha yoğunlukta olduğu görülmüştür. Bu yönüyle, çalışmadan elde edilen sonuçlar hem bitki hastalık etmenleri hem de zararlı böceklerle mücadelede Aronya kaynaklı ürünlerin belirgin bir potansiyeli olduğu ve biyopestisit geliştirme çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

Ahn Y J, Kwon M, Park H M, Han C G (1997). Potent insecticidal activity of *Ginkgo biloba*-derived trilactone terpenes against *Nilaparvata lugens*. P.A. Hedin, R.M. Hollingworth, E.P. Masler, J. Miyamoto, D. Thompson (Eds.), *Phytochemical Pest Control Agents*. ACS Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, DC. pp. 90-105.

Alkaş İ (2007). Besin Bileşenlerinin *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera:Pyralidae) Larvalarının Gelişme Ve Protein Sentezine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 29p.

Alvandial A, Jawadi M H, Altıntaş Z N, Yıldız N, Karaman M (2016). *Candida albicans*'ın Salgısal Asit Proteinaz Etkinliğinin Araştırılmasında In Vivo Model Olarak *Galleria mellonella* Larvanın Kullanılması. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 46(2):69-75.

Ayvaz A, Karaborklu S, Sagdic O (2009). Fumigant toxicity of five essential oils against the eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Asian Journal of Chemistry* 21:596-604.

Ercan F S, Bas H, Koç M, Pandır D, Öztemiz S (2013). Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37(1), 719-725.

Erler F (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Journal of Plant Diseases and Protection* 112:602-611.

Moenne-Loccoz Y, Powell J, Higgins P, McCarthy J, O’Gara F (1998). An investigation of the impact of bio-control *Pseudomonas fluorescens* F113 on the growth of sugar beet and the performance of subsequent clover-Rhizobium symbiosis. *Applied Soil. Ecology* 7:225–237.

Negahban M, Moharramipour S, Sefidkon F (2007). Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia siberi* Besser against three stored-product insects. *Journal of Stored Product Research* 43:123-128.

Sagdic O (2003). Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *LWT – Food Science and Technology* 36 (5), 467–47.

Sefer N E, Büyükgüzel K (2018). Piperazinin *Galleria mellonella*’nın Yaşama Gelişimi Üzerine Etkisi. *Karaelmas Fen Ve Mühendislik Dergisi* 8(1):365-372.

Sivrikaya I S, Tosun B, Kararkaya E (2021). *Origanum onites* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. Uçucu Yağlarının Kimyasal İçeriklerinin ve *Fusarium solani*’ ye Karşı Antifungal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(2): 329–335.

Zuzarte M, Gonçalves M J, Cavaleiroa C, Cruz M T, Benzarti A, Marongiud B, Maxia A, Piras A, Salgueiroa L (2013). Antifungal and anti-inflammatory potential of *Lavandula stoechas* and *Thymus herba-barona* essential oils. *Industrial Crops and Products* 44: 97-103.



Araştırma makalesi

Tuz Stresi Altındaki Domates Bitkilerine Yapılan Mikrobiyal (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* ve *Trichoderma Harzianum* T78) Uygulamaların Morfolojik ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri ^a

Alim AYDIN¹, Ayşe Nur ÇETİN^{1*}, Hakan BAŞAK²,
Ayşe BAŞPINAR¹

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Rektörlük, Pilot Tarım ve Jeotermal Proje Koordinatörlüğü 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

² Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

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

Makale almış (Received): 20.06.2022 / Kabul (Accepted): 25.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Bitki büyümesi ve gelişmesi, tarımsal üretimi sınırlayan önemli bir çevresel stres olan tuzluluktan olumsuz etkilenir. Mikoriza ve rizobakterilerin tuzlu koşullarda bitki büyüme ve gelişmesi üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, bunların sinerjik etki oluşturdıkları ve bitki büyüme ve gelişmesini artıracakları düşünüldüğünden bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada tuz stresi altındaki H2274 ve SC2121 domates çeşitlerine uygulanan mikoriza (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*) ve bakteri (*Trichoderma harzianum* T78) uygulamalarının morfolojik ve fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme tam otomasyonlu, iklim kontrollü venlo tip cam serada saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında domates bitkileri 8 farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. Çalışma konuları; 1) Kontrol (Mikrobiyal uygulama yapılmamış), 2) Mikrobiyal uygulama yapılmamış+Tuz stresi (100Mm NaCl), 3) Mikoriza uygulanmış, 4) Mikoriza+Tuz stresi, 5) Trichoderma uygulanmış, 6) Trichoderma+Tuz, 7) Mikoriza+Trichoderma uygulanmış 8) Mikoriza+Trichoderma+Tuz stresi uygulamalarından oluşmuştur. Çalışmada iki domates çeşidinde farklı uygulamaların etkilerini belirlemek amacıyla incelenen kriterler; bitki boyu, gövde çapı, bitki yeşil aksamı (yaprak ve gövde) ve kökün taze ve kuru ağırlıkları ve SPAD değeri (klorofil indeksi) gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre her iki domates çeşidinde de tuz stresi uygulanmamış bitkilerde mikrobiyal uygulamalar incelenen parametreler çerçevesinde istatistiki anlamda önemli düzeyde olumlu etki göstermiştir. Tuz stresi uygulanan bitkiler biyomas gelişimi olarak olumsuz etkilenmiştir. Mikoriza (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*) ve bakteri (*Trichoderma harzianum* T78) uygulamaları kontrol ve tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde bitki boyu, gövde taze

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Aydın A, Çetin A N, Başak H, Başpınar A (2022). Tuz Stresi Altındaki Domates Bitkilerine Yapılan Mikrobiyal (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* ve *Trichoderma Harzianum* T78) Uygulamaların Morfolojik ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1): 32-42

ve kuru ağırlık, kök taze ve kuru ağırlık, kök morfolojik özelliklerini ve SPAD değerlerinin artışına neden olmuştur. Tuz stresinin domates bitkisinin büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerinin mikoriza ve *Trichoderma* uygulamaları ile önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bakteri, Mikoriza, Tuz stresi, Domates

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Research article

Effects of Microbial (*Glomus iranicum var. tenuihypharum* and *Trichoderma Harzianum* T78) Applications on Morphological and Physiological Properties of Tomato Plants Under Salt Stress

ABSTRACT

Plant growth and development are adversely affected by salinity, an important environmental stress that limits agricultural production. Considering the effects of mycorrhiza and rhizobacteria on plant growth and development in saline conditions, this study was carried out because it is thought that they create a synergistic effect and increase plant growth and development. In this study, it was aimed to determine the effects of mycorrhiza (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*) and bacteria (*Trichoderma harzianum* T78) applied to H2274 and SC2121 tomato cultivars under salt stress on morphological and physiological parameters. The study was carried out as a pot experiment in a fully automated, climate-controlled venlo type glass greenhouse. Eight different applications were made to tomato plants. The study subjects: 1) Control (No microbial application), 2) No microbial application + Salt stress (100Mm NaCl), 3) Mycorrhiza applied, 4) Mycorrhiza + Salt stress, 5) *Trichoderma* applied, 6) *Trichoderma* + Salt, 7) Mycorrhiza + *Trichoderma* 8) Mycorrhiza + *Trichoderma* + Salt stress applications. In the study, the criteria examined in order to determine the effects of different applications on two tomato cultivars. Parameters such as plant height, stem diameter, plant green parts (leaf and stem) and fresh and dry root weights and SPAD value (chlorophyll index) were investigated. According to the results of the study, microbial applications in both tomato cultivars in plants without salt stress showed a statistically significant positive effect within the framework of the investigated parameters. Plants subjected to salt stress were negatively affected in terms of biomass development. Mycorrhiza (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*) and bacteria (*Trichoderma harzianum* T78) treatments caused an increase in plant height, fresh and dry stem weight, fresh and dry root weight, root morphological characteristics and SPAD values in plants grown in control and salty conditions. It has been determined that the negative effects of salt stress on tomato plant growth can be significantly reduced by mycorrhiza and *Trichoderma* applications.

Keywords: Bacteria, Mycorrhiza, Salt stress, Tomato

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Domates, dünyada üretim-tüketim miktarı, ticareti yapılan tarım ürünleri arasında ilk sırada olması, insan beslenmesinde önemi ve gıda sanayinde dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu, domates suyu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli sebzelerin başında gelmektedir. Dünya domates üretiminde 2020 yılı itibarıyla 64.8 milyon tonluk üretimi ile Çin ilk sırada, 20.5 milyon tonluk üretimi ile Hindistan ikinci, Türkiye 13.2 milyon tonluk üretimi ile üçüncü üretimi ile sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Son yıllarda olumsuz etkileri daha çok hissedilen küresel ısınma nedeni ile çevresel ve iklimsel sorunlar yaşanmaktadır. Bitkisel üretim hem biyotik hem de abiyotik stres faktörleri tarafından etkilenmekte olup gelecekte özellikle abiyotik stres faktörlerinin daha etkili olacağı düşünülmektedir. Küresel ısınmanın gelecekteki en önemli olumsuz etkilerinden biriside tuz stresidir. Tuz stresi altındaki topraklarda yetiştirilen bitkisel üretimde verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir. Düşük yağış, yüksek evapotranspirasyon, tuz yatakları, tuzlu sulama suyu ve yanlış yapılan sulamalar tarım alanlarında “Tuzluluk probleminin” ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça kısıtlıdır ve verimde önemli düşüşlerle karşılaşmaktadır. Tuzluluğun artışına bağlı olarak sürdürülebilir tarım alanlarının önümüzdeki 25 yıl içerisinde %30’unun, 21. yüzyılın ortalarında ise %50’sinin tahrip olabileceği bildirilmektedir (Ahmadi ve ark., 2009; Bonilla ve ark., 2002; Munns, 2002). Tuz stresi; bitkilerin kök çevresinde düşük su potansiyeline, Na ve Cl iyonlarının artmasına ve beslenmede ortaya çıkan dengesizliklere neden olmaktadır. Bitkisel üretimde tuz stresinin etkisini azaltmak için tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi, tuza tolerant genotiplerin seçimi ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi gibi yöntemler kullanılmaktadır (Daşgan ve ark., 2007). Bu yöntemlerin maliyetinin yüksek olması ve uygulanabilirliğinin zor olması sebebiyle tuz stresi ile mücadelede mikrobiyal uygulamaların önemini arttırmıştır. Son zamanlarda, stres koşullarında yetiştirilen bitkilere tolerans kazandırmada bitki gelişimini teşvik eden bakteri ve mikoriza kullanımı yoğun olarak araştırılmaktadır. Bitkilerde toleransın geliştirilmesi için biyotik uyarıcılar (bakteri, fungus, virüs ve nematodlar) ya da abiyotik uyarıcılar (salisilik asit, glisin, jasmonat, etilen ve bazı herbisitler) birçok kültür bitkisinde kullanılmaktadır (Ozeretskovskaya, 1995). Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) gerek antagonistik ilişki gerekse bitki gelişimi ve veriminde artış sağlamaları nedeniyle önemli bir role sahiptir (Gül ve ark., 2008). PGPR’ler bitki gelişiminde; (1) havadaki serbest azotun bağlanması, (2) farklı bitki hormonlarının sentezi, (3) minerallerin çözülmesi ve (4) bitkilerde hormon seviyelerini ayarlayan enzimlerin sentezi gibi bakteri tarafından üretilen veya çevreden besin maddelerinin alımını kolaylaştıran bir bileşiği bitkiye sağlayarak doğrudan etkilerler (Çelik ve ark., 2020). Ayrıca bitkisel gelişimi teşvik eden bakteriler, fosforun çözünürlüğünü, su kullanım etkinliğini ve bitki besin elementlerinin alımını arttırmaktadır (Samancıoğlu & Yıldırım, 2015). Mikorizaların bitkiler ile mikroorganizmalar arasında görülen önemli simbiyotik ilişkilerden birisi olduğu, bitkilerin yeryüzündeki dağılışında önemli rol oynadıkları düşünülmektedir (Ahmadi ve ark., 2009; Bonilla ve ark., 2002; Munns, 2002). Arbüsküler mikorizal (AM) funguslar bitkinin büyüme ve gelişmesini uyarmasının yanında, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleransın arttırmasına da katkı sağlarlar (Çelik ve ark., 2019). Bununla beraber AM fungusların besin elementi alımını, transferi, suyun etkin

kullanımı ve klorofil içeriği gibi önemli biyokimyasal ve fizyolojik özellikler üzerinde de önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Çelik ve ark., 2019; Kaya ve ark., 2009). Birçok sebze türünde; domates (Al-Karaki ve ark., 2001), biber (Altunlu, 2020; Seymen ve ark., 2015) ve hıyar (Çetin ve ark., 2021) üzerinde mikorizal ve bakteriyel ilişkilerin bitki besin elementi içeriği, bitkinin büyüme ve gelişmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, tuz stresi koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde mikoriza, Trichoderma uygulamalarının bazı bitkisel gelişim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma 2020 yılı ilkbahar-yaz döneminde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi jeotermal ısıtmalı, tam otomasyonlu, venlo tip, cam AR-GE serasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak H2274 ve SC2121 standart domates çeşitleri kullanılmıştır. Denemede Simborg firmasından temin edilen TrichoSym Bio ticari isimli *Trichoderma harzianum* T78 [5×10^8 kob/ml] türü içeren bakteri ve Mycoup ticari isimli *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* [1.2×10^4 (propagül)/100 ml] türü içeren Arbusküler Mikoriza Fungusu (AMF) ürün yetiştirme ortamlarına uygulanmıştır. Denemede bakteri ve AMF'nin uygulama dozu olarak üretici firma Simborg tarafından TrichoSym Bio ve Mycoup için önerilen sırasıyla 200 ml/da, 300g/da uygulama dozları dikkate alınmıştır. Çalışmada 5 kg saksılar içerisine 4.5 kg toprak koyulmuş ve fideler 24.05.2020 tarihinde her saksıda bir bitki olacak şekilde dikilmiştir. Çalışma konularını ve deneme deseni Tablo 1'de verilmiştir (Tablo 1). Bitkilere mikoriza ve Trichoderma aşılama dikimden üç gün sonra fide köklerine toz ve sıvı formülasyondaki AMF ve Trichoderma suda çözülerek bitki başına 250 ml çözelti olacak şekilde uygulanmıştır. Tuz uygulamalarına dikim tarihinden 10 gün sonra 10 mM NaCl ile başlanmıştır. Kademeli olarak tuz konsantrasyonu her iki güne 10 mM artırılarak 20. günde son doz olan 100 mM NaCl'e ulaşılmıştır. Bitkiler dikimden itibaren 40 günlük iken denemeye son verilmiştir.

Tablo 1: Deneme deseni

Çeşit	Kontrol (2 EC)	Stres (10 EC)
H2274	Kontrol	Kontrol
	Mikoriza	Mikoriza
	Trichoderma	Trichoderma
	Mikoriza*Trichoderma	Mikoriza*Trichoderma
SC2121	Kontrol	Kontrol
	Mikoriza	Mikoriza
	Trichoderma	Trichoderma
	Mikoriza*Trichoderma	Mikoriza*Trichoderma

Çalışmada ölçülen parametreler;

Bitki boyu (cm): Deneme sonunda bitkilerde bitki boyları metre yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.

Gövde çapı (mm): Deneme sonunda bitkilerde gövde çapı bir kumpas yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.

Klorofil indeksi (SPAD): Konica Minolta SPAD-502 cihazı ile ölçülmüştür.

Kök ve Gövde taze ve kuru ağırlıkları (g): Deneme sonunda bitkiler kök, gövde ve yaprak olmak üzere organlarına ayrıldı, taze ağırlıkları bir terazi yardımıyla ölçüldü ve sonrasında 65°C'lik etüvde üç gün bekletildikten sonra kuru ağırlıkları belirlendi.

Veri Analizi: Araştırma “faktöriyel deneme” deneme desenine uygun olarak 3 faktörlü (mikrobiyal uygulama ve tuz stresi ve çeşit) ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler, SPSS (sürüm 16.0) istatistik paket programında değerlendirilmiş; uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tuz stresi sebze üretimini olumsuz yönde etkileyen stres faktörlerinden birisi olup, bitki büyümesini ve verimliliğini önemli ölçüde düşürmektedir. Kontrol ve tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilere yapılan mikrobiyal uygulamalar çeşitler arasında oldukça farklılık göstermiştir. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen çeşitlerin, bitki boyu ve gövde çapı olumsuz yönde etkilenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2 : Tuz stresi koşullarında mikrobiyal aşılamanın bitki boyu ve gövde çapı üzerine etkisi

Çeşit	Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)		% Değişim	Gövde Çapı (mm)		% Değişim
		Kontrol	Tuz Stresi		Kontrol	Tuz Stresi	
H2274	A	40.67 ^c	27.67 ^g	31.97	8.48 ^{bc}	6.95 ^{ef}	18.00
	B	43.00 ^{bc}	30.00 ^{fg}	30.23	9.32 ^a	7.17 ^e	23.06
	C	43.00 ^{bc}	30.67 ^{fg}	28.68	9.05 ^{ab}	7.07 ^{ef}	21.85
	D	43.00 ^{bc}	31.00 ^{efg}	27.91	8.20 ^{cd}	6.95 ^{ef}	15.20
SC2121	A	44.67 ^{bc}	37.00 ^d	17.16	7.62 ^{de}	7.49 ^{de}	1.71
	B	49.67 ^a	36.00 ^d	27.52	9.32 ^a	7.07 ^{ef}	24.11
	C	46.33 ^{ab}	33.67 ^{def}	27.34	9.27 ^a	7.10 ^e	23.41
	D	46.00 ^{ab}	34.67 ^{de}	24.64	9.69 ^a	6.29 ^f	35.07
Çeşit		**			Ö.D		
Uygulama		Ö.D			**		
Stres		**			**		
Uyg*Stres		Ö.D			**		
Çeşit* Stres		Ö.D			Ö.D		
Uyg*Çeşit		Ö.D			Ö.D		

F değerleri: p < 0.05 (*), p < 0.01 (**) ve Ö.D. önemli değil

* Uygulamalar: A-(Kontrol), B-(Mikoriza), C-(Trichoderma), D-(Mikoriza*Trichoderma).

Kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilerde en yüksek bitki boyu mikoriza uygulanan SC2121 çeşidinde (49.67 cm) ölçülmüştür. Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde ise en yüksek bitki boyu, SC2121 çeşidinde mikoriza ve Trichoderma uygulaması yapılmayan bitkilerinde (37.00 cm) elde edilmiştir. Tuzlu koşullarda yetiştirilen H2274 çeşidinde en yüksek bitki boyu mikoriza*Trichoderma uygulaması yapılan bitkilerde (31.00 cm) ölçülmüştür. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde mikrobiyal uygulaması SC2121 çeşidinde bitki boyuna olumlu etkisi yok iken H2274 çeşidinde mikrobiyal uygulama ile birlikte bitki boyu artmıştır. Bulgularımızdaki bitki boyu değerlerinde çeşit ve stresin etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Gövde çapı değerlerine bakıldığında her iki çeşit içinde kontrollü koşullarda yapılan mikrobiyal uygulamalarının olumlu etkisi olmuş ve en yüksek gövde çapı SC2121 çeşidinde mikoriza*Trichoderma uygulaması yapılan bitkilerinde (9.69 mm) ölçülmüştür. Tuzlu koşullarda en yüksek gövde çapı ise H2274 çeşidinde mikoriza uygulanan bitkilerde 7.17 mm olarak belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerde mikrobiyal uygulaması SC2121 çeşidinde gövde çapına olumlu etkisi yok iken H2274 çeşidinde mikrobiyal uygulamasıyla birlikte gövde çapı üzerinde olumlu yönde etkilemiştir. Gövde çapı üzerinde stres, uygulama ve bunların ikili interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Bitki boy ve gövde çapı parametrelerinde mikrobiyal uygulamaların tuz stresinin olumsuz etkisini hafifletmesinde en yüksek olumlu etkisi H2274 çeşidinde mikoriza*Trichoderma kombinasyonunda belirlenmiştir. Kontrol uygulamalarına kıyasla daha düşük oranda (bitki boyu %27.91; gövde çapı %15.2) azalma olduğu saptanmıştır.

Tuz stresi uygulanmamış bitkilerde en yüksek yaprak yaş ağırlığı her iki çeşitte de Trichoderma uygulaması yapılan bitkilerde tespit edilmiştir. Stres koşullarında ise en yüksek yaprak yaş ağırlığı SC2121 çeşidinde mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde (64,94 gr) ölçülmüştür. Yaprak yaş ağırlığı parametrelerinde tuz stresi koşullarındaki bitkilerde mikrobiyal uygulamanın SC2121 çeşidinde sadece Trichoderma uygulamasında olumlu etkisi var iken, H2274 çeşidinde tüm mikrobiyal uygulamaların olumlu yönde etkisi tespit edilmiştir. Yaprak kuru ağırlığında ise tuz stresi uygulanmayan bitkilerde her iki çeşit üzerinde de tüm mikrobiyal uygulamaların etkisi olumlu olarak belirlenirken, en yüksek yaprak kuru ağırlığı H2274 çeşidinde mikoriza*Trichoderma uygulamasında tespit edilmiştir. Tuz stresi koşullarında en yüksek yaprak kuru ağırlığı SC2121 çeşidinde mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde (8.37 gr) ölçülmüştür. Tuzlu koşullarda bitkilere yapılan mikrobiyal uygulamanın SC2121 çeşidinde sadece Trichoderma uygulamasında olumlu etkisi var iken, H2274 çeşidinde tüm mikrobiyal uygulamaların etkisi olumlu yönde olmuştur. Yaprak yaş ve kuru ağırlıkları değerlerinde ise uygulama, stres, uygulama*stres ve uygulama*çeşit interaksiyonlarının etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ önemli olduğu belirlenmiştir. (Tablo 3).

