

Cilt 37
Volume

Sayı 2 2022
Number

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Çukurova
TARIM
ve **GIDA**
Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and **FOOD**
Sciences



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu

Editorial Board

Orhan BOZAN
Ladine BAYKAL ÇELİK
E. Bülent ERENOĞLU
Ufuk GÜLTEKİN
Özhan ŞİMŞEK

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Erciyes Üniversitesi

Baş Editör

Editor-in-chief

Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi

Editör Asistanı

Assistant Editor

Gamze GÜÇLÜ

Çukurova Üniversitesi

Bilimsel Danışma Kurulu

Advisory Board

H. İbrahim EKİZ
Haşim KELEBEK

Adnan BOZDOĞAN
Kemal Şen
Ahmet Öztürk
Burhan ÖZTÜRK
Halil İbrahim Öztürk
Ali ENDES
Yekta GEZGİNC
Emir Ayşe ÖZER
Burhanettin İMRAK
Hasan TUNAZ
Erol BAYHAN
Havva DİNLER
Oktay ERDOĞAN
Gamze GÜÇLÜ
Pınar GÜMÜŞ
Sibel DERVİŞ
Aysun UYSAL
Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR
Emre EVLİCE
Mustafa İMREN
Harun KAMAN
Sertan SESVEREN
Yusuf AYDIN
Haydar ŞENGÜL
İsmail Bülent GÜRBÜZ
Ali Beyhan UÇAK
Sedat BOYACI

Mersin Üniversitesi
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve
Teknoloji Üniversitesi
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
On Dokuz Mayıs Üniversitesi
Ordu Üniversitesi
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Yozgat Bozok Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Uşak Üniversitesi
Pamukkale Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Mardin Artuklu Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Gaziantep Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Bursa Uludağ Üniversitesi
Siirt Üniversitesi
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.



İçindekiler - Contents

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri Farmers Opinion on Open Irrigation Systems in the Lower Seyhan Plain S. SALABGİR, D. BOSTAN BUDAK	104-111
The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye Türkiye'de Su Kaynakları ve Tarımsal Sulama D. L. KOÇ, B. KAPUR, M. ÜNLÜ, R. KANBER	112-122
Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi Evaluation of Agricultural Credit Utilization of Producers that are Partners and Non-Partners of Agricultural Cooperatives H. AKÇAOZ, A. GÜZEL, B. METİN, V. REDZEPI	123-138
First record of the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye Türkiye'de Güz tırtılı <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)'nin ilk kaydı S. PEHLİVAN, E. ATAKAN	139-145
Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi Evaluation of the Level of Suitability for Banana Cultivation of Planned Banana Cultivation Areas in Çukurova Region Y. K. KOCA, Y. Ş. TURGUT, G. KOCA	146-154
Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları Long-term Field Experiments and Research Outcomes of Çukurova University İ. ORTAŞ	155-170
Arazi Topulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi Investigation of Land Consolidation in Terms of Irrigation Infrastructure S. EĞİLMEZ, H. KAMAN	171-178
İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi The Importance of Long-Term Field Experiments to Determine the Negative Impacts of Climate Changes and Food Demand on Agriculture Production İ. ORTAŞ	179-197
Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System Kabin Tipi Kurutucularda Güneş Enerjisi ile Kayısı Kurutulması H. K. OZTURK, H. MUTLU OZTURK	198-210
Tohuma Uygulanan Bakteriye Antagonistlerin Biberde Bakteriye Leke Hastalığına Etkisi Effect of Bacterial Antagonists Applied to Seed on Bacterial Spot Disease in Pepper İ. B. TÜMEN, B. P. AKTEPE, Y. AYSAN	211-220
Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application Farklı Uygulamalar Kullanılan Mayer Limon Agro-Ekositimlerinde Epigeal Türlerin Biyolojik Çeşitlilik Parametrelerinin Üst Takson Seviyesinde Değerlendirilmesi M. R. ULUSOY, A. F. ÇALIŞKAN KEÇE, B. Ö. ÇATAL	221-236
Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: <i>Omophlus nasreddini</i> Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Zeytin Bahçelerinde Yeni Zararının Varlığının Gözlemlenmesi: <i>Omophlus nasreddini</i> Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) M. HELVACI, S. ALDAĞ, M. R. ULUSOY	237-240
Nohutlarda <i>Ascochyta rabiei</i> 'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi Determination of the Resistance of <i>Ascochyta rabiei</i> to Some Commercial Fungicides in Chickpeas A. ENDES, S. ATMACA	241-249
Kırmızıörmek Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yarıyılında Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi Determination of the Prevalence and Damage of Red Spider Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) in Peanut in Adana B. ÖZÇELİK, C. KAZAK	250-260
The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey Türkiye'nin Karadeniz Bölgesindeki Meteorolojik Kuraklık Olaylarının Değerlendirilmesinde Bazı Spesifik Kuraklık İndekslerinin Kullanımı O. ALSENJAR, H. AKSU, M. CETİN	261-272

Çukurova TARIM ve GIDA Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and FOOD
Sciences



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu Editorial Board

Orhan BOZAN
Ladine BAYKAL ÇELİK
E. Bülent ERENOĞLU
Ufuk GÜLTEKİN
Ahmet Naci ONUS
Özhan ŞİMŞEK
Eşref İRGET
Savaş KORKMAZ
Ayten NAMLI
Handan VURUŞ AKÇAÖZ
Abdullah SESSİZ
Haşim KELEBEK

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Erciyes Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ankara Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Baş Editör Editor-in-chief

Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi

Editör Asistanı Assistant Editor

Gamze GÜÇLÜ

Çukurova Üniversitesi

Bilimsel Danışma Kurulu Advisory Board

H. İbrahim EKİZ
Haşim KELEBEK
Adnan BOZDOĞAN
Kemal ŞEN
Ahmet ÖZTÜRK
Burhan ÖZTÜRK
Halil İbrahim ÖZTÜRK
Ali ENDES
Yekta GEZGİN
Emir Ayşe ÖZER
Burhanettin İMRAK
Hasan TUNAZ
Erol BAYHAN
Havva DİNLER
Oktay ERDOĞAN
Gamze GÜÇLÜ
Pınar GÜMÜŞ
Sibel DERVİŞ
Aysun UYSAL
Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR
Emre EVLİCE
Mustafa İMREN
Harun KAMAN
Sertan SESVEREN
Yusuf AYDIN
Haydar ŞENGÜL
İsmail Bülent GÜRBÜZ
Ali Beyhan UÇAK
Sedat BOYACI

Mersin Üniversitesi
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Ordu Üniversitesi
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Yozgat Bozok Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Uşak Üniversitesi
Pamukkale Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Mardin Artuklu Üniversitesi
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Gaziantep Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Bursa Uludağ Üniversitesi
Siirt Üniversitesi
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

İçindekiler - Contents

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri Farmers Opinion on Open Irrigation Systems in the Lower Seyhan Plain S. SALABGİR, D. BOSTAN BUDAK	104-111
The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye Türkiye'de Su Kaynakları ve Tarımsal Sulama D. L. KOÇ, B. KAPUR, M. ÜNLÜ, R. KANBER	112-122
Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi Evaluation of Agricultural Credit Utilization of Producers that are Partners and Non-Partners of Agricultural Cooperatives H. AKÇAÖZ, A. GÜZEL, B. METİN, V. REDZEPI	123-138
First record of the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye Türkiye'de Güz tırtılı <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)'nin ilk kaydı S. PEHLIVAN, E. ATAKAN	139-145
Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi Evaluation of the Level of Suitability for Banana Cultivation of Planned Banana Cultivation Areas in Çukurova Region Y. K. KOCA, Y. Ş. TURGUT, G. KOCA	146-154
Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları Long-term Field Experiments and Research Outcomes of Çukurova University I. ORTAŞ	155-170
Arazi Topulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi Investigation of Land Consolidation in Terms of Irrigation Infrastructure S. EĞİLMEZ, H. KAMAN	171-178
İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi The Importance of Long-Term Field Experiments to Determine the Negative Impacts of Climate Changes and Food Demand on Agriculture Production I. ORTAŞ	179-197
Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System Kabin Tipi Kurutucularda Güneş Enerjisi ile Kayısı Kurutulması H. K. ÖZTURK, H. MUTLU ÖZTURK	198-210
Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi Effect of Bacterial Antagonists Applied to Seed on Bacterial Spot Disease in Pepper İ. B. TÜMEN, B. P. AKTEPE, Y. AYSAN	211-220
Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Farklı Uygulamalar Kullanılan Mayer Limon Agro-Ekolojilerinde Epigeal Türlerin Biyolojik Çeşitlilik Parametrelerinin Üst Takson Seviyesinde Değerlendirilmesi M. R. ULUSOY, A. F. ÇALIŞKAN KEÇE, B. Ö. ÇATAL	221-236
Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: <i>Omophlus nasreddini</i> Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Zeytin Bahçelerinde Yeni Zararlının Varlığının Gözlemlenmesi: <i>Omophlus nasreddini</i> Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) M. HELVACI, S. ALDAĞ, M. R. ULUSOY	237-240
Nohutlarda <i>Ascochyta rabiei</i> 'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi Determination of the Resistance of <i>Ascochyta rabiei</i> to Some Commercial Fungicides in Chickpeas A. ENDES, S. ATMACA	241-249
Kırmızıörmek <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfistiğinde Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi Determination of the Prevalence and Damage of Red Spider <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) in Peanut in Adana B. ÖZÇELİK, C. KAZAK	250-260
The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey Türkiye'nin Karadeniz Bölgesindeki Meteorolojik Kuraklık Olaylarının Değerlendirilmesinde Bazı Spesifik Kuraklık İndekslerinin Kullanımı O. ALSENJAR, H. AKSU, M. CETİN	261-272

Çukurova
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi



Çukurova
Journal of Agricultural and Food
Sciences

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı Publisher	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çukurova University Faculty of Agriculture
Sahibi (ÇÜZF adına) Owner (on behalf of ÇUZF)	Salih KAFKAS, Dekan (Dean)
Teknik Sekreteryası Technical Secretary	Hasan YILDIRIM Murat ACAR
Basımevi Adresi Printing House	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana- TÜRKİYE
Basım Tarihi Date of Publication	30.12.2022
Dil Language	Türkçe - İngilizce Turkish - English
Yayın Türü Type of Publication	Hakemli Süreli Yayım Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla “Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi” adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 “Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture” continues its publication life as “Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”.

Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayın Ünitesi
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Faks : 0 322 338 63 64
E-posta : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.
Çukurova University Faculty of Agriculture
Publication Department
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119
Fax : 0 322 338 63 64
E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



Araştırma Makalesi

**Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki
Düşünceleri**

Samet SALABGİR¹, Dilek BOSTAN BUDAK^{2*}

ÖZ

Bu çalışmada Karataş ve Yüreğir ilçelerine bağlı 35 köyde 75 üretici ile yüz yüze anket çalışması yapılarak veriler toplanmıştır. En fazla buğday, mısır, pamuk ve soya yetiştiren üreticilerin ortalama parsel sayısı 2,52'dir. Üreticilerin en büyük sorunu istediği anda suya ulaşabilme durumudur. Bu çalışmada, üreticilerin %21,30'u şu anki ücretin iki katını ödeyerek ihtiyaç duydukları suya anında ulaşmak istemektedirler. Üreticilerin sadece 14,70'i sulama ile ilgili herhangi bir eğitime katılmıştır ve hepsi de faydalı bulmuştur. Ortalama eğitim süresi 1,5 gündür. Sulama Birliğine üye olan ve çalışmaya katılan üreticilerin %60,00'ı sulama suyunun yeterli olduğunu ve %85,30'u su temininde açık kanalet sistemini kullandıklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Su, sulama, kanal, Adana, Aşağı Seyhan Ovası

Farmers Opinion on Open Irrigation Systems in the Lower Seyhan Plain

ABSTRACT

In this study, data was collected through a face-to-face survey to with 75 producers in 35 villages of Karataş and Yüreğir districts. The average number of parcels of the producers is 2.52 and wheat, corn, cotton and soy are the most grown products. Major problem of the producers is to reach water whenever they needed. 21,30% of producers are willing to pay twice more than current price to reach water whenever they needed. Only 14.70 of the producers attended at least one training on irrigation and all found it useful. The average training period is 1.5 days. 60.00% of the producers who are members of the Irrigation Union and participated in this study stated that irrigation water is sufficient and 85.30% of them use the open flume system for water supply.

Keywords: Water, irrigation, channel, Adana, Lower Seyhan Plain

ORCID ID (Yazar Sırasına göre)

0000-0001-9819-7283,0000-0001-9819-7283

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 07.04.2022

Kabul Tarihi: 29.06.2022

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Adana

*E-posta: dbostanbudak@gmail.com

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

Giriş

Su canlıların yaşamı için oldukça önemli bir yere sahiptir. Gerek biyolojik yaşamın gerekse insanların faaliyetlerinin devamlılığı için su gereklidir. Bütün canlılar için gerekli olan su kaynaklarının sadece yaklaşık %0,3'ü kullanılabilir ve içilebilir özelliktedir. Yaklaşık dünya nüfusunun %40'ını sahip olan 80 ülkede su sıkıntısı başlamıştır (Barutçu ve ark., 2013).

Ülkeleri su varlığına göre üç gruba ayırabilmektedir. Birincisi su fakiri ülkeler yani yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.000 m³'ten daha az olanlardır. İkincisi su azlığı yaşayan ülkeler ki bunlarda yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m³'ten daha azdır. Son olarak yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8.000-10.000 m³'ten daha fazla olan ülkeler de su zengini olarak sınıflandırılmaktadır. Maalesef Türkiye su zengini bir ülke değildir ve kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.366 m³ civarındadır (DSİ, 2018).

Gelişmekte olan ülkelerde en fazla su kullanılan sektör tarımdır. Sulama yönetiminde yaşanan sıkıntılar ve su kaynaklarının etkin değerlendirilememesi yaşanan sorunların temelini oluşturmaktadır (Zulch, 2010; Zibaie, 2003). Su yönetiminin doğru ve bilinçli olarak yapılması, insanların temel gıda ihtiyaçlarının güvenli olarak karşılanması anlamına gelmektedir ki bu da üretim artışı ile gerçekleştirilebilir. Tarımsal üretim artışı öncelikli olarak sulanan alanların artırılmasına bağlıdır. Dünya nüfusunun her yıl artarak 2025 yılında 8 milyara ulaşacağı varsayılmaktadır. Bu durum suyun, sulama yöntemlerinin ve tarımsal üretimin önemini daha da artırmaktadır. Artan üretim ile gelecekteki gıda güvenliği konusunda sıkıntı yaşanması engellenebilecektir.

Sulama; bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla karşılanmayan suyun, çevre sorunu yaratmadan, toprağa verilmesi şeklinde tanımlanır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, diğer gelişim etmenlerinin elverişli düzeyde olmaları durumunda, sulamayla kuruya göre 3-7 kat üretim artışı sağlanabilir (Kanber, 2015). Sulama yöntemleri genel anlamda yüzey sulama ve basınçlı sulama yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Yüzey sulama yöntemleri; salma (vahşi) sulama,

uzun tava (border) sulama, adi tava (göllendirme) sulama ve karık sulama olarak dörde ayrılırken basınçlı sulama sistemleri de damla sulama ve yağmurlama sulama olarak ikiye ayrılır. Dünya üzerinde sulanan tarım arazilerinin %90,00'ı yüzey sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (Kanber, 2015).

Türkiye'de tarımsal sulamada ihtiyaç fazlası su kullanılmaktadır. Fazla su kullanımının en önemli nedenlerinden biri, sulama şebekelerinde ki kayıpların fazla olmasıdır (Çakmak ve Aküzüm, 2006). Suyun son derece bilinçsizce kullanılması, yer altı su kaynaklarını tüketmekte, diğer su ekosistemlerini kirleterek bozmakta; ayrıca sulu tarımda birden fazla çevresel sorunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yenilenebilir bir doğal kaynak olarak kabul edilen su, bu özelliğini giderek kaybetmektedir (Barutçu, 2013; Ebrahimi ve ark., 2014).

28 milyon hektar tarım alanına sahip olan Türkiye'de yaklaşık 8,50 milyon hektar tarım arazisi ekonomik olarak sulanabilmektedir. Ekonomik ömrünü doldurmuş klasik sulama şebekelerinde maalesef iletim ve çiftlik randımanı çok düşüktür. Ayrıca sulamalarda enerji kayıplarının da yüksek olması nedeniyle sulama şebekelerinin yenilenmesine gerek duyulmuştur. Su tasarrufu sağlamak için borulu sulama sistemlerine geçilmeye başlanmıştır. 2018 yılı itibarıyla inşa halindeki sulama şebekelerinin ise %5,00'ü klasik, %1,00'ü kanalet ve %94,00'ü ise borulu sulama sistemi olarak yapılmaktadır (DSİ, 2018).

Fairweather ve ark. (2003), su kullanım verimliliğini (water use efficiency), su (girdi) ve tarım ürünü (çıkıtı) arasındaki ilişkiyi tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir terim olarak tanımlamıştır. Türkiye'de sulama randımanını düşüren en önemli faktör yüzey sulama ile aşırı su kullanımıdır (Çakmak ve ark., 2005). Tarımsal kullanımda su verimliliği birim sudan ve birim alandan maksimum faydanın elde edilebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Sulanan alanların büyük çoğunluğunun halen yüzey sulama ile bilinçsiz bir şekilde sulanması, özellikle zayıf drenajlı arazilerde tuzluluk problemlerini ortaya çıkarmaktadır ve ayrıca Adana için yeterli olan su kaynağının randımanlı

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

bir şekilde dağılımını engellemektedir (Barutçu, 2013; Yuan, 2010).

Adana'da sulanan alan oranı (%68,00), Türkiye (%65,00) genelinden daha fazladır. Bu nedenle sulama konusunda gerek bölgede gerekse Türkiye genelinde oldukça önemli bir il durumundadır. Aşağı Seyhan Ovası'nda sulama randımanı %50, Türkiye geneli sulama randımanı ise %48'dir (DSİ, 2018). 1.403.00 hektar yüzölçümü bulunun Adana'nın toplam tarım alanı 539.000 hektardır. Bunun 436.000 hektarı teknik ve ekonomik olarak sulamaya elverişlidir ve yaklaşık 300.000 hektarı sulanmaktadır. Seyhan ve Ceyhan Nehirlerinin suladığı bu coğrafyanın 5 metreden 3.700 metrelere kadar değişen rakımı, baraj göl ve göletleri, lagünleri ve Akdeniz'e olan kıyı şeridi ile ürün çeşidi ve verim açısından önemli tarım merkezlerinden biridir (adana.gov.tr, 2019).

Türkiye'de sulu tarımda önemli bir yere sahip olan Adana ili Aşağı Seyhan Ovası açık kanal sulama şebekesi şeklinde projelendirilmiş olup ancak ekonomik ömrünü artık doldurmuştur. Selek ve ark. (2008) Aşağı Seyhan Ovası sulamasında %20'lere varan oranda su açığı oluşacağını öngörmüşlerdir. Özellikle kurak yıllarda sorun yaşanmaması için bir an önce Basınçlı (Kapalı) Sulama Sistemine geçilmesi öngörülmektedir. Bu nedenle 5-10 yıl içinde hem sulanan alanların artması hem de suyun artık kıtlasacağı tehlikesi nedeni ile bu ortak bir sorun haline gelecek ve vahşi sulamanın doğaya verdiği zarar ile asıl sorunların o zaman yaşanılacağı belirtilmektedir.

Türkiye'de sulu tarım yapılan en önemli iller arasında yer alan Adana'da sulamaya açılan arazilerin alan bazında %96,80'i açık kanal sistemine göre projelendirilmiştir. Aşağı Seyhan Ovası'nda da yaklaşık %85,00'ü yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır. Bu durumun temel nedeni olarak yüzey sulama yöntemlerinde ilk yatırım maliyetinin ve işletme masraflarının düşük olması, bakım ve onarım çalışmalarının basitliği ayrıca nitelikli işçilik gerektirmemesi gösterilebilir.

Bu çalışmada, Aşağı Seyhan Ovası'nda sulama birliğine bağlı üreticilerin mevcut sulama sisteminde yaşadıkları sorunlar ve yüzey sulama sistemini tercih nedenleri incelenerek çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini Adana ili, Aşağı Seyhan Ovası, Karataş ve Yüreğir ilçelerinde bulunan üreticilerle yapılan anketlerden elde edilen veriler ve Sulama Birliğinde çalışan araştırmacının gözlemleri oluşturmaktadır. Ayrıca araştırma kapsamında gerekli verileri toplamak için; DSİ VI. Bölge İşletme ve Bakım Müdürlüğü, DSİ VI. Bölge ASO İşletme ve Bakım Müdürlüğü ve Sulama Birlikleri'ndeki arşivlerden yararlanılmıştır.

Çalışmanın örnek büyüklüğünün hesaplanmasında Basit Tesadüfi Olasılık Örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Sonlu küme ($N < 10000$) söz konusu olduğunda kullanılacak formül (1) şu şekildedir (Arıkan, 2017).

$$n = \frac{N(pq)}{(N-1)D^2 + (p * q)} \quad (1)$$

N= Evren büyüklüğü

n: örnek hacmi

p: İncelenen birimin popülasyondaki oranıdır

q: (1-p)

d: Kabul edilen örnekleme hatası ($\pm\%5$ olarak kabul edilmiştir).

İlgili formül kullanılarak %95 güven düzeyinde %5 örnekleme hatası ile örnek büyüklüğü 72 olarak hesaplanmıştır. Ancak hatalı anket olma ihtimaline karşılık fazla anket yapılmış ve 75 üreticiden elde edilen veriler analize tabii tutulmuştur. Araştırmanın anketleri 2019 yılının ilkbahar aylarında yapılmıştır.

Anket çalışması Adana ilinde Aşağı Seyhan Ovası'nın Karataş ve Yüreğir ilçelerinin aktif olarak tarım yapılan ve cazibe ve pompaj sulamaların da bulunduğu yerler tercih edilerek 35 köyde 75 üretici ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın analizleri SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Çeşitli parametrik testleri uygulayabilmek amacıyla verilerin normal dağılıma uygunluğu ve varyansların homojenliği test edilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler için parametrik testlerden One-Way ANOVA uygulanmıştır (Kalaycı, 2016).

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

Bulgular ve Tartışma Üreticilerin Özellikleri

Ankete katılan üreticilerin yaşı 25 ile 83 arasında değişmekte olup ortalama yaş 46,80'dir. Ailedeki ortalama birey sayısı 4,31 ve çiftçilik tecrübeleri 24,81 yıldır. Ortalama üreticilik süreci 24,81 yıl olan katılımcıların %42,70'i lise mezunudur. İşletme dışı tarımsal gelire sahip olan üretici oranı %16,00'dır. Ortalama parsel sayısı 2,52'dir.

Üreticilerin en fazla yetiştirmeyi tercih ettikleri ürünler, buğday, mısır, pamuk mandalina, karpuz ve limondur. Parsel sayısı arttıkça susam, patates, soğan, kavun, domates gibi ürünlerin ekildiği tespit edilmiştir. Üreticilerin eğitim seviyesi eskiye göre artış göstermektedir. Günümüzde lise ve üzeri mezun olan çiftçi sayısı artmaktadır. Çalışmaya katılan üreticilerden %65,30'u lise ve üzeri eğitim seviyesine sahiptirler. Doktor, müteahhit ve memur gibi diğer mesleklerden olan insanların tarıma yöneldiği ve çiftçilikle uğraştıkları belirlenmiştir. Üreticilerin %14,70'i sulama eğitimine katılmıştır ve hepsi de faydalı bulmuştur. Ortalama eğitim süresi 1,5 gündür. Üreticilerden %81,30'u işletmesinde kayıt tutmaktadır ve %93,30'u sulama birliğine üyedir. Üreticilerin %78,70'i bilgisayara sahiptir. Çalışmaya katılan üreticilerin %72,00'ı tarımsal üretim yaptıkları parsellerde toplulaştırma tamamen yapıldığını beyan etmiştir.

Ayrıca üreticileri %26,70'i toplulaştırmanın hiçbir faydası olmadığına inanmaktadır. Üreticilerin oldukça az bir kısmı birliklere üye olmadığını beyan etmiştir. Bağlı oldukları sulama birlikleri hakkındaki düşünceleri üye olmalarında ve sunulan hizmetlerin kalitesine etki edebilmektedir. Birlik çalışanların davranışlarının iyi, ancak birlik tarafından sunulan eğitimlerin orta düzeyde olduğu ifade etmişlerdir.

Üreticilerin Sulama Suyu Hakkındaki Düşünceleri

Üreticilerin %85,3'ü su temininde açık kanalet sistemini kullanırken, %10,70'i toprak kanal, %4,00'ı de kapalı boru sistemini kullanmaktadır. Kapalı boru sistemini kullanan çiftçilerin

pompaj sahalarında çiftçilik yaptıkları gözlemlenmiştir. Üreticilerin %34,70'i yüzey sulama %40,00'ı damla sulama, %14,70'i yağmurlama sulama şeklini kullanırken %10,70'i sulama yapmadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Üreticilerin bazı sosyo demografik özellikleri

Özellikler	Gruplar	Sayı	Yüzde
Yaş Grupları (Yıl)	25-34	11	14,70
	35-44	20	26,70
	45-54	26	34,70
	55 ve üzeri	18	24,00
	Toplam	75	100,00
Eğitim Durumu	Okuryazar	4	5,30
	İlkokul	12	16,00
	Ortaokul	10	13,30
	Lise	32	42,70
	Üniversite	12	16,00
	Yüksek Lisans	5	6,70
Toplam	75	100,00	
Ailedeki Birey Sayısı (kişi)	2-3	25	33,30
	4-5	36	48,00
	6 ve üzeri	14	18,70
	Toplam	75	100,00
Çiftçilik Yapma Süresi (yıl)	10-20	16	21,30
	11-20	20	26,70
	21-30	15	20,00
	31 ve üzeri	24	32,00
	Toplam	75	100,00
İşletme Dışı Tarımsal Gelir Grupları	2000-3000	2	2,70
	3001-4000	2	2,70
	4001 ve üzeri	8	10,60
	Toplam	12	100,00

Birim alandan daha yüksek verim alınması, bitki beslemenin daha sağlıklı yapılabilmesi, işçilik giderlerinin fazla olmaması ve az su ile daha geniş arazilerin sulanabilmesi gerekçesiyle damla sulama yöntemini tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğunu da vurgulamışlardır. Yüzey sulamayı tercih edenler ise suyun daha etkin kullanıldığını, ilk yatırım maliyetinin düşük olduğunu ve enerji giderlerinin bu sulama yönteminde olmaması nedeniyle tercih ettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 3).

Üreticilerin belirttiği en önemli sorunlar su yetersizliği, drenaj kanallarının yetersizliği, kanallarda kayıp ve kaçakların yüksek olmasıdır. Özellikle Aşağı Seyhan Ovası'nda bulunan

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

kanal, kanalet ve drenaj yapılarının artık ömrünü tamamladığı bir gerçektir. 60-70 senedir kullanılan yapılar ve bakım onarım çalışmalarının yeterli yapılamaması sulamadaki bu problemleri beraberinde getirmiştir. Sulama randımanının düşük olması sebebiyle de su kayıpları oldukça fazladır (Çizelge 4).

Çizelge 2. Arazinin özellikleri ve sulama şekilleri

Değişkenler	Gruplar	N	%
Sulama Şekli	Yüzey Sulama	26	34,70
	Damla Sulama	30	40,00
	Yağmurlama Sulama	11	14,70
	Sulama yapmıyorum	8	10,70
	Toplam	75	100,00
Sulama Durumu	Sulu	70	93,30
	Kuru	5	6,70
	Toplam	75	100,00
Toprak Kalitesi	Orta	7	9,30
	Yüksek	29	38,70
	Çok yüksek	39	52,00
	Toplam	75	100,00
Toprak Eğimi	Düz	67	89,30
	Biraz eğimli	5	6,70
	Orta eğimli	2	2,70
	Oldukça eğimli	1	1,30
	Toplam	75	100,00

Çizelge 3. Yüzey sulamayı tercih etme sebepleri

Sebepler	Ort*	St.Sap.
Suyun daha etkin kullanımı	4,79	0,58
Birim alandan daha yüksek verim alınabilmesi	4,63	0,69
Bitki beslemenin (gübreleme) daha verimli yapılması	4,52	0,79
İlk yatırım maliyetinin düşük olması	4,35	1,01
İşçilik giderlerinin azlığı	4,33	0,82
Pompaj masrafının olmaması	4,32	1,11
Bildiğim bir yöntem olması	4,24	1,02
Az su ile daha geniş alanların sulanabilmesi	4,21	0,96
Arazinin eğimli olması	3,84	1,46

*1=Hiç önemli değil, 2=Önemli değil, 3= Ne önemli ne de önemli değil
4=Önemli, 5=Çok önemli

Çizelge 4. Sulama sürecinde karşılaşılan problemler

Problemler	Ort*	St.Sap.
Su yetersizliği	4,95	0,23
Drenaj kanallarının yetersizliği	4,89	0,38
Kanallarda kayıp/kaçakların yüksek olması	4,87	0,38
Taban suyunun yüksek olması	4,85	0,46
Suyun yeterli dağılmaması	4,84	0,41
Suyun dengeli dağılmaması	4,83	0,39
Kanalların bakımsızlığı	4,79	0,42
Su ücretlerinin yüksekliği	4,75	0,75
Sulama yapılacak alanda devlet sulamasının bulunmaması	4,75	0,75
Kışlık bitkiler için sulama hatlarına sulama suyunun verilmemesi	4,67	0,64
Sulama işçiliğinin yetersizliği	4,63	0,84
Pompaj maliyeti	4,55	0,85

*1=Hiç önemli değil, 2=Önemli değil, 3= Ne önemli ne de önemli değil
4=Önemli, 5=Çok önemli

Sulamada sıkıntı yaşayanlar yetersizlik sebebi olarak bitki su ihtiyacının hesaplanmaması nedeniyle gereğinden daha fazla su kullanılmasını (%62,00) beyan etmişlerdir. %61,00'ı ise iletim hatları sonlarındaki çiftçilerin sudan aynı miktarda yararlanamaması ve daha az su tüketen modern sistemlerin az kullanılmasının sulama suyuna etki ettiğini belirtmişlerdir. Çiftçilerin gece sulamasını pek tercih etmemesi sebebiyle ve gündüzleri aynı anda sulama yaptıklarından dolayı hattın sonundaki çiftçiler büyük sıkıntılar yaşamaktadır. Ayrıca çiftçilerin büyük çoğunluğunun modern sulama yöntemlerine geçmemiş olması ve yüzey sulama sistemlerinden olan salma sulama yani vahşi sulama yöntemini tercih etmesi, randımanının iyice düşmesine ve suyun yetersiz kalmasına sebep olmaktadır.

Açık kanal sulama sistemleri uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda yaşanan bazı sorunlardan dolayı kapalı sisteme geçiş yapılmaya çalışılmaktadır. Açık kanallar kullanımıyla ilgili yapılan değerlendirmelerde karşılaşılan en büyük sorun (%92,00) kanalların bakımsızlığı olarak görülmüştür. Bir diğer

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

önemli sorun kanalların kirliliği (%88,00) ve sulama kanallarında yaşanan boğulmalardır (%85,30). Özellikle sulamanın en yoğun olduğu dönemde yaşanan boğulmalarda ceset bulunması için su kesildiğinden büyük sorunlar yaratmaktadır. Ürünlerin suya en ihtiyaç duyduğu ve hassas olduğu dönemde, suyun kesilmesinden dolayı sulamanın gecikmesi verim kaybına yol açarken, arazi sulama talep programı bozulduğundan sulama birliklerine ve birlik personeline büyük sıkıntılar yaşatmaktadır.

Çalışmaya katılan üreticilerin %6,70'i kapalı sulama sistemi hakkındaki bilgi düzeyi için hiç bilgisi olmadığını, %13,30'u çok az bilgisi olduğunu, %32,00'ı orta düzeyde bilgisinin olduğunu, %37,30'u bilgili olduğu belirtirken sadece %10,70'i çok bilgili olduklarını belirtmişlerdir. Kapalı sulama sistemlerinin ne olduğunu nasıl olduğunu ve ne gibi faydalarının olduğu hakkında üreticilere bilgilendirme toplantılarının yapılması elzem görünmektedir. Bu noktada sulama birliklerine büyük görevler düşmektedir.

Ankete katılan üreticilerin %72,10'ı açık kanalet sisteminin kapalı sulama sistemine dönüşmesini çok istediklerini belirtmişlerdir. Sadece bir kişi hiç istemediğini beyan etmiştir. Bu çiftçinin yaşı itibarıyla de geleneksel sulama yöntemlerini terk etmek istemediği gözlemlenmiştir. Çalışmaya katılan üreticilere istedikleri anda istedikleri miktarda suya erişebileceklerini bilseler ne kadar daha fazla ödeyebilecekleri sorulmuştur. Azımsanmayacak bir oranda (%21,30) üretici, şu anki ücretin iki katını ödemeye razı görünmektedirler.

Yaş gruplarının ve eğitim düzeyinin bazı değişkenlerle ilişkisi

Üreticilerin eğitim düzeyleri ile su eğitimine katılım açısından farklılık olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla ANOVA testi yapılmıştır ve anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($F=3,87$, $p=0,01$). Gruplar arasındaki farklılığı tespit edebilmek için Post Hoc testlerinden LSD testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre 25-34 yaş grubu arasındaki üreticilerin su eğitimine katılım durumu, 35-44, 45-54 ve 55 yaş ve üzeri gruplara göre daha fazladır. Gençlerin eğitim

faaliyetlerine daha pozitif yaklaştığı söylenebilir.

Su yönetimi kadar gübreleme yöntemi de tarımsal üretim de verimliliğe ve maliyete etki etmektedir. Bu nedenle üreticilere isteği zamanda istediği miktarda suya ulaşabileceğini bilse gübreleme yönteminin değişip değişmeyeceği araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre gübre yönetimi yaş gruplarına göre önemli bir farklılık göstermektedir ($F=3,11$, $p=0,03$). Gruplar arasındaki farklılığı tespit edebilmek için Post Hoc testlerinden LSD testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre 25-34 yaş grubundaki üreticiler gübreleme yöntemini değiştirmeye diğer gruptaki üreticilerden daha fazla isteklidirler. Gençlerin yeniliklere daha açık olduğu söylenebilir.

Üreticilerin birliklere veya kooperatiflere üye olmasını ve üyeliğini devam ettirmesini etkileyen bir çok neden olabilmektedir. Bunlardan bir tanesi de bu kurumlarda çalışan bireylerin davranışlarıdır. Bu nedenle üreticilere sulama birliklerinde çalışan bireylerin davranışları sorulmuştur ve elde edilen bulgulara göre düşünceler yaş gruplarına göre farklılık göstermiştir ($F=3,41$; $p=0,02$). Yapılan LSD testi sonucuna göre 55 yaş ve üzerindeki üreticiler 35-44 yaş grubundaki üreticilere göre birlikte çalışanların davranışlarının iyi olduğu görüşündedir. Uzun süre aynı birlikte çalışan bireyler birbirlerini daha yakından tanıma fırsatı buldukları için birbirlerinin davranışlarına alışmış ve daha toleranslı olabilmektedir.