Tablo 3. Tuz stresi koşullarında mikrobiyal aşılamanın yaprak yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi

Çeşit	Uygulamalar	Yaprak Yaş Ağırlığı (gr)		% Değişim	Yaprak Kuru Ağırlığı (gr)		% Değişim
		Kontrol	Tuz Stresi		Kontrol	Tuz Stresi	
H2274	A	71.75 ^{ef}	51.03 ^{hi}	28.87	11.28 ^e	6.72 ^{gh}	40.38
	B	80.55 ^{bcd}	60.03 ^g	25.47	13.36 ^{cd}	8.04 ^{fg}	39.80
	C	91.46 ^a	59.47 ^g	34.97	15.40 ^{ab}	7.29 ^{fgh}	52.68
	D	82.85 ^{bc}	57.47 ^{gh}	30.63	16.23 ^a	7.48 ^{fgh}	53.93
SC2121	A	75.52 ^{cde}	57.65 ^{gh}	23.66	12.13 ^{de}	7.44 ^{fgh}	38.65
	B	85.46 ^{ab}	64.94 ^{fg}	24.01	13.10 ^{cd}	8.37 ^f	36.10
	C	90.99 ^a	49.37 ⁱ	45.74	14.41 ^{bc}	6.02 ^h	58.25
	D	74.35 ^{de}	48.65 ⁱ	34.56	13.30 ^{cd}	6.62 ^{gh}	50.23
Çeşit		Ö.D			Ö.D		
Uygulama		**			**		
Stres		**			**		
Uyg*Stres		**			**		
Çeşit*Stres		Ö.D			Ö.D		
Uyg*Çeşit		**			**		

F değerleri: p < 0.05 (*), p < 0.01 (**) ve Ö.D. önemli değil

Uygulamalar: A-(Kontrol), B-(Mikoriza), C-(Trichoderma), D-(Mikoriza*Trichoderma)

Gövde yaş ve kuru ağırlıklarında tuz stresi uygulamamış bitkilerde her iki çeşitte de en yüksek değerler mikoriza*Trichoderma uygulamalarında tespit edilmiştir. Tuz stresi uygulanmış bitkilerde ise, mikrobiyal uygulamaların etkisi SC2121 çeşidinde sınırlı düzeyde olurken, H2274 çeşidinde hem gövde yaş ağırlığı hem de gövde kuru ağırlığı kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Gövde yaş ve kuru ağırlıklarında mikrobiyal uygulamaların tuz stresinin olumsuz etkisini hafifletmesinde, boy ve gövde çapında olduğu gibi, en yüksek olumlu etkisi H2274 çeşidinde mikoriza*Trichoderma kombinasyonunda belirlenmiştir. Kontrol uygulamalarına kıyasla daha düşük oranda (gövde yaş- %33.96; gövde kuru- %41) azalma saptanmıştır. Gövde yaş ve kuru ağırlıklarına bakıldığında ise uygulama, stres ve çeşidin etkisi istatistiki olarak p<0.01 önemli belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığında ayrıca çeşit*stres interaksiyonu da istatistiki olarak p<0.01 önemli tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tuz stresi koşullarında mikrobiyal aşılamanın gövde yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi

Çeşit	Uygulamalar	Gövde Yaş Ağırlığı(gr)		% Değişim	Gövde Kuru Ağırlığı(gr)		% Değişim
		Kontrol	Tuz Stresi		Kontrol	Tuz Stresi	
H2274	A	25.25 ^d	12.38 ^f	50.96	5.03 ^c	2.24 ^g	55.40
	B	26.94 ^{cd}	14.08 ^{ef}	47.74	5.20 ^c	2.36 ^{fg}	54.68
	C	26.62 ^{cd}	14.69 ^{ef}	44.81	5.14 ^c	2.55 ^{efg}	50.42
	D	26.24 ^{cd}	17.33 ^e	33.96	5.55 ^{bc}	3.28 ^{de}	41.00
SC2121	A	32.41 ^{ab}	16.61 ^e	48.75	6.00 ^{ab}	3.40 ^d	43.42
	B	29.74 ^{bc}	15.22 ^{ef}	48.84	5.69 ^{abc}	2.77 ^{d-g}	51.35
	C	31.50 ^b	17.43 ^e	44.67	5.94 ^{ab}	3.20 ^{de}	46.13
	D	35.43 ^a	17.36 ^e	51.00	6.38 ^a	3.00 ^{def}	52.93
Çeşit		**		**		**	
Uygulama		**		**		**	
Stres		**		**		**	
Uyg*Stres		Ö.D		Ö.D		Ö.D	
Çeşit* Stres		**		**		Ö.D	
Uyg*Çeşit		Ö.D		Ö.D		Ö.D	

F değerleri: p < 0.05 (*), p < 0.01 (**) ve Ö.D. önemli değil

Uygulamalar: A-(Kontrol), B-(Mikoriza), C-(Trichoderma), D-(Mikoriza*Trichoderma).

Kök yaş ağırlığı her iki çeşitte de tuz stresi uygulanan ve uygulanmayan bitkilerde (Tuz stresi uygulanmış SC2121 çeşidine yapılan Trichoderma uygulaması hariç) kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak da önemli düzeyde artış göstermiştir. Ancak bu olumlu etki H2274 çeşidinde SC2121 çeşidine kıyasla daha yüksek oranda belirlenmiştir. En yüksek kök yaş ağırlığı tuz stresi uygulanmamış H2274 çeşidinde mikoriza*Trichoderma (105.34 gr) ve Trichoderma (95.75 gr) uygulamalarında tespit edilmiştir. Tuz stresi uygulanmış bitkilerde ise aynı çeşitte 29.11 gr olarak mikoriza uygulamasında belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığında da benzer durum belirlenmiş olup, en yüksek kök kuru ağırlığı tuz stresi uygulanmamış H2274 çeşidine yapılan mikoriza*Trichoderma uygulamasında (17.96 gr) belirlenirken, tuz stresi uygulanmış bitkilerde ise H2274 çeşidinde mikoriza uygulanmış (3.83 gr) bitkilerde belirlenmiştir. Kök yaş ve kuru ağırlıklarında; stres, çeşit, uygulama, uygulama*stres, çeşit*stres ve uygulama*çeşit interaksiyonlarının etkisi istatistiki olarak p<0.01 önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Tuz stresi koşullarında mikrobiyal aşılamanın gövde yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi

Çeşit	Uygulamalar	Gövde Yaş Ağırlığı(gr)		% Değişim	Gövde Kuru Ağırlığı(gr)		% Değişim
		Kontrol	Tuz Stresi		Kontrol	Tuz Stresi	
H2274	A	25.25 ^d	12.38 ^f	50.96	5.03 ^c	2.24 ^g	55.40
	B	26.94 ^{cd}	14.08 ^{ef}	47.74	5.20 ^c	2.36 ^{fg}	54.68
	C	26.62 ^{cd}	14.69 ^{ef}	44.81	5.14 ^c	2.55 ^{efg}	50.42
	D	26.24 ^{cd}	17.33 ^e	33.96	5.55 ^{bc}	3.28 ^{de}	41.00
SC2121	A	32.41 ^{ab}	16.61 ^e	48.75	6.00 ^{ab}	3.40 ^d	43.42
	B	29.74 ^{bc}	15.22 ^{ef}	48.84	5.69 ^{abc}	2.77 ^{d-g}	51.35
	C	31.50 ^b	17.43 ^e	44.67	5.94 ^{ab}	3.20 ^{de}	46.13
	D	35.43 ^a	17.36 ^e	51.00	6.38 ^a	3.00 ^{def}	52.93
Çeşit		**			**		
Uygulama		**			**		
Stres		**			**		
Uyg*Stres		Ö.D			Ö.D		
Çeşit* Stres		**			Ö.D		
Uyg*Çeşit		Ö.D			Ö.D		
F değerleri: p < 0.05 (*), p < 0.01 (**) ve Ö.D. önemli değil							

Uygulamalar: A-(Kontrol), B-(Mikoriza), C-(Trichoderma), D-(Mikoriza*Trichoderma).

Yaprak klorofil içeriği tuz stresi uygulanmış ve uygulanmamış bitkilerde her iki çeşitte de mikrobiyal uygulamaların etkisi ile artmıştır (Tablo 6). Tuz stresi uygulanmamış H2274 çeşidinde en yüksek SPAD değeri Trichoderma uygulanmış bitkilerde belirlenirken, tuz stresi uygulanmış bitkilerde ise en yüksek değer SC2121 çeşidinde mikoriza*Trichoderma uygulamasında saptanmıştır. Tuz stresinin klorofil (SPAD) değerleri üzerindeki etkisinde; uygulama ve stresin etkisi istatistiki olarak p<0.01 önemli belirlenirken, çeşit, uygulama*stres ve çeşit*stres interaksiyonlarının etkisi istatistiki olarak p<0.05 önemli olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyal uygulamalar içerisinde, mikoriza*Trichoderma uygulaması H2274 çeşidinde tuz stresinin klorofil içeriği üzerindeki olumsuz etkisini azaltmış (%14.97) olup, SC2121 çeşidinde ise en düşük oranda (%9.88) azalışa neden olmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Tuz stresi koşullarında mikrobiyal aşılamanın klorofil indeksi (SPAD) üzerine etkisi

Çeşit	Uygulamalar	SPAD		% Değişim
		Kontrol	Tuz Stresi	
H2274	A	49.23 ^{cd}	39.20 ^{fg}	20.38
	B	54.63 ^{ab}	44.07 ^e	19.34
	C	55.17 ^a	41.37 ^{ef}	25.01
	D	51.67 ^{bc}	43.93 ^e	14.97
SC2121	A	48.17 ^d	36.90 ^g	23.39
	B	51.60 ^{bc}	42.03 ^{ef}	18.54
	C	49.60 ^{cd}	44.50 ^e	10.28
	D	49.60 ^{cd}	44.70 ^e	9.88
Çeşit		*		
Uygulama		**		
Stres		**		
Uyg*Stres		*		
Çeşit* Stres		*		
Uyg*Çeşit		Ö.D		
F değerleri: p < 0.05 (*), p < 0.01 (**) ve Ö.D. önemli değil				

Uygulamalar: A-(Kontrol), B-(Mikoriza), C-(Trichoderma), D-(Mikoriza*Trichoderma).

Sonuç

Küresel bir sorun olarak tuzluluk, üretimi kısıtlayan önemli bir faktördür. Özellikle kıyı bölgelerimizde sulama suyunun tuzluluğu yetiştiricilikte temel problemlerden bir tanesidir. Çalışmamızda tuzluluk artışına paralel olarak bitkide gelişimin azaldığı ve fizyolojik olayların olumsuz yönde etkilendiği saptanmıştır. Besin maddesi ve su alınımının devamlılığını sağlayan, klorofil içeriğini koruyan mikoriza ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin tuz stresi koşullarında strese toleransı arttırdığı belirlenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, mikrobiyal gübrelemenin biyolojik mücadele ve bitki besleme alanlarında olumlu etkisinin olduğu vurgulanmaktadır. Sonuçlarımız tuz stresi altındaki domates bitkilerinde mikoriza ve Trichoderma uygulamalarının tuzun olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Çevre dostu bu mikrobiyal uygulamaların tarımsal üretimde kullanımının yaygınlaşması, toprak ve çevre kirliliğini azaltmasının yanı sıra verim ve kaliteyi de artırmaktadır.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur. / No known or potential conflict of interest exist for any author.

Kaynaklar

Ahmadi, A., Emam, Y., & Pessaraki, M. (2009). Response of various cultivars of wheat and maize to salinity stress. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(1), 123-128.

Al-Karaki, G. N., Hammad, R., & Rusan, M. (2001). Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*, 11(1), 43-47.

Altunlu, H. (2020). Tuz Stresi Altındaki Biberde (*Capsicum annuum* L.) Mikoriza ve Rizobakteri Uygulamasının Bitki Gelişimi ve Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(4), 501-510.

Bonilla, P., Mackell, D., Deal, K., & Gregorio, G. (2002). RFLP and SSLP mapping of salinity tolerance genes in chromosome 1 of rice (*Oryza sativa* L.) using recombinant inbred lines. *Philippine Agricultural Scientist (Philippines)*, 85, 68-76.

Çelik, Y., Yarşi, G., & Özarslandan, A. (2019). Mikorizaların Bitkilerde Stres Mekanizması Üzerine Etkileri. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi (DÜSTAD)*, 2, 1-15.

Çelik, Y., Yarşi, G., & Özarslandan, A. (2020). Yararlı Bakteri Uygulamalarının Bitkisel Verim ve Dayanıklılık Mekanizmalarına Etkileri. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi (DÜSTAD)*, 2020(1), 75-88.

Çetin, A. N., Başak, H., Aydın, A., & Başpınar, A. (2021). Farklı Topraksız Yetiştirme Ortamlarına Uygulanan Mikorizanın Hıyar (*Cucumis Sativus* L.) Yetiştiriciliğinde Verim Ve Kaliteye Etkisi I. Ahı Evran Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Kırşehir, Türkiye.

Daşgan, H., Aktaş, H., & Abak, K. (2007). *Tuz Gölü Çevresinden Toplanan Bazı Kavun Genotiplerinin Tuzluluğa Tolerans Düzeylerinin Erken Bitki Gelişme Aşamasında İncelenmesi* VI Sebze Tarımı Sempozyumu Kahramanmaraş, Türkiye.

FAO. (2020, 15.03.2022). Dünya ve Türkiye Domates Üretim Verileri. <https://www.fao.org/faostat/en/#compare>

Gül, A., Kidoglu, F., & Tüzel, Y. (2008). Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum*, L.) growing in perlite. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(3), 422-429.

Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A. L., & Cullu, M. A. (2009). The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia Horticulturae*, 121(1), 1-6.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.

Ozeretskovskaya, O. (1995). Induced Resistance in the *Solanaceae*. (R.Hammerschmidt and J. Kuc, eds.) Induced Resistance to Disease in Plants. In: Kluwer Academic Publishers, London.

Samancıoğlu, A., & Yıldırım, E. (2015). Bitki gelişimini teşvik eden bakteri uygulamalarının bitkilerde kuraklığa toleransı artırmadaki etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 72-79.

Seymen, M., Türkmen, Ö., & Paksoy, M. (2015). Bacteria inoculation effects on yield, yield components and mineral contents of (*Capsicum annum* L.) bell pepper. *International Journal of Agriculture and Economic Development*, 3(1), 29.



Research article

Examination of some cranial characteristics of *Mus domesticus* Linnaeus 1758 and *Mus macedonicus* Petrov & Ruzic 1983 (Mammalia: Rodentia) distributed in Turkey^a

Güliz YAVUZ^{1*} 

¹ Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 40100, Bağbaşı,
Kırşehir, Türkiye

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

Makale alınış (Received): 18.06.2022 / Kabul (Accepted): 26.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ABSTRACT

It is known that species belonging to the subgenus *Mus* have common morphological characters and therefore their morphological differentiation is difficult. In this context, it was aimed to examine some skull characters as well as ZI, H+B/T values used as diagnostic criteria and the ventral edge of the parietal bone. While ZI values were found to vary between 0.24 and 0.52 in *Mus domesticus*, it was observed to vary between 0.49-1.33 in *M. macedonicus*. The H+B/T values were found to be between 0.74-1.1 in *M. domesticus* and between 0.81-1.77 in *M. macedonicus*. On the dorsal surface of the skull, it was observed that the frontal suture variations tended to be round shaped and the parietal suture variations tended to be v shaped. When the notch status of the upper incisors was examined, it was determined that the ratio of having non-notched and single-notched teeth was close to each other in both species. When the ventral edge of the parietal bone was examined, it was observed that while wavy and straight edges were found in close proportions in *M. domesticus*, straight edges were predominant in *M. macedonicus*. When the populations were evaluated according to geographical regions, no significant differences were observed between regions.

Keywords: House mouse, Macedonian mouse, morphological variation

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Yavuz G (2022). Examination of some cranial characteristics of *Mus domesticus* Linnaeus 1758 and *Mus macedonicus* Petrov & Ruzic 1983 (Mammalia: Rodentia) distributed in Turkey. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1): 43-55

Türkiye’de yayılış gösteren *Mus domesticus* Linnaeus 1758 ve *Mus macedonicus* Petrov & Ruzic 1983 (Mammalia: Rodentia)’nın bazı kafatası özelliklerinin incelenmesi

ÖZ

Mus altcinsine ait türlerin ortak morfolojik karakterler taşıdıkları ve bu nedenle morfolojik olarak ayrımlarının zor olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda teşhis kriteri olarak kullanılan ZI, H+B/T değerleri ve parietal kemiğin ventral durumunun yanında, bazı kafatası karakterlerinin incelenmesi amaçlandı. ZI değerlerinin *Mus domesticus*’ta 0,24-0,52 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilirken, *Mus macedonicus*’ta 0,49-1,33 arasında değiştiği gözlemlendi. H+B/T değerleri ise *M. domesticus*’ta 0,74-1,1 arasında, *M. macedonicus*’ta 0,81-1,77 arasında bulundu. Kafatasının dorsal yüzeyinde frontal sutur varyasyonlarının yuvarlak şekilli, parietal sutur varyasyonlarının v şeklinde olma eğiliminde olduğu görüldü. Üst kesici dişlerin çentik durumu incelendiğinde ise her iki türde de çentiksiz ve tek çentikli dişlere sahip olma oranının birbirine yakın olduğu tespit edildi. Parietal kemiğin ventral kenarının durumuna bakıldığında *M. domesticus*’ta dalgalı ve düz kenarlar birbirine yakın oranlarda bulunurken, *M. macedonicus*’ta düz kenarların ağırlıklı olduğu görüldü. Popülasyonlar coğrafi bölgelere göre değerlendirildiğinde ise bölgeler arası belirgin farklar gözlenmedi.

Anahtar Kelimeler: Ev faresi, sarı evfaresi, morfolojik varyasyon

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Introduction

Turkey is a country rich in plant and animal diversity, and this species richness is caused by its continental location, different climate types it contains, and natural or man-made barriers that will cut off gene flow between populations. Turkey has many mammal species among which rodents are the predominant group in terms of species diversity. Rodents live in many different environments such as houses, fields, trees, and forests. One of the most interesting of these is the *Mus* (Linnaeus 1758) species that live in close contact with humans.

The evolutionary process of the genus *Mus* is complex, and many studies continue to be carried out to solve the problems of this genus. In parallel with the solution of taxonomic problems at the species and subgenus level, studies on the systematics and phylogenetic relationships among species of the genus have been carried out (e.g., Auffray et al. 1990; Berry and Scriven 2005; Guenet and Bonhomme 2003; Kishimoto et al. 2021; Krystufek and Macholan 1998). The genus includes 38 species distributed worldwide (Novak and Paradiso 1983; Wilson and Reeder 2005). However, the existence of many species defined in the genus *Mus* has brought along new taxonomic evaluations at the subgenus level.

Considering the large number of taxa defined recently at species and subspecies level, it is understood that the taxonomy of the genus *Mus* is not fully formed (Auffray and Britton-Davidian 2012) and detailed morphological studies are not sufficient for this genus, including geographical variations. In addition, investigating the morphological differentiation of *Mus domesticus* living together with humans and *M. macedonicus* living outside of human

settlements in different geographical areas is important in terms of evolutionary biology and systematic studies. In addition, although western Turkey is a region affected by human-induced habitat degradation, many geographical barriers such as straits, rivers, mountain ranges, and islands affect the populations living in this region (Helvacı et al. 2012). With all this background, this study aimed to investigate whether the diagnostic criteria of species of the genus *Mus* distributed in Turkey and whether some morphological characters in the skull differ according to geographical regions.

Material and Methods

In this study, some cranial morphology features of 562 *Mus* samples in the Ankara University Mammal Research Collection (AUMAC) were examined. Samples from a total of 40 localities (Figure 1) by looking at the ZI value (the ratio of the width of the malar ridge to the width of the antero-lateral part of the zygomatic arch) (Figure 2), the H+B/T value (the ratio of head-body length to tail length), and the ventral edge of the parietal bones (Figure 3) were diagnosed. In addition, 123 skull specimens were evaluated for frontal suture variations on the dorsal surface of the skull, 116 for parietal suture variations, 108 for upper incisor variations, and 107 for ventral edge variations of the parietal bone in *M. domesticus*. In *M. macedonicus*, 363 skull samples were analyzed for frontal suture variations on the dorsal surface of the skull, 364 for parietal suture variations, 323 for upper incisor variations, and 276 for ventral edge variations of the parietal bone. The number of samples examined differed according to whether the skull was damaged or not.



Figure 1. Localities of the examined samples

Results and Discussion

Mus domesticus and *M. macedonicus* species were identified by examining a total of 562 *Mus* specimens from 40 localities in western Turkey. In diagnosis, 154 specimens from *M. domesticus* and 408 specimens from *M. macedonicus* were examined. While ZI values were found to vary between 0.24 and 0.52 in *M. domesticus*, it was observed to vary between 0.49-

1.33 in *M. macedonicus*. The H+B/T values were found to be between 0.74-1.1 in *M. domesticus* and between 0.81-1.77 in *M. macedonicus* (Table 1).

Table 1. ZI index and H+B/T index values used in the diagnosis of *Mus domesticus* and *Mus macedonicus*

		<i>M. domesticus</i>	<i>M. macedonicus</i>
ZI	Mean	0,42	0,75
	Minimum	0,24	0,49
	Maximum	0,52	1,33
H+B/T	Mean	0,95	1,21
	Minimum	0,74	0,81
	Maximum	1,1	1,77

Frontal Suture

Among 123 *M. domesticus* specimens, frontal suture variations were examined on the dorsal surface of the skull, 18% were angular, 68% were round-shaped, and 14% were "v" shaped (Figure 4). While it was determined that the samples belonging to the Mediterranean Region population had all three variations, 71% of the Aegean Region population was determined to have the rounded frontal suture variation. It was observed that 65% of the Central Anatolian Region population had rounded frontal sutures. While all three variation types were detected in Ankara samples specific to this geographical region, it was striking that Eskişehir samples had only angular frontal suture variation, while Kayseri samples had only round shaped frontal suture variation. When the Black Sea Region population was examined, 85% of them were found to have round-shaped frontal sutures. Within the scope of this geographical region, it was observed that the Bolu and Düzce samples had angular and rounded variations, while the Zonguldak samples had round-shaped and "v" shaped variations. It was found that 61% of the Marmara Region population had rounded frontal sutures. When the island populations were examined, it was determined that the Marmara Island population had all three variations, while the Bozcaada population showed a round and "v" shaped frontal suture variation (Table 2).