Sulama eğitimine katılımın eğitim düzeyi ile ilişkisi olabilir düşüncesiyle ANOVA testi yapılmıştır ve farklılık bulunmuştur ($F=6,32$; $p=0,01$). Hangi eğitim düzeyinin diğerinden farklı düşünce yapısına sahip olduğunu tespit edebilmek amacıyla Post Hoc testlerinden LSD testi yapılmıştır ve elde edilen bulgular görülmektedir. Üniversite mezunlarının diğerlerine göre sulama eğitimine daha fazla katıldıkları belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Aşağı Seyhan Ovası'nın kapalı

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

sulama şebekesine dönüşmesi ile klasik sulama şebeke işletmesinde pratikte uygulanamayan ölçülü ve kontrollü sulama olanağı sağlanabilecektir. Bitki ve alan esaslı sulama ücreti uygulaması yerine, su tasarrufu sağlayan hacim esaslı (kullanılan su miktarına dayalı) sulama ücreti uygulamasına geçiş sağlanacaktır. Böylece sulu tarımın olumsuz çevresel etkileri ortadan kaldırılacak; sulama suyundan tasarruf edilecek, enerji tasarrufu sağlanabilecektir. Açık sulama sistemlerinde kanallar ve kanaletler doğrudan arazi yüzeyine döşendiğinden önemli bir alan üretim dışı kalmaktadır. Kapalı sisteme geçilerek bu alanlar tarımsal faaliyet için kullanılabilir. Kapalı sistemde şebeke üzerinde bile tarım yapılabilir. Sulamanın en yoğun olduğu dönemde iletim hatlarının sonlarına suyun yeterli miktarda iletilmemesi sebebiyle bu noktalara takviye amaçlı pompaj üniteleri kurulmaktadır. Bu ünitelere gerek kalmadığı takdirde çok önemli bir enerji maliyeti ortadan kalkacaktır. Drenaj kanallarına sulamadan dönen sular ve sulama kanallarındaki buharlaşmalar minimize edilebilecek, ilaç ve gübre kullanımı minimize edilebilecektir. Çevre sağlığı koşulları da iyileştirilebilecektir.

Basınçlı kapalı sulama sistemi ile su kaybı önenebilecek, üreticiler senenin her ayı sulama imkanına sahip olacak ve böylelikle verim artışı sağlanabilecektir. Adana'nın tarım sektörünün geleceği açısından oldukça önem bir yere sahip olması nedeniyle mevcut sulama projelerinin zaman içinde toplu basınçlı sulama şebekelerine dönüşümünün sağlanması gerekmektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

- Öncelikle toprak ve su kaynakları korunmalıdır. Bunun için de, havza bazında çalışmalara ortak temel oluşturacak plan, program ve projeler hazırlanmalıdır.
- Sulama ile ilgili eğitimlerin sayısı ve kalitesi artırılmalıdır.
- Modern sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Sulama yönetimine yönelik çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır.

- Tarımsal yayım faaliyetleri ile kapalı sulama sistemi ve faydaları üreticilere tanıtılmalıdır.
- Erozyonu önleyen ve tasarruf sağlayan basınçlı sulama yöntemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Tüm sulama projelerinde gelişmiş performans göstergeleri izlenerek olası sorunlar tespit edilerek gerekli önlemler alınmalıdır.
- Açık kanal sisteminin kapalı (basınçlı) sisteme geçmesi ile su, gıda ve çevre güvenliği de sağlanabilecektir.
- DSİ'nin son yıllarda sulamaya açtığı alanları tamamen basınçlı borulu sistem olarak inşa etmesi göz önünde bulundurulursa, Basınçlı Sulama Sistemine geçiş aşamaları, DSİ tarafından ivedilikle hazırlanmalı, basınçlı boru sulama yenileme hizmetleri proje yapım işi-inşaat hizmetleri de tamamlanmalıdır.

Üreticiler zamanında istedikleri miktarda suya ulaşabilmek için fazla ödeme yapma istekliliğine sahiptir. Üreticilerden alınacak bu ücretler sulama yatırımlarının yenilenmesine katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "FYL-2018-9932" kodlu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- adana.gov.tr. 2019.
- Arıkan, R. (2017). Araştırma Yöntem ve Teknikleri (3.baskı). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Barutçu, F., Bülbül R., Uyan, A., Tepeli, E., Çınar, M., Sarıtaş, H. (2013). Adana Tarımsal Sulama Altyapısının Analizi Sulamanın Sorunları ve Çözüm Önerileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Adana Ziraat Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmet İçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayın No: 26, 2013, Adana
- Çakmak, B., Kendirli, B. ve Yıldırım, M. (2005).

Aşağı Seyhan Ovasında Üreticilerin Açık Sulama Sistemleri Hakkındaki Düşünceleri

- Türkiye’de Sulama Uygulamaları ve Basınçlı Sulama Uygulama Olanakları. II.Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu 9-11 Kasım 2005.
- Çakmak, B. ve Aküzüm, T. (2006). Türkiye’de Tarımda Su Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri.
- TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi. Ankara. 2, 349359.
- DSİ, (2018). ASO Tanıtımı. DSİ VI. Bölge Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü Kayıtları Ebrahimi, M.S., S. Gholamrezai and M. Aslani. (2014). Water supply problems and use of new irrigation systems in Iran agriculture. *Advances in Environmental Biology*. 8:415-420.
- Fairweather, H., N. Austin and M. Hope. (2003). An Information Package. Land and Water Australia.
- Water Use Efficiency, National Program for Sustainable Irrigation, Irrigation Insights Number 5. (Online) Available at: <http://www.naturalresources.sa.gov.au/> (2018, May 1).
- Kalaycı, Ş. (2016). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri Kitabı, 5. Baskı
- Kanber, R. (2015). “Sulama”, Ç.Ü Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:174, Adana
- Selek, B., Tunçok, K., Ercan, S. (2008). Mevcut ve Gelecekteki Sulama Projeleri Bakımından Seyhan Havzasının Değerlendirilmesi, Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Sulama – Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, S.110-123, 2008, Adana.
- T.C. Güney Yüreğir Sulama Birliği. Sulama Yönetimi Dergisi. (2017)
- Yuan, W. (2010). Irrigation water use efficiency of farmers and its determinants: evidence from a survey in Northwestern China. *Agricultural Sciences in China*. 9:1326-1337.
- Zulch, L. (2010). Water demand to Exceed Supply by 2025. News24. <http://www.news24.com/Content/SouthAfrica/News>. Son erişim tarihi: 22 Ağustos 2014.
- Zibaie, M. (2003). Economic analysis of pressurized irrigation systems in Fars province. In: *Proceedings of a Conference on Financial Support of Agriculture*. pp.149-171. www.dsi.gov.tr, 2018



Review Article

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

Deniz Levent KOÇ^{1*}, Burçak KAPUR¹, Mustafa ÜNLÜ¹, Rıza KANBER¹

ABSTRACT

Türkiye's land area is about 78.5 million ha. The population is 84 million, with an annual growth rate of 1.09% in 2020. Türkiye is divided into 25 basins that correspond with its hydrological features. The average yearly flow in the basins is 186 billion cubic meters (BCM). The Euphrates-Tigris River Basin has a water potential of 28.4% and is the largest watershed in Türkiye in terms of water potential and surface area. Türkiye's total usable water potential is 112 BCM, of which 98 BCM is surface water and 14 BCM is groundwater. Approximately 20-25% of Türkiye's irrigable area is irrigated with groundwater. This study discussed the state of Türkiye's water resources and agricultural irrigation.

Keywords: Türkiye, water resources, agricultural irrigation

Türkiye'de Su Kaynakları ve Tarımsal Sulama

ÖZ

Türkiye'nin yüzölçümü yaklaşık 78.5 milyon ha, nüfusu 84 milyon ve yıllık nüfus artış hızı 2020 itibari ile %1.09 olmuştur. Türkiye, hidrolojik özelliklerine uygun 25 havzaya bölünmüştür. Havzalarda yıllık ortalama akış 186 milyar m³'tür. Fırat-Dicle Nehri Havzası %28.4'lük su potansiyeline sahip olup, Türkiye'nin su potansiyeli ve yüzölçümü bakımından en büyük su havzasıdır. Türkiye'nin toplam kullanılabilir su potansiyelinin, 98 milyar m³'ü yüzey suyu ve 14 milyar m³'ü yeraltı suyu olmak üzere toplam 112 milyar m³'tür. Türkiye'nin sulanabilir alanının yaklaşık %20-25'i yeraltı suyu ile sulanmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki su kaynaklarının ve tarımsal sulamanın durumu ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Türkiye, su kaynakları, tarımsal sulama

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-4495-3060; 0000-0001-6131-4458; 0000-0002-1889-516X; 0000-0001-7758-8787

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 30.05.2022

Kabul Tarihi: 21.09.2022

¹University of Çukurova, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Sarıçam, Adana/Türkiye

*E-posta: leventk@cu.edu.tr

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

Introduction

The situation and management of water in Türkiye is a sensitive and vital issue. According to the climate scenarios adopted by the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the temperatures in the region, including Türkiye, will increase significantly, the effects of drought will become evident, the current precipitation will be irregular, and therefore it will be problems in the storage of water. (Muluk et al., 2013).

Although Türkiye is surrounded by water on three sides, it is not a rich country in terms of freshwater. On the contrary, Türkiye is on the way to becoming a "water-poor." There are 25 catchment basins in Türkiye. The average annual precipitation in Türkiye is 643 mm, equal to 501 km³ of water in volume (Table 1).

37% of the precipitation passes into the flow in Türkiye. In this case, It is accepted that 274 km³ of the precipitation evaporates from the soil-plant-water surface system and returns to the atmosphere; 41 km³ feeds the underground water storage, and 186.05 km³ flows to the sea, lake, and closed basins via rivers (Atçı, 2020).

95 km³ of this potential can be developed economically (Tekinel, 1999). With the studies carried out on the basin basis, it has been determined that the groundwater potential that can be safely withdrawn is around 12.3 km³ (Kaya, 1994; DSİ, 1999; Hakyemez, 2019; Atçı, 2020). In this case, Türkiye's total annual usable underground and surface water potential is 107.3 km³. This value is equivalent to 45.85% of the renewable water potential. Only 37.74% of the usable potential has been developed and put into use.

Table 1. Türkiye's water resources (Atçı, 2020)

Surface water potential, km ³		Groundwater potential, km ³	
Annual flow	186.05	Withdrawable annual water potential	12.3
The ratio of annual flow to total precipitation	0.37	Developed water potential	9.0
Usable surface water potential	95.00	Actual annual consumption	6.0
Actual annual consumption	31.49		
Average annual precipitation: 643 mm (501 km³)			

According to the Falkenmark index (indicator), values above 1700 indicate water richness, values between 1000-1700 indicate water stress, values between 500-1000 indicate water scarcity, and values less than 500 indicate absolute water scarcity (Falkenmark and Rockstorm 1993). Accordingly, water resources and their conditions are given in Table 2.

There is a disproportionate distribution of the amount of water and the population throughout the world. This situation is also valid in Türkiye. There are disproportions between the flow potential of the basins and the number of people benefiting from these basins. In the Marmara Region, where 28% of the total population of Türkiye lives, the basins collect only 4% of the total flow. The use of surface and groundwater

in Meriç, Ergene, Gediz, Büyük Menderes, Burdur Lake, Akarçay, Konya, and Asi River basins has exceeded the self-renewal capacity of water resources. This situation increased the pressure on the basins and significantly threatened the natural ecosystem (Öktem and Aksoy, 2014; Atçı, 2020).

Approximately 75 percent of the water resources in Türkiye are used in agriculture (Atçı, 2020). According to scientists, besides providing additional water resources to the basins where agricultural activities are common, it is imperative to take radical measures to plant various crops. Especially; in drought-prone areas, crops such as wheat and barley should be preferred instead of crops that consume a lot of water, such as maize (FAO, 2015).

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

Table 2. Falkenmayer Indicators (Atç1, 2020)

Basin Name	Population (2015)	Usable Water Potential (billion m ³ /year)	Falkenmark Indicator (m ³ /person/year)	Agriculture
Meric Ergene	749 510	0.76	1014	Water Stress
Marmara	17 608 408	2.84	161.06	Absolute Water Scarcity
Susurluk	3 793 746	2.57	677.43	Water Scarcity
North Aegean	1 112 098	0.88	791.30	Water Scarcity
Gediz	1 588 561	0.79	497.31	Absolute Water Scarcity
Küçük Menderes	4 168 415	0.46	109.15	Absolute Water Scarcity
Büyük Menderes	1 346 490	1.70	1262.54	Water Stress
West Mediterranean	908 877	3.87	4258	Water Richness
Antalya	3 341 962	7.03	2103.55	Water Richness
Burdur Lake	680 105	0.17	244.08	Absolute Water Scarcity
Akarçay	709 015	0.31	437.23	Absolute Water Scarcity
Sakarya	7 262 833	4.03	554.88	Water Scarcity
West Black Sea	1 879 209	5.09	2705.93	Water Richness
Yeşilırmak	2 721 221	3.10	1139.19	Water Stress
Kızılırmak	3 715 291	3.95	1063.17	Water Stress
Konya Closed	3 105 368	4.90	1577.91	Water Stress
East Mediterranean	1 745 221	4.80	2747.50	Water Richness
Seyhan	2 183 167	3.55	1626.08	Water Stress
Asi	1 533 507	1.18	769.48	Water Scarcity
Ceyhan	1 609 483	3.81	2367.22	Water Richness
Tigris-Euphrates	12 646 409	37.48	2963.81	Water Richness
East Black Sea	2 404 480	9.36	3892.73	Water Richness
Çoruh	246 920	4.46	18064.15	Water Richness
Aras	584 360	3.28	5609.62	Water Richness
Van Lake	1 096 397	1.65	1504.93	Water Stress
Türkiye (2015)	78 741 053	112	1422.23	Water Stress

The Tigris-Euphrates Basin, located between Türkiye and the water-poor Middle East countries and has many important water treatment projects, is Türkiye 's most significant water potential, consisting of many large rivers. Burdur and Akarçay Closed Basins, on the other hand, have the lowest water potential compared to the other 23 basins. It is known that some river basins are "water-rich", and some are "water-poor" (Atç1, 2020).

Susurluk, North Aegean, Sakarya, and Asi are among the basins with Falkenmark Indicator

values of 500-1,000 m³/person/year and famine problems. With the increase in population in these basins, the issue of definite famine is expected. It is seen that 7 of 25 basins are under water shortage. Among these seven basins, there are two big river basins as Kızılırmak and Yeşilırmak basins. Some basins among these basins may reach the "Water Scarcity" level soon due to population growth, like other basins (Hakyemez, 2019; Atç1, 2020). As shown in Table 3, there has been an increase of approximately 50% in water use between 2004

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

and 2016. If population growth and economic-industry growth continue, it is expected that the pressure on Türkiye's water resources will

increase in the future (Hakyemez, 2019; Atçı, 2020).

Table 3. Use of Water Resources in Türkiye

Year	Irrigation (billion m ³)	Household (billion m ³)	Industry (billion m ³)	Total (billion m ³)
1990	22.0	5.1	3.4	30.5
2004	29.6	6.2	4.3	40.1
2008	33.8	5.8	6.0	45.6
2010	38.2	5.8	6.0	49.9
2012	41.6	6.0	8.4	56.0
2014	35.9	5.7	9.1	50.7
2016	43.1	6.2	11.1	60.4
2023	72.0	18.0		

Sectoral Use of Water and Per Capita Water Potential in Türkiye

In Türkiye, 74% of the total utilizable water is used for agriculture, 15% for domestic use, and 11% for industry (Muluk et al., 2013). In our country, the surface water potential per capita is about 3300 m³/year, and the amount of usable water per person is around 1550 m³/year. According to the Turkish Statistical Institute (TUIK), if the population of our country reaches 100 million by 2030, the amount of usable water per capita will decrease to 1000 m³ (Atabay et al., 2014; Atçı, 2020). It is stated that the water demand in Türkiye in 2025 is estimated to be 183% of the current consumption. Under these conditions, severe water shortages may be seen in some regions of Türkiye, such as Thrace, Central Anatolia, and Western Anatolia. By 2030, it is predicted that Türkiye will be water scarcity at a rate exceeding 40% in the inner and western regions. This rate is expected to vary between 20 and 40% in Southeast and East Anatolian regions (Muluk et al., 2013).

When Will Water Run Out?

According to scientists' analysis, it is inevitable that we will face 'drought' bulletins such as weather bulletins soon. We need to change our water consumption culture, especially in agriculture. Türkiye ranks 4th in the world in water consumption per capita (Anonymous, 2022). Some mistakes have been made in this regard. In 2021, the Ministry of Agriculture and Forestry pioneered the first Water Council in

Türkiye's history regarding detecting errors and taking measures. The Council started on March 29, 2021, and ended on August 25, 2021. In the study, which lasted for about five months, in which 141 scientists and 1631 experts participated, many issues, from efficient water use to basin management, were discussed. The date for the drought at the meeting was given, and the measures that should be taken were discussed and linked to the report. (Anonymous, 2022). As the report mentioned above, the global climate crisis has exposed many countries, including Türkiye, to the threat of 'drought.' Although the measures listed in the said report are tried to be taken, the problem is more significant than it seems. In this context, it is clear that Türkiye, among the countries experiencing 'water stress,' is rapidly advancing towards drought. For example, it is now imperative to change our habits regarding water use, from agriculture to daily lives.