Table 2. Distribution of cranial and tooth characters according to localities in *Mus domesticus* (a: Mediterranean Region, b: Aegean Region, c: Central Anatolia Region, d: Black Sea Region, e: Marmara Region)

Locality	Frontal Suture			Parietal Suture		Upper Incisor			Ventral Edge of Parietal Bone	
	angle	rounded	V	straight	V	straight	1 notch	2 notches	zigzag	straight
Adana ^a	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-
Mersin ^a	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-
Hatay ^a	-	2	-	-	1	-	-	1	1	-
Afyon ^b	1	2	-	-	3	-	2	-	2	-
Manisa ^b	-	-	1	-	1	1	-	-	1	-
İzmir ^b	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1
Muğla ^b	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1
Uşak ^b	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1
Ankara ^c	8	29	4	3	38	22	19	-	26	15
Eskişehir ^c	4	-	-	-	4	-	3	1	-	3
Kayseri ^c	-	2	-	-	2	-	-	1	1	2
Bartın ^d	2	8	-	2	7	1	6	-	5	5
Bolu ^d	1	2	-	2	2	2	2	-	1	2
Düzce ^d	-	7	-	-	7	5	-	-	1	4
Ordu ^d	-	2	-	2	-	-	1	1	1	1
Samsun ^d	-	2	-	-	2	-	2	-	2	-
Zonguldak ^d	-	3	1	-	4	1	-	1	-	3
Kırklareli ^e	1	3	-	-	1	1	-	-	-	3
Edirne ^e	1	2	4	2	4	3	2	1	3	2
İstanbul ^e	1	2	1	2	3	3	2	-	4	1
Marmara Adası ^e	1	5	3	-	8	6	3	-	-	9
Bozcaada ^e	-	11	3	-	15	-	11	3	2	7
Çanakkale ^e	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1

Of the 363 *M. macedonicus* specimens whose frontal suture variations were examined, 94% were found to be round-shaped and 6% were found to be "v" shaped (Figure 5). "V" shaped frontal suture was found only in Hatay locality in the Mediterranean Region population, and only in Uşak in the Aegean Region population. Almost all the specimens from the Central Anatolian Region had a round-shaped frontal suture, while in the Black Sea Region population, all specimens except Bartın locality, and in the Marmara Region population, all specimens except Edirne and İstanbul localities had round-shaped frontal sutures (Table 3).

Table 3. Distribution of cranial and tooth characters according to localities in *Mus macedonicus* (a: Mediterranean Region, b: Aegean Region, c: Central Anatolia Region, d: Black Sea Region, e: Marmara Region)

Locality	Frontal Suture		Parietal Suture		Upper Incisor		Ventral Edge of Parietal Bone		
	rounded	V	straight	V	straight	1 notch	2 notches	zigzag	straight
Adana ^a	1	-	4	2	6	1	-	-	7
Antalya ^a	1	-	-	2	1	-	-	-	3
Burdur ^a	4	-	2	2	2	2	-	-	4
Isparta ^a	1	-	1	-	-	1	-	-	1
Hatay ^a	4	12	3	12	11	3	-	-	11
Mersin ^a	5	-	2	2	1	-	2	-	3
Afyon ^b	4	-	-	3	1	-	1	-	2
İzmir ^b	6	-	-	6	2	3	2	-	7
Muğla ^b	6	-	-	6	5	-	-	-	6
Uşak ^b	-	1	-	1	1	-	-	-	1
Manisa ^b	11	-	-	12	2	8	-	-	8
Denizli ^b	16	-	5	13	1	9	-	-	13
Kütahya ^b	1	-	-	1	1	-	-	-	-
Ankara ^c	28	2	-	25	19	7	1	6	19
Kayseri ^c	7	-	-	7	5	1	-	-	5
Çorum ^c	29	-	6	22	2	18	9	-	24
Kırşehir ^c	2	-	-	4	4	-	-	-	4
Konya ^c	17	-	1	16	7	9	1	-	15
Amasya ^d	3	-	-	2	-	2	-	-	2
Bartın ^d	-	1	-	1	-	1	-	-	-

Bolu^d	10	-	-	10	5	2	1	1	4
Düzce^d	7	-	2	4	4	2	-	-	4
Ordu^d	9	-	1	8	1	3	4	-	8
Samsun^d	18	-	5	13	2	13	-	1	14
Tokat^d	9	-	-	10	-	8	-	-	7
Adapazarı^e	2	-	-	1	-	1	-	-	1
Kırklareli^e	38	-	3	36	23	8	3	-	25
Edirne^e	11	6	2	15	10	2	3	3	11
Tekirdağ^e	1	-	-	1	1	-	-	-	1
Marmara Adası^e	4	-	3	1	2	-	2	-	3
Bozcaada^e	4	-	-	1	-	1	-	-	1
Gökçeada^e	20	-	-	19	13	4	-	-	20
Balıkesir^e	11	-	2	9	7	3	-	-	9
Bilecik^e	12	-	-	12	3	7	1	-	10
Bursa^e	10	-	5	17	3	12	-	-	16
İstanbul^e	-	1	-	1	1	-	-	-	1
Çanakkale^e	13	-	2	14	9	4	1	-	16
Kocaeli^e	6	-	1	8	4	-	-	-	3

Parietal Suture

Parietal suture variations on the dorsal surface of the skulls were examined, and 13% of 116 *M. domesticus* specimens were found to be straight and 87% to be "v" shaped (Figure 6). It was determined that Adana and Mersin samples in the Mediterranean Region population were straight shaped, while the Hatay sample had a "v" shaped parietal suture. While 85% of the Aegean Region population exhibited a "v" shaped variation, only the Muğla specimen was found to have a straight parietal suture in this geographical region. While "v" shaped parietal sutures were detected in 93% of the Central Anatolian Region population, it was observed that Ankara samples had both variations in this geographical region, while only "v" shaped parietal sutures were present in Eskişehir and Kayseri samples. It was observed that 78% of the Black Sea Region population had a "v" shaped variation. Within this population, only the straight parietal suture of Ordu specimens; It was noteworthy that Düzce, Samsun and Zonguldak samples had only "v" shaped parietal sutures. When the Marmara Region population was examined, it was seen that 88% of this population had a "v" shaped parietal suture. Bozcaada and Marmara Island populations were all found to exhibit "v" shaped parietal suture variation (Table 2).

Parietal suture variations of 364 *M. macedonicus* specimens were examined, 87% of them showed indented variation in the form of the letter "v" and 13% showed a straight suture variation (Figure 7). 63% of the samples in the Mediterranean Region population had a "v" shaped parietal suture. A "v" shaped parietal suture was detected in 89% of the Aegean Region population, 91% of the Central Anatolian Region population and 88% of the Marmara Region population. Looking at the island populations, while no straight parietal suture was found in the Bozcaada and Gökçeada populations, both variations were observed in the Marmara Island population (Table 3).

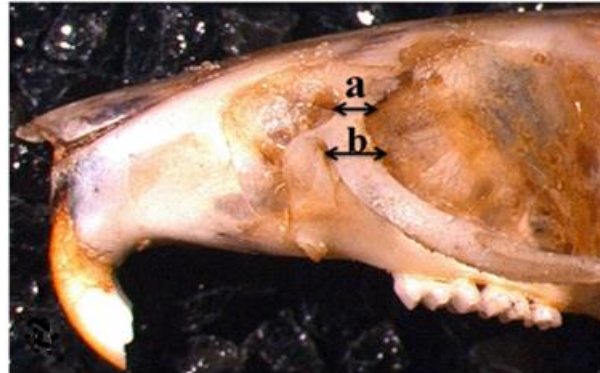


Figure 2. Zygomatic index in *Mus* (a: width of the malar ridge, b: width of the antero-lateral part of the zygomatic arch)

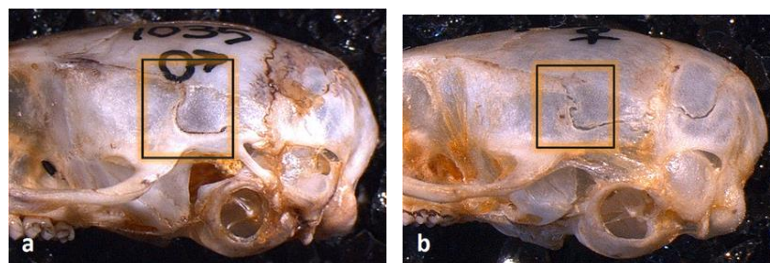


Figure 3. Ventral of parietal bones in *Mus macedonicus* (a) and *Mus domesticus* (b)

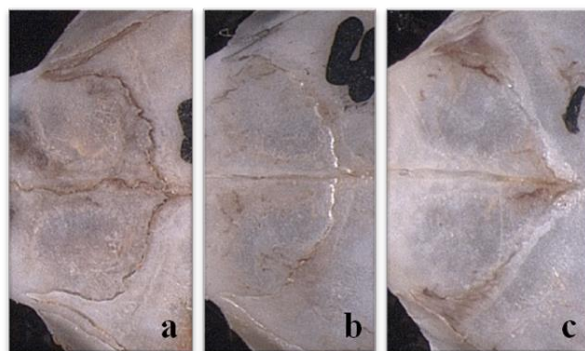


Figure 4. Frontal suture variations in *Mus domesticus* (a: angular, b: rounded, c: "v" shaped)

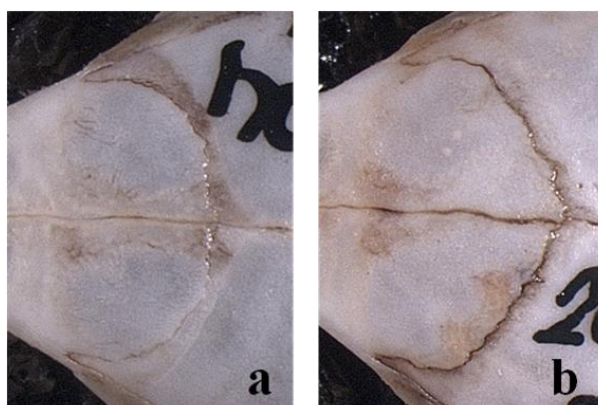


Figure 5. Frontal suture variations in *Mus macedonicus* (a: rounded, b: “v” shaped)

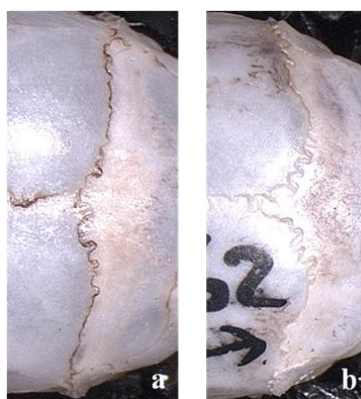


Figure 6. Parietal suture variations in *Mus domesticus* (a: straight, b: “v” shaped)

Upper Incisors

In terms of upper incisor morphology, 41% of 108 samples belonging to *M. domesticus* populations were unnotched, 50% single-notched, and 9% double-notched (Figure 8). While no notched upper incisors were found in the Mediterranean Region population, all three variation types were detected in the Aegean Region population. It was determined that the variation of non-notched and single-notched teeth was equal in the Central Anatolian Region population. While all three variation types were found in the Black Sea Region population, unnotched and single notched variations were found equally in the Marmara Region population. However, there were no double-notched upper incisors in the Marmara Island population and no notched upper incisors in the Bozcaada population (Table 2).

It was determined that the upper incisors of 323 specimens belonging to *M. macedonicus* populations were 49% non-notched, 42% single-notched, and 9% double-notched (Figure 9). In the Mediterranean Region population, predominantly non-notched and single-notched upper incisors were found. While all three types of variations were found in the Aegean Region population, it was observed that the one-notch variation was predominant. It was determined that the ratios of non-notched and single-notched teeth were close to each other in the Central Anatolian Region population. It was observed that the number of single-notched teeth was

higher in the Black Sea Region population, and the non-notched teeth were higher in the Marmara Region population. However, single-notched upper incisors were not found in the Marmara Island population and double-notched upper incisors in the Gökçeada population. One specimen from the Bozcaada population was found to have a single-notched upper incisor (Table 3).

Ventral Edge of Parietal Bone

Of the 107 *M. domesticus* specimens examined for variations of the ventral edge of the parietal bone, 42% had wavy/zigzag edges and 58% had straight edges (Figure 10). While wavy/zigzag variation was observed in the entire Mediterranean Region population, straight variation was found in half of the Aegean Region population samples. Wavy/zigzag ventral edge was detected in 40% of the Black Sea Region population. It was found that 28% of the Marmara Region population had wavy/zigzag variation. In addition, Marmara Island and Bozcaada populations were found to have mostly straight ventral edges (Table 2). As a result of the examination of 276 *M. macedonicus* specimens in terms of variations of the ventral edge of the parietal bone, it was determined that 96% of the specimens had straight ventral margins (Figure 11 and Table 3).

The zygomatic index (ZI) value used in the diagnosis of the genus *Mus* species was found between 0.24-0.52 for *M. domesticus* and between 0.49-1.33 for *M. macedonicus* in this study. The ZI scores of island populations was 0.40-0.50 for *M. domesticus*; It was found between 0.51-0.98 for *M. macedonicus*. Gözcelioğlu et al. (2005), on the other hand, while the ZI value varied between 0.25-0.46 in *M. domesticus*, this change was found as 0.63-0.83 in *M. macedonicus*. Krystufek and Vohralik (2009) determined the ZI value between 0.37-0.62 in their study with 81 *M. domesticus* samples, and between 0.52-1.42 in their study with 111 *M. macedonicus* samples. While the ZI values measured in this study were in agreement with the literature for *M. domesticus*, Gözcelioğlu et al. (2005) measured in a wider range than in the study. This may be due to the high number of samples and localities.

According to the H+B/T value, which is one of the taxonomic characters used in the separation of *M. domesticus* and *M. macedonicus*, those whose tail length are equal to or shorter than the head-body length are identified as *M. macedonicus*, and those that are equal or longer as *M. domesticus*. In this study, the H+B/T value was calculated between 0.74-1.1 (mean 0.95) for *M. domesticus*, while it was calculated between 0.81-1.77 (mean 1.21) for *M. macedonicus*. The H+B/T values of island populations were found to be between 0.79-0.98 for *M. domesticus* and between 0.96-1.4 for *M. macedonicus*. Gözcelioğlu et al. (2005) found the H+B/T value between 0.73-1.0 for *M. domesticus* and 0.76-1.46 for *M. macedonicus*.

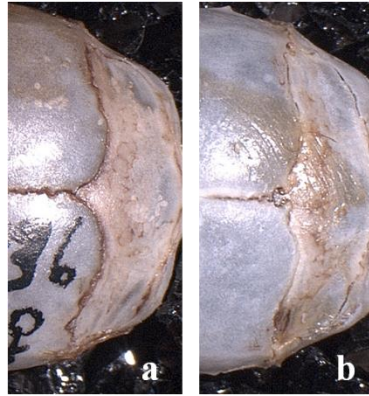


Figure 7. Parietal suture variations in *Mus macedonicus* (a: “v” shaped, b: straight)

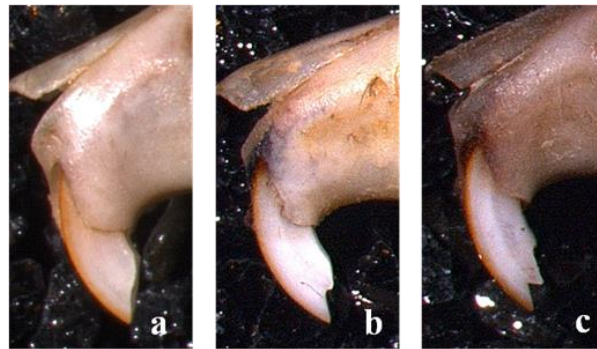


Figure 8. Variations of the upper incisors in *Mus domesticus* (a: unnotched, b: single-notched, c: double-notched)

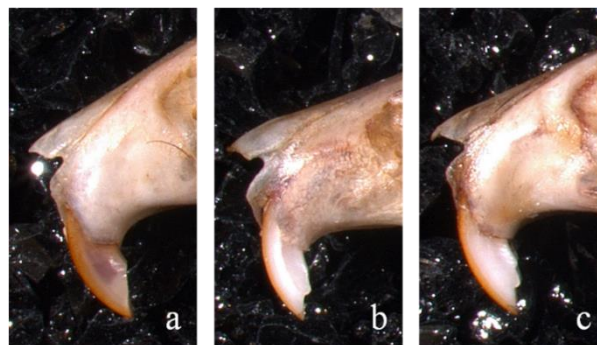


Figure 9. Variations of the upper incisors in *Mus macedonicus* (a: unnotched, b: single-notched, c: double-notched)

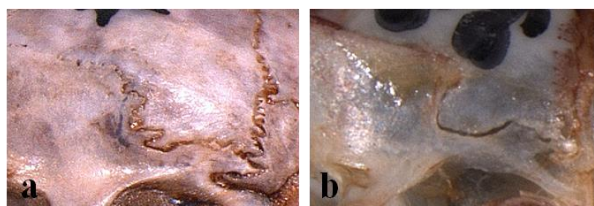


Figure 10. Variations of the ventral edge of the parietal bone in *Mus domesticus* (a: wavy/zigzag, b: straight)

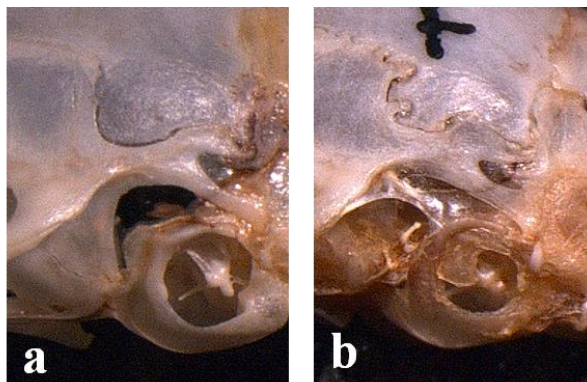


Figure 11. Variations of the ventral edge of the parietal bone in *Mus macedonicus* (a: straight, b: wavy/zigzag)

Conclusion

In the diagnosis of the genus *Mus* species, the diagnosis is made by looking at the ZI value, H+B/T value and the ventral state of the parietal bone. According to the results obtained in this study, it was seen that ZI value and H+B/T value were successful as diagnostic characters, but the ventral state of the parietal bone was not a reliable criterion. When the status of the frontal suture, parietal suture, and upper incisors, which are the other characters examined in the skull, were examined, no significant difference was determined in both interspecies and intraspecies variations.

Acknowledgements

This article was produced from a part of Güliz Yavuz's PhD thesis. I would like to thank my advisor Prof. Dr. Ercüment Çolak for his contributions.

Conflict of Interest

No known or potential conflict of interest exist for any author.

References

Auffray J C and Britton-Davidian J (2012). The house mouse and its relatives: systematics and taxonomy. In: M Macholan, S J E Baird, P Munclinger, J Pialek (Eds.), Cambridge Series in Morphology and Molecules, Cambridge University Press, pp. 1-35

- Auffray J C, Marshall J T, Thaler L, Bonhomme F (1990). Focus on the nomenclature of European species of *Mus*. *Mouse Genome* 88: 7-8
- Berry R J and Scriven P N (2005). The house mouse: a model and motor for evolutionary understanding. *Biological Journal of the Linnean Society* 84: 335–347
- Gözcelioğlu B, Çolak R, Çolak E, Yiğit N (2005). A study on *Mus domesticus* Ruttu, 1772 and *Mus macedonicus* Petrov and Ruzic, 1983 (Mammalia: Rodentia) distributed along the line of Ankara, Bolu and Zonguldak. *Turkish Journal of Zoology* 29: 133-140
- Guenet J L and Bonhomme F (2003). Wild mice: an ever-increasing contribution to a popular mammalian model. *Trends in Genetics* 19: 24–31
- Helvacı Z, Renaud S, Ledevin R, Adriaens D, Michaux J, Çolak R, Kankılıç T, Kandemir İ, Yiğit N, Çolak E (2012). Morphometric and genetic structure of the edible dormouse (*Glis glis*): a consequence of forest fragmentation in Turkey *Biological Journal of the Linnean Society* 107(3): 611-623
- Kishimoto M, Kato M, Suzuki H (2021). Morphological and molecular recharacterization of the rodent genus *Mus* from Nepal based on museum specimens. *Mammal Study* 46: 297-308
- Krystufek B and Macholan M (1998). Morphological differentiation in *Mus spicilegus* and the taxonomic status of mound-building mice from the Adriatic coast of Yugoslavia. *Journal of Zoology* 245: 185-196
- Krystufek B and Vohralik V (2009). Mammals of Turkey and Cyprus Rodentia II: Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae. *Knjiznica Annales Majora*
- Novak R N and Paradiso J L (1983). *Walker's Mammals of The World*. Baltimore and London
- Wilson D E and Reeder D M (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*, John Hopkins University Press



Araştırma makalesi

Hayvansal Üretim Faaliyetlerinde Kadın İşgücünün Rolü: Eskil İlçesi Örneği^a

Ayşenur DAĞLI¹, Aşlı AKILLI^{2*}

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

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

Makale alınış (Received): 19.06.2022 / Kabul (Accepted): 27.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Kırsal kesimde kadın, emeğin yoğun olduğu üretim faaliyetlerinde yer almaktadır. Kadınlar ev işleri, çocuk bakımı, hayvancılık faaliyetleri, tarla tarımı ile meşgul oldukları gibi tarım dışı gelir getirici faaliyetlerde de aktif olmakta böylece ev ekonomisi ve aile refahına katkı sağlamak amacıyla ailelerinin ekonomik gücünü arttırmaya yardımcı olmaktadır. Kırsal kesimde tarımsal faaliyetlerde önemli roller üstlenen kadınların kırsal kalkınma açısından istihdam ve gelir kaynakları içinde oldukça önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Günümüzde kırsal kesimde yaşayan ve tarımsal faaliyetleri geçim kaynağı olarak kullanan kadınlar, çoğunlukla sosyo-kültürel yapı nedeniyle emeklerine karşılık bulamamakta ve gelirden oldukça düşük oranlarda pay sahibi olmakta ve “ücretsiz aile işçisi” konumunda kalmaktadırlar. Ailesinin ekonomik gücünü arttırmaya çalışan kadınların gerçekleştirdiği tarım ve tarım dışı faaliyetler, yaşadığı yerin gelişmişliği ile doğrudan ilişkilidir ve faaliyet türleri de yaşanılan bölgeye göre belirlenmektedir. Bu çalışmada, kırsal alanda kadın iş gücünün hayvansal üretim faaliyetlerine katılımı ve katılma etki eden sosyo-ekonomik faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, kadının üretimle ilgili karar alma ve faaliyet süreçlerindeki rolleri ve kadınların tarımsal üretime katkılarını arttırmaya yönelik yapılabilecek faaliyet konuları incelenmeye çalışılmıştır. Araştırma materyali Aksaray kırsalında üç farklı köyde 186 kadınla yapılan anket verilerinden oluşmaktadır. Elde edilen veriler SPSS 26.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmaya katılan kadınlara ilişkin kadın işgücü profilinin incelenmesi amacıyla demografik ve genel özellikler tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tarımsal faaliyet varlıkları, tarımsal faaliyetlere katılma durumları ile cinsiyet rolleri, kaynak tahsisi, rolleri dengeleme, karar alma süreçlerine katılım ölçeklerine ait bulgular sunulmuştur. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, frekans tabloları ile grafiksel gösterimlerden ile parametrik ve parametrik olmayan istatistik

^a Atıf bilgisi / Citation info: Dağlı A, Akıllı A (2022). Hayvansal Üretim Faaliyetlerinde Kadın İşgücünün Rolü:Eskil İlçesi Örneği. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1): 56-70

testlerden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda, mesleki eğitim ve kadının tarımsal üretimde etkinliğini artırma konularında bölgesel bazda yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hayvancılık, Kadın İşgücü, Kırsal Kesimde Kadın, Tarımsal Üretim

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Research article

The Role of Women Labor in Animal Production: The Case Study of Eskişehir District

ABSTRACT

In rural areas, women are involved in labor-intensive production activities. Women are active in non-agricultural income-generating activities as they are busy with housework, childcare, animal husbandry activities, and agriculture, thus helping to increase the economic power of their families to contribute to the home economy and family welfare. It is known that women who play essential roles in agricultural activities in rural areas have a very important place in employment and income sources in terms of rural development. Today, women living in rural areas and using agricultural activities as a source of livelihood cannot find a reward for their labor, primarily due to the socio-cultural structure; they have a very low share of income and remain "unpaid family workers." The agricultural and non-agricultural activities carried out by women who try to increase the economic power of their families with their physical labor are directly related to the development of the place where they live, and the types of activities are determined according to the region they live in. In this study, it is aimed to evaluate the participation of female workforce in animal production activities in rural areas and the socio-economic factors affecting participation. In addition, the roles of women in decision-making and activity processes related to production and the activities that can be done to increase the contribution of women to agricultural production have been tried to be examined. The research material consists of survey data conducted with 186 women in three different villages in Aksaray countryside. The obtained data were analyzed using the SPSS 26.0 statistical package program. Demographic and general characteristics were determined in order to examine the female workforce profile of the women participating in the research. In addition, findings on agricultural activity assets, participation in agricultural activities and gender roles, resource allocation, balancing roles, and participation in decision-making processes are presented. In the evaluation of the data, descriptive statistics, frequency tables and graphical representations, and parametric and non-parametric statistical tests were used. As a result of the research, it is seen that there is a need for regional studies on vocational training and increasing the efficiency of women in agricultural production.