According to water availability reports, Türkiye is one of the countries experiencing water stress, which is the previous phase of 'drought.' For this reason, many international organizations, NGOs, and universities are working on the threat of drought for Türkiye (Anonymous, 2022).

'Grey Water' Proposal for Agriculture

One of the most emphasized issues among the measures that can be taken against excessive water use is to utilize wastewater, which we call greywater, in agricultural irrigation. On the other

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

hand, the need for parks and gardens can be met by building collection pools in big cities.

Türkiye is in the 4th rank among the 'most water consuming' countries globally. Estonia, a European country of 1.3 million, ranks first with 355 liters per day, followed by the USA with 353 liters per day and Greece with 282 liters. The amount of water consumed per person per day in Türkiye is approximately 217 liters. This rate is around 150 liters in European Union member countries on average. The amount of water consumed in the bathroom and toilet constitutes 70 percent of the total water consumed at home. Water in homes; 35 percent is used in the bathroom, 30 percent in the toilet, 20 percent for laundry and dishwashing, 10 percent for cooking and drinking water, and 5 percent for cleaning purposes. In the three big cities of Turkey, it has been determined that the average daily amount of water drawn per person is 189 liters for Istanbul, 227 liters for Ankara, and 173 liters for Izmir (TÜİK, 2016; Muluk et al., 2013).

Approximately 75 percent of the total water consumed in Türkiye is used for irrigation. 35-60% water loss occurs in the surface irrigation method, and 5 to 25% in the sprinkler and drip irrigation. Using sprinkler and drip irrigation methods in agricultural production is recommended to prevent water losses. There are also parks and gardens where water conservation should be done. To irrigate these areas, it is essential to prefer morning or evening hours when evaporation is low. Watering the plants in the morning or evening saves 112 liters of water, and cleaning the parking area with a broom instead of water saves 675 liters of water. Irrigating the grass 1-2 times a week saves 3780 liters of water, the sealing of the sprinkler systems saves 2250 liters per month, and the smart ventilation systems save 180 liters of water per day depending on the weather conditions. (Anonymyous, 2022)

Agricultural Irrigation Problems and Solutions

Türkiye covers an area of 78.5 million hectares. A total of 36 percent of this land is used for agriculture. Irrigation is possible on 92 percent of agricultural land. In this perspective, problems associated with agricultural irrigation,

the sector in which our water resources are exploited the most, can be defined as issues that arise in water resource development initiatives. These occur in stages, starting with the development of water resources and ending with water usage in the field. As a result, addressing irrigation issues entails several stages and a complex procedure that spans the project's economic life cycle, behavior, and environmental impacts (Sezginer and Güner 1994). When the lack of funding is neglected, the challenges associated with Türkiye's water resources development can be divided into three categories: The first group is primarily of economic origin. They could be removed if the appropriate financial resources for planning and implementation are available. However, due to limited budgetary resources, the state has been unable to dedicate sufficient resources in recent years. The second category includes issues that develop during implementation (including planning and construction), which are sometimes anticipated but frequently unforeseen. There are factors such as poor selection of priorities, wrong planning, mistakes during construction, wrong operating techniques, inconsistent political, economic, and social approaches, lack of irrigation information, or misdirection of producers. The third category includes problems during water application. Detailed information is given in section III.

(I) Underutilization of Natural Resources

Türkiye's irrigable fields are still unable to be irrigated. Only 53.44 percent (17.57 percent of total irrigable fields) of economically and technically irrigable areas (8.5 Mha) have been irrigated, with 46.56 percent awaiting water. However, considering the newly developed irrigation techniques, Türkiye's economically irrigable areas are directly 25.85 Mha, not 8.5 Mha. For example, threshold lands previously inaccessible to irrigation because of soil topography and drainage issues can now be irrigated using drip, mini sprinkler, and other similar approaches (Kanber and Ünlü, 2006). Problem areas (saline-alkaline areas) can also be irrigated with intermittent furrow (surge) method that can easily convey water in very light-textured soils and drip irrigation method. In this

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

case, updated numbers should be considered instead of old data for determining irrigable areas and irrigation water requirements. This should be considered in the plans and programs that should be done in the future.

Türkiye's water potential is not fully utilized yet. The utilization of 33.15 percent of the usable good quality surface water potential and 48.78 percent of the groundwater potential were actualized. Even though 24.39 percent of the exploitable groundwater potential is suitable for use, it remains unused. According to these data, only 66.85% of the surface water resources potential and 26.83 percent of the groundwater potential have been utilized. Only 34.94 percent of the useable groundwater and surface water potential has been utilized; the remaining 65.06 percent has been unused. Water distribution figures for different sectors are suspect (Kanber and Ünlü, 2006).

The standards for irrigation water quality for irrigation should be revised. Today, the tendency to use approaches considering the plant, region (soil), and climate in classifying irrigation waters predominates. Water regarded unfit in one place and for one plant may be suitable for another. Furthermore, irrigation water of dubious quality can be used with some unique techniques. Türkiye's water potential should be examined and calculated in this scenario. For determining the water potential, all irrigable lands should be considered.

According to the findings, our country's subsurface and surface water reserves are enough under today's conditions because they are not fully utilized. However, some believe that it will not be adequate for future applications. This situation has not yet been sufficiently clarified. On the other hand, detailed scientific studies that give the basins water and soil resources for applying inter-basin water transmission techniques have not been yet encountered. However, several inter-basin water transfer projects, including the Çatalan-İmamoğlu Project and the Ceyhan Project, have been effectively implemented in recent years. Due to the negative effects of inheritance legislation, agricultural estates in Türkiye are divided into small sections, making it impossible to develop lucrative businesses. 67 percent of

agricultural enterprises fall into the 1-50 decare category, while 85 percent fall into the 1-100 decare category. The enterprises in both groupings account for 22.1 percent and 42.0 percent of the total cultivated area. The percentage of enterprises greater than 101 decares, on the other hand, is 15.0 percent, and the ratio of the areas in which they operate is 58.0 percent. Although the percentage of enterprises having more than 500 decares of land in Türkiye is just 0.93 percent, the area they operate is roughly 17.13 percent (Kılınçer et al., 2002).

Due to the lack of land use planning and the increase in non-agricultural land use, agricultural areas are shrinking (DPT, 1997). The misuse of agricultural lands has reached significant proportions in Türkiye. Occupation of agricultural lands has become increasingly widespread. It has become a significant problem for the country's agriculture due to factors such as rapid population growth, irregular and uncontrolled migration of the rural population to cities, industrialization, tourism, and large-scale infrastructure investments (Yurdakul et al., 1991). The issue mentioned above is particularly acute in areas where irrigated agriculture has expanded, such as Adana and Bursa. The problem can be solved primarily by preventing internal migration. To integrate the producer into the land, measures should be implemented to raise the producer's income level, and expenditures in the development of water and soil resources should be prioritized. In addition, required in-laws and regulations as susceptible to political influences as possible should be implemented, and their effective application should be ensured.

(II) Problems During the Operation Phase

Due to economic, political, social, and technical factors, Türkiye's expected value-added improvement in irrigated agriculture investments is fairly modest. Even though irrigation increased yield by 7 times, the added value increased by 2.6 times (Sayın et al., 1993). This circumstance considerably diminishes the value of irrigation investments as an incentive. The vegetation pattern observed in irrigated areas differs greatly from the projected.

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

Irrigation rates predicted in the project are sometimes substantially below reality. So much so that the profitability of the projects is adversely affected; Producers in the project area are switching from irrigated agriculture to dry agriculture. This is generally due to market conditions, farmer traditions, diseases and pests, fluctuations in prices of agricultural inputs, and especially the inability to implement production planning in our country. In addition, insufficient irrigation water and network (irrigation-drainage) arise due to factors such as; salinity-alkalinity and groundwater problems, the producers' irrigation with their facility, and non-compliance with the right of water passage. To increase irrigation rates, effective production planning should be applied. As in Western countries, the producer should be supported with low-interest loans, and some critical production inputs should be subsidized, particularly in selected strategic products. It is also an important problem that irrigation systems are put into operation before they are fully completed. Because of the system's beneficial appeal, most large irrigation projects have been placed into operation before the main drainage, and irrigation networks have been built until recently. As a result of this practice, for example, infiltration losses are well above the acceptable limits. In a study conducted in Central Anatolia, it was determined that 0.4 to -4.3 percent of the incoming flow is lost by infiltration and evaporation in every 100 m canal length (Öğretir, 1981); in the Aegean, 2.5 to -9.8% (Sezginer, 1976); and in Çukurova, 0.6 to -2.4 percent (Yavuz, 1984) is lost by infiltration and evaporation depending on the channel characteristics. Because much research on the subject has been conducted in Türkiye, the cases presented can be increased.

(III) Problems That Arise During the Application of Water

Soil-plant-water relations in irrigated farming areas and their effects on humans and the environment are not discussed much in Türkiye. As a result, the producer cannot receive proper training; there is a tendency to overuse water, and water losses such as surface flow and deep infiltration increase. As a result, irrigation

efficiency decreases; several issues include poor land preparation for irrigation, drainage, high groundwater, and salinity. Irrigation performance measures are the best indicator of water losses in field irrigation applications. According to a recent study, the irrigation performance of several regionally implemented irrigation schemes was relatively poor (Kanber et al., 2004). The research found that irrigation system performance is not acceptable due to infrastructure, operation, water distribution, climate, and some socio-economic problems/deficiencies. Almost all irrigation systems do not have efficient irrigation programming. Therefore, application efficiency is low, and water losses are high (Table 4).

On the other hand, performance indicators for some irrigation systems are given in Table 5. Elements such as irrigation uniformity (CU) and distribution homogeneity (DU), storage efficiency (Es), transmission efficiency (Ec), transmission losses (CL), and drip uniformity (EU) are shown separately by region. Irrigation water is lost in the project regions due to deep infiltration, evaporation, surface runoff, and faulty irrigation system operation. Traditional open channel systems are commonly used in our country. In areas where these systems are dominant, the transmission and distribution efficiency is 60%, the water application efficiency is 50%, and the total project efficiency is around 30%. Leakage can be reduced by adopting advanced modern techniques to build water transmission systems, cover bare channels, and ensure sealing. Establishing downstream controlled open canal systems and pressurized pipe irrigation systems are two examples of improving irrigation efficiency, providing controlled irrigation, and increasing water. Our country's establishment and distribution of these systems are one of the 7th Five-Year Development Plan targets.

Irrigation is a crucial component that promotes agricultural output. Completing and putting physical irrigation facilities into service without implementing cultural and technical safeguards will lead to a slew of significant and impossible issues to solve in the future. It is feasible to use water effectively in irrigated agriculture and boost efficiency by taking technological steps

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

based on basin projects and farms (Hamdy and Lacirignola, 1999).

Table 4. Application Efficiency According to Regions and Irrigation Methods, Ea (%)

Regions	Drip Irrigation	Sprinkler Irrigation	Surface Irrigation
Mediterranean	67-84 (Söğüt,1986) 87-98 (Bilal, 1997)	95-97 (Andırınlioğlu, 1993)	52-59 (Şimşek, 1992)
Southeast		61 (Oğuzer and Önder, 1988)	86-94 (furrow, Kanber et al., 1996) 60-70 (surge, Kanber et al., 1996) 38 (Oğuzer and Önder, 1988)
Central Anatolia		33.7 (Şimşek, 1992)	48.7 (Balaban and Beyribey, 1991) 29-80 (Ertaş, 1980) 37.9 (Şimşek, 1992) 32-77 (Öğretir, 1981) 23-58 (Oylukan, 1970)
Black Sea			35-94 (Bayrak, 1991) 55-87 (Balçın et al., 2001)

Table 5. Irrigation Performance Indicators in Different Regions (%)

Region	Es	DU	CU	EU	Ec
Mediterranean	56-75 Mini sprinkler (Uçar, 1994)	98-99 Drip (Bilal, 1997) 82-88 Surface Irr. (Şimşek,1992) 87.2 Sprinkler (Andırınlioğlu, 1993) 12.1 Furrow (Önder et al., 1992)	40 Furrow (Önder et. al., 1992) 97.5 Drip (Oğuzer and Yılmaz,1991)	84 Drip (Söğüt,1986)	
Southeast	24 Furrow, 41 Sprinkler (Oğuzer and Önder, 1988)	85 Sprinkler (Kanber et. al., 1996)	85 Surface and sprinkler (Kanber et al.,1996)		
Central Anatolia	75-80 Sprinkler (Oylukan, 1972)	37-81 Sprinkler (Tarı, 1998)	58-82 Sprinkler (Tarı, 1998)		85 Irrigation channel (Balaban and Beyribey, 1991)
Black Sea	17-90 Surface Irr. (Bayrak, 1991)				

Studies that will eliminate the water shortage, which is expected to occur in the future, provide water increase, should be started now, and

scientific projects related to the subject should be supported first. Water can be increased by conserving precipitation in basins, transmitting

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

water across basins, combining low-quality waters, and using seawater, urban wastewater, and drainage water. Making ponds on small dry streams and using precipitation waters for irrigation during the summer is a good example of this situation.

Surface irrigation techniques developed for the effective use and increase of water on a field basis, such as intermittent furrow, reduced flow furrow, cyclic furrow, variable or fixed straight furrow, etc., automation of irrigation and irrigation time, sprinkler irrigation, and the use of modern irrigation techniques with low pressure-low flow. In addition to saving water, the inconveniences of traditional irrigation methods can be eliminated. Necessary training activities should be expanded and financially supported to popularize these techniques in Türkiye and adopt them for farmers.

Geographic Information Systems and Remote Sensing Techniques are used in the planning, development, monitoring, and evaluation stages of water resources in the world in the globalization process. In Türkiye, the number of skilled workers and the essential equipment is far from complete. However, as the world changes, it is unavoidable that some measures be taken and appropriate adjustments in the institutional framework for staff training and equipment be made.

References

- Andırınlioğlu, A. (1993). The Performance Evaluation of A Linear Move Sprinkler Irrigation System. MSc Thesis, Çukurova University, Institute of Science, Irrigation and Drainage Eng. Department, Adana.
- Anonymous, (2022). Tarımsal sulama grubu çalışmabelgesi. https://cdnisys.tarimormann.gov.tr/api/File/GetFile/467/Sayfa/1497/1861/DosyaGaleri/tarimsal_sulama_grubu_calisma_belgesi.pdf.
- Atabay S., Karasu M., Koca C. (2014). İklim Değişikliği ve Geleceğimiz. Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Y.T.Ü. Kütüphane ve Dokümantasyon Merkezi Sayı YTÜ.MF-BK-2014.0884, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, 148ss.
- Atç1, E. B. (2020). Türkiye Genelinde Su Kaynaklarının Durumu. Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi, Yıl: 15, Sayı: 139, s. 32, İstanbul.
- Balaban, A., Beyribey, M. (1991). "Water Distribution and Water-Use Efficiencies in Konya-Alakova Pump Irrigation System" Doğa, Tr. J. of Agric. And Forestry, 15: 24-34.
- Balçın, M., Ağırbaş, N., Karata, H., Güleç, H., ve Aydın, O. (2001). Irrigation Performances of Irrigation Scheme of Artova-Çelikli Earth Dam. Tokat Res. Inst., No: 117, Tokat.
- Bayrak, F., (1991). "Water Conveyance Losses and Water application Efficiencies in the Irrigated Areas in Samsun Province" Samsun Res. Ins. Pub., No. 69/60, Samsun.
- Bilal, A. (1997). The evaluation of irrigation performances for a drip irrigation system in a citrus orchard in Adana-Yakapınar district. MSc Thesis, University of Çukurova, Institute of Science, Agric. Structure and Irrigation Dep. Adana, 62s.
- DPT, (1997). Ekonomik ve Sosyal Sektörlerdeki Gelişmeler. DPT Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000) 1997 Yılı Programı Destek Çalışmaları Ankara, 222 s.
- DSİ, (1999). DSİ Teknik Ajandası: "Özet Bilgiler". T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ertaş, M. R. (1980). Evaluation of Water Conveyance losses and Water Application Efficiencies in Konya Irrigation Scheme. Konya Res. Inst., No. 67/R, Konya, 53 s.
- Falkenmark, M., Rockstrom, J. (1993). Curbing rural exodus from tropical drylands. AMBIO-0122 no 71993.
- FAO, (2015). Climate change and food security: risks and responses. ISBN 978-92-5-108998-9. 110p, Rome, Italy.

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

- Hakyemez, C. (2019). "Su: Yeni Elmas", Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, İstanbul.
- Hamdy, A., Lacirigniola, C. (1999). Mediterranean Water Resources: Major Challenges Towards the 21st Century. CIHEAM IAM-B March 1999, Tecnomack-Bari, Italy, 570 s.
- Kanber, R., Ünlü, M., Çakmak, E., Tüzün, M. (2004). Irrigation Systems Performances. Country Report: Turkey. Wasamed Project, Adana 118 p.
- Kanber, R., Önder, S., Ünlü, M., Köksal, H., Özekici, B., Sezen, S. M., Yazar, A., and Koç, K. (1996). The Optimization of Surface Irrigation Methods Which are Used for Cotton Production and Their Comparison with Sprinkler Irrigation. Final Report for Prime Ministry of Turkey, GAP-RDA, No: 18, GAP Pub., No: 96, General No: 155, Adana.
- Kanber, R., Ünlü, M. (2006). AQUASTAT. Country Survey on Water Use for Agriculture and Rural Development of TURKEY (Country Profile). The University of Çukurova, Faculty of Agriculture, Adana, Turkey.
- Kaya, A. (1994). Türkiye Yeraltı Suyu Potansiyeli ve Kullanımı. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü 40'inci Kuruluş Yılı (1954-1994) Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Ankara Cilt:2 s. 901-910.
- Kılınçer, N., Çakmak, İ., Eriş, A., Kanber, R., Kınacı, E., Yurdakul, O. (2002). TÜBİTAK'ın Tarım Sektörüne Yönelik Yaklaşım ve Politikalarını Belirlemesine İlişkin Yapılan Değerlendirme Çalışması. TÜBİTAK-TOGTAĞ, Çittage Raporu. Basılmamış. Ankara, 146 s.
- Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U. (2013). Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.
- Öğretir, K. (1981). Çifteler DSİ Sulama Şebekesinde Su İletim Kayıpları ve Sulanır Alanlarda Su Uygulama Randımanları. TOPRAKSU Arş. Enst. Yay. 265 124. Eskişehir, 45 s.
- Oğuzer, V., Önder, S. (1988). Urfa-Harran Ovası Koşullarında Soya Bitkisinin Karık ve Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Proje Ölçütlerinin İrdelenmesi. 3. Kültürteknik Kongresi, 20-23 Eylül 1988, No: 1, Adana, s. 273-284.
- Oğuzer, V., Yılmaz, E. (1991). Damla Sulama Sistemlerinde Kullanılan Yerli ve Yabancı Kökenli Bazı Damlaticıların Hidrolik Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry, No: 15, 121-128.
- Öktem, A. U., Aksoy, A. (2014). "Türkiye'nin Su Riskleri Raporu", World Wide Fund for Nature, İstanbul.
- Önder, S., Kanber, R., Köksal, K. (1992). Different Approaches which are used for obtaining the performance of Furrow irrigation methods. Fourth International Congress on Irrigation and Drainage Eng. (Kültürteknik), 24-26/6/1992. Erzurum.
- Oylukan, Ş. (1970). The Obtaining of Irrigation Efficiencies for Eskişehir-Alpu Irrigation Scheme. Eskişehir Res. Inst. No. 67/R, Eskişehir, 40 p.
- Oylukan, Ş. (1972). Buğday ve Şekerpancari Mahsullerinde Sulama Metodlarının Mahsul Verim ve Maliyeti Üzerine Tesirlerinin Tesbit Araştırması Sonuç Raporu (1967-1970). Bölge Topraksu Araşt. Enst. Yay., No. 61, Eskişehir, 19 s.
- Sayın, S., Döker, E., Çevikbaş, R., Bal, M. (1993). Türkiye'de Sulu Tarım Yatırımlarına ve İşletme-Bakım Faaliyetlerine Çiftçi Katılımı İnceleme Raporu (Ulusal Çalışma Grubu), Ankara, 38 s.
- Şener, S. (1976). Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerinde Araştırmalar. TOPRAKSU Arş. Müd. Yay. 47 25. Menemen İzmir 90 s.

The Situation of Water Resources and Agricultural Irrigation in Türkiye

- Sezginer, Y., Güner, R. (1994). Su Kaynakları Geliştirme Projelerinin Gerçekleştirilmesinde Uyumsuzluk Sorunları. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü 40'ıncı Kuruluş Yılı (1954-1994) Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Ankara, Cilt. 1 s.123-138.
- Şimşek, H. (1992). A Study on the Field Irrigation Efficiencies in the Niğde-Misli Plain. Proc. Of IV. National Congress for Agric. Struc. And Irrigation, 24-26 Haziran 1992, Erzurum. s.161-174.
- Söğüt, A. (1986). Irrigation Performance of Drip Irrigation Systems which are Used for Orchard Irrigation. MSc Thesis, Univ. of Çukurova, Institute of Science, Agric. Structure and Irrigation Dep. Adana, 51 s.
- Tarı, A. F. (1998). The Evaluation of Performances of Sprinkler Irrigation Systems Used in Konya-Ilgın Plain. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara, s. 220-238.
- Tekinel, O. (1999). Participatory Approach in Planning and Management of Irrigation Schemes (Turkish Experiences on Participatory Irrigation). Advanced Short Course on Integrated Rural Water Management: Agricultural Water Demands. CIHEAM IAM-B 20 September-2 October 1999 Adana, p.189-217.
- TUİK, (2016). Belediye Su İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24874>Son erişim tarihi: 22-05-2018.
- Uçar, A. (1994). Evaluation on the Performance of Mini-Sprinkler That Is Established In an Orchard At The Çukurova Region. MSc Thesis, Univ. Of Çukurova, Institute of Science, Agric. Structure and Irrigation Dep. Adana, 62 p.
- Yavuz, M. Y. (1984). Aşağı Seyhan Ovası Sol Sahilinde Bulunan Beton Kaplamalı Kanallarda Sızan Su Miktarlarının Belirlenmesi. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enst. Kültürteknik Ana Bilim Dalı Yük. Lis. Tezi, Adana, 45 s.
- Yurdakul, O., Bek, Y., Abak, K., Fenercioğlu, H. vd. (1991). 2000'li Yıllarda Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Araştırma Hedefleri. Ç.Ü. Zir. Fak. "2000'li Yıllarda Araştırma Hedefleri" Komisyon Raporu. Adana, 24.



Araştırma Makalesi

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Handan AKÇAÖZ^{1*}, Ayşenur GÜZEL¹, Büşra METİN¹, Valjon REDZEPI¹

ÖZ

Bu çalışmanın amacı; Antalya ilinde tarımsal amaçlı kooperatiflere ortak olan ve ortak olmayan üreticilerin sosyo-ekonomik özelliklerini belirlemek, tarımsal amaçlı kredi kullanım durumlarını, kredi temin ettikleri kaynakları, kredi kullanımında ve geri ödemede karşılaştıkları sorunları araştırmaktır. Çalışmada; Antalya ilinde tarımsal amaçlı kooperatiflere ortak olan ve olmayan 80 üreticiye anket uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre en çok tercih edilen kredi kaynakları şahıslar ve T.C. Ziraat Bankası'dır. İncelenen işletmelerde üreticilerin kredi kullanma nedenlerinin başında tarımsal girdi temini ve işletme sermayesi eksikliğini tamamlama gelmektedir. Üreticilerin T.C. Ziraat Bankası'nı tercih etme nedenleri ise çiftçiye sübvansiyonlu kredi veren tek banka olması ve faiz oranlarının uygun olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal kredi, finansman, kooperatif, T.C. Ziraat Bankası, Antalya

Evaluation of Agricultural Credit Utilization of Producers that are Partners and Non-Partners of Agricultural Cooperatives

ABSTRACT

The aim of this study is to determine to socio-economic characteristics of the producers who are partners and not members of the agricultural cooperatives in Antalya, their use of agricultural loans, the sources they obtain loans from and the problems they encounter in the use and repayment of loans. In the study, a questionnaire was applied to 80 producers who are or are not partners in agricultural cooperatives in Antalya. According to the results obtained from the research, the most preferred loan sources are people and T.C. Ziraat Bank. In the agricultural enterprises examined, the main reason for the producers to use credit is the supply of agricultural inputs and the completion of the working capital deficiency. The reasons why the producers prefer T.C. Ziraat Bank is that is the only bank that provides subsidized loans to the farmer and the interest rates are favorable.

Keywords: Agricultural credit, financing, cooperative, T.C. Ziraat Bank, Antalya

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-6730-1631, 0000-0002-1680-6602, 0000-0001-5505-7782, 0000-0002-1162-2038

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 17.06.2022

Kabul Tarihi: 21.08.2022

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antalya

*E-posta: hvurus@akdeniz.edu.tr

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Giriş

Tarımsal üretim; risk ve belirsizliklerin yüksek olması, tarımsal ürünler arz ve talebinin esnek olmayışı, tarımsal piyasaların istikrarsız olması ve üretimin özelliği sebebiyle sermaye devir hızının yavaş olması gibi kendine has özelliklerinden dolayı diğer sektörler göre kârlılık bakımından bazı olumsuzluklara sahiptir. Tarım ürünlerinde talep esnekliklerinin düşük olması da üretimde dalgalanmalara ve bunun doğal bir sonucu olarak da fiyatlarda dalgalanmalara neden olabilmektedir. Fiyatlarda yaşanan dalgalanmalar ise üreticilerin gelirlerinde belirsizlikler yaratmakta (Öztürk, 2013) ve işletmelerin sermaye yetersizliği, uzun vadeli planlama ve finansman sorunlarını sıkça yaşamalarına neden olmaktadır. Bu sorunlar tarım işletmelerinde işletme dışı kaynaklara sıkça başvurulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle tarımsal krediler işletmelerin sürdürülebilir üretim yapabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır (Başaran ve ark., 2016).

Tarımsal krediler; tarımsal ürünlerin üretilmesi, işlenmesi, değerlendirilmesi, depolanması, bozulmadan saklanması ve pazarlanmasına, üretimi geliştirici bilgi ve teknolojiden yararlanmasına yönelik her türlü yatırım ve işletme harcamaları masraflarını karşılama konusunda öz sermayenin yeterli olmadığı durumlarda nakit sermayeyi tamamlamak için doğrudan üretimde kullanmak zorunda kaldıkları, ekonomik fayda ve etkisi kısa veya uzun süren yabancı kaynaklardır (Adıgüzel, 2006). Kısacası, tarım kredilerinin kullanılmasındaki temel amaç; kullanılan kredi ile yeterli miktarda girdi sağlanarak, üretim miktarını ve devamlılığını sağlamaktır. Ayrıca, Türkiye’de daha çok küçük aile işletmelerinin var olması, tarım sektöründe ürünün elde edilebilmesi için belirli bir sürenin geçmesi gerekliliği, yani gelir ile gider arasında zaman uyumunun olmaması tarımda kredi ihtiyacını artıran nedenlerden birisidir.

Türkiye’de tarımsal üretimde kredi kullanımı konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Köksal (2019), Küçükkoğlu (2019), Özvardar (2019), Rad ve Aydoğdu (2019), Yola (2019), Kaşık (2015), Erdal (2012), Aksoy ve ark.

(2010), Altürk (2007), Fırat (1999), Artukoğlu (1993)). Uluslararası alanda tarımsal üretimde kredi kullanımı konusunda yapılan çalışmalardan bazıları ise Ameh ve Lee (2022), Mwonge ve Naho (2022), Allahverdiyev (2021), Balana ve Oyeyemi (2021), Balana ve ark. (2020), Brewer ve ark. (2019), Musa ve Kabuga (2019), Tusha (2019), Mersha ve Ayenew (2018), Samson ve Obademi (2018), Ifft ve Jodlowski (2017), Asante-Addo ve ark. (2016), Appiah ve ark. (2016), Tura ve ark. (2016), Elias ve ark. (2015), Adekoya (2014), Khatun ve ark. (2014), Kofarmata ve ark. (2014), Sinha ve Dhaka (2013), Hussain (2012), Ojiako ve Ogbukwa (2012), Nazari ve ark. (2011), Graham ve AgDarroch (2010), Kumar ve ark. (2010), Olagunju ve Ajiboye (2010), Nykial R.A. (2007), Gustafson (2004), Pandian ve ark. (2004), Manda (1990) olarak belirtilebilir.

Bu çalışmanın amacı; Antalya ilinde tarımsal amaçlı kooperatiflere ortak olan ve ortak olmayan üreticilerin sosyo-ekonomik özelliklerini ve tarımsal kredi kullanma durumlarını belirlemek, tarımsal kredi kullanma nedenlerini, kullanırken dikkat ettikleri faktörleri, krediyi vadesi içinde ödeyemedikleri durumlarda borcu nasıl ödediklerini, tarımsal gelirlerini nasıl değerlendirdiklerini araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini birincil ve ikincil kaynaklardan elde edilen veriler oluşturmuştur. Antalya ilinin Serik ve Aksu ilçelerine ait köylerde, tarımsal amaçlı kooperatife ortak olan ve olmayan üreticilerden anket yoluyla derlenen veriler çalışmanın birincil kaynağıdır. Aksu ve Serik ilçelerinin Antalya merkezine ve kredi kaynaklarına yakın olması araştırma alanı seçiminde etkili olmuştur. Anket uygulaması Aralık 2018-Mart 2019 döneminde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda kooperatife ortak olan 40, ortak olmayan 40 üretici olmak üzere toplam 80 işletmede üreticilere anket uygulanmıştır. Çalışmada anket sayıları belirlenirken araştırma alanındaki önceki çalışmalar ve çalışmanın amacı dikkate alınmıştır. Anket uygulaması ile elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelgelerde özetlenmiştir. Araştırmanın ikincil kaynakları ise ulusal ve uluslararası alanda yapılmış benzer çalışmalar ile konuyla ilgili kurum ve kuruluşlardır.

Araştırma Bulguları

Sosyo-Ekonomik Özellikler

Araştırmada incelenen işletmelerde cinsiyet, yaş, eğitim, deneyim süresi gibi özellikler incelenmiş ve elde edilen veriler Çizelge 1’de verilmiştir. İncelenen işletmelerde toplam nüfus 309 olup, bunun %50,81’ini erkek, %49,19’unu kadın nüfus oluşturmaktadır. Araştırma

kapsamında anket uygulanan üreticilerin %98,75’inin erkek, %1.25’inin kadın olduğu belirlenmiştir. Anket uygulanan üreticilerin %47,5’i 15-49 yaş aralığında, %52,5’i 50 ve üzeri yaş aralığındadır. Kooperatife ortak olan üreticilerin %57,5’i, kooperatife ortak olmayan üreticilerin ise %47,5’i 50 yaş ve üzeri gruptadır. Kooperatife ortak olan üreticilerin %50’si ilkokul, kooperatife ortak olmayan üreticilerin ise %57,5’i ilkokul mezunudur. İncelenen işletmelerde üreticilerin ortalama deneyim süresi 27 yıl olup bu değer kooperatife ortak olan üreticiler için 30 yıl, kooperatife ortak olmayan üreticiler için 24 yıldır.

Çizelge 1. İncelenen işletmelerde demografik özellikler

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Aile Nüfusunun Cinsiyete Göre Dağılımı						
Erkek	69	47.59	88	53.66	157	50.81
Kadın	76	52.41	76	46.34	152	49.19
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Üreticilerin Cinsiyete Göre Dağılımı						
Erkek	39	97.50	40	100.00	79	98.75
Kadın	1	2.50	0	0	1	1.25
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00
Aile Nüfusunun Yaş Gruplarına Göre Dağılımı						
0 – 6	7	4.83	5	3.05	12	3.88
7 – 14	12	8.28	24	14.63	36	11.65
15 – 49	82	56.55	101	61.59	183	59.22
50 +	44	30.34	34	20.73	78	25.24
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Üreticilerin Yaş Gruplarına Göre Dağılımı						
15 – 49	17	42.50	21	52.50	38	47.50
50 +	23	57.50	19	47.50	42	52.50
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00
Ortalama Yaş	49.25		46.98		48.11	
Aile Nüfusunun Eğitim Durumu						
Okur Yazar Değil	8	5.52	5	3.05	13	4.21
Okur Yazar	6	4.14	6	3.66	12	3.88
İlkokul Mezunu	56	38.62	64	39.02	120	38.83
Ortaokul Mezunu	18	12.41	37	22.56	55	17.80
Lise Mezunu	32	22.07	23	14.02	55	17.80
Üniversite Mezunu	25	17.24	29	17.68	54	17.48
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Üreticilerin Eğitim Durumu						
İlkokul Mezunu	20	50.00	23	57.50	43	53.75
Ortaokul Mezunu	8	20.00	7	17.50	15	18.75
Lise Mezunu	7	17.50	6	15.00	13	16.25
Üniversite Mezunu	5	12.50	4	10.00	9	11.25
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00
Üreticilerin Ortalama Deneyim Süresi						
Yıl		30		24		27

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Araştırma kapsamındaki işletmelerde aile nüfusunun %64,72'si kendi işletmesinde tarımsal işlerde çalışmaktadır. Kooperatife ortak olan işletmelerde aile nüfusunun %68,97'sinin, kooperatife ortak olmayan işletmelerde ise %60,98'inin işletmede çalıştığı belirlenmiştir. İşletmeler genel olarak değerlendirildiğinde aile nüfusunun %5,5'i, kooperatife ortak olan işletmelerde %4.14'ü, kooperatife ortak olmayan işletmelerde ise nüfusun %6,71'i işletme dışında tarımsal işlerde çalışmaktadır.

Araştırmada anket uygulanan üreticilerin %10'u işletme dışında tarımsal işlerde çalışırken, bu oran kooperatife ortak olan üreticiler için %7,5, kooperatife ortak olmayan üreticiler için ise %12,5'tir. Araştırmada işletmeler genel olarak değerlendirildiğinde üreticilerin %36,25'inin tarım dışı işlerde çalıştığı belirlenmiştir. Kooperatife ortak olan üreticilerin %32,5'i, kooperatife ortak olmayan üreticilerin ise %40'ı tarım dışı işlerde çalışmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İncelenen işletmelerde nüfusun çalışma durumu

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Aile Nüfusunun İşletmede Çalışma Durumu						
Evet	100	68.97	100	60.98	200	64.72
Hayır	45	31.03	64	39.02	109	35.28
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Aile Nüfusunun İşletme Dışı Tarımsal İşlerde Çalışma Durumu						
Evet	6	4.14	11	6.71	17	5.50
Hayır	139	95.86	153	93.29	292	94.50
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Üreticilerin İşletme Dışı Tarımsal İşlerde Çalışma Durumu						
Evet	3	7.50	5	12.50	8	10.00
Hayır	37	92.50	35	87.50	72	90.00
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00
Aile Nüfusunun Tarım Dışı İşlerde Çalışma Durumu						
Evet	27	18.62	43	26.22	70	22.65
Hayır	118	81.38	121	73.78	239	77.35
Toplam	145	100.00	164	100.00	309	100.00
Üreticilerin Tarım Dışı İşlerde Çalışma Durumu						
Evet	13	32.50	16	40.00	29	36.25
Hayır	27	67.50	24	60.00	51	63.75
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00

İşletmelerde Tarımsal Geliri Değerlendirme
Üreticilerin tarımsal gelirlerini değerlendirme şekilleri de incelenmiş ve Çizelge 3'te sunulmuştur. Üreticilerin tamamının tarımsal üretimden elde ettikleri geliri aile ihtiyaçları için kullandığı görülmüştür. Kooperatife ortak

olan üreticilerin %65'i tarımsal geliri ile makine ekipman aldığını, %62,5'i bankaya yatırdığını belirtirken, kooperatife ortak olmayan üreticilerin ise %42,5'i gelirlerini bankaya yatırdıklarını, %35'i makine ekipman ve %35'i arazi aldıklarını ifade etmişlerdir.