Keywords: Animal Production, Women Labor, Rural Women, Agricultural Production

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Ülke nüfusunda önemli bir paya sahip olan kadınlar tarım sektöründe önemli bir iş gücü olarak görülmektedir. Ülkemizde kadınların tarımsal faaliyetlerde yer alma nitelikleri hane içi istihdam bağlamında ücretsiz aile işçisi konumundadır. Kadınlar ve genç kızlar ağır iş yüklerine sahiptirler (Kan, 2015). Tarımsal üretime katılım düzeyleri ailenin sahip olduğu arazi ve hayvan varlığına, hane halkı gelir seviyesine ve üretim desenine bağlı olarak değişim göstermektedir (Gülçubuk,1999; Kan 2012). Kadınlar kırsal kesimde doğrudan üretici konumundadır ve ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadır. Kadınlarımız tarımsal faaliyetler kapsamında hem kendi ailesinin üretim faaliyetlerinde hem de akrabalarının işlerinde ücretsiz olarak çalışmaktadırlar. Bedeni emeği ile ailesinin ekonomik gücünü arttırmaya çalışan kadınların gerçekleştirdiği tarım ve tarım dışı faaliyetler, yaşadığı yerin gelişmişliği ile doğrudan ilişkilidir ve faaliyet türleri de yaşanılan bölgeye göre belirlenmektedir.

Kadınların kırsalda iş gücü varlığı değerlendirildiğinde ev- hane içinde ev işleri, ev temizliği, hane halkının bakım ve beslenmesi ve çocuk bakımı gibi faaliyetlerin yanı sıra hayvancılık faaliyetleri ve tarla tarımı ile de meşgul oldukları bilinmektedir. Ayrıca tarım dışı gelir getirici faaliyetlerde de aktif olan kadınlar, ev ekonomisi ve aile refahına katkı sağlamak amacıyla ailelerinin ekonomik gücünü arttırmaya yardımcı olmaktadır (Alkan ve Toksoy 2009; Demir ve ark., 2017). Bahsi geçen faaliyetler ülkemizde bölgeden bölgeye farklılık göstermekle birlikte genel olarak kadının toplumdaki yeri, ev işleri ve çocuk bakımı algısında şekillenmiştir. Kırsalda iş yaşamına katılan kadınlar genelde statü bakımından düşük ve iş yükü ağır olan işlerde çalışıp sosyal güvenceden yoksun bir biçimde yaşamaktadırlar. Bunların yanı sıra kırsalda yaşayan çoğu kadın ve kız çocuğu eğitim görme imkanına sahip olamamış ve aile ortamında karar alma mekanizmasının dışında kalmışlardır. Bu durum kadınların seçme haklarını kullanamaması, mesleki becerilerinin eksik olması, çalışma saatlerinin çok uzun olması, sigortasız çalışmaya razı olmaları ve ev- hane eksenli çalışıp yaşamaları gibi sonuçlara sebebiyet verebilmektedir (Kan, 2012). Türkiye’de kadınların kırsal alanda erkeklere oranla daha fazla ve emek yoğun bir biçimde çalışması, içinde doğup büyüdüğü sosyal değerler açısından doğal sayılmaktadır (Kazgan, 1982; Yıldırak, 1987; Yavuz ve ark., 2014).

Araştırmalar, kadınların hayvan besleme ve bakımı kapsamında üretim faaliyetleri ve ürünlerinin pazarlanması ile tarla işleme gibi faaliyetlerde işin büyük bir kısmını eşleri yanlarında olmaksızın gerçekleştirebildiklerini göstermektedir. Tarımsal üretime ve aile gelirine sayısal anlamda önemli katkılar sunan kadınların, elde edilen gelirden neredeyse yok denecek kadar az pay almaları ve kendi yetiştirdikleri hayvanlar ile ürünlerinin pazarlanmasında eşleri kadar yeterince söz sahibi olamamaları dikkat çekicidir. Bu bağlamda, kadın çiftçilerimizin kişisel gelişimleri, kaynaklara erişim sağlayabilmeleri ve kullanabilme becerilerinin artırılması ile toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin azaltılması amacıyla eğitimlerin önemi büyüktür. Günümüzde kırsalda yaşayan kadınlar çeşitli eğitim ve girişimcilik faaliyetlerinin katkıları ile tarım sektöründe başarı ile yer almakta ve emeğini ortaya koymaktadır (Solmaz ve Özdemir, 2021).

Literatürde kırsalda kadın ve hayvancılık faaliyetlerini konu alan çeşitli bilimsel araştırmalar mevcuttur. Demir ve ark., 2017 çalışmalarında Kars ili Merkez Köylerinde yaşayan kadınların hayvancılığa yönelik bilgi birikimleri ile hayvancılık sektörüne işgücü ve üretim düzeyinde katılım oranları değerlendirilmeye çalışılarak, izlenecek politikalara ilişkin önerilerde bulunmuşlardır. Kutlar ve ark., 2013 Burdur ilinde süt sığırı yetiştiriciliğinde kadınların işgücüne ve kararlara katılımını etkileyen sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesini amaçlamışlardır. Yavuz ve ark., 2014 Bayburt ilinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında kırsal alanda kadınların tarımsal üretim süreçlerine katılımı, bu katılımı etkileyen sosyo-ekonomik faktörleri, kadının üretimle ilgili karar alma süreçlerindeki rollerini ve kadınların tarımsal üretime katkılarını artırmaya yönelik nelerin yapılabileceği konularını incelemişlerdir.

Aksaray ili hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak sürdürüldüğü iller arasında yer almaktadır. Çalışma kapsamında, Aksaray ili Eskil ilçesi kırsal alanda kadın iş gücünün hayvansal üretim faaliyetlerine katılımı ve katılıma etki eden sosyo-ekonomik faktörlerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş, kadının üretimle ilgili karar alma ve faaliyet süreçlerindeki rolleri ve kadınların tarımsal üretime katkılarını artırmaya yönelik yapılabilecek faaliyet konuları incelenmiştir. Bu çalışmada, kırsal alanda kadın iş gücünün hayvansal üretim faaliyetlerine katılımı ve katılıma etki eden sosyo-ekonomik faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın evreni, Aksaray kırsalında üç farklı köyde hayvancılık faaliyetlerine katılan kadınlarla yapılan anket verilerinden oluşmaktadır. Araştırmada örneklem büyüklüğü; tip 1 hata seviyesi 0.05 olacak şekilde güç analizi verileri ışığında 200 kişi olarak belirlenmiştir. Basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ankete katılım sağlayan kadın sayısı 186'dır. Bu çalışmada kadınların tarımsal faaliyet çalışmalarındaki işgücü ve sorunları belirlemek amacıyla veri toplama aracı Kan, (2012) tarafından geliştirilmiş anket çalışmasından yararlanılarak hazırlanmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan anket metni bölge koşullarına uyarlanmıştır. Veriler uygun değişikler içeren ölçekler, bölge hayvancılık koşullarına uyumlu soru yapıları ile demografik değişkenlerin yer aldığı bir anket formu kullanılarak toplanmıştır. Çalışmada anket tekniğinin kullanılmasının nedeni araştırmaya konu olan probleme ilişkin istenilen bilgilere ulaşabilmesini sağlamaktır.

Anket metnine ilişkin gerekli Etik Kurul Belgesi ve yasal izinler alınmıştır. Anket formlarının doldurulması sürecinde araştırmacılar kadın çiftçiler ile bire bir iletişim halinde olmuşlardır. Anket çalışması Aksaray ili Eskil İlçesi'nde Sağsak, Celil ve Katrancı köylerinde hayvancılık faaliyetlerinde bulunan kadınlarla yapılmıştır. Ankete katılım sağlayan kadınların 60 tanesi Celil, 60 tanesi Katrancı ve 66 tanesi de Sağsak köyündendir.

Çalışma kapsamında, kırsal alanda kadın iş gücünün hayvansal üretim faaliyetlerine katılımı ve katılıma etki eden sosyo-ekonomik faktörlerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş, kadının üretimle ilgili karar alma ve faaliyet süreçlerindeki rolleri ve kadınların tarımsal üretime katkılarını artırmaya yönelik yapılabilecek faaliyet konuları incelenmiştir. Anket çalışması sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler ve frekans tablolarından yararlanılmıştır. Araştırmada yer alan ölçeklerin güvenilirliği Cronbach-Alpha

katsayısı ile incelenmiştir. Analizler SPSS (Statistical Package for Social Science) 26.0 istatistiksel paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikler

Anket çalışmasına katılan kadınların demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri kapsamında yaş dağılımları, eğitim durumları, hayvansal faaliyetlerde toplam çalışma yılları, hayvancılık faaliyetlerine ayırdıkları zaman dilimleri, sosyal güvence varlıkları, hane halkı kişi sayısı ve ailelerinde tarımla uğraşan bireylerin sayısı incelenmiştir. Buna göre üç köyde de ankete katılım sağlayan kadınların büyük bir çoğunluğunun 30 yaş ve üzeri olduğu görülmüştür. Eğitim durumları incelendiğinde Sağsak köyünde %54.5, Katrancı köyünde %65 ve Celil köyünde %65.5 değerleri ile ilkökul seviyesinin çoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, kadınların eğitim imkanlarından yararlanma durumlarının yetersiz olduğunu göstermektedir. Anket çalışmasına katılım sağlayan kadınlar büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinde bakım, besleme gibi çeşitli konularda aktif oldukları ve sabah-akşam sağımında yer aldıklarını bildirmişlerdir. Küçükbaş hayvancılıkta ise genelde hayvanların sağımında yer almaktadırlar. Bu işler için günde ortalama 3-4 saat arasında değişen sürelerde zaman ayırdıkları tespit edilmiştir. Anket çalışmasının gerçekleştirildiği üç köyde de kadınların sosyal güvencelerinin çoğunluğunu Bağ-Kur oluşturmaktadır. Sahip olunan sosyal güvencelerin büyük bir çoğunluğunun aile reisi kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sosyal güvencesi olmayan kadınların oranları Sağsak köyünde %31.8, Katrancı köyünde %16.7 ve Celil köyünde %43.3 değerlerindedir. Kadınlar çalışma koşullarındaki zorluklara ve uzun çalışma sürelerine rağmen kırsalda gününün büyük bir bölümünü tarım ve tarım dışı işlere ayırmaktadır ve dinlenmek için çok az zamanları kalmaktadır. Çalışmanın gerçekleştirildiği köylerde kadınların ücretli veya ücretsiz işgücü olarak tarımsal faaliyetlerde yer almalarının yanı sıra ev işleri ve çocuk bakımına günün çok büyük bir kısmını ayırdığı belirlenmiştir. Buna rağmen kadınların sosyal güvence olmamasına razı olduğu gözlenmiştir. Ankete katılanların büyük çoğunluğu hane halkı kişi sayısı bakımından 4-5 kişilik ailelerde yaşamaktadır. Anket yapılan köylerde ailede tarımla uğraşan kişi sayısı bakımından en yüksek değer Sağsak köyünde 4.88 ortalama değerdedir. Celil köyünde ortalama değer 4 ve Katrancı köyünde ortalama 2.13 değerinde tespit edilmiştir. Sağsak köyü koşulları gereği kadınlar tarımsal faaliyetleri içinde daha fazla yer almaktadır. Araştırmaya konu olan köylerde aile fertlerindeki çoğunluğu kadınlar oluşturmaktadır, bu nedenle ailedeki bireylerin tarımsal faaliyetlere katılma oranı diğer köylere göre daha yüksektir. Kendi hanesinde tarımsal faaliyetlere katılımın yanı sıra aile toprakları dışında işçiliğe giden kadınlar bulunmaktadır, böylece kadının yaptığı iş çeşitliliği artmış olmaktadır.

Tarımsal Üretim Faaliyet Varlığına İlişkin Bulgular

Tarımsal üretim faaliyet varlığına ilişkin bulgular kapsamında ankete katılım sağlayan kadınlar tarafından ekilen ürün çeşitleri, arazi toplam gelir varlığı, yıllık hayvansal üretim varlık durumu, tarımsal üretim faaliyetlerinde risk alma durumları, ailelerin gelir durumlarına ait görüşleri, tarımsal faaliyet başlıkları ve katılım durumları, hayvansal üretim faaliyetleri ile uğraşma sebepleri, hayvansal üretim faaliyetlerinde başvuru bilgileri ele alınmıştır.

Tablo 1’de anket çalışmasına katılan kadınlar tarafından ekilen ürün çeşitlerine ilişkin bilgiler yer almaktadır. Yapılan incelemede Sağsak köyünde silajlık mısır %37.9 oranındadır. Katrancı

köyünde %41.7 oranla ve Celil köyünde %43.3 oranla silajlık mısır tercih edilmiştir. Ekilen ürünler incelendiğinde en fazla mısır ekimi ve en az buğday ekimi olduğu göze çarpmıştır. Ekim tercihlerinde ürünlerin hayvan besleme amaçlı kullanıldığı gözlenmiştir.

Tablo 1. Ekim yapılan ürün çeşitleri

Ürün Çeşidi	Sağsak (%)	Katranacı (%)	Celil (%)
Pancar	36.4	40.0	33.3
Yonca	1.5	.	.
Mısır	37.9	41.7	43.3
Ayçiçeği	9.1	6.7	13.3
Arpa	3.0	1.7	5.0
Buğday	1.5	0	1.7
Ekim Yapmayanlar	10.6	9.9	3.4

Tablo 2. Yıllık Hayvansal Üretim Varlık Durumu

Hayvansal Üretim	Sağsak		Katranacı		Celil	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
İnek (Baş)	20.44	26.15	13.32	12.37	14.9	7.222
Yıl Başı Toplam Değeri	245272.73	313869.867	140617.38	155742.795	158.05	81.743
Tosun (Baş)	7.58	9.789	5.55	4.645	4.13	1.662
Yıl Başı Toplam Değeri	113636.36	146829.429	82050	69715.749	53733.33	21603.41
Düve (Baş)	6.56	8.308	6.03	5.615	3.75	1.398
Yıl Başı Toplam Değeri	59045.45	74770.095	54300	50531.849	33750	12578.735
Dana (Baş)	5.35	6.297	5.55	4.252	3.05	1.371
Yıl Başı Toplam Değeri	37439.39	44075.505	38850	29766.222	21350	9594.887
Buzağı (Baş)	6.94	8.318	5.8	7.566	8.02	8.631
Yıl Başı Toplam Değeri	20818.18	24955.289	17400	22698.615	24050	25892.493
Koyun (Baş)	4.3	17.391	2.83	16.06	6.37	27.399
Yıl Başı Toplam Değeri	4733.33	19129.561	3141.67	17710.5	7321.67	31508.966
Teke (Baş)	0.3	1.163	0.5	1.652	0.75	3.128
Yıl Başı Toplam Değeri	242.42	930.519	470	1667.567	1050	4379.091
Toklu/Çepiç (Baş)	2.18	9.16	3.73	16.965	2	8.157
Yıl Başı Toplam Değeri	1527.27	6411.973	2646.67	11911.061	1600	6525.881
Kuzu/Oğlak (Baş)	2.05	9.395	1.88	6.904	2.23	9.502
Yıl Başı Toplam Değeri	1227.27	5636.79	1150	4174.925	1563.33	6651.238
Kanatlı (Adet)	12.73	11.809	12.22	9.824	14.27	8.976
Yıl Başı Toplam Değeri	1400	1299.039	1274.67	1099.506	856	538.571

Tablo 2’de anket çalışmasına katılan kadınların yıllık hayvansal üretim varlık durumlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Eski İlçesi kırsalında en iyi geçim kaynaklarından biri hayvancılıktır. Bölge işletmelerinde üretilen sütlerin tanklarla mandıralara gönderilmesi veya işlenip peynir yoğurt gibi ürünler elde edilerek pazara çıkarılması faaliyetleri gerçekleşmektedir. Kadın çiftçiler bu faaliyetler sonucunda düşük bir gelir elde edilmesine rağmen aile geçimine katkı sağladıklarını bildirmişlerdir. İşletmede hayvan sermayesi alım satım işlerinden erkeklerin sorumlu olduğu kadınların çoğunluğu tarafından ifade edilmiştir. Eski İlçesi’nde yaşayan kadın çiftçilerin büyük bir bölümünün büyükbaş hayvancılık ile uğraştıkları belirlenmiştir. Bu kapsamda, Sağsak köyünde kadın çiftçilerin ortalama 20.44 baş

inek varlığı bulunmaktadır, Celil köyünde ortalama 14.90 ve Katrancı köyünde ortalama 13.32 baş inek varlığına olduğu görülmektedir. Sağsak köyünde sütçülük faaliyetlerinin fazla olması inek varlığının da diğer köylere göre fazla olmasını açıklamaktadır. Aynı zamanda Holstein Montafon gibi yüksek fiyatlı ırkların Sağsak köyünde çok olması da gelir durumunu etkilemektedir. Yılbaşı toplam değerler hesaplanırken güncel hayvan fiyatları dikkate alınmıştır. Sağsak köyünde iki adet tosun besi çiftliği bulunmaktadır. Bu nedenle tosun yetiştiriciliğinde de diğer köylere göre ön sırada yer almıştır. Düve sayısında sıralama Sağsak köyü 6.56 değeri ile birinci sırada, ikinci sırada 6.3 değeriyle Katrancı ve Celil köyü 3.75 değeriyle son sırada bulunmaktadır. Koyun, teke, kanatlı hayvan ve oğlak varlığında Celil köyü birinci sıradadır, Katrancı ise çepiç üretiminde birinci sıradadır.

Tablo 3. Risk Alma Durumu

	Sağsak		Katrancı		Celil	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Risk almayı seven	4	6.1	4	6.7	3	5.0
Riske duyarsız	16	24.2	15	25.0	14	23.3
Riskten kaçınan	46	69.7	41	68.3	43	71.7

Tablo 3'te anket çalışmasına katılan kadınların hayvansal üretim faaliyetlerinde risk alma durumlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Buna göre; risk almayı seven kadınların oranları Katrancı köyünde %6.7, Sağsak köyünde %6.1 ve Celil köyünde %5 oranlarında tespit edilmiştir. Riske duyarsız kadınların oranı Katrancı köyünde %25.5, Sağsak %24.2 ve Celil köyünde %23.3 oranlarındadır. Yapılan değerlendirmelerde kadınların büyük bir çoğunluğunun riskten kaçınan bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Buna göre Celil köyünde riskten kaçınan kadınların oranı %71.7, Sağsak köyünde %69.7 ve Katrancı köyünde % 68.3 olduğu belirlenmiştir. Bu durumun toplumda kadınlara yönelik ev temizliği ve çocuk bakımı gibi algıların varlığı, yoğun iş yükü, gelir seviyesinin düşüklüğü ve sigortasız çalışma koşullarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. Aile Gelir Durumu

	Sağsak		Katrancı		Celil	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Yoksul	0	0	0	0	0	0
Orta Halli	62	93,9	53	88,3	41	68,3
Durumu İyi	4	6,1	7	11,7	19	31,7

Tablo 4'te anket çalışmasına katılan kadınların aile gelir durumlarına ilişkin tanımları yer almaktadır. Buna göre çoğunluk aile gelir durumlarını orta halli olarak tanımlamışlardır. Tablo 5'te araştırmanın gerçekleştirildiği kırsalda tarımsal faaliyetlere katılım durumlarına ilişkin özet bilgiler sunulmaktadır. Toprağı ekime hazırlama faaliyeti günümüzde modern tarım teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Toprak, insan veya hayvan gücünden ziyade traktör ve çeşitli tarımsal makineler kullanılarak işlenmektedir. Kırsal alanlarda alet ve makine kullanımını büyük bir çoğunlukla erkekler yapmaktadır. Bu nedenle incelenen köylerde de benzer bulgular elde edilmiştir. Kadınların yaptıkları tarımsal faaliyetler incelendiğinde bitkisel

üretim bağlamında en fazla çapa, hasat ve taşıma işleri ön plana çıkmaktadır. Kadın çiftçiler Celil köyünde %31.17, Sağsak köyünde %29.92 ve Katrancı köyünde %15.67 oranında çapa yapma faaliyetinde yer almaktadırlar. Ürün hasadında Celil köyünde kadınların hasat faaliyetine katılımı %14.33 iken Katrancı'da hasada katılan kadınların oranı %8.50 dir, Sağsak ise hasada katılan kadın oranı %7.20'dir. Kadınlar taşıma işlerinde %16.42 ile en çok Katrancı köyünde aktiftir.