Çizelge 3. İncelenen işletmelerde tarımsal geliri değerlendirme

	Ortak Olan (N=40)		Ortak Olmayan (N=40)		Genel (N=80)	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Bankaya yatırıyorum	25	62.50	17	42.50	42	52.50
Altın alıyorum	7	17.50	7	17.50	14	17.50
Döviz alıyorum	2	5.00	1	2.50	3	3.75
Arazi alıyorum	9	22.50	14	35.00	23	28.75
Makine ekipman alıyorum	26	65.00	14	35.00	40	50.00

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Hayvan alıyorum	2	5.00	1	2.50	3	3.75
Aile ihtiyaçları için kullanıyorum	40	100.00	40	100.00	80	100.00

* Birden fazla cevap alınmıştır.

Kredi Kullanımı

Araştırma kapsamında anket uygulanan işletmelerde üreticilerin kredi kullanma durumları Çizelge 4'te verilmiştir. Üreticilerin %51,25'inin son 5 yılda (2014-2018) tarımsal

amaçlı kredi kullandığı, bu oranının kooperatife ortak olan işletmelerde %57,5, kooperatife ortak olmayan işletmelerde ise %45 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tarımsal amaçlı kredi kullanımı

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Evet	23	57.50	18	45.00	41	51.25
Hayır	17	42.50	22	55.00	39	48.75
Toplam	40	100.00	40	100.00	80	100.00

Tarımsal Kredi Kaynakları: İncelenen işletmelerde üreticilerin tarımsal kredi kaynakları belirlenmiştir. Kooperatife ortak olup tarımsal amaçlı kredi kullanan işletmelerde üreticilerin %52,17'sinin şahısları tercih ettiği, bunu sırasıyla Ziraat Bankası (%39,13), diğer bankalar (%39,13), diğer kooperatifler

(%26.09) ve Tarım Kredi Kooperatifi'nin (%17.39) izlediği belirlenmiştir. Kooperatife ortak olmayıp tarımsal amaçlı kredi kullanan işletmelerde ise üreticilerin %72,22'sinin şahısları, %44,44'ünün Ziraat Bankası'nı tercih ettiği görülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde tarımsal kredi temini

	Ortak Olan (N=23)		Ortak Olmayan (N=18)		Genel (N=41)	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Ziraat Bankası	9	39.13	8	44.44	17	41.46
Tarım Kredi Kooperatifi	4	17.39	0	0	4	9.76
Diğer Kooperatifler	6	26.09	0	0	6	14.63
Diğer Bankalar	9	39.13	0	0	9	21.95
Şahıslar**	12	52.17	13	72.22	25	60.98

* Birden fazla cevap alınmıştır. ** Şahıslar: Tüccarlar, firmalar, akrabalar

Tarımsal Kredi Kullanma Nedenleri: Kooperatife ortak olan ve tarımsal amaçlı kredi kullanan 23 üreticinin kredi kullanmalarındaki en önemli neden tarımsal girdi teminidir (%86,96). Bunu sırasıyla işletme sermayesi eksikliğini tamamlama (%78,26) ve makine yatırımı (%47,83) izlemektedir. Kooperatife

ortak olmayan ve tarımsal amaçlı kredi kullanan 18 üreticinin kredi kullanmalarındaki en önemli neden tarımsal girdi temini (%94,44) iken bunu sırasıyla işletme sermayesi eksikliğini tamamlama (%61,11) ve arazi alımının (%11,11) izlediği belirlenmiştir (Çizelge 6).

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde tarımsal kredi kullanma nedenleri

	Ortak Olan (N=23)		Ortak Olmayan (N=18)		Genel (N=41)	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
İşletme sermayesi için	20	86.96	17	94.44	37	90.24
Arazi alımı	1	4.35	2	11.11	3	7.32
Makine yatırımı	11	47.83	1	5.56	12	29.27
Bina yatırımı	0	0	1	5.56	1	2.44
Sulama yatırımı	1	4.35	1	5.56	2	4.88
Hayvan alımı	1	4.35	1	5.56	2	4.88

* Birden fazla cevap alınmıştır.

Tarımsal Kredi Kullanırken Dikkat Edilenler: Tarımsal kredi kullanırken üreticilerin dikkat ettiği hususlar Çizelge 7’de verilmiştir. En önemli hususların faiz oranı (1.40), vade yapısı (1.41) ve teminatların durumu (1.69) olduğu belirlenmiştir. Aile, arkadaş vb. tavsiyesi (2.95) ise daha az önemli olarak bulunmuştur.

Kooperatife ortak olan ve olmayan işletmelerin ikisinde de tarımsal kredi kullanan üreticilerin dikkat ettiği hususlardan en önemlileri vade yapısı ve faiz oranı olarak belirlenmiştir. Aile, arkadaş vb. tavsiyesi ise her iki grupta da daha az önemli olarak görülmüştür.

Çizelge 7. İncelenen işletmelerde tarımsal kredi kullanırken dikkat edilenler

	Ortalama	Standart Sapma	Ölçek					Toplam
			1	2	3	4	5	
Tüm İşletmeler (N=41)								
Faiz oranına	1.40	0.52	61.25	37.5	1.25	0	0	100.00
Vade yapısına	1.41	0.50	58.75	41.25	0	0	0	100.00
Teminatların durumuna	1.69	0.54	33.75	65.00	0	1.25	0	100.00
Kredi verme zamanına	2.01	0.75	22.50	58.75	13.75	5.00	0	100.00
Kredi sürecindeki işlemlere	2.15	0.81	15.00	63.75	15.00	3.75	2.50	100.00
Aile, arkadaş vb. tavsiyesine	2.95	1.03	3.75	38.75	21.25	31.25	5.00	100.00
Kooperatife Ortak Olan İşletmeler (N=23)								
Vade yapısına	1.30	0.46	70.00	30.00	0	0	0	100.00
Faiz oranına	1.40	0.55	62.50	35.00	2.50	0	0	100.00
Teminatların durumuna	1.75	0.59	30.00	67.50	0	2.50	0	100.00
Kredi verme zamanına	2.10	0.81	20.00	57.50	15.00	7.50	0	100.00
Kredi sürecindeki işlemlere	2.10	0.81	12.50	75.00	7.50	0	5.00	100.00
Aile, arkadaş vb. tavsiyesine	3.08	1.12	2.50	42.50	7.50	40.00	7.50	100.00
Kooperatife Ortak Olmayan İşletmeler (N=18)								
Faiz oranına	1.40	0.50	60.00	40.00	0	0	0	100.00
Vade yapısına	1.53	0.51	72.50	27.50	0	0	0	100.00
Teminatların durumuna	1.63	0.49	37.50	62.50	0	0	0	100.00
Kredi verme zamanına	1.93	0.69	25.00	60.00	12.50	2.50	0	100.00
Kredi sürecindeki işlemlere	2.20	0.82	17.50	52.50	22.50	7.50	0	100.00
Aile, arkadaş vb. tavsiyesine	2.83	0.93	5.00	35.00	35.00	17.50	2.50	100.00

* Önem Derecesi: 1: Çok Önemli, 2: Önemli, 3: Nötr, 4: Önemli Değil, 5: Hiç Önemli Değil

İncelenen İşletmelerde Bankalardan Tarımsal Kredi Kullanımı

Bankalardan tarımsal kredi kullanan üreticiler Ziraat Bankası (%65,38), Denizbank (%26,92) ve Şekerbank’ı (%11,54) tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Kooperatife ortak olup bankalardan tarımsal kredi kullanan üreticilerin %50’si

Ziraat Bankası’nı tercih ederken, bunu sırasıyla Denizbank (%38,89) ve Şekerbank’ın (%16,67) izlediği, kooperatife ortak olmayıp bankalardan tarımsal kredi kullanan üreticilerin ise tamamının Ziraat Bankası’nı tercih ettiği belirlenmiştir.

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde tarımsal kredi kullanılan bankalar

	Ortak Olan (N=18)		Ortak Olmayan (N=8)		Genel (N=26)	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Ziraat Bankası	9	50.00	8	100.00	17	65.38
Denizbank	7	38.89	0	0	7	26.92
Şekerbank	3	16.67	0	0	3	11.54
QNB Finansbank	1	5.56	0	0	1	3.85
TEB	1	5.56	0	0	1	3.85

* Birden fazla cevap alınmıştır.

Banka Kredisi Kullanırken Dikkat Edilenler: Araştırma kapsamında üreticilerin kredi kullandıkları bankayı seçerken dikkat ettikleri hususlar incelenmiştir (Çizelge 9). Kooperatife ortak olan üreticilerin kredi kullandıkları bankayı seçerken dikkat ettikleri hususların başında vade durumları (1.23) gelirken, bunu sırasıyla faiz oranları (1.25) ve kredinin maliyeti (1.60) izlemektedir. Bankanın büyüklüğü (2.35) ve bankanın sunduğu

danışmanlık hizmeti (2.30) ise daha az önemli hususlar arasında yer almaktadır. Kooperatife ortak olmayan üreticilerin kredi kullandıkları bankayı seçerken dikkat ettikleri hususların başında faiz oranları (1.25), vade durumları (1.33) ve kredinin maliyeti (1.38) gelirken, bankanın sunduğu danışmanlık hizmeti (2.50) ve bankanın büyüklüğünün (2.43) ise daha az önemli hususlar arasında yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde banka kredisi kullanırken dikkat edilen konular

	Ortalama	Standart Sapma	Ölçek					Toplam
			1	2	3	4	5	
Tüm İşletmeler (N=26)								
Faiz oranları	1.25	0.44	75.00	25.00	0	0	0	100.00
Vade durumları	1.28	0.45	72.50	27.50	0	0	0	100.00
Kredinin maliyeti	1.49	0.66	56.25	41.25	1.25	0	1.25	100.00
Sektördeki uzmanlığı	1.99	0.70	22.50	58.75	16.25	2.50	0	100.00
Kredi işlemlerindeki kolaylık	2.00	0.68	18.75	66.25	11.25	3.75	0	100.00
Zor durumda kalınırsa bankanın tutumu	2.25	0.63	5.00	70.00	20.00	5.00	0	100.00
Bankanın büyüklüğü	2.39	0.80	5.00	65.00	17.50	11.25	1.25	100.00
Bankanın sunduğu danışmanlık hizmeti	2.40	0.72	3.75	61.25	27.50	6.25	1.25	100.00
Kooperatife Ortak Olan İşletmeler (N=18)								
Vade durumları	1.23	0.43	77.50	22.50	0	0	0	100.00
Faiz oranları	1.25	0.44	75.00	25.00	0	0	0	100.00
Kredinin maliyeti	1.60	0.78	50.00	45.00	2.50	0	2.50	100.00
Sektördeki uzmanlığı	1.83	0.68	30.00	60.00	7.50	2.50	0	100.00
Kredi işlemlerindeki kolaylık	1.93	0.53	17.50	72.50	10.00	0	0	100.00
Zor durumda kalınırsa bankanın tutumu	2.28	0.64	2.50	75.00	15.00	7.50	0	100.00
Bankanın sunduğu danışmanlık hizmeti	2.30	0.72	2.50	75.00	15.00	5.00	2.50	100.00
Bankanın büyüklüğü	2.35	0.80	2.50	75.00	10.00	10.00	2.50	100.00
Kooperatife Ortak Olmayan İşletmeler (N=8)								
Faiz oranları	1.25	0.44	75.00	25.00	0	0	0	100.00
Vade durumları	1.33	0.47	67.50	32.50	0	0	0	100.00
Kredinin maliyeti	1.38	0.49	62.50	37.50	0	0	0	100.00
Kredi işlemlerindeki kolaylık	2.08	0.80	20.00	60.00	12.50	7.50	0	100.00

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Sektördeki uzmanlığı	2.15	0.70	15.00	57.50	25.00	2.50	0	100.00
Zor durumda kalırsa bankanın tutumu	2.23	0.62	7.50	65.00	25.00	2.50	0	100.00
Bankanın büyüklüğü	2.43	0.81	7.50	55.00	25.00	12.50	0	100.00
Bankanın sunduğu danışmanlık hizmeti	2.50	0.72	5.00	47.50	45.00	7.50	0	100.00

* Önem Derecesi: 1: Çok Önemli, 2: Önemli, 3: Nötr, 4: Önemli Değil, 5: Hiç Önemli Değil

T.C. Ziraat Bankası'nı Tercih Etme Nedenleri: Ziraat Bankası ile çalışan/çalışmış 17 üreticinin Ziraat Bankası'nı tercih etme nedenleri de incelenmiştir (Çizelge 10). Kooperatife ortak olup Ziraat Bankası ile çalışan/çalışmış üreticilerin Ziraat Bankası'nı tercih etme nedenlerinin başında çiftçiye sübvansiyonlu (indirimli) kredi veren tek banka olması (1.56) gelirken, bunu sırasıyla faiz oranlarının uygun olması (2.00), bankaya olan güven duygusu (2.67), banka ile iyi ilişkilerinin

olması (3.00) ve aile bireyleri istediği için bu bankayla çalışmaları (3.67) izlemektedir. Kooperatife ortak olmayıp Ziraat Bankası ile çalışan/çalışmış 8 üreticinin Ziraat Bankası'nı tercih etme nedenlerinin başında çiftçiye sübvansiyonlu (indirimli) kredi veren tek banka olması (1.13) gelmekte, bunu sırasıyla faiz oranlarının uygun olması (1.50), bankaya olan güven duygusu (2.00), banka ile iyi ilişkilerinin olması (2.75) ve aile bireyleri istediği için bu bankayla çalışmaları (3.88) izlemektedir.

Çizelge 10. İncelenen işletmelerde Ziraat Bankası'nı tercih etme nedenleri

	Ortalama	Standart Sapma	Ölçek					Toplam
			1	2	3	4	5	
Tüm İşletmeler (N=17)								
Çiftçiye sübvansiyonlu (indirimli) kredi veren tek banka olmasıdır.	1.35	0.49	64.71	35.29	0	0	0	100.00
Faiz oranlarının uygun olmasıdır.	1.76	0.75	35.29	58.82	0	5.88	0	100.00
Bankaya olan güven duygumdur.	2.35	1.06	17.65	47.06	23.53	5.88	5.88	100.00
Banka ile iyi ilişkilerim olmasıdır.	2.88	1.22	11.76	29.41	29.41	17.65	11.76	100.00
Aile bireyleri istediği için bu bankayla çalışıyorum.	3.76	1.15	0	17.65	23.53	23.53	35.29	100.00
Kooperatife Ortak Olan İşletmeler (N=9)								
Çiftçiye sübvansiyonlu (indirimli) kredi veren tek banka olmasıdır.	1.56	0.53	44.44	55.56	0	0	0	100.00
Faiz oranlarının uygun olmasıdır.	2.00	0.87	22.22	66.67	0	11.11	0	100.00
Bankaya olan güven duygumdur.	2.67	1.12	0	66.67	11.11	11.11	11.11	100.00
Banka ile iyi ilişkilerim olmasıdır.	3.00	1.32	0	55.56	11.11	11.11	22.22	100.00
Aile bireyleri istediği için bu bankayla çalışıyorum.	3.67	1.22	0	22.22	22.22	22.22	33.33	100.00
Kooperatife Ortak Olmayan İşletmeler (N=8)								
Çiftçiye sübvansiyonlu (indirimli) kredi veren tek banka olmasıdır.	1.13	0.35	87.50	12.50	0	0	0	100.00
Faiz oranlarının uygun olmasıdır.	1.50	0.53	50.00	50.00	0	0	0	100.00
Bankaya olan güven duygumdur.	2.00	0.93	37.50	25.00	37.50	0	0	100.00

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Banka ile iyi ilişkilerim olmasıdır.	2.75	1.16	25.00	0	50.00	25.00	0	100.00
Aile bireyleri istediği için bu bankayla çalışıyorum.	3.88	1.13	0	12.50	25.00	25.00	37.50	100.00

* Önem Derecesi: 1: Çok Önemli, 2: Önemli, 3: Nötr, 4: Önemli Değil, 5: Hiç Önemli Değil

Bankalardan Alınan Tarımsal Krediyi Vadesinde Ödeyememe Durumunda Kredi Borcunu Ödeme Şekli: Bankalardan tarımsal amaçlı kredi kullanan üreticilerin %53,85'i ödemede sorun yaşamadıklarını ifade etmiştir. Krediyi vadesinde ödeyemeyen üreticiler ise başka bir bankadan ya da kredi kuruluşundan kredi kullanarak (%15.38) ve arkadaş, akraba, esnaf, tefeci vb. yerlerden para alarak (%15.38) borçlarını ödemiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. İncelenen işletmelerde bankalardan alınan tarımsal krediyi vadesinde ödeyememe durumunda kredi borcunu ödeme şekli

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Arazi satarak	1	5.56	1	12.50	2	7.69
Başka bir bankadan ya da kredi kuruluşundan kredi kullanarak	3	16.67	1	12.50	4	15.38
Arkadaş, akraba, esnaf, tefeci vb. yerlerden para alarak	2	11.11	2	25.00	4	15.38
Altın vb. varlıklarını satarak	1	5.56	1	12.50	2	7.69
Ödemede sorun yaşamadım.	11	61.11	3	37.50	14	53.85
Toplam	18	100.00	8	100.00	26	100.00

Bankalardan Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi: Çalışmada anket uygulanan üreticilerden tarımsal kredi kullananların kredi kullanımına yönelik değerlendirmeleri incelenmiştir ve Çizelge 12'de verilmiştir.