Tablo 5. Tarımsal Faaliyetlere Katılma Durumu

Tarımsal Faaliyetler		Sağsak		Katrancı		Celil	
		Ort. (f)	Std. Sapma	Ort. (f)	Std. Sapma	Ort. (f)	Std. Sapma
Toprağı Ekime Hazırlama İşleri	Erkek (%)	87.88	32.88	93.33	25.155	100	0
	Kadın (%)	0	0	0	0	0	0
Ekim İşleri	Erkek (%)	87.5	32.89	93.33	25.155	100	0
	Kadın (%)	0.38	3.077	0	0	0	0
Dikim İşleri	Erkek (%)	87.5	32.89	91.67	26.308	99.17	6.455
	Kadın (%)	0.38	3.077	1.67	9.051	0.83	6.455
Sulama İşleri	Erkek (%)	79.17	34.968	74	31.093	78.5	31.182
	Kadın (%)	8.71	18.858	19.33	24.416	13.17	20.46
Gübreleme İşleri	Erkek (%)	87.88	32.887	86.67	28.916	96.67	12.577
	Kadın (%)	0	0	6.67	17.14	3.33	12.577
Tarımsal Mücadele İşleri	Erkek (%)	87.12	33.179	91.67	26.308	100	0
	Kadın (%)	0.76	6.155	1.67	9.051	0	0
Çapa Yapma İşleri	Erkek (%)	51.89	38.056	64.33	39.718	38.83	33.247
	Kadın (%)	29.92	32.291	15.67	24.242	31.17	29.521
Budama İşleri	Erkek (%)	86.36	33.45	86.67	31.712	99.17	6.455
	Kadın (%)	1.52	8.637	3.33	12.577	0.83	6.455
Hasat İşleri	Erkek (%)	80.68	35.3	85	32.286	97.5	10.989
	Kadın (%)	7.2	18.483	8.5	20.897	14.33	24.451
Taşıma İşleri	Erkek (%)	78.79	36.226	78.75	34.081	92.92	18.464
	Kadın (%)	7.58	18.065	16.42	28.981	15.58	28.717
Hayvan Bakımı (Besleme-Sulama vb.) İşleri	Erkek (%)	32.2	18.483	24.25	23.011	27.92	33.915
	Kadın (%)	67.8	18.483	72.5	24.417	61.33	33.558
Hayvan Sağımı İşleri	Erkek (%)	28.41	20.041	21.25	22.934	18.33	35.91
	Kadın (%)	70.08	21.582	73.75	28.159	67	34.753
Bitkisel Ürünleri İşleme (Bulgur, Reçel.Un vb.) İşleri	Erkek (%)	6.06	15.229	1.67	12.91	0	0
	Kadın (%)	92.42	19.1	100	0	100	0
Hayvansal Ürünleri İşleme (Yoğurt.Peynir vb.) İşleri	Erkek (%)	4.17	13.576	2.5	14.336	1.67	12.91
	Kadın (%)	94.32	17.972	90.83	28.362	93.33	25.155
Tezek Yapımı İşleri	Erkek (%)	31.44	22.494	32.5	21.243	40.42	17.881
	Kadın (%)	65.53	24.716	60.83	25.365	56.25	19.324
Tezek Toplama İşleri	Erkek (%)	35.23	19.6	33.33	20.925	41.25	17.114
	Kadın (%)	61.74	21.582	58.87	25.713	55.42	18.464
Ahır Temizliği İşleri	Erkek (%)	42.05	25.63	40.83	23.455	44.17	16.828
	Kadın (%)	57.95	25.63	55.83	24.515	52.5	17.648
Ürünleri Satış ve Pazarlama İşleri	Erkek (%)	98.11	7.979	85	32.286	90	28.819
	Kadın (%)	1.89	7.979	6.67	19.456	1.67	9.051

Kadınların hayvancılık faaliyetleri değerlendirildiğinde bitkisel üretim faaliyetlerine göre çok daha aktif oldukları gözlenmiştir. Hayvan bakımında kadınların katılım oranlarının Katrancı köyünde %72.50, Sağsak köyünde %61.93 ve Celil köyünde %61.33 olduğu belirlenmiştir. Süt hayvanlarının sağımı hem makine ile hem de el yordamıyla gerçekleştirilmektedir. Kadınların bu faaliyete katılım oranları yüksektir. Kadınların hayvan sağımına katılımı %73.75 oranıyla Katrancı köyünde, %70.08 oranıyla Sağsak köyünde ve %67.00 ile Celil köyünde sağlanmaktadır. Ele alınan kırsal alanlarda bitkisel ve hayvansal ürünleri işleme kadınların erkeklerden önemli ölçüde fazla katılım sağladığı faaliyetlerdir. Bitkisel ürünlerin işlenmesi reçel ve salça yapımı gibi faaliyetlerdir. Hayvansal ürünleri işleme ise peynir, yoğurt, yağ, çemen yapımı gibi işlemlerdir.

Tablo 6. Hayvansal Üretim Faaliyetleri ile Uğraşma Sebepleri

	Sağsak		Katrancı		Celil	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Atadan gelen meslek	37	56.1	20	33.3	25	58.3
En iyi bildiği meslek	19	28.8	18	30	8	13.3
Hayvancılık için uygun arazi, bina sahibi olmak	4	6.1	7	11.7	7	11.7
Yaşadığı bölge şartları	4	6.1	13	21.7	13	21.7
En iyi geçim kaynağı	0	0	3	5	7	11.7

Tablo 6’da anket çalışmasına katılan kadınların hayvansal üretim faaliyetleri ile uğraşma sebeplerine ilişkin bilgiler yer almaktadır. Buna göre; kadınların çoğunluğu atadan gelen meslek olması nedeniyle hayvansal üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Bir diğer öne çıkan cevap en iyi bildikleri mesleğin hayvancılık olmasıdır. Bu bulgular, eğitim imkanlarına ulaşamama ve aile içinde kadının üstlendiği ağır yükler nedeniyle başka bir alternatif öğrenilememesi sonuçlarının bir yansıması olduğu düşünülmektedir.

Tablo 7. Hayvansal Üretim Faaliyetlerinde Başvurulan Bilgi Kaynakları

Bilgi Kaynakları	Sağsak		Katrancı		Celil	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Bilgi Kaynağı Yok (Kendi Tecrübesi)	4	4.5	15	25	43	71.7
Eşi	61	92.4	57	95	22	36.7
Tarım ve Orman İl/İlçe Müdürlüğü	3	4.5	2	3.3	4	6.7
Komşular-Akrabalar	34	51.5	38	63.3	14	23.3
Önder Çiftçiler	9	13.6	0	0	4	6.7
Tarım Danışmanı	2	3	0	0	0	0
Muhtar	0	0	0	0	0	0
Tv-Radyo-İnternet	0	0	0	0	0	0
Gazete, Dergi Vs	0	0	0	0	0	0
Özel Sektördeki Uzmanlar (Gübre, İlaç vb.)	5	7.6	0	0	0	0

Tablo 7’de anket çalışmasına katılan kadınların hayvansal üretim faaliyetlerinde başvurdukları bilgi kaynaklarına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Buna göre; köyler açısından üç önemli bilgi kaynağının varlığı belirlenmiştir. Bu bilgi kaynakları kadınların eşleri, komşu-akrabalar ve kendi tecrübeleri şeklinde belirlenmiştir. Sağsak köyünde yaşayan kadın çiftçilerin %92.4’ü eşlerini bilgi kaynağı olarak görmektedirler. Komşu-akrabayı bilgi kaynağı olarak gören kadınların oranı %51.5 şeklindedir. Katrancı köyünde de en çok başvurulan bilgi kaynağı

kadınların eşleri olmuştur (%95.0), daha sonra %63.3 oranla ikinci sırada komşular-akrabalar gelmektedir. Celil köyünde ise diğer köylerden farklı olarak ilk sırada kendi tecrübelerini bilgi kaynağı olarak gören kadınlar çoğunlukta yer almıştır (%71.7). Kadınların eşlerinin bilgi kaynağı olma oranı burada %36.7 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği köylerde kadınların herhangi bir tarımsal kooperatif veya birliğe üye olmadığı belirlenmiştir.

Cinsiyet Rollerini, Kaynak Tahsisi, Rollerini Dengeleme ve Karar Alma Süreçlerine Katılım Ölçeklerine İlişkin Değerlendirmeler

Literatürde toplumsal cinsiyet rolleri kavramının geleneksel olarak kadınlarla ve erkeklerle ilişkili olduğu kabul edilen rolleri içerdiği ifade edilmektedir. Toplumsal cinsiyet rolü; kültürel olarak kadına ve erkeğe uygun görülen kişilik özellikleri ve davranışları (rolleri) içermektedir (Dökmen, 2004; Kan, 2012). Tablo 8’de Cinsiyet Rollerini, Kaynak Tahsisi, Rollerini Dengeleme ve Karar Alma Süreçlerine Katılım Ölçeklerine İlişkin Değerlendirmelere ait bulgular araştırmanın yürütüldüğü üç köy için özetlenmiştir. Anket metninde beş dereceli Likert tipi ölçek niteliği taşıyan sorular yer almaktadır.

Tablo 8. Cinsiyet Rollerini, Kaynak Tahsisi, Rollerini Dengeleme ve Karar Alma Süreçlerine Katılım Ölçeklerine İlişkin Değerlendirmeler

Ölçeklere İlişkin Sorular	Sağsak	Katrancı	Celil
Kadının yeri evidir.	3.72	3.86	2.71
Erkekler kadınlardan daha dayanıklıdır.	4.34	4.86	4.61
Aile reisi erkektir.	4	4.33	3.96
Kız çocukları okumalıdır.	4.03	4.03	5
Kadınlar çalışmalıdır.	3.48	3.83	4.3
Erkek çocuk sahibi olmak mutlaka gereklidir.	3.19	3.13	2.26
Tarımsal işleri kadın ve erkek eşit olarak paylaşmalıdır.	2.57	1.96	1
Tarımsal faaliyet alanlarında erkek çocukların sorumlulukları kız çocuklarından daha fazladır.	4.81	4.91	5
Ev işlerinden kadın sorumludur.	3.65	4.03	4.93
Kadınların tarımsal faaliyetlerin yürütülmesinde katkısı büyüktür.	4.60	4.8	5
Ev işlerini kadın ve erkek eşit olarak paylaşmalıdır.	2.59	2.31	2.58

Erkekler yalnızca mecbur kaldıklarında bazı sorumlulukları üstlenirler (Yemek yapmak, temizlik, çocukların bakımı vb.)	3.28	4.68	4.93
Kadınların tarımsal faaliyetlere katılmaları eşleri ve çocukları ile ilgilenmelerini güçleştirir.	3.62	3.15	4.76
Tarımsal faaliyetler kadınların ev işlerine zaman ayırmasını kısıtlar.	3.53	3.15	4.66
Tarımsal faaliyetleri yürüten kadınların boş zamanları yoktur.	3.33	3.01	4.33
Kadınlar tarımsal faaliyetler için kredi, satın alma gibi resmi işlemleri yürütebilirler.	2.28	3.26	3.76
Kadınların tarımsal faaliyetleri yürütme becerileri erkeklerden daha fazladır.	2.57	2.11	3.03
Kadınlar kış dönemlerinde tarım dışı gelir getiren faaliyetlere katılmalıdır.	3.86	3.7	2.13
Kadınlar tarımsal faaliyetlerle ilgili kurslara katılmalıdırlar.	3.34	3.71	4.8
Kadınlar bir işletmeyi başarıyla yönetirler.	3.13	3.36	3.03
Kadınlar gelirin harcanmasında fikir vermelidirler.	3.43	4.11	5
Kadınlar tarım araç ve gereçlerini kullanmalıdır.	3.93	4.11	5
Kadınların tarımda çalışması aile gelirini artırır.	3.95	4.08	5
Sadece erkekler kendi işlerini kurabilir.	2.72	2.5	1.75
Kadınların da kendi işlerini kurmaları gerekir.	2.95	3.41	3

Araştırmanın gerçekleştirildiği köylerde kadınların cinsiyet rolleri ölçeğine vermiş oldukları yanıtlar incelendiğinde, Katrancı ve Sağsak köylerinde yaşayan kadınların kültürel olarak kadına uygun görülen rolleri kabullenici bir davranış sergiledikleri gözlenmiştir. Bir başka ifade ile kadınların toplumda kendi rollerini büyük ölçüde kabul ettiği ve evin dışında farklı faaliyet göstermekten kaçınmaları gerektiğine inandıkları belirlenmiştir. “Kadının yeri evidir” önermesine en çok katılan kadınların görüşleri Katrancı köyünde 3.86, Sağsak köyünde 3.72 ve Celil köyünde 2.71 ortalama değerinde belirlenmiştir. Sağsak ve Katrancı köylerinde elde edilen değerlerin Celil köyüne nazaran yüksek olması, kadınların sosyal faaliyet alanının az olması nedeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Celil köyünde ise kadınlar ev dışında da faaliyet gösterebildiklerini, alışveriş ve gezi gibi olanaklara sahip olduklarını bildirmişlerdir. “Erkekler kadınlardan daha dayanıklıdır” önermesinde Katrancı köyünde yaşayan kadınlar 4.86 değeri ile çoğunlukta görüş bildirmişlerdir. Diğer köylerdeki kadınların da yüksek oranda

katılım sağladığı gözlenmiştir. Kadınların görüşleri erkeklerin daha ağır işlerde çalıştıkları yönünde olmuştur. Özellikle balya taşımacılığı, tarla sulama, mahsul taşıması gibi olaylarda erkekler daha aktif olduğunu ve bu işlerde beden gücüne ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. “Kız çocukları okumalıdır” önermesine Celil köyü yüksek katılım oranı sağlamıştır, diğer köyler de bu önermeye büyük oranda katılmaktadırlar. “Kadınlar çalışmalıdır” önermesinde 4.3 değeri ile Celil köyü katılım sağlamıştır. Celil köyündeki kadınlar diğer köylere göre daha özgür olduklarını ve her kız çocuğunun en az lise mezunu olmalı anlayışına sahip olduklarını belirtmişlerdir. “Erkek çocuk sahibi olmak mutlaka gereklidir” önermesinde de kadınların ortalamadan yüksek değerde görüş belirttiği gözlenmiştir. Tarımsal üretim faaliyetlerinde devamlılık sağlanması ve işlerin ağır olması gerekçesiyle kadınlar erkek çocuk sahibi olunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Rollerin dengelenmesi ölçeğinde hem tarımsal faaliyetlerde hem aile içi rollerde özellikle kadınların görevi olarak görülen işlerde erkeğin katılımı açısından kadınların görüşleri incelenmiştir. Bunun için "tarım işlerini kadın ve erkek eşit paylaşmalı", "tarım işlerinde erkek çocuğu kız çocuğundan daha fazla sorumlu olmalıdır", "ev işlerinden kadın sorumlu", "kadının tarımsal işlerde katkısı çoktur" ve "ev işleri eşit şekilde paylaşılmalı" önermeleri ele alınmıştır. Köy kadınları hayvancılık faaliyetlerinde ağır yüke sahip olduklarından dolayı bu noktada biraz daha eşitlik istediklerini belirtmişlerdir. Aile içi rollerde kadının görev olarak kabul ettiği faaliyetlerin varlığı yapılan analizlerde doğrulanmıştır. Kadınların tarımsal faaliyetlerde eşitlik yanlısı olmadığı sonucuna varıldığı görülmektedir. Aynı zamanda kadınların ev işlerinden sorumlu olma görüşünü yüksek değerde kabul etmiş olduğu gözlenmektedir. Tarımsal faaliyet alanlarında erkek çocukların sorumlulukları kız çocuklarından daha fazladır önermesine Celil köyündeki kadınların yüksek oranda katıldıkları görülmektedir.

Roller ve ihtiyaçlar ölçeğinde "erkekler mecbur kaldıklarında ev işini yapar", "kadınların tarım işlerinde uğraşması ailesine ilgisini azaltır", "tarımsal işler kadının ev işlerini kısıtlar", "tarımda çalışan kadının boş zamanı yoktur" olmak üzere dört farklı önerme değerlendirilmiştir. Hayvancılıkla uğraşan kadınların hem aile içi rollerini hem de tarımsal faaliyetlerdeki rollerini yorumlayarak, vazgeçmek durumunda oldukları öğeler belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, bu ölçeğe ilişkin önermeler değerlendirildiğinde genel olarak kadınların hayvancılık faaliyetinden daha fazla ev işleri ve bakımını görev olarak üstlendikleri görülmektedir.

Karar alma sürecine katılım ölçeği kapsamında "kadın tarımla ilgili kurslara katılmalıdır", "kadın bir işletmeyi başarıyla yönetebilir", "kadın gelirin harcanmasında fikir vermelidir", "kadın kredi gibi resmi işleri yürütebilir", "kadınların tarımda becerisi erkekten fazladır", "kadın kış ayında tarım dışında çalışmalıdır" başlıklı önermeler değerlendirilmiştir. “Kadınlar tarımsal faaliyetler için kredi, satın alma gibi resmi işlemleri yürütebilirler” önermesi banka gibi kuruluşlar ile ilişki kurma ve süreci yönetebilme kapasitesinin ifadesi olarak yorumlanmaktadır. Burada 3.76 değeri ile Celil köyündeki kadınlar olumlu görüş bildirmişlerdir. Diğer köylerde yer alan kadınlar daha düşük değerlerde cevaplamışlardır. Bu durumda hayvancılık faaliyetlerindeki iş gücü rolü Celil köyündeki kadınlarda daha güçlü görünmektedir. Anket çalışmasına katılan kadınların çoğunluğa yakını “kadınların tarımsal faaliyetleri yürütme becerileri erkeklerden daha fazladır” ifadesine katılmamaktadır. “Kadınlar tarımsal faaliyetlerle ilgili kurslara katılmalıdırlar” ifadesinde Tablo 8’de görüleceği üzere

kadınların önemli bir bölümü olumlu yönde görüş bildirmiştir. Kadınlar çeşitli eğitim ve seminer programları hem kapasiteleri arttırabilirler hem de kırsal kalkınmaya çok daha destek verici konuma taşınabilirler.

Kaynak tahsisi ölçeğinde kadın ve erkeğin var olan kaynakları paylaşımı ve kaynaklara ulaşım imkanlarını belirlemek amaçlanmaktadır. Bu amaçla "kadınlar tarım araç ve gereçlerini kullanmalı", "kadınların tarımda çalışması aile gelirini arttırır", "sadece erkek kendi işini kurar" ve "kadınlar kendi işini kurmalıdır" önermelerine yer verilmiştir (Kan, 2012). Tablo 8'de görüleceği üzere kadınların büyük bir çoğunluğu kaynak tahsisi konusunda olumlu görüş bildirmişlerdir. Bunun bir sonucu olarak da hayvancılık faaliyetlerindeki rollerinin iyileşeceği düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada hayvansal üretim faaliyetlerinde kadın iş gücünün rolü araştırılmaya çalışılmıştır. Anket çalışması sonucunda hayvancılık faaliyetinde yer alan kadınların bireysel sağlık güvencelerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Kadınlar bir yandan aile içinde hanenin bakım ve beslenmesi sorumluluğunu üstlenirken diğer yandan tarımsal faaliyetlere katılmaktadır. Aile ekonomisine destek olmak adına ücretsiz işçi konumunda varlığını sürdüren kadınlar sigortasız çalışmaya razı olmaktadır. Araştırmaya katılan kadınların hayvansal faaliyetler içinde, hayvanların bakım ve beslemesi ile hayvansal ürünlerin işlenmesi işlerinde yoğun bir şekilde yer aldığı tespit edilmiştir. Araştırma bölgesi kırsalında kadınların haneye giren gelirden oldukça düşük bir pay almalarına rağmen hayvancılık faaliyetleri ile aile ekonomisine, sürdürülebilir üretime ve kırsal kalkınmaya büyük katkılar sağladıkları görülmektedir. Araştırmanın sonuçları kadınların kırsalda daha uygun koşullarda çalışabilmeleri adına desteğe ihtiyaç duyduklarını da göstermektedir. Köyden kente göç söz konusu olduğunda, kırsaldan gelen kadınların şehir ortamında vasıfsız bir konumda kalma durumları ortaya çıkabilmektedir. Bu noktada kadınların kırsalda desteklenmesi, kalkınma ekonomisi ve iş gücü rolü açısından önem arz etmektedir. Bilgiye ulaşma ve kadınlarımızın sahip oldukları potansiyelin verimli bir şekilde ortaya koyulabilmesi adına eğitim faaliyetleri bir diğer önemli nokta olmaktadır. İş gücü rolündeki iyileşmeler sayesinde kırsalda yaşayan kadınların ülke ekonomisine sağlayacağı faydaların gittikçe artış göstereceği düşünülmektedir. Araştırmaya katılan kadınlar hem tarımsal faaliyetler sonucu elde ettikleri yerel gıdalar ve işledikleri hayvansal ürünler ile hem de tarım dışı faaliyetler kapsamında el becerilerini kullanarak ürettikleri ürünleri sergileyebilecekleri pazarların gelir elde etmelerinde büyük katkılar sağlayacağını bildirmişlerdir. Eski İlçesi kırsalında kadınların hayvancılık faaliyetlerinde bulunması atalarından gelen meslek olmasına büyük oranda bağlıdır.

Çalışma sonuçları arasında dikkat çeken bir diğer unsur, kadınların hayvancılık faaliyetlerinde iş gücü olarak kendi paralarını kazanıp tarımsal işletme sahibi olmak istedikleri ancak bunu nasıl yapacakları konusunda bilgi sahibi olmamalarıdır. Bir diğer önemli nokta, başta aile içi roller ve toplumun kadına yüklemiş olduğu sorumluluklar olmak üzere karşılaşacağı çeşitli durumlarda süreci nasıl yöneteceği hakkında kadınların bilgilerinin yetersiz veya yok denecek kadar az olduğu sonucu ile karşılaşılmasıdır. Kırsalda yaşayan kadınların hayvancılık faaliyetlerinde iş gücü rolünü oldukça benimsemiş olduğu gözlenmiştir. Bu durum, temelde

ülke ekonomisine ne denli katkıda bulduklarının farkında olmadıkları ve yaptıkları işin meslek olduğunun da farkında olmadıkları sonucunun bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada kadınlarımızın doğru bir şekilde yönlendirilmeleri girişimcilik faaliyetlerindeki artışlar, özel teşvikler, verimlilik artışına ve böylece köyden kente göçün azalmasına dolaylı olarak olumlu katkılar sağlayacaktır.

Köyde yaşayan ve hayvancılık faaliyetlerinde iş gücü rolüne sahip kadınlara hayvan bakımı, besleme ve yetiştiriciliği, hayvan hastalıklarının tanınması ve önlenmesinin önemi, döl verimini arttırma yöntemleri gibi koruyucu ve önleyici içerikli eğitimlerin verilmesi, hayvancılık işletmelerinde yönetim ve işletme ekonomisi konularını da içeren eğitimler almaları sağlanmalıdır. Hayvansal üretim gelirinin artışına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmelidir.

Kırsalda eğitim ve sağlık imkanlarına erişim konusunda kadınlar ve kız çocukları dezavantajlı grup olarak nitelendirilmektedirler. Bu durumda karar verme ve seçme hakkının kullanımı, gelirden pay alma ve bilgiye ulaşma gibi konularda engeller ortaya çıkmaktadır. Yapılacak yatırımlarla kadınların çalışma hayatında yer almasını sağlayacak faaliyet alanları oluşturulabilir.

Teşekkür

Çalışmanın bir bölümü 12. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

Alkan S, Toksoy D (2009). Orman köylerinde kadın ve kırsal kalkınma (Trabzon ili örneği). II.Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Isparta.

Demir, P. A., Elmali, D. A., & Işık, S. A. (2016). Kırsal alanda kadınların tarım ve hayvancılık faaliyetlerine ilişkin sosyo-ekonomik katkısı. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 43(2), 81-88.

Gülçubuk, B., (1999). Tarımsal Üretimde ve Kırsal Kalkınmada Kadının Yeri ve Önemi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım ve Köy Dergisi, Sayı 125, s-36-41, Ankara.

Kan, A. (2012). Kırsal alanda tarım işletmelerinde yoksulluk ve yoksulluğun toplumsal cinsiyet çerçevesinde değerlendirilmesi: Konya ili Hadim ilçesi örneği. Yayınlanmış Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Kan, A. (2015). Kırsal Alanda Kadın ve Yoksulluk. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, s- 52-56.

Kazgan, G., 1982. Türk Toplumunda Kadın: Türk Ekonomisinde Kadınların İşgücüne Katılması, Mesleki Dağılımı, Eğitim Düzeyi ve Sosyo Ekonomik Statüsü. II. Baskı Kent Basım Evi, İstanbul.

Kutlar, İ., Kızılay, H., Turhanogulları, Z. (2013). Kırsal alanda kadınların işgücüne ve kararlara katılımını etkileyen sosyo ekonomik faktörlerin belirlenmesi: Burdur ili örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1), 27-32.

Solmaz, E. E., & Özdemir, H. Ö. (2021). Tarım İşletmelerinde Kadın Girişimciliği. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 4(1), 3-15.

Yavuz, F., Terin, M., Güler, İ. O., Akay, B., & Denizli, G. (2014). Tarımsal üretimde kadının rolünün belirlenmesi üzerine bir çalışma: Bayburt ili örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3(5).

Yıldırak, N., 1987. Köy Toplumunda Kadın. Ayyıldız Matbaası, Ankara.



Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161
<https://dergipark.org.tr/pub/kuzfad>

**KUZ
FAD**

Review article

Biological Fertilizers-Containing Beneficial Microorganisms in

Fruit Culture^a

Yaşar ERTÜRK^{1,*}

¹Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture Department of Zootechnics, 40100, Bağbaşı, Kırşehir,
Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): yasar.erturk@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 23.09.2021 / Kabul (Accepted): 25.11.2021 / Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ABSTRACT

The soil, which provides both the environment and the nutritional requirements for the growth of plants, also has a significant number of microorganisms. Therefore, this ecosystem, where both living and non-living elements are together, must create an absolute balance for good growing. The natural life cycle in the soil is carried out especially by the biotic part of the soil, this part also provides the opportunity to make plant cultivation h^bhealthier. Non-pathogenic beneficial microorganisms, which occupy an important portion in the biotic part of the soil, have taken on the task of being the biggest supporter of sustainable-organic-controlled agriculture in recent years. In this review, studies on the possibilities of using rhizobacteria and beneficial fungal forms, known as beneficial microorganisms, in fruit growing and their mechanisms of action are summarized.

Keywords: PGPR, AMF, *Trichoderma* spp., biological fertilizer

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

^aAtf bilgisi / Citation info: Ertürk Y (2022). Biological Fertilizers-Containing Beneficial Microorganisms in Fruit Culture. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1): 71-92

Yararlı Mikroorganizma İçerikli Biyolojik Gübrelerin Meyve Yetiştiriciliğinde Kullanımı

ÖZ

Bitkilerin yetişmesi için hem ortam hem de beslenme ihtiyaçlarını sağlayan toprak, önemli miktarda mikroorganizma içeriğine de sahiptir. Dolayısıyla hem canlı hem de cansız unsurların bir arada olduğu bu ekosistem, iyi bir yetiştiricilik için mutlak dengeyi oluşturmak zorundadır. Topraktaki doğal yaşam döngüsü, özellikle toprağın biyotik kısmı tarafından yürütülmekte, bu kısım aynı zamanda bitki yetiştiriciliğinin daha sağlıklı yapılabilmesine imkân sağlamaktadır. Toprağın biyotik kısmında önemli bir yer kaplayan patojen olmayan yararlı mikroorganizmalar, son yıllarda özellikle sürdürülebilir-organik-kontrollü tarımın en büyük destekleyicisi olma görevi üstlenmiştir. Bu derleme ile, yararlı mikroorganizmalar olarak bilinen bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler ve yararlı mantar formlarının meyve yetiştiriciliğinde kullanım imkanlarına yönelik yapılan çalışmalar ve etki mekanizmaları özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: PGPR, AMF, *Trichoderma* spp., biyolojik gübre

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Introduction

The extreme changes that have been observed in recent climate events and pose a serious threat to agricultural production can seriously affect product quality and quantity by threatening food security around the world. Abiotic stress factors caused by climatic changes also make plants more vulnerable to pathogen attacks. Especially drought and soil salinization are the most important reasons for agricultural losses caused by human-induced climate changes. Basically, these reasons result in deterioration in evapotranspiration and photosynthetic activities, which play a key role in total biomass production. This situation negatively affects the plant nutrient uptake ability both directly and indirectly.

Increasing world population and food need, and accordingly, more frequently used plant production inputs have significantly affected the health of agricultural ecosystems. In improving agricultural production, there are significant challenges, such as limited arable land, the need to reduce the use of pesticides and chemical fertilizers, and the dissemination of sustainable technologies. In order to overcome these limitations, in the last 30 years, useful microorganism-containing biological fertilizers, which are effective as plant bio-stimulants, have started to be widely used in wider areas.

Biological fertilizers containing beneficial microorganisms, which are also evaluated as plant bio-stimulants, have the capacity to increase or regulate the efficiency of other inputs used in plant production, independent of the presence of nutrients in the soil, owing to different microorganisms. As a result, these elements, which are considered as bio-stimulant, are gradually being included in plant production systems. These elements are not classical nutrients, however, they also activate mechanisms that promote the use of nutrients and protect plants against different biotic and abiotic stress conditions. Beneficial fungi and bacteria are also

considered as the most promising bio-stimulants for sustainable agricultural production (Ruzzi and Aroa 2015).

Beneficial microorganisms fix atmospheric nitrogen, dissolve phosphate, chelate iron with siderophore, break down organic residues by decomposition, suppress soil pathogens, increase the availability of plant nutrients and contribute to their conversion, produce antibiotics and other bioactive substances, reduce heavy metal uptake of plants in heavy metal pollution areas. Research results have been reported in different ecosystems for many plant species that have many functions such as providing water, increasing soil aggregation with the polysaccharides they produce. These types of microorganisms that increase soil fertility and contribute to plant growth with these mechanisms are called biofertilizers.

Soil biology, which is one of the three most important components of soil fertility, is an ecosystem of organisms living in the soil and interacting with other components and has a highly complex and dynamic structure that varies greatly according to conditions. The very limited soil mass around the root, called the rhizosphere, is an environment where microorganisms are highly concentrated. Although microorganisms in this field have numerous tasks, they have an important place in terms of plant development, yield, and soil fertility. The most important microorganisms that increase plant growth are rhizobacteria, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), and *Trichoderma* (Jakoby et al. 2017).

Rhizobacteria, named as PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) by Kloepper and Schroth and discovered in 1978, provide many benefits to plants by colonizing the rhizosphere and phyllosphere of plants (Ram et al. 2013). PGPR directly support plant growth by promoting the production of plant growth regulators, facilitating the uptake of soil nutrients, contributing to disease control and increasing nitrogen fixation (Alagawadi and Gaur 1992; Antoun and Prevost 2006; Bashan and de-Bashan 2005; Çakmakçı et al. 2010; De-Ming and Alexander 1998; Podile et al. 2006; Zahir and Arshad 2004; Zhang et al. 1996). On the other hand, AMF are beneficial fungal species that occur in the root zone of 80%-90% of land plants in a symbiosis with all terrestrial plants (Abdel Latef and Chaoxing 2011a,b; 2014). The hyphae formed by the AMF in harmony with the plant roots increase the surface area of the roots, improve the mineral and nutrient uptake of the plants from the soil, and thus encourage the plants to show better growth. It is also reported that AMF contribute to the resilience of plants against environmental stresses such as soil salinity, heavy metal pollution, nutrient deficiency, and adverse soil pH conditions. (Turkmen et al. 2008). AMF, which have an important place in terms of sustainability, are in important interaction with many families in horticultural plants. *Trichoderma*, another beneficial fungus group consisting of two hundred species, are also beneficial fungi species that play an important role in plant growth and development, such as AMF, and increase the tolerance of plants to environmental stresses (salinity, drought). *Trichoderma* species are also used in seed and seedling production to provide tolerance to some root diseases (Balla et al. 2008; Bitterlich et.al. 2018; Studholme et al. 2013).

With the help of fertilizers containing microorganisms, it is normal that the successes to be obtained from cultivation in plant and root development, flower yield and stress conditions differ according to the strain used and the genotypic effect of the applied plant (Abdel-Rahman

and El-Naggar 2014). For this reason, the diversification of the applications (bacteria or fungi species) and the plant species to be applied is a matter directly related to the adequacy of the knowledge to be obtained on this subject.

In this review, the results of the studies conducted to reveal the efficacy of PGPR, AMF and *Trichoderma* species, which are known as beneficial microorganisms, in fruit growing were evaluated.

2. Biological Fertilizers Containing Microorganisms and Terminology

It is observed that different terms such as bio-stimulant, microbial inoculant, or biopreparate are used in studies on biological fertilizers. The content and scope of these terms can be schematized as follows.

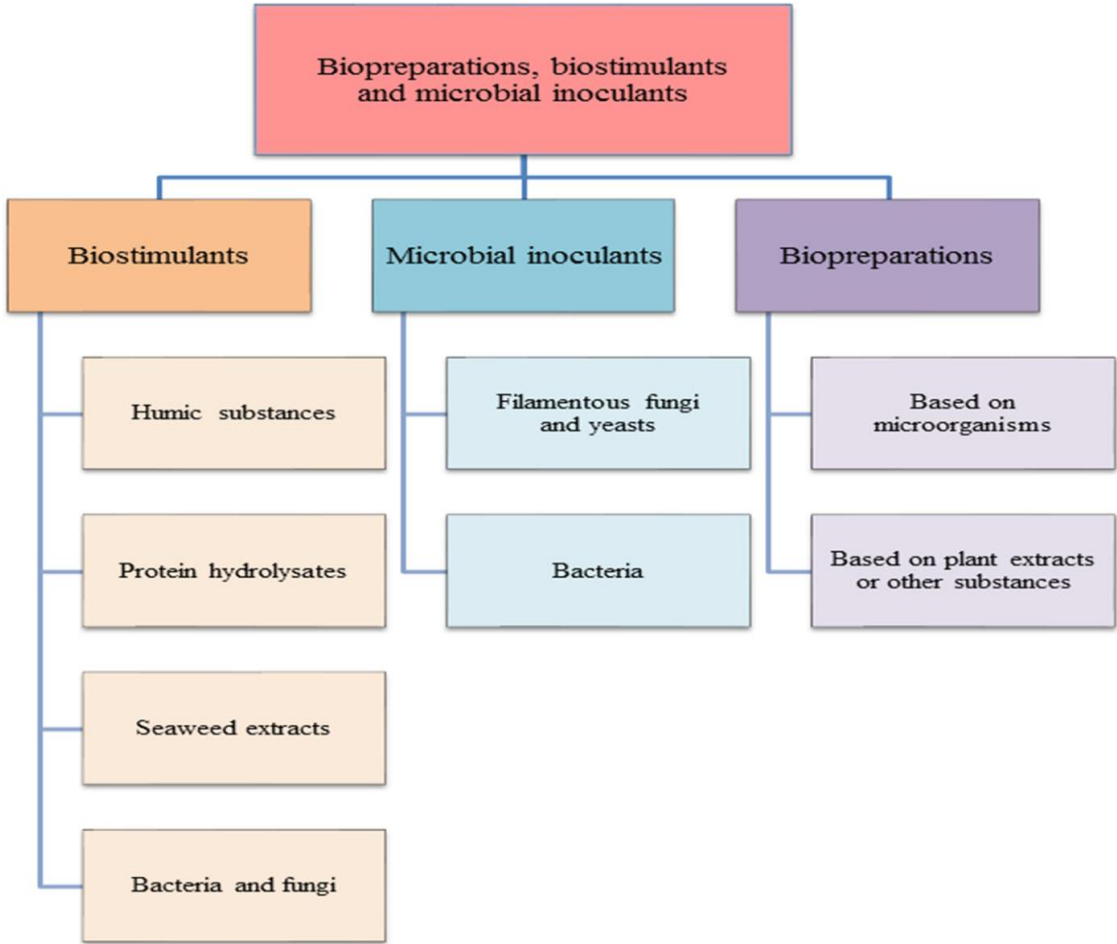


Figure 1. Scope of the terms biopreparate, microbial inoculant and biostimulant (Pylak et al. 2019).

Biopreparations are products derived from a living organism or its metabolites. They inhibit the growth of pathogenic fungi or bacteria. Their effectiveness varies and is largely dependent on

ecological factors (Pačuta et al. 2018). Substances other than conventional nutrients (fertilizers) that have the ability to promote plant growth even when applied in low amounts are generally defined as bio-stimulants (du Jardin 2015). These products can be an important alternative in reducing or eliminating the low yield and quality problems in organic fruit growing. As a matter of fact, they are defined as any substance or microorganism supplied to plants, regardless of soil nutrient content, primarily to increase nutrient uptake efficiency, but also to increase abiotic stress tolerance and/or product quality characteristics. They are especially seaweed extracts, protein degraders, humic and fulvic acids, chitosan, inorganic compounds and beneficial fungi and bacteria (Ruzzi and Aroca 2015).

3. Beneficial Bacteria and Their Use in Fruit Culture

It is known that conventional agricultural techniques cannot meet the food needs of the increasing population in the world, the natural balance is disturbed as a result of these methods, and human and animal health is adversely affected by the chemicals used. In addition, these methods have led to an increase in production costs and difficulty in reaching food. Therefore, in order to reduce such problems, it is tried to adapt environmentally friendly production systems to agricultural production. One of the alternative approaches is PGPR, known as biological fertilizers. They contribute to high yield increases by contributing to the economic use of mobile nutrients in non-renewable resources, stimulating plant growth at lower costs and in a sustainable way. (Lucy et al. 2004). In this group, In addition to symbiotic species such as *Azorhizobium*, *Allorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, and *Rhizobium*, there are non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria such as *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Klebsilla*, and *Synorhizobium* (Hayat et al. 2010; Bhardwaj et al. 2014). The effectiveness of these species extends beyond fixing N₂ to include the ability to recycle organic matter. So that they mineralize organic nitrogen to nitrate, which can be easily taken up by plants via nitrite. The most studied genus in this group is *Azospirillum* spp. (Miransari 2011).

The effectiveness of PGPR can be by direct and indirect mechanisms. Although the mechanism of PGPR is not fully understood, their mechanism has been clarified; (1) increased root length and development, thanks to its ability to produce 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase, an important enzyme for reducing ethylene secretion in the root of developing plants (2) auxin, indole acetic acid (IAA), abscisic ability to produce hormones such as acid (ABA), gibberellic acid (GA) and cytokinin, (3) symbiotic nitrogen fixation, (4) antagonistic to phytopathogenic bacteria by producing siderophore, β-1, 3-glucanase, chitinase, antibiotic, color pigment and cyanide effect, (5) dissolution and mineralization of nutrients (especially phosphate compound), (6) increased resistance to drought, salinity, excess water and oxidative stress, and (7) water-soluble B group vitamins, niacin, pantothenic acid, thiamine It can be summarized as the production of riboflavin and biotin, as well as the removal of toxic substances and heavy metals for contaminated soil with plants (Hayat et al. 2010).

In addition to their contribution to soil nitrogen fixation, PGPR, such as *Bacillus circulans*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *B. sircalmous*, and *B. subtilis*, are known to have the ability to dissolve phosphate rock in the soil. P in soil are also found in mineral forms such as apatite,

hydroxyapatite and oxyapatite, and in organic forms such as inositol phosphate, phosphomonoesters, phosphodiester and phosphotriesters (Khan et al. 2007). Rather than fertilizing the soil, which increases productivity and development, mineralization and dissolution of phosphorus with the help of phosphate-dissolving bacteria has become an alternative to humanity as a more sustainable way (Jeffries et al. 2003). The most important mechanism of solubilization of inorganic phosphate through PGPR applications is based on the synthesis of lower weight organic acid molecules such as gluconic acid and stric acid (Rodriguez et al. 2004). These organic acids of phosphate bind cations with carboxyl and hydroxyl groups by chelating them, which causes a decrease in soil acidity and thus the dissolution of phosphate (Tao et al. 2008). In addition, some of these bacterial groups have the ability to produce plant hormones such as abscisic acid, auxin, cytokinin, ethylene, and gibberallin (Pylak et al. 2019). With this hormone production, a strong architectural structure will be formed in the roots, so the plant will be able to absorb more water and nutrients with these roots. As a matter of fact, in a study conducted, root growth increased up to 35% under irrigation conditions and up to 43% in drought conditions in *Rubus glaucus* plants, where bacteria with known IAA production efficiency were applied (Rubin et al. 2017). In addition to the increase in root development and, in parallel with this, more and faster intake of nutrients, bacteria such as *B. amyloliquefacies*, *B. brevis*, *B. circulans*, *B. coagulans*, *B. firmus*, and *B. megterium* (PGPR) are involved in nitrate transport. It is also known that it upregulates the responsible genes (NRT1.1, NRT2 and NAR2.2), which increase nitrogen uptake (Saia et al. 2015). It was determined that the plants inoculated with *Pseudomonas mendocina*, which promotes plant growth, increased the nitrate reductase activity in the leaves and the capacity to stimulate the expression of the genes responsible for the enzymes with these applications. It has been determined that enzymes involved in nitrogen assimilation or photosynthesis are more affected by these applications (Jannin et al. 2012; Kohler et al. 2008).

It has been reported that some PGPR have the ability to produce auxin, cytokinin or gibberallin from plant hormones both in pure culture and in the soil, and also inhibit ethylene synthesis (Çakmakçı et al. 2008, 2010; Glick et al. 1994). Bacteria can also increase root elongation and development by reducing the amount of ethylene in plant roots with their ability to produce ACC deaminase (Penrose and Glick 2001). Especially *Enterobacter* spp., *Rhizobium* spp., *Pseudomonas* spp., *Variovorax* spp., *Alcaligenes* spp., and *Bacillus* spp. Thanks to the 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase enzyme activity, which is determined to be common in species, it can reduce the negative effects of ethylene caused by different stress conditions (Çakmakçı 2009; Glick et al. 1998; Safronova et al. 2006). In plants to which bacteria with this activity are applied, resistance to stress conditions is indirectly increased by proportionally more root development, especially thanks to low ethylene (Burd et al. 2000). Stress factors such as excessive water, drought, low and high temperatures, heavy metals, and salinity increase the amount of “plant stress ethylene”. The most effective strategy in reducing the stress ethylene formed under abiotic stress conditions is the use of the gene that produces the ACC Deaminase activity. When bacteria showing ACC deaminase activity are applied to plants, the bacteria act as a receptor for ACC deaminase and the plant ethylene level is thus reduced (Glick et al. 1998). PGPR strains; they can also show effectiveness in resistance to abiotic stress conditions such as drought and salinity, by stimulating osmolyte regulation

mechanisms that control plant cell wall integrity and induce plant tolerance to stress factors (by producing osmoprotectants such as proline, glutamate and trehalose) (Koskey et al. 2021).