Kooperatife ortak olup tarımsal kredi kullanan üreticilerin;

- %35,71'i aldığı krediyi tarım dışı faaliyetlerinde kullandığını,
- %21,43'ü krediyi başkasının adına çektiğini,
- %21,43'ü genelde borçlarını başka bir borç ile kapattığını,
- %50'si kredi hesaplarını kapatırken zorluk yaşadığını,
- %85,71'i banka kredilerinde sözleşmelere fazla imza attığını düşündüğünü,

- %85,71'i Ziraat Bankası'nın çiftçilere sunduğu reklamların yeterli olduğunu ifade etmiştir.

Kooperatife ortak olmayıp tarımsal kredi kullanan üreticilerin;

- Tamamı aldığı krediyi tarımsal faaliyetlerinde kullandığını,
- Tamamı krediyi kendi adına çektiğini,
- %25'i genelde borçlarını başka bir borç ile kapattığını,
- %62,5'i kredi hesaplarını kapatırken zorluk yaşadığını,
- %75'i banka kredilerinde sözleşmelere fazla imza attığını düşündüğünü,
- %50'si Ziraat Bankası'nın çiftçilere sunduğu reklamların yeterli olduğunu ifade etmiştir.

Çizelge 12. Bankalardan tarımsal kredi kullanımını değerlendirme

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Ziraat Bankası'ndan aldığınız sübvansiyonlu kredi ile başka bankaya olan borcunuzu mu ödüyorsunuz?						
Evet	2	14.29	1	12.50	3	13.64
Hayır	12	85.71	7	87.50	19	86.36
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Aldığınız krediyi tarım dışı faaliyetlerinizde mi kullanıyorsunuz?						
Evet	5	35.71	0	0	5	22.73

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Hayır	9	64.29	8	100.00	17	77.27
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Krediyi başkası adına mı çekiyorsunuz?						
Evet	3	21.43	0	0	3	13.64
Hayır	11	78.57	8	100.00	19	86.36
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Bankalardan aldığınız kredilerde hiç haciz işlemi yaşadınız mı?						
Evet	1	7.14	0	0	1	4.55
Hayır	13	92.86	8	100.00	21	95.45
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Kredi borcunuzu vadesinde ödeyemediğiniz oldu mu?						
Evet	2	14.29	1	12.50	3	13.64
Hayır	12	85.71	7	87.50	19	86.36
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Ziraat Bankası'na olan kredi borcunuzu diğer bankalardan kullandığınız kredi ile mi ödüyorsunuz?						
Evet	3	21.43	1	12.50	4	18.18
Hayır	11	78.57	7	87.50	18	81.82
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Genelde borçlarınızı bir başka borç ile mi kapatırsınız?						
Evet	3	21.43	2	25.00	5	22.73
Hayır	11	78.57	6	75.00	17	77.27
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Kredi hesaplarınızı kapatırken şu ana kadar hiçbir zorluk yaşamadan ödediğinizi söyleyebilir misiniz?						
Evet	7	50.00	5	62.50	12	54.55
Hayır	7	50.00	3	37.50	10	45.45
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Zirai krediyi Ziraat Bankası'ndan, diğer ihtiyaç kredilerinizi farklı bankalardan mı kullanıyorsunuz?						
Evet	4	28.57	4	50.00	8	36.36
Hayır	10	71.43	4	50.00	14	63.64
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Ziraat Bankası çalışanlarından memnun musunuz?						
Evet	8	57.14	6	75.00	14	63.64
Hayır	6	42.86	2	25.00	8	36.36
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Ziraat Bankası'nda zirai kredilendirme süreci ağır mı işlemektedir?						
Evet	5	35.71	2	25.00	7	31.82
Hayır	9	64.29	6	75.00	15	68.18
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Sübvansiyonlu çiftçi kredilerinin diğer bankalarca da verilmesi sizce doğru mudur?						
Evet	11	78.57	5	62.50	16	72.73
Hayır	3	21.43	3	37.50	6	27.27
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Çiftçilere taşıt ve konut kredileri gibi diğer ürünlerde de sübvansiyon yapılmalı mıdır?						
Evet	13	92.86	5	62.50	18	81.82
Hayır	1	7.14	3	37.50	4	18.18
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Tapu değerinin bankada düşük değerlendirilmesi kredi talebinizi olumsuz etkiliyor mu?						
Evet	11	78.57	6	75.00	17	77.27
Hayır	3	21.43	2	25.00	5	22.73
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Banka kredilerinde sözleşmelere fazla imza attığınızı mı düşünüyorsunuz?						
Evet	12	85.71	6	75.00	18	81.82
Hayır	2	14.29	2	25.00	4	18.18
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Çevrenizde bankalardan tarımsal kredi kullanarak iflas eden tarım işletmesi var mı?						
Evet	5	35.71	3	37.50	8	36.36
Hayır	9	64.29	5	62.50	14	63.64
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Kamu ve diğer finans kurumlarının çiftçilere yönelik sundukları kaynaklar hakkında bilginiz var mı?						

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Evet	10	71.43	1	12.50	11	50.00
Hayır	4	28.57	9	87.50	11	50.00
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Ziraat Bankası'nın çiftçilere sunduğu reklamlar yeterli mi?						
Evet	12	85.71	4	50.00	16	72.73
Hayır	2	14.29	4	50.00	6	27.27
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00
Diğer bankaların çiftçilere sunduğu reklamlar yeterli mi?						
Evet	10	71.43	2	25.00	12	54.55
Hayır	4	28.57	6	75.00	10	45.45
Toplam	14	100.00	8	100.00	22	100.00

İncelenen İşletmelerde Şahıstan Borç Alma Durumu

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde kooperatife ortak olan üreticilerin %30'u ve kooperatife ortak olmayan üreticilerin %32,5'i şahıstan borç aldığını ifade etmiştir.

Şahıstan Borç Alma Nedenleri: Araştırma kapsamındaki tüm işletmelerde şahıstan borç

alan üreticilerin borç almalarındaki en önemli nedenlerin başında faiz oranı gelirken bunu sırasıyla tanıdık olması ve daha hızlı borç temini izlemektedir. Bankaların güven vermemesi ise daha az önemli nedenler arasında yer almaktadır (Çizelge 13).

Çizelge 13. İncelenen işletmelerde şahıstan borç alma nedenleri

	Ortalama	Standart Sapma	Ölçek					Toplam
			1	2	3	4	5	
Tüm İşletmeler (N=25)								
Faiz oranı	1.44	0.92	72.00	20.00	4.00	0	4.00	100.00
Tanıdık olması	1.52	0.65	56.00	36.00	8.00	0	0	100.00
Daha hızlı borç temini	1.60	0.71	52.00	36.00	12.00	0	0	100.00
Resmi işlemlerin olmaması	1.68	0.69	44.00	44.00	12.00	0	0	100.00
İpotek olmaması	1.84	0.90	36.00	52.00	8.00	0	4.00	100.00
Vadeyi istediğim gibi ayarlayabilme	1.84	0.90	40.00	44.00	8.00	8.00	0	100.00
Bankaların güven vermemesi	3.20	0.91	4.00	16.00	40.00	36.00	40.00	100.00
Kooperatife Ortak Olan İşletmeler (N=12)								
Tanıdık olması	1.58	0.79	58.33	25.00	16.67	0	0	100.00
Faiz oranı	1.67	1.23	66.67	16.67	8.33	0	8.33	100.00
Daha hızlı borç temini	1.67	0.78	50.00	33.30	16.67	0	0	100.00
Resmi işlemlerin olmaması	1.75	0.75	41.67	41.70	16.67	0	0	100.00
İpotek olmaması	1.92	1.16	41.67	41.67	8.33	0	8.33	100.00
Vadeyi istediğim gibi ayarlayabilme	2.17	1.03	25.00	50.00	8.33	16.67	0	100.00
Bankaların güven vermemesi	3.33	0.98	0	25.00	25.00	41.67	8.33	100.00
Kooperatife Ortak Olmayan İşletmeler (N=13)								
Faiz oranı	1.23	0.44	76.92	23.08	0	0	0	100.00
Tanıdık olması	1.46	0.52	53.85	46.15	0	0	0	100.00
Daha hızlı borç temini	1.54	0.66	53.85	38.46	7.69	0	0	100.00
Vadeyi istediğim gibi ayarlayabilme	1.54	0.66	53.85	38.46	7.69	0	0	100.00
Resmi işlemlerin olmaması	1.62	0.65	46.15	46.15	7.69	0	0	100.00
İpotek olmaması	1.77	0.60	30.77	61.54	7.69	0	0	100.00
Bankaların güven vermemesi	3.08	0.86	7.69	7.69	53.85	30.77	0	100.00

* Önem Derecesi: 1: Çok Önemli, 2: Önemli, 3: Nötr, 4: Önemli Değil, 5: Hiç Önemli Değil

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

Şahıstan Alınan Borç İçin Ödenen Faiz: Kooperatife ortak olup şahıstan borç alan üreticilerin %83,33'ünün aldığı borcu faizsiz öderken %8,33'ünün banka faiz oranının altında, %8,33'ünün banka faiz oranı kadar faiz

ödediği, kooperatife ortak olmayıp şahıstan borç alan üreticilerin ise %76,92'sinin aldığı borcu faizsiz öderken %23,07'sinin banka faiz oranı kadar faiz ödediği belirlenmiştir (Çizelge 14).

Çizelge 14. İncelenen işletmelerde şahıstan alınan borç için ödenen faiz

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Banka faiz oranının altında	1	8.33	0	0	1	4.00
Banka faiz oranı kadar	1	8.33	3	23.07	4	16.00
Faizsiz	10	83.33	10	76.92	20	80.00
Toplam	12	100,00	13	100,00	25	100,00

Şahıstan Alınan Borcun Vadesini Belirleme: Şahıstan borç alan üreticilerin %92'si aldığı borcun vadesini kendisi belirlerken %8'inin vadesini borç veren şahıs belirlemiştir. Kooperatife ortak olup şahıstan borç alan üreticilerin %83,33'ü aldığı borcun vadesini

kendisi belirlerken %16,67'sinin vadesini borç veren şahsın belirlediği, kooperatife ortak olmayıp şahıstan borç alan üreticilerin ise tamamının aldığı borcun vadesini kendisi belirlediği görülmüştür (Çizelge 15).

Çizelge 15. İncelenen işletmelerde şahıstan alınan borcun vadesini belirleme

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Evet	10	83.33	13	100.00	23	92.00
Hayır	2	16.67	0	0	2	8.00
Toplam	12	100,00	13	100,00	25	100,00

Şahıstan Alınan Borcu Vadesinde Ödeme: Araştırma kapsamındaki işletmelerde şahıstan borç alan üreticilerin %88'i borcunu vadesinde öderken %12'si borcunu vadesinde ödeyemediğini ifade etmiştir. Kooperatife ortak

olan üreticilerin %88,33'ünün, kooperatife ortak olmayan üreticilerin ise %92,31'inin borcunu vadesinde ödeyebildiği belirlenmiştir (Çizelge 16).

Çizelge 16. İncelenen işletmelerde şahıstan alınan borcu vadesinde ödeme

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Evet	10	83.33	12	92.31	22	88.00
Hayır	2	16.67	1	7.69	3	12.00
Toplam	12	100,00	13	100,00	25	100,00

Vadesinde Ödenemeyen Borcu Ödeme Şekli: İncelenen işletmelerde şahıstan borç alan üreticilerin %88'i ödemede sorun yaşamamıştır. Borcunu vadesinde ödeyemeyen üreticiler ise bankalardan kredi kullanarak (%8) ve başka şahıslardan borç alarak (%4) ödediklerini belirtmiştir. Kooperatife ortak olan üreticilerin %83,33'ü şahıstan aldıkları borcu ödemede

sorun yaşamazken, borcunu vadesinde ödeyemeyen üreticiler ise bankalardan kredi kullanarak (%8,33) ve başka şahıslardan borç alarak (%8,33) ödediklerini belirtmiştir. Kooperatife ortak olmayan üreticilerin %92,31'i ödemede sorun yaşamazken, borcunu vadesinde ödeyemeyen üreticiler bankalardan

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

kredi kullanarak (%7.69) ödediklerini belirtmiştir (Çizelge 17).

Çizelge 17. İncelenen işletmelerde şahıstan alınan borcu vadesinde ödeme

	Ortak Olan		Ortak Olmayan		Genel	
	Kişi	%	Kişi	%	Kişi	%
Bankalardan kredi kullanarak	1	8.33	1	7.69	2	8.00
Başka şahıslardan borç alarak	1	8.33	0	0	1	4.00
Ödemede sorun yaşamadım.	10	83.33	12	92.31	22	88.00
Toplam	12	100.00	13	100.00	25	100.00

Sonuç

Bu çalışmada tarımsal amaçlı kooperatife ortak olan ve olmayan üreticilerin tarımsal kredi kullanımına yönelik uygulamaları, düşünceleri ve değerlendirmeleri araştırılmıştır. Araştırmada Antalya ilinde 80 üreticiye uygulanan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışmanın kapsamında sosyo-ekonomik özellikler, tarımsal kredi kaynakları, bankalardan kredi kullanımı ve nedenleri, şahıslardan kredi kullanımı vb. konular yer almıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre üreticilerin ortalama yaşı 48,11 yıl ve ortalama deneyim süresi 27 yıldır. İncelenen tüm işletmelerde üreticilerin kendi işletmesi dışında tarımsal işlerde çalışmadığı, bununla birlikte tarım dışı işlerde çalışanların oranının %30'un üzerinde olduğu belirlenmiştir. İşletmelerde tarımsal amaçlı kredi kullanılmakta olup, bu kredinin kaynağı ağırlıklı olarak şahıslar ve bankalardır. Tarımsal kredi kullanılan bankalar içinde Ziraat Bankası ilk sırada yer almaktadır. Üreticilerin ağırlıklı olarak tarımsal girdi temini, işletme sermayesi ve makine yatırımı için kredi kullandıkları belirlenmiştir. Kredi kullanan üreticiler için önemli olan kredinin faiz oranı, vade yapısı ve teminatların durumudur. Bankalardan kredi kullanan üreticiler faiz oranı, vade durumu ve kredi maliyetine dikkat etmektedir. Üreticiler çiftçiye sübvansiyonlu kredi verdiği ve faiz oranı oranları uygun olduğu için Ziraat Bankası'nı tercih etmektedir. Bankalardan kredi kullanan üreticilerin geri ödemede yaşadığında tekrar başka bankalardan ya da şahıslardan borç aldığı, altın vb. varlıkları satarak borcunu ödemeye çalıştığı belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerde üreticilerin önemli bir bölümünün şahıslardan borç aldığı görülmüştür. Bunun nedenleri faiz oranının düşük olması, tanıdıklardan borç alınması ve daha hızlı borç temin edilmesidir. Üreticilerin şahıstan aldığı borçların faiz oranının düşük olması genel eğilime ters bir bulgu olarak gözükse de genellikle akraba ve tanıdıklardan borç alındığı, tefeci vb. olmadığı için bu oranın düşük olduğu belirtilebilir. Şahıstan alınan borcun vadesini üretici belirlemekte olup, çoğunluğunun şahıstan aldığı borcu vadesinde ödediği görülmüştür.

Türkiye'de tarımsal işletmelerin küçük ölçekli olması, tasarruf yetersizliği, sermaye devir hızının düşük olması, sabit sermaye varlıklarının payının yüksek olması, tarımsal işletmelerin kredi kullanımı konusunda sorunlar yaşamaması, bilgiye ulaşma konusundaki sıkıntılar, eğitim düzeyinin düşüklüğü, işletmelerde tarımsal kredinin kullanımı konusunda önemli faktörler olarak ortaya çıkmaktadır. İşletmelerin büyük çoğunluğunun krediye ihtiyacı olup, kredi kullanımı düşük düzeydedir. Bölgelere göre kredi kullanımında eşitsizlikler vardır. Genellikle verilen kredinin miktarı üreticilerin ihtiyacını karşılamak için yeterli olmamakta, kredinin kullanımına yönelik denetimler yetersiz kalmaktadır.

Türkiye'de çeşitli bölgelerde yapılan tarımda kredi kullanımına yönelik araştırmalarda; geri ödemede yaşanan zorluklar, faiz oranlarının yüksek olması, krediye ulaşmanın zor olması, çok fazla formalite ve işlem olması, geri ödeme süresinin kısa olması, krediye karşılık teminat verilememesi, açılan kredi limitlerinin yetersiz olması, girdi fiyatlarının ürün fiyatlarına göre daha hızlı artması, tarımsal ürün verim ve

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

fiyatlarındaki belirsizlik nedeniyle tarımsal gelirin yıldan yıla büyük dalgalanma göstermesi vb. faktörler üreticilerin kredi kullanmama nedenleri olarak belirlenmiştir. Üretici düzeyinde tarımsal kredi kullanma nedenleri ise işletme sermayesi eksikliğini gidermek, girdi temin etmek, tarımsal yatırım yapmak ve tüketime yönelik ihtiyaçları karşılamaktır.