Microorganisms have long been widely used as biological control agents. PGPR also have important effects on pathogenic microorganisms, insects and nematodes. Most bacterial biological control agents are of the genus *Bacillus*, and *Bacillus thuringiensis* is the most widely used bacterial biocontrol agent against many fungal pathogens and insects. Derivatives of this genus are found in more than 70% of bacterial biopesticides. These products, also called biological control agents, are easy to apply. They activate the resistance mechanisms in the plants they are applied to and increase the yield. This antagonistic effect is achieved through antibiosis, secretion of some toxic metabolites, parasitism, and competition for food. The direct antagonistic mechanisms of microbial biological agents are assisted by the agents' ability to detect enzymes that break down the cell wall (such as catalases, cellulases, chitinases, esterases, glucanases, and proteases) (Alori and Babalola 2018). These hydrolytic enzymes facilitate the penetration of the pathogen into the cell wall and insect tissues. *Bacillus thuringiensis*, one of the main entomopathogenic bacteria, produces endotoxins that disrupt insect cell structures, induce osmotic cell lysis, causing significant ion leakage and loss of functional integrity (Azizoğlu 2019; Bent 2006; Köhl et al 2019; Liu et al 2019; Melo et al 2016).

Agrobacterium, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, and *Thiobacillus* are other bacterial genera with in vitro and in vivo antibiotic properties. Bacterial biopesticides, like most bacterial control agents, are environmentally friendly, inexpensive to develop, and can be as effective as synthetic pesticides (Köhl et al. 2019). Apart from parasitism, most biological control agents directly suppress pathogens through the production of antibiotic compounds that inhibit the proliferation of target pathogens. Bassiacridin and beauvericin, produced by *Beauveria*, have insecticidal properties (McGuire and Northfield 2020). Bioactive lipopeptides produced by *B. subtilis* necrotize insect epithelial cells and cause death (Melo et al. 2016; Liu et al. 2019). In their indirect mechanisms, it is important that they inhibit the development of other pathogens through competition. Thus, most antagonist microorganisms have the ability to colonize aggressively, suppressing pathogens that prevent their establishment through competition. This mode of action is incredibly effective in controlling necrotrophic pathogens that require exogenous nutrients for their formation. Here, it is necessary to express the complexity of antagonistic mechanisms and that microbial biological agents can suppress a pathogen through several mechanisms (Tewari et al. 2019).

The use of PGPR, whose effectiveness was evaluated by these mechanisms, in perennial plants such as fruit species, has intensified in the last 20 years, and the results have been more variable than annual and herbaceous plants. Study summaries on the activities of different PGPR strains on fruit species are given in Table 1.

Table 1. The activities of beneficial bacteria in fruit growing

Fruit species	Application effects	References
Strawberry	Increase in stolon efficiency between 124-449%	Aslantaş et al. 2009
	A positive effect against <i>Phytophytena cacterum</i> and <i>Phytophytena fragariae</i> diseases	Vesteberg et al. 2004
	Yield increase up to 94.9% in salty conditions, increase in N content, decrease in Na and Cl content	Karlıdağ et al. 2011
	The cumulative yield of strawberries grown in organic conditions increased between 10.5% and 33.2% in combined applications. Titratable acid decreased, while total dry matter and sugar increased.	Eşitken et al. 2010
	All rhizobacteria applied under field conditions in Fern strawberry cultivar had a positive effect on yield factors such as fruit amount per plant, average fruit weight and first quality fruit ratio. Among these bacteria, especially RC19 (<i>Bacillus simplex</i>), RC05 (<i>Paenibacillus polymxa</i>) and RC23 (<i>Bacillus</i> spp) were identified as the prominent isolates in increasing yield in strawberry.	Erturk et al. 2012
	In San Andreas' strawberry cultivar, it was determined that with different salt concentrations (0, 30 and 60 mM/L NaCl), the growth of the strawberry decreased, and the bacteria application at 60 mM/L NaCl concentration provided the highest curative effect and provided the most effective protection against salt stress of the plant. The results revealed that the application of bacteria can have a curative effect by increasing proline and anthocyanin levels, helping it to tolerate the adverse effects of salt stress, which is an important abiotic factor in horticultural cultivation.	Koç et al. 2016
Banana	Hevenk yield, the number of fingers in each hevenk, increased the N, P, K contents in the leaf.	Kavino et al. 2010
	In yield, number of hevenk, significant increases in phosphorus uptake from the soil	Attia et al. 2009
	Hevenk yield (35-51%), root development, Ca, N and Mg uptake increased.	Mia et al. 2010
	It was determined that bacteria application did not increase stem circumference and leaf length in Cavendish bananas, but there was a significant increase in plant height, leaf number and leaf width. The effects of bacterial application on banana cluster weight and fruit development were found to be statistically significant.	Akbaş et al. 2019
Apricot	It was determined that the average yield increase was between 30% and 60%, the growth of shoot length increased significantly with the application of bacteria in both years, and the N, P, K, Ca and Mg contents of the leaves of the treated trees increased compared to the control.	Eşitken et al. 2002, 2003a; Karlıdağ et al. 2010
Hazelnut	It was determined that the root formation in cuttings increased significantly compared to the control.	Basil et al. 1991
	Increase in vegetative growth values and leaf nutrient content in seedlings	Ertürk et al. 2010b, 2011a
Cherry	Yield per unit trunk area, increase in fruit weight, shoot length, N, P, K, Fe, Zn, Mn uptake	Eşitken et al. 2006
Sourcherry	Increase in total yield and fruit weight	Akça et al. 2010
	In Kütahya sour cherry cultivar, <i>Bacillus mycoides</i> T8 and <i>B. subtilis</i> OSU-142 flower and leaf applications significantly increased the yield per tree, shoot length and leaf area compared to the control. The highest shoot length was found in T8+OSU-142 (51.74 cm) application, and the lowest value was found in the control (46.71 cm).	Arıkan and Pırlak 2016
Mulberry Apple	Significantly increased mulberry leaf area and quality.	Sudhakar et al. 2000
	Increases in yield per unit trunk area (13.3-118.5), fruit weight (4.2-7.5%), shoot thickness (9-30.1%), N, P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, and Zn amounts.	Pırlak et al. 2007

	Combined use with low doses of IBA on wood cuttings resulted in increases in rooting up to 30%.	Karakurt et al. 2009
Pear	Inoculation of phosphate-dissolving bacteria in Le Cont pear significantly increased shoot length and yield.	Fawzi et al. 2010
Tea	Applications made in pots and field conditions in different tea clones caused significant increases in vegetative growth parameters, leaf nutrient content and leaf enzyme activity values.	Çakmakçı et al. 2009, 2010a, 2010b, 2011a; 2011b, 2015, 2017, Ertürk et al. 2011b, 2013
Kiwi	Rooting increase of 40-76.6% in cuttings It significantly increased the rooting of kiwi wood cuttings (up to 78%). Rooting increased by 47.50% in semi-woody cuttings and up to 42.50% in woody cuttings.	Ertürk et al. 2008 Ercişli et al. 2003 Ertürk et al. 2010a
Vine	They increased the rooting rate and the success rate of callus formation rate, grade and graft set in rootstock-pencil combinations, increases up to 93% in graft combinations.	Köse et al. 2003, 2005
Pistachios	Lateral root formation up to 7.8% in seedlings	Orhan et al. 2007
Almond	8.89-9.6% increase in lateral root formation	Orhan et al. 2006
Rosehip	It promotes rooting between 65-91% in wood cuttings.	Ercişli et al. 2004
Blueberry	Three biocontrol bacteria combination application containing <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> JC65 and JC65 increased blueberry leaf chlorophyll content, net photosynthesis rate by 21.50%, average plant height by 13.21% at 30 days and by 2.72% at 69 days. Compared to the control, the grafted plants had a yield increase of 14.56% and an improvement in fruit quality.	Yu et al. 2020
	Increased leaf area, number of leaves, root dry weight and stem diameter, and an increase in P, Zn and Cu content in the leaf	De Silva et al. 2000
Blackberry	Application of <i>Pseudomonas fluorescens</i> N21.4 to blackberry roots (<i>Rubus</i> sp.) increased expression of some flavonoid biosynthetic genes, accompanied by an increase in the concentration of selected flavonoids in fruits. In the study carried out to determine the effect of three PGPR strains belonging to the genus <i>Bacillus</i> on the development of blackberry (<i>Rubus glaucus</i> Benth.) in semi-cover and field conditions (crop systems); In field conditions, the total number of branches (7.32), the number of productive branches (7.0), the number of flowers per cluster (26.2) and the lowest percentage of unproductive branches (6.1%) were higher than semi-covered (P<0.001). Significant differences (P<0.05) were obtained in the total number of branches over time with bacterial strains.	Garci-Seco et al. 2015 Roblede-Brutica et al. 2018

3. Beneficial Fungi and Its Use in Fruit Culture

Beneficial fungi, which make positive contributions to plant growth, especially in organic agriculture, have the ability to live in a symbiosis with plants. Thanks to the hyphae formed by the beneficial fungi and growing towards the plant roots, the surface area of the plant roots increases, increasing the root efficiency. In addition, siderophores, which are organic acids that chelate iron ions, are produced by these fungal groups and ensure better iron uptake. They also have the ability to secrete phosphatase and other organic compounds necessary to increase the presence of P in the soil (Rouphael et al. 2015).

Trichoderma harizanum (T22) is one of the most widely used plant pathogen antagonists in the composition of some biological preparations (its activity is fixed against pathogens such as *Armillaria*, *Botrytis*, *Demathophora*, *Diaportha*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Monillia*, *Phytophthora*, *Plasmophora*, *Phytium*). Thanks to the secretion of auxin-like hormones in the

hyphae of *Trichoderma* spp, plant development is promoted due to plant root growth (Frac et al 2018). In addition to its microparasite function, it also has the ability to produce different antibiotics and growth promoting effects. In the studies, *Trichoderma* sp.; It has been determined that viriden also produces some antimicrobial compounds such as peptabol, gliotoxin, isonitriles and sesquiterpenes. These substances are known to be toxic enzymes used by fungi to inhibit the growth of other competitors in the same ecological niche (Berg et al. 2004).

Trichoderma spp. induced resistance may contribute to plant breeding through certain mechanisms such as mycoparasitism, inactivation of pathogen enzymes, production of inhibitory compounds, and nutrient-space competition (Roco and Perez 2007; Yedidia et al. 2000).

Thanks to the antibiotic properties produced by some of the *Trichoderma* species, the development of other pathogens in the environment is prevented (*Phytophthora* pathogens are suppressed by the gliovirin substance). The hyphae of this group of fungi usually grow into the hyphae of other fungi and curl around them, limiting them. Hardware such as hooks and appressorium in their hyphae facilitates attachment to fungi (Özbay and Newman 2004). In addition, many species belonging to this genus are known to produce high amounts of cell-degrading enzymes such as α -1-3 gluconases. Studies have shown that some enzymes produced by *Trichoderma* species also inhibit the growth of pathogenic fungal hyphae and spore germination (Szekerez et al. 2004). As a matter of fact, *Trichoderma coningii* (T21) and *Gliocladium virens* (G2 and G8) were used in strawberry cultivation, and they showed activity by providing inhibition against *Botrytis cinerea* pathogen (Alizadeh et al. 2007). The contribution of this group of fungi to the inhibition of pathogen enzymes is another mechanism they use to control the growth of pathogens. Pectinase, gluconase, cutinase and chitinase secreted by pathogens; It is suppressed by the protease enzyme secreted by *Trichoderma* spp (Ela 2000). Some *Trichoderma* species colonize the roots of the plant and induce a series of biochemical and morphological changes (ISR). As a matter of fact, it has been determined that it can form systemic resistance against the powdery mildew agent *Podosphaera aphanisa* in strawberry by preventing the growth of the pathogen (Harel et al. 2011).

Arbuscular mycorrhizal fungi, which are species that can colonize 80% of terrestrial plant species, have the capacity to develop a symbiotic relationship with plants. These relationships are mutually beneficial, and fungi increase the surface area of the roots and allow them to grow, thus improving the plant's water and nutrient uptake. As a matter of fact, nitrogen, and other minerals, especially phosphorus, are taken into the plant together with water thanks to the wide hyphae network (Pylak et al. 2019).

Particularly, the effectiveness of the applications in the seedling and sapling period, and the aim of rapid and obvious seedling and sapling development make AMF an effective alternative. They can also act as biological control agents by direct or indirect mechanisms. Especially under stress conditions, the contribution of AMF to growth and development becomes clearer. Although many effects on seedlings and saplings such as high retention rate, growth, development, increases in fruit yield and quality, obtaining homogeneous fruit, increased flowering, early flowering, and induced resistance against stresses vary in different ecologies

depending on the host and fungal species, fruit It has been determined by studies on species (Pylak et al. 2019).

Many fruit tree species are dependent on arbuscular mycorrhizal infection for survival and growth. Better growth of plants infected with mycorrhiza in this way is associated with a generally more efficient uptake of nutrients from the soil (Naik et al. 2018). The purpose of use of beneficial mushrooms in fruit growing and summary information about related studies are given in Table 2.

Table 2. Activities of beneficial fungi in fruit growing

Fruit species	Application effects	References
Citrus	Positive relationships were determined between AMF colonization and growth parameters in mandarins	Panja and Chaudhri 2004
	Increase in growth and ion uptake in drought and salinity conditions, improvement in fruit quality	Wu et al. 2010
	Trifoliolate mycorrhizal inoculation, increases in fruit soluble sugar content and leaf chlorophyll content	Wu and Zou 2012
	Application of <i>Glomus macrocarpum</i> and <i>G. coledonicum</i> in Troyer plant increased plant height, stem diameter and total biomass.	Souza and Souza 2000
Banana	Grafting at the beginning of the weaning stage in micropropagated banana plants significantly increases growth.	Grant et al. 2005
	Increases in plant height, greener and wider leaves, more fruit clusters, higher fruit number per cluster with <i>Glomus fasciculatum</i> inoculation in dwarf Cavendish and Robusta cultivars.	Eswarappa et al. 2002
	Inoculation with AMF and Rhizobacteria alone or together (combined) resulted in higher shoot length in micropropagated banana plants than in control.	Mia et al. 2010
Vine	Growth enhancement on different rootstocks and cultivars grafted with <i>Gigaspora rosea</i> and <i>Glomus mosseae</i>	Linderman and Davis 2001
Olive	In olive plants inoculated with <i>Glomus mosseae</i> , shoot and leaf growth is at maximum levels.	Renaldelli and Mancuso 1996
	Increases in lateral root density	Vitagliano and Citernes 1999
Peach	Root and crown growth in grafted seedlings is maximum	Porras et al. 2002
	Increase in plant height, root length, number of leaves and SSC in peach seedlings inoculated with <i>Glomus macrocarpum</i> .	Awad 1999, Sharma and Bhutani 1998
	Increases in AMF inoculation, nutrient content, and vegetative growth in Alderighi cultivar	Josec 2009
Apple	Increases in leaf area, biomass, and chlorophyll content in AMF inoculated apple seedlings under greenhouse conditions.	Mortin et al. 1994
	A positive correlation was found between AMF inoculation and shoot growth, leaf area and yield in apple seedlings.	Lovato et al. 1994
	Increases in seedling growth parameters with AMF colonization in seedling period	Wang et al. 2001
Pecans	The highest linear and radial growth internodium, number of leaves, shoot dry weight, root/shoot ratio and highest photosynthesis rates in AMF inoculation to pecan seedlings	Joolka et al. 2004
Plum	AMF applied with root inoculation in plum seedlings, vegetative growth parameters increased at different rates compared to the control.	Slawomir and Aleksander 2010
Pomegranate	Increases in fruit yield in 5-year-old pomegranate plants applied in combination with <i>Azotobacter chroococcum</i> and <i>Glomus mosseae</i> .	Aseri et al. 2008
Guava	The combined use of AMF and <i>Bacillus megaterium</i> provided the highest shoot length.	İbrahim et al. 2010
Strawberry	Strawberry seedlings of Camarosa, Aromas, Camino Real, Monterey, Portola, San Andreas and Albion cultivars were	Wang et al. 2012

inoculated with AMF. Increases in pH, SÇKM, titratable acidity, phenolic compounds in fruit juice, improvement in quality properties after harvest.

Increases in fruit size and fruit strength in strawberries treated with AMF Rivera-Chávez et al. 2012

While AMF and PGPR applications increased the sugar and anthocyanins concentration in strawberry, they decreased the pH and malic acid contents. Todeschini et al. 2018

Conclusion

The biggest threats to conventional agriculture are high production costs of nitrogen fertilizers, decreasing natural P deposits, restrictions on pesticide use, drought and its negative impact on safe food. Increasing demand for safe food and better nutrition, developing research technologies and interest in sustainable agriculture are increasing the global interest in biological fertilizers containing microorganisms.

Different studies are needed to use beneficial microorganisms effectively in different processes of sustainable commercial fruit growing. A better understanding of the application principles and benefits of beneficial microorganisms will bring great benefits to sustainable agriculture. Understanding the complex plant X microorganism interactions, responses to stress tolerance and adaptations influenced by different soil and climatic factors is an important key here. In order to identify potential microbial candidates conferring resilience to abiotic stresses, their effectiveness in small-scale agro-ecosystems should be tested by employing advanced biotechnological tools.

Inoculation of beneficial microorganisms; Contribution to safe and adequate food production and environmental sustainability can be an important pillar. However, more information is needed on the effects of climate change and the effects of agricultural practices on the biofunctionality of microorganisms in multiple agrosystems.

References

Abdel Latef A A and Chaoxing H (2011a). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Sci. Hort.* 127, 228–233. doi: 10.1016/j.scienta.2010.09.020.

Abdel Latef A A and Chaoxing H (2011b). Arbuscular mycorrhizal influence on growth, photosynthetic pigments, osmotic adjustment and oxidative stress in tomato plants subjected to low temperature stress. *Acta Physiol. Plant.* 33, 1217–1225. doi: 10.1007/s11738-010-0650-3

Abdel Latef A A and Chaoxing H J (2014). Does the inoculation with *Glomus mosseae* improve salt tolerance in pepper plants? *Plant Grow. Regul.* 33, 644– 653. doi: 10.1007/s00344-014-9414-4

Abdel-Rahman S S, El-Naggar A I (2014). Promotion of rooting and growth of some types of *Bougainvilleas* cutting by plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular

mycorrhizal fungi (AMF) in combination with indole-3-butyric acid (IBA). *Inter. J. Sci. and Res*, 3(11), 97-108.

Akbaş Y, Pirlak L, Dönmez M F (2019). *Bacillus atrophaeus* MFDV2 Rhizobacteria Isolate Increases Vegetative Growth, Yield, and Fruit Size of Banana Plant. *Indonesian Journal of Agricultural Science* Vol. 20 No. 2: 55–60. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/ijas.v.20.n2.2019.p.55–60>

Akça, Y, Ercişli S (2010). Effect of plant growth promoting rhizobacteria inoculation on fruit quality in sweetcherry (*Prunus avium* L) cv. 0900 Ziraat. *J. Food Agr. And Biology*, 8(2):769-771.

Alagawadi A R, Gaur A C (1992). Inoculation of *Azospirillum brasilense* and phosphate-solubilizing bacteria on yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in dry land. *Trop. Agric.* 69, 347–350.

Alizadeh H, Sharifi-Tehrani A, Hedjaroude G (2007). Evaluation of the effects of chemical versus biological control on *Botrytis cinerea* agent of gray mould disease of strawberry. *Commun Agric Appl Biol Sci* 72:795–800

Alori E T and Babalola O O (2018). Microbial Inoculants for Improving Crop Quality and Human Health in Africa. *Front. Microbiol.* 9:2213. doi: 10.3389/fmicb.2018.02213

Antoun H, Prevost D (2006). Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. PGPR: biocontrol and biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui, S 1-38.

Arıkan Ş, Pırlak L (2016). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth, Yield and Fruit Quality of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). *Erwerbs-Obstbau* (2016) 58:221–226.

Aseri, G K, Jain N, Panwar J, Rao A V, Meghwal P R (2008). Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, and metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. *Scientia Horticulturae.* 117: 130-135

Aslantas R, Karakurt H, Kose M, Ozkan G, Cakmakci R (2009). Influences of some bacteria strains on runner plant production on strawberry. *Proc III. National Berry Fruit Symposium* 50–58

Attia M, Ahmed M A, El-Sonbaty M R (2009). Use of biotechnologies to increase growth, productivity and fruit quality of maghrabi banana under different rates of phosphorus. *World J Agric Sci* 5:211–220

Awad S M (1999). Response of flame grape transplant to mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilization. *Egyptian Journal of Horticulture.* 26(3): 421-423

Azizoglu U (2019). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer and biostimulator: a mini-review of the little-known plant growth-promoting properties of Bt. *Curr. Microbiol.* 76, 1379–1385. doi: 10.1007/s00284-019-01705-9

- Balla I Szucs E, Borkowska B, Michalczuk B (2008). Evaluation the response of micropropagated peach and apple rootstocks to different mycorrhizal inocula. Mycorrhiza Works, eds F. Feldmann, Y. Kapulnik, and J. Baar (Braunschweig: Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft), 126–134
- Bassil N V, Proebsting W M, Moore L W, Lightfoot D A (1991). Propagation of hazelnut stem cuttings using *Agrobacterium rhizogenes*. Hort Sci 26:1058–1060
- Bashan Y, De-Bashan L E (2005). Plant growth-promoting. Encyclopedia of soils in the environment, 1, 103-115.
- Bent E (2006). Induced systemic resistance mediated by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and fungi (PGPF). In: Tuzun S, Bent E (eds) Multigenic and induced systemic resistance in plants. Springer, New York, pp 225–258
- Berg A, Kemami Wangun H V, Nkengfack A E, Schlegel B (2004) Lignoren, a new sesquiterpenoid metabolite from *Trichoderma lignorum* HKI 0257. J Basic Microbiol 44:317–319. <https://doi.org/10.1002/jobm.200410383>
- Bhardwaj D, Ansari M W, Sahoo R K, Tuteja N (2014) Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microb Cell Fact 13:1–10. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66>
- Bitterlich M, Sandmann M, Graefe J (2018). Arbuscular mycorrhiza alleviates restrictions to substrate water flow and delays transpiration limitation to stronger drought in tomato. Front.Plant Sci. 9:154. doi: 10.3389/fpls.2018. 00154.
- Burd G I, Dixon D G, Glick B R (2000). Plant Growth Promoting Bacteria that decrease heavy metal toxicity in Plants. Can J. Microbiol, 46:237-245.
- Çakmakçı R, Erdogan U, Kotan R, Oral B, Donmez M F (2008). Cultivable heterotrophic N₂-fixing bacterial diversity in wild red raspberries soils in the coruh valley. In: Proceedings of IV. National Plant Nutrition and Fertilizer Congress 706–717
- Çakmakçı R (2009a). Stres Koşullarında ACC Deaminaze Üretici Bakteriler Tarafından Bitki Gelişiminin Teşvik Edilmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 40(1):109-125
- Çakmakçı R, Ertürk Y, Dönmez F, Erat M, Haznedar A, Sekban R (2009b). Organik çay yetiştiriciliği için biyolojik gübre araştırmaları. I. GAP Organik Tarım Kong. 17-20 Kasım 2009 Şanlıurfa. s, 193-201
- Çakmakçı R, Ertürk Y, Dönmez F, Erat M, Sekban R (2010 a). Organik çay üretiminin geliştirilmesi için biyolojik gübre olarak kullanılacak bitki gelişimini teşvik edici bakteri araştırması. International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems 03-07 February 2010 in Famagusta, p:371-376

Çakmakçı R, Dönmez M F, Ertürk Y, Erat M, Haznedar A, Sekban R (2010 b). Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant and Soil*,332:299-318

Çakmakçı R, Ertürk Y, Atasever A, Ercişli S, Şentürk M, Haznedar A, Sekban R (2011a). The Use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Organic Tea Production in Turkey. *Proceeding of Tea Organic Low Carbon International Symposium*. Guangyuan, China, 2011, June 6-9, 89-97pp.

Çakmakçı R, Ertürk Y, Dönmez M F, Turan M, Sekban R, Haznedar A (2011b). Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Tuğlalı Çay Klonunda Gelişme, Verim, Besin Alımı Üzerine Etkisi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*, 27-30 Nisan, s:571-581.

Çakmakçı R, Ertürk Y, Varmazyari A, Atasever A, Kotan R, Erat M, Turkyılmaz K, Sekban R, Haznedar A (2015). The effect of mixed cultures of plant growth promoting bacteria and mineral fertilizers on tea (*Camellia sinensis* L.) growth, yield, nutrient uptake, and enzyme activities. *International Congress on “Soil Science in International Year of Soils” 19-23 October 2015 Sohi, Russia*. Vol:1, pp:67-71.

Çakmakçı R, Ertürk Y, Varmazyari A, Atasever A, Kotan R, Haliloğlu K, Erat M, Turkyılmaz K, Sekban R, Haznedar A (2017). The effect of bacteria-based formulations on tea (*Camellia sinensis* L.) growth, yield, and enzyme activities. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture No 38, 2017: 5–18 (Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect. 38*

De-Ming L I, Alexander M (1988) Co-inoculation with antibiotic producing bacteria to increase colonization and nodulation by rhizobia. *Plant Soil* 108, 211–219

De Silva A, Patterson K, Rothrock C, Moore J (2000). Growth Promoting of Highbush Blueberry by fungal and Bacterial Inoculants. *HortSci*. 35(7): 1228-1230.

du Jardin P (2015) Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic* 196:3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

Ercişli S, Esitken A, Cangi R, Sahin F (2003). Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and *Agrobacterium rubi* inoculation. *Plant Growth Regul* 41:133–137

Ercişli S, Esitken A, Sahin F (2004). Application of exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation among stem cuttings of two Rose genotypes. *HortSci* 39:533–534

Ertürk Y, Ercişli S, Sekban R, Haznedar A, Donmez M F (2008). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of tea (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) cuttings. *Roum Biotech Lett* 13:3747– 3756

Ertürk Y, Ercişli S, Haznedar A, Çakmakçı R (2010a). Effects of plant growth promoting rhizobacteria(PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biol Res* 43: 91-98

Ertürk Y, Çakmakçı R, Duyar Ö, Turan M (2010b). Fındık bitkisinde PGPR uygulamalarının bitki gelişimi ve yapraktaki bitki besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-01 Temmuz 2010, Erzurum, s 511-516

Ertürk Y, Çakmakçı R, Duyar Ö, Turan M (2011a). The Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Vegetative Growth and Leaf Nutrient Contents of Hazelnut Seedlings (Turkish hazelnut cv. Tombul and Sivri). *Int. J. Soil Sci.* 6(3):188-198.

Ertürk Y, Çakmakçı R, Dönmez M F, Sekban R, Haznedar A (2011b). Fener-3 Çay klonu Fidanlarında Enjeksiyon ve Daldırma Metotları ile PGPR Uygulamalarının Verim Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. GAP VI. Tarım Kongresi 9-12 Mayıs 2011, s: 29-34.

Ertürk Y, Ercişli S, Çakmakçı R (2012). Yield and growth response of strawberry to plant growth promoting rhizobacteria inoculation. *Journal Plant Nutrition* 35:817-826.

Ertürk Y, Çakmakçı R, Sekban R, Haznedar A (2013). Çay yetiştiriciliğinde bitki büyümesini teşvik edici bakteri uygulamaları alternatif olabilir mi? Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu 25-27 Eylül 2013. Samsun, cilt 1, s:47-51.

Eswarappa H, Sukhada M, Gowda K N, Mohandas S (2002). Effect of VAM fungi on banana. *Current Research* 31(5-6): 69-70

Esitken A, Karlıdag H, Ercişli S, Sahin F (2002). Effects of foliar application of *Bacillus subtilis* OSU-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum* Blight) of Apricot. *Gartenbau* 67:139–142

Esitken A, Karlıdag H, Ercişli S, Turan M, Sahin F (2003). The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). *Aust. J. Agric. Res.* 54, 377–380

Esitken A, Pirlak L, Turan M, Sahin F (2006) Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Sci Hort* 110:324–327

Esitken A, Pirlak L, Ipek M, Donmez M F, Cakmakci R, Sahin F (2009). Fruit bio-thinning by plant growth promoting bacteria (PGPB) in apple cvs. Golden Delicious Braeburn. *Biol Agric Hort* 26:379–390

Eşitken, A, Yıldız E H, Ercişli S, Dönmez M F, Turan M, Güneş A (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown starwberry. *Scientia Hort.* 124:62-66.

- Fawzi F M, Shahin E, Daood A, and Kandil E A (2010). Effect of organic and biofertilizers and magnesium sulphate on growth yield, chemical composition and fruit quality of "Le-Conte" pear trees. *Nature and Science* 8(12):273-280]. (ISSN: 1545-0740).
- Frańc M, Hannula SE, Beńka M, Jeńdryczka M (2018). Fungal biodiversity and their role in soil health. *Front Microbiol* 9:707. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00707>
- Jacoby R, Peukert M, Succurro A, Koprivova A, Kopriva S (2017). The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition—Current Knowledge and Future Directions. *Frontiers in Plant Science* V:8. doi:10.3389/fpls.2017.01617.
- Garcia-Seco D, Zhang Y, Gutierrez-Mañero F J, Martin C, Ramos-Solano B (2015). Application of *Pseudomonas fluorescens* to Blackberry under Field Conditions Improves Fruit Quality by Modifying Flavonoid Metabolism. *PLoS ONE* 10(11): e0142639. Doi:10.1371/journal.pone.0142639
- Glick B R, Jacobson C B, Schwarze M M K, Pasternak J J (1994). 1-Aminocyclopropane-1-acid deaminase mutants of the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2 do not stimulate canola root elongation. *Can J Microbiol* 40:911–915
- Glick B R, Penrose D M, Li J (1998). A model for the Lowering of Plant Ethylene Concentrations by Plant Growth Promoting Bacteria . *J. Theor Biol*, 190:63-68.
- Grant C, Bittman S, Montreal M, Plenchette C, Morel C (2005). Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. *Can. J. Plant Sci.* 85: 3-14
- Hayat R, Ali S, Amara U, Khalid R, Ahmed I (2010). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol* 60:579–598. <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0117-1>
- Harel Y M, Kolton M, Elad Y, Rav-david D, Cytryn E, Borenstein M, Shulchani R, Graber E R (2011) Induced systemic resistance in strawberry (*Fragaria ananassa*) to powdery mildew using various control agents. *IOBC/Wprs Bull* 71:47–51
- Ibrahim H I M, Zaglol M M A, Hammad A M M (2010). Response of Baldy guava trees cultivated in sandy calcareous soil to biofertilization with phosphate dissolving bacteria and /or VAM fungi. *Journal of American Science* 6(9): 399- 404.
- Jannin L, Arkoun M, Ourry A, Laińne' P, Goux D, Garnica M, Fuentes M, Francisco S S, Baigorri R, Cruz F, Houdusse F, Garcia-Mina J M, Yvin J C, Etienne P (2012). Microarray analysis of humic acid effects on *Brassica napus* growth: involvement of N, C and S metabolisms. *Plant Soil* 359:297–319. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1191-x>
- Jeffries P, Gianinazzi S, Perotto S, Turnau K (2003). The contribution of arbuscular mycorrhizal 706.
- Joolka N K, Singh R R, Sharma M K (2004). Influence of biofertilizers, GA₃ and their combinations on the growth of pecan seedlings. *Indian Journal of Horticulture*. 61(3): 226-228
- Josec B F (2009). Efficiency of Arbuscular mycorrhizalfungi on growth of aldrighi peach tree rootstock. *Bragantia*. 68(4): 931-940

- Karakurt H, Aslantas R, Ozkan G, Guleryuz M (2009). Effects of indol-3-butyric acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 Apple rootstock. *Afr J Agric Res* 4:60–64
- Karlıdag H, Esitken A, Yildirim E, Donmez M F, Turan M (2011). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth, leaf water content, membrane permeability and ionic composition of strawberry under saline conditions. *J Plant Nutr* 34:34–45
- Kavino M, Harish S, Kumar S, Saravanakumar D, Samiyappan R (2010). Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa spp.*) under field conditions. *Applied Soil Ecology* 45:71-77.
- Khan M S, Zaidi A, Wani P A (2007). Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – a review. *Agron Sustain Dev* 27:29–43
- Koç A, Balcı G, Ertürk Y, Keles H, Bakoglu N, Ercisli S (2016). Influence of arbuscular mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria on proline content, membrane permeability and growth of strawberry (*FragariaXananassa* Duch.) under salt stress. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 89:89 – 97.
- Köhl J, Kolnaar R, Ravensberg W J (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: relevance beyond efficacy. *Front. Plant Sci.* 10:845. doi: 10.3389/fpls.2019.00845
- Kohler J, Caravaca J A H F, Roldan A (2008). Plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi modify alleviation biochemical mechanisms in water stressed plants *Josef. Funct Plant Biol* 35:141–151. [https:// doi.org/10.1074/jbc.272.16.10639](https://doi.org/10.1074/jbc.272.16.10639)
- Köse C, Guleryuz M, Sahin F, Demirtas I (2005). Effects of some plant growth promotion rhizobacteria (PGPR) on graft union of grapevine. *J Sustain Agric* 26:139–147
- Koskey G, Mburu S W, Awino R, Njeru E M, Maingi J M (2021). Potential Use of Beneficial Microorganisms for Soil Amelioration, Phytopathogen Biocontrol, and Sustainable Crop Production in Smallholder Agroecosystems. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:606308. doi: 10.3389/fsufs.2021.606308
- Linderman R G, Davis E A (2001). Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. *American Journal of Enology and Viticulture.* 52(1): 8-11
- Liu X, Cao A, Yan D, Ouyang C, Wang Q, Li Y (2019). Overview of mechanisms and uses of biopesticides. *Int. J. Pest Manage.* 24, 1–8. doi: 10.1080/09670874.2019.1664789
- Lovato P E, Hammatt N, Gianinazzi Pearson V, Gianinazzi S (1994). Mycorrhization of micropropagated mature wild cherry and common ash. *Agriculture Science in Finland* 3(3): 297- 302
- Lucy M, Reed E, Glick B R (2004). Applications of free-living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leewenhoock*, 86:1-25
- Melo A L, de A, Soccol V T, Soccol C R (2016). *Bacillus thuringiensis*: mechanism of action, resistance, and new applications: a review. *Crit. Rev. Biotechnol.* 36, 317–326. doi: 10.3109/07388551.2014.960793

- McGuire A V, Northfield T D (2020). Tropical occurrence and agricultural importance of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Front. Sust. Food Syst.* 4:6. doi: 10.3389/fsufs.2020.00006
- Mia M A B, Shamsuddin Z H, Wahab Z, Marziah M (2010). Rhizobacteria as bioenhancer and biofertilizer for growth and yield of banana (*Musa spp.* cv. 'Berangan'). *Scientia Hort.* 126:80-87.
- Miransari M (2011). Arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen uptake. *Arch Microbiol* 193:77–81. <https://doi.org/10.1007/s00203-010-0657-6>
- Mortin F, Fortin J A, Hamel C, Granger R L, Smith D L (1994). Apple rootstock response to VA-mycorrhizal fungi in a high P soil. *Journal of American Society of Horticultural Science.* 119(3): 578-583
- Naik S M R , Nandini M L N, Jameel Md A, Venkataramana K T, Mukundalakshmi L (2018). Role of Arbuscular Mycorrhiza in Fruit Crops Production. *Int. J. Pure App. Biosci.* 6 (5): 1126-1133.
- Orhan E, Ercisli S, Esitken A, Sahin F (2006). Lateral root induction by bacteria, radicle cut off and IBA treatments of almond cv. "Texas" and "Nonpareil" seedlings. *Sodininkyste ir darzininkyste* 25:71–76
- Orhan E, Esitken A, Ercisli S, Sahin F (2007). Effects of indole-3-butyric acid (IBA), bacteria and radicle tip cutting on lateral root induction in *Pistacia vera*. *J Hort Sci Biotechnol* 82:2–4
- Ozbay N, Newman S E (2004) Biological control with *Trichoderma spp.* with emphasis on *T. harzianum*. *Pak J Biol Sci* 7:478–484. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.478.484>
- Pačuta V, Rašovský M, Černý I, Klimczak B, Wyszynski Z, Lesniewska J, Buday M (2018). Influence of weather conditions, variety and sea algae-based biopreparations on root yield, sugar content and polarized sugar yield of sugar beet. *Listy Cukrovarnicke a Reparske* 134(11): 368.
- Panja B N, Chaudhuri S (2004). Exploitation of soil arbuscular mycorrhizal potential for AM-dependent mandarin orange plants by the cropping with mycotropic crops. *Applied Soil Ecology.* 26(3): 249-255
- Penrose D M, Glick B R (2001). Levels of 1- aminocyclopropane- 1-carboxylic acid (ACC) in exudates and extracts of canola seeds treated with plant growth-promoting bacteria. *Can J Microbiol,* 47:368–372
- Pirlak L, Turan M, Sahin F, Esitken A (2007). Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element contents of leaves. *J Sustain Agric* 30:145–155
- Podile A R, Kishore G K, Manjula K (2006). Achievements in biological control of diseases with antagonistic organisms at University of Hyderabad, Hyderabad. In *Current status of*

biological control of plant diseases using antagonistic organisms in India. Proceedings of the group meeting on antagonistic organisms in plant disease management held at Project Directorate of Biological Control, Bangalore, India on 10-11th July 2003 (pp. 340-349). Project Directorate of Biological Control, Indian Council of Agricultural Research.

Porras Soriano A, Domenech Menor B, Castillo Rubio J, Sorian Martin M L, Porras Piedra A (2002). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on growth of mist propagated olive cuttings. *Olivae*. 92: 33- 37

Pylak M, Oszust K, Frac M (2019). Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. *Rev Environ Sci Biotechnol* (2019) 18:597–616. <https://doi.org/10.1007/s11157-019-09500-5>.

Ram R L, Maji C, Bindroo B B (2013). Role of PGPR in different crops-an overview. *Indian J. Seric*. 52(1):1-13.

Renaldelli E, Mancuso S (1996). Response of young mycorrhizal and nonmycorrhizal plants of olive tree to saline condition. Short term electrophysiological and long term vegetative salt effects. *Agrochimica*. 44(3-4): 151- 159

Rivera-Chavez F H, Vasquez-Galvez G, Castillejo-Álvarez L H, Angoa-Perez M V, Oyoque-Salcedo G, Mena-Violante H G (2012). Efecto de hongos micorrícicos arbusculares y extracto acuoso de vermicompost sobre calidad de fresa. *Ra Ximhai* 8: 119-130.

Robledo-Buriticá J, Aristizábal-Loaiza J C, Ceballos-Aguirre N, Cabra-Cendales T (2018). Influence of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on blackberry (*Rubus glaucus* Benth. cv. thornless) growth under semi-cover and field conditions. *Acta Agron*. 67 (2) 258-263 ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.62572>

Roco A, Pe´rez L M (2001) In vitro biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* on *Alternaria alternata* in the presence of growth regulators. *Electron J Biotechnol* 4:68–73. <https://doi.org/10.2225/vol4-issue2-fulltext-1>

Rodriguez H, Gonzalez T, Goire I, Bashan Y (2004). Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. *Naturwissenschaften* 91:552–555

Rouphael Y, Franken P, Schneider C, Schwarz D, Giovannetti M, Agnolucci M, De Pascale S, Bonini P, Colla G (2015). 123 614 *Rev Environ Sci Biotechnol* (2019) 18:597–616 Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Sci Hort* 196:91–108. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.002>

Ruzzi M and Aroca R (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort*. 196, 124–134.

Safronova V I, Stepanok V V, Engqvist G L, Alekseyev Y V, Belimov A A (2006). Root associated bacteria containing 1- aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. *Biol. Fertil. Soils*, 42:267-272.

- Saia S, Rappa V, Ruisi P, Abenavoli M R, Sunseri F, Giambalvo D, Frenda A S, Martinelli F (2015). Soil inoculation with symbiotic microorganisms promotes plant growth and nutrient transporter genes expression in durum wheat. *Front Plant Sci* 6:1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00815>
- Sharma S D, Bhutani V P (1998). Response of apple seedling to VAM, Azotobacter and inorganic fertilizers. *Horticulture Journal*. 11(1): 1-8
- Slawomir S, Aleksander S (2010). The influence of mycorrhizal fungi on the growth and yield of plum and sour cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 18(2): 71-77
- Szekeres A, Kredics L, Antal Z, Kevei F, Manczinger L (2004). Isolation and characterization of protease overproducing mutants of *Trichoderma harzianum*. *FEMS Microbiol Lett* 233:215–222. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2004.02.012>
- Studholme D J, Harris B, Le Cocq K, Winsbury R, Perera V, Ryder L, Grant M (2013). Investigating the beneficial traits of *Trichoderma hamatum* GD12 for sustainable agriculture—insights from genomics. *Frontiers in plant science*, 4, 258.
- Souza PV D-de, Souza de P V D (2000). Effect of arbuscular mycorrhizae and gibberellic acid interactions on vegetative growth of Carrizo citrange seedlings. *Ciencia Rural* 30(5): 783-787
- Sudhakar P, Chattopadhyay G N, Gangwar S K, Ghosh J K (2000). Effect of foliar application of *Azotobacter*; *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). *J. Agric. Sci.* 134, 227–234
- Tao G C, Tian S J, Cai M Y, Xie G H (2008). Phosphate-solubilizing and –mineralizing abilities of bacteria isolated from soils. *Pedosphere* 18:515–523
- Tewari S, Shrivastava V L, Hariprasad P, and Sharma S (2019). “Harnessing endophytes as biocontrol agents,” in *Plant Health Under Biotic Stress* (Singapore: Springer), 189–218. doi: 10.1007/978-981-13-6040-4_10
- Todeschini V, Aitlahmidi N, Mazzucco E, Marsano F, Gosetti F, Robotti E, Bona E, Massa N, Bonneau L, Marengo E, Wipf D, Berta G, Lingua G (2018). Impact of beneficial microorganisms on strawberry growth, fruit production, nutritional quality, and volatiles. *Frontiers in Plant Science* 9: 1611-1611.
- Turkmen O, Sensoy S, Demir S, Erdinc C (2008). Effects of two different AMF species on growth and nutrient content of pepper seedlings grown under moderate salt stress. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (4), pp. 392-396
- Yedidia I, Benhamou N, Kapulnik Y, Chet I (2000). Induction and accumulation of PR proteins activity during early stages of root colonization by the mycoparasite *Trichoderma harzianum* strain T-203. *Plant Physiol Biochem* 38(11):863–873. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(00\)01198-0](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(00)01198-0)

- Yu Y Y, Xu J D, Huang T X, Zhong J, Yu H, Qui J P, Guo J H (2020). Combination of beneficial bacteria improves blueberry production and soil quality. *Food Sci Nutr.* 8:5776–5784. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1772>
- Wang C M, Han Z H, Li X L, Xu X F (2001). Effects of phosphorus levels and VA mycorrhizae on growth and nutrient contents of apple seedlings. *Acta Horticulturae Sinica.* 28(1): 1-6
- Wang P, Zhang J J, Shu B, Xia R X (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi associated with citrus orchards under different types of soil management, southern China. *Plant Soil Environ.* 58, (7): 302–308
- Wu Q S, Zou Y N, He X H (2010). Exogenous putrescine, not spermine or spermidine, enhances root mycorrhizal development and plant growth of trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata*) seedlings. *Int. J. Agric. Biol.*, 12: 576-580
- Wu Q S, Zou Y N (2012). Evaluating Effectiveness of Four Inoculation Methods with Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Trifoliolate Orange Seedlings. *Int. J Agric. Biol.* 14: 266-270
- Verterberg M, Kukkonen S, Sari K, Parikka P, Huttunen J, Tainino L, Devos N, Weekers F, Kevers C, Thonart P, Lemoine M C, Cordier C, Alabouvette C, Gianinazzi S (2004). Microbial inoculation for Improving the Growth and Health of Micropropagated Strawberry. *Appl. Soil Ecol* 27:243-258.
- Vitagliano C, Citernesi A S (1999). Plant growth of *Olea europaea* L. as influenced by arbuscular mycorrhizal fungi. *Acta Horticulturae* 474: 357-361
- Zahir Z A, Arshad M (2004). Perspectives in agriculture. *Advances in agronomy*, 81, 97.
- Zhang F, Dashti N, Hynes R K and Smith D L (1996). Plant growth promoting rhizobacteria and soybean (*Glycine max* L. Merr.) nodulation and nitrogen fixation at suboptimal root zone temperatures. *Ann. Bot.* 77, 453–459.