Antalya ilinde yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ülke genelinde üreticilerin tarımsal kredi kullanımına yönelik değerlendirmeler ile benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak; tarımsal kredi kullanımını etkin ve faydalı bir uygulamaya dönüştürmek için kredi kullanımı konusunda üretici bilgilendirilmeli, kredi ihtiyaca uygun olan miktarda ve zamanda verilmeli, kredinin alınan amaca uygun kullanılıp kullanılmadığı denetlenmeli, kredinin kalkınma hedeflerine uygun olarak kullanılması sağlanmalı, Tarım Kredi Kooperatifleri etkili bir rol almalı, Ziraat Bankası'nın tarım dışında kullandığı kredilerin tarımla ilgili sanayi dallarına verilmesi sağlanmalı, özel bankaların tarıma yönelik uygulamaları sektörün özelliği dikkate alınarak yapılmalı ve kredi kullanımına yönelik tüm işlemlerde üreticiye danışmanlık hizmeti sunulmalıdır.

Kaynaklar

- Adekoya, O. A. (2014) The patterns and determinants of agricultural credit use among farm households in Oyo State, Nigeria. *Asian Economic and Financial Review* 4(10): 1290-1297.
- Adıgüzel, Ö. (2006) Tokat ili Turhal ilçesi tarım işletmelerinin tarımsal kredi kullanım durumları, üreticiler üzerine etkileri, karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Aksoy, A., Işık, H. B., İkikat Tümer, E. (2010) Antepfıstığı işletmelerinde tarımsal kredi kullanımına etki eden faktörlerin analizi. 9. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, Şanlıurfa.

Allahverdiyev, E. (2021) Business risk, financial risk, and liquidity management on U.S. farms – Evidence from selected states. *Agriculture and Applied Science Agribusiness and Applied Economics* North Dakota State University, MSc Thesis, Fargo, North Dakota.

Altürk, D. (2007) Polatlı ilçesi tarım işletmelerinde münavebede yer alan başlıca ürünlerde işletme sermayesi talebi ve kredi kullanımının incelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Ameh, M., Lee, S. H. (2022) Determinants of loan acquisition and utilization among smallholder Rice Producers in Lagos State, Nigeria. *Sustainability* 2022: 1-14.

Appiah, E. K., Baah-Mintah, R., Owusu-Adjei, E. (2016) Effects of credit on agricultural inputs and technology in the Nkoranza North District, Ghana. *American Journal of Rural Development* 4(6): 134-142.

Artukoğlu, M. M. (1993) Tarımsal kredinin tarım sektörünün gelişmesindeki önemi ve Manisa merkez ilçe tarım işletmelerinde tarımsal kredi kullanımının analizi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, İzmir.

Asante-Addo, C., Mockshell, J., Sidding, K. and Zeller, M., Egyir, I.S. (2017) Agricultural credit provision: What really determines farmers' participation and credit rationing. *Agricultural Finance Review*, 77 (2): 239-256.

Balana, B. B., Oyeyemi, M. A. (2021) Credit constraints and adoption of agricultural technologies in developing countries? Evidence from Nigeria. *International Conference of Agricultural Economists*, August 17-31, 2021.

Balana, B., Mekonnen, D., Haile, B., Hagos, F., Yimam, S., Ringler, C. (2020) Are smallholder farmers credit constrained? Evidence on demand and supply constraints of credit in Ethiopia and Tanzania. *International Food Policy Research Institute Discussion Paper*, 01974.

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

- Başaran, B., Atik, V. T., Güngör, G. (2016) Türkiye'de tarımsal kredi kaynakları ve kredilerde denetim sorunu. 12. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs, Isparta, 1723-1732.
- Brewer, B. E., Bergtold, J. S., Featherstone A. M., Wilson C. A. (2019) Farmers' choice of credit among the Farm Credit System, Commercial Banks and Nontraditional Lenders. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 44(2): 362-379.
- Elias, S., Ahmad, I. M., Patil, B. L. (2015) The determinants of access to agricultural credit for small and Marginal Farmers in Dharwad district, Karnataka, India. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 3(5): 1-5.
- Erdal, B. (2012) Tarım işletmelerinin finansmanı ve kredilendirme: Bursa ili Merkez ilçeleri meyvecilik işletmeleri örneği. Uludağ Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Fırat, O. (1999) T.C. Ziraat Bankası'nın tarımsal kredi uygulamaları ve Tokat ili Merkez ilçedeki tarım işletmelerinin bu uygulamalardan yararlanma etkinliği üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tokat.
- Graham, A. W., AgDarroch, M. (2001) Relationship between the mode of land redistribution, tenure security and agricultural credit use in KwaZulu-Natal. *Development Southern Africa* 18(3): 295-308.
- Gustafson, C. R. (2004) Agribusiness trade credit - A paradox. Department of Agribusiness and Applied Economics Agricultural Experiment Station North Dakota State University, Agribusiness and Applied Economics Report No: 534.
- Hazneci, E., Ceyhan, V. (2011) Amasya ili Merzifon ilçesinde süt sığırcılığı yapan tarım işletmelerinde risk analizi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 109-114.
- Hussain, T. (2012) Factors influencing demand for Credit from formal and informal sources in Gujranwala District, Pakistan-A case of commercial banks and arties. Department of International Environment and Development Studies (NORAGRIC) Norwegian University of Life Sciences (UMB) International Development studies MSc Thesis.
- Ifft, J., Jodlowski, M. (2017) Federal crop insurance and agricultural credit use. Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting, Chicago, Illinois.
- Kaşık, C. (2015) Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesinde çiftçilerin tarımsal amaçlı kredi kullanmalarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Khatun, M., Hossain, T. M. B., Khandoker, S., Kundu, N. D. (2014) Constraints to access credit and its impact: A study on farm households. *International Journal Of Business, Social And Scientific Research* 1(3): 195-204.
- Kofarmata, Y. I., Applanaidu, S. D., Hassan, S. (2014) Determinants of participation in credit market among the farmers in Northern Nigeria. *Handbook on the Emerging Trends in Scientific Research*, 429-439.
- Köksal, H. (2019) Samsun ilinde tarımsal kredi kullanımının analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Samsun.
- Kumar, A., Singh, K. M., Sinha, S. (2010) Institutional credit to agriculture sector in India: Status, performance and determinants. *Agricultural Economics Research Review* 23(2): 253-264.
- Küçüköğlü, E. (2019) Tarımsal kredilerin Türkiye ekonomisi üzerindeki etkileri. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Tarımsal Amaçlı Kooperatiflere Ortak Olan ve Olmayan Üreticilerin Tarımsal Kredi Kullanımının Değerlendirilmesi

- Manda, K. D. (1990) Smallholder credit repayment in Kenya: A case study of Lugari division in Kakamega district. MSc Thesis University of Nairobi.
- Mersha, D., Ayenew, Z. (2018) Determinants of access to finance of smallholder farmers: A study on members of agricultural cooperatives in Southwest Oromia Region, Ethiopia. *Horn of Africa Journal of Business and Economics* 1(1): 1-15.
- Musa, A. U., Kabuga, N. A. (2019) Determinants of access to credit among rural agricultural entrepreneurs in Katsina State, Nigeria. *Al-Qalam Journal of Economics*, Maiden Edition, 143-168.
- Mwonge, L. A., Naho, A. (2022) Smallholder Farmers' Perceptions towards Agricultural Credit in Tanzania. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting* 22(6): 58-75.
- Nazari, M., Hasangholipour, T., Moosavi, S. (2011) Evaluation of influential factors on letter of credit debtors: A case study in one of the private banks in Islamic Republic of Iran. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 1(7): 509-515.
- Nyikal, R. A. (2007) Financing smallholder agricultural production in Kenya: Production for the market as a gauge of effective demand for credit. *AAAE Conference Proceedings*, 193-197.
- Ojiako, I. A., Ogbukwa, B. C. (2012) Economic analysis of loan repayment capacity of smallholder cooperative farmers in Yewa North Local Government Area of Ogun State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* 7(13): 2051-2062.
- Olagunju, F. I., Ajiboye, A. (2010). Agricultural lending decision: A Tobit regression analysis. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* 10(5): 2516-2541.
- Öztürk, İ. (2013) Tarım işletmelerinin finansmanı ve kredilendirilmesi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Finansal Piyasalar ve Yatırım Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özvardar, B. (2019) Türkiye'de tarımsal finansman ve kredi uygulamaları: Tekirdağ ili örneği. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Pandian, A. S. S., Selvakumar, K. N., Kumar, B. G. (2004) Factors influencing repayment performance of livestock farmers: An application of discriminant function analysis. *Indian Journal of Animal Sciences* 74(7): 783-786.
- Parasız, İ. (2003) Türkiye Ekonomisi, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Samson, A., Obademi, O. (2018) The determinants and impact of access to agricultural credit on productivity by farmers in Nigeria: Evidence from Oyo State, Nigeria. *Advances in Social Sciences Research Journal* 5(3): 252-265.
- Sayın, T. (1969) Ziraat Bankası'nda ve Tarım Kredi Kooperatifleri'nde Zirai Kredilerden İstifade Şartları, Şark Matbaası, Ankara.
- Sinha, M. K., Dhaka, J. P. (2013) Predicting risk of credit default using discriminant approach: A study of tribal dairy farmers from Jharkhand. *Munich Personal RePEc Archive*, 54158.
- Tura, E. G., Kenea, T., Kaso, T. (2016) Determinants of demand for credit among wheat and teff smallholder farmers in Central of Ethiopia (Arsi and South West Shewa). *American Research Journal of Business and Management* 3(1): 17 p.
- Tusha, R. (2019) Credit use and analysis in agricultural enterprises: The case study of Tirana/Albania. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Konya.
- Tüzün Rad, S., Aydoğdu, C. (2019) Tarımsal finansman: Mersin ilinde tarımsal kredi kullanımı. *TEAD*, 5(2): 58-67.
- Yola, E. (2019) Türk bankacılık sektöründe tarımsal krediler ve etkinliği. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bankacılık Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye

Serkan PEHLİVAN^{1*}, Ekrem ATAKAN¹

ABSTRACT

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), is a key pest of the many economically important crops, especially maize throughout the world. *Spodoptera frugiperda* is indigenous in the Americas, but now it has rapidly spread over more than 50 countries in Africa and Asia continents. In the EPPO region, the first occurrence of *S. frugiperda* was in Egypt in 2019, while then in Southern Israel in 2020, most recently in Syria. During the maize field surveys performed randomly, *S. frugiperda* larvae were detected for the first time in Adana Province (Türkiye). The species was identified based on the morphological characters of the larvae. Due to the end of the growing season in Adana Province, only four fields were controlled, and all of them were infested with the *S. frugiperda* larvae. The rate of infected plants was varied between 14 and 15%. The climatic conditions are quite suitable for this pest in Adana. It obviously shows that this invasive pest may multiply and spread over to arable crops mainly maize fields throughout the year without entering diapause in this region, and it may have great potential to become a major pest of maize in the region.

Key words: Fall armyworm, first report, invasive pest, maize, Adana, Türkiye.

Türkiye’de Güz tırtılı *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)’nın ilk kaydı

ÖZ

Güz tırtılı *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) dünyada mısırında içinde bulunduğu pek çok üründe ana zararlı konumundadır. Orijini Amerika kıtası olan *S. frugiperda*, Asya ve Afrika kıtasında 50’den fazla ülkeye yayılmış durumdadır. EPPO bölgesinde ilk defa 2019 yılında Mısır’da tespit edilmiş olup, sonrasında 2020 yılında Güney İsrail ve son olarak da Suriye’de belirlenmiştir. Tesadüfi olarak yapılan mısır tarlalarının sürveyleri sırasında Adana İli’nde bu zararlı ilk kez saptanmıştır. Bu zararlı larvaların morfolojik özelliklerine göre teşhis edilmiştir. Adana İli’nde üretim sezonunun sonuna geldiği için sadece dört tarla kontrol edilmiş ve tüm tarlalar *S. frugiperda* ile bulaşık bulunmuştur. Bu zararlı ile bulaşık bitki oranı %14-15 arasında değişmiştir. Adana İlinde iklim koşulları bu zararlı için uygun olabilir. Bu durum, istilacı zararlının bu bölgede diyapozaya girmeden neredeyse yıl boyunca çoğalıp yayılabileceğini ve özellikle mısır üretim alanlarında önemli bir zararlı olma potansiyeline sahip olduğunu gösterebilir.

Anahtar kelimeler: Güz tırtılı, ilk kayıt, yayılıcı tür, mısır, Adana, Türkiye.

ORCID ID (Yazar Sırasına göre)

0000-0002-9444-7457,0000-0001-7352-4815

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 03.10.2022

Kabul Tarihi: 24.10.2022

¹Çukurova University, Agricultural Faculty, Plant Protection Department, Adana, Türkiye.

*E-posta: spehlivan@cu.edu.tr

First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) which is originated in Central America is one of the major crops cultivated in the world after wheat and rice (Purseglove, 1992; Sandhu et al., 2007). While the annual maize production in the world is 1.16 billion tons, the USA is in the first place among the countries producing maize with an annual production of 360 million tons, China with 260 million tons, and Brazil with a production of approximately 90 million tons (FAO, 2020). Adana Province is one of the most important maize producer in Türkiye, contributes to the country's economy with approximately 800 thousand tons (TUIK, 2020). In Türkiye, the crambids *Chilo partellus* Swinhoe, *Ostrinia nubilalis* Hübner, (Lepidoptera: Crambidae) and the noctuid *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae) are major maize stem borer pests, causing profound economic losses (Kayıpınar and Kornoşor, 1992; Sertkaya and Kornoşor, 2000; Achiri et al., 2020; Pehlivan and Atakan, 2021). During the random maize field surveys performed for stem borers, new lepidopteran larvae have been recorded on seriously damaged young maize plants probably swan animal feeding i.e. slaj. The field observed larvae were different from the recorded lepidopteran species; they were transferred to the laboratory for detailed diagnosis. The infested plants showed the typical damage symptoms caused by fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Moreover, the observed larvae has white inverted 'Y' on the front of the head and four black dots forming a square pattern on the eighth abdominal segment which are also basic characteristics of the fall armyworm larvae (FAO and CABI, 2019). *Spodoptera frugiperda* is known as a destructive and invasive pest that is indigenous

Materials and methods

Field survey

Following the first observation of the *S. frugiperda* larvae, surveys were carried out in Adana Province. Due to the end of the growing season only four fields were controlled. In each field, ten randomly selected plants at ten

to the tropical and subtropical regions of the Americas, and it has spread rapidly across more than 100 countries worldwide recently (Tsai et al., 2020). *Spodoptera frugiperda* is a highly polyphagous insect species that can feed on 353 plant species belong to 76 families mainly Poaceae, Asteraceae and Fabaceae. The larvae feed on leaves, stems and reproductive parts of various crops such as maize, rice, sorghum, sugarcane, some vegetables and cotton (Montezano et al., 2018). It is considered as the key pest of maize in Argentina, Brazil, Canada and Chile. In Brazil, *S. frugiperda* causes up to 34% reduction in maize grain yield and the amount of the annual loss reaches up to US\$ 400 million (Lima et al., 2010). Besides, it causes approximately US\$ 500 million in annual crop losses throughout the South-East United States and the Atlantic coast (Young, 1979). The adults have a high dispersal ability which sometimes can be extended to several kilometers (Cock et al., 2017). In the Americas, adult moths can travel hundreds of kilometers per night on prevailing winds from their endemic zone to the warm regions. The distribution of *S. frugiperda* was restricted in the American continents till 2015. Then, this invasive pest was reported for the first time in West Africa in 2016 (Goergen et al., 2016) and now it has spread rapidly to over 44 countries in Africa (Prasanna et al., 2018; Rwomushana et al., 2018). In the EPPO region, the first occurrence of *S. frugiperda* was in Egypt in 2019 (IPPC, 2019), while then in Southern Israel (IPPC, 2020a) and Jordan in 2020 (IPPC, 2020b), most recently in Syria (Heinoun et al., 2021). As far as we know there was no record from Türkiye up to now. With this study, the first report of *S. frugiperda* in Türkiye has been done based on morphological characters, and its damage to young maize plants.

different spots of the field, totally 100 plants, were inspected and its damage to plants was recorded. The infested maize plants were cut at ground level and then taken to the Entomology Laboratory, Çukurova University, Adana, Türkiye. The maize stalks were dissected and

**First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye**

the larvae were recorded at species levels based upon its typical morphological characteristics.

Morphological identification

Field-collected samples were identified according to the larval and adult morphology. The larvae showed characteristic inverted white 'Y' mark on the head between the eyes (Figure 1A), more prominent thin white or yellowish lines develop down the length of the body (Figure 1A), light colored bands on the sides with a dark colored band between them (Figure 1B) and four large black dots in a square

formation on the 8th abdominal segment (Figure 1A) (Crumb, 1956; Levy and Habeck, 1976; FAO and CABI, 2019). The pupa is reddish-brown in color, measuring 14 to 18 mm in length (Figure 1C). The forewings of the females are less distinctly marked and colored ranging from grey to brown. The forewings of the males are shades of grey and brown with triangular white spots at the tip and near its center. The hindwings are straw color with a dark-brown margin in both sexes (Figure 2A-B; Luginbill, 1928; Sparks, 1979).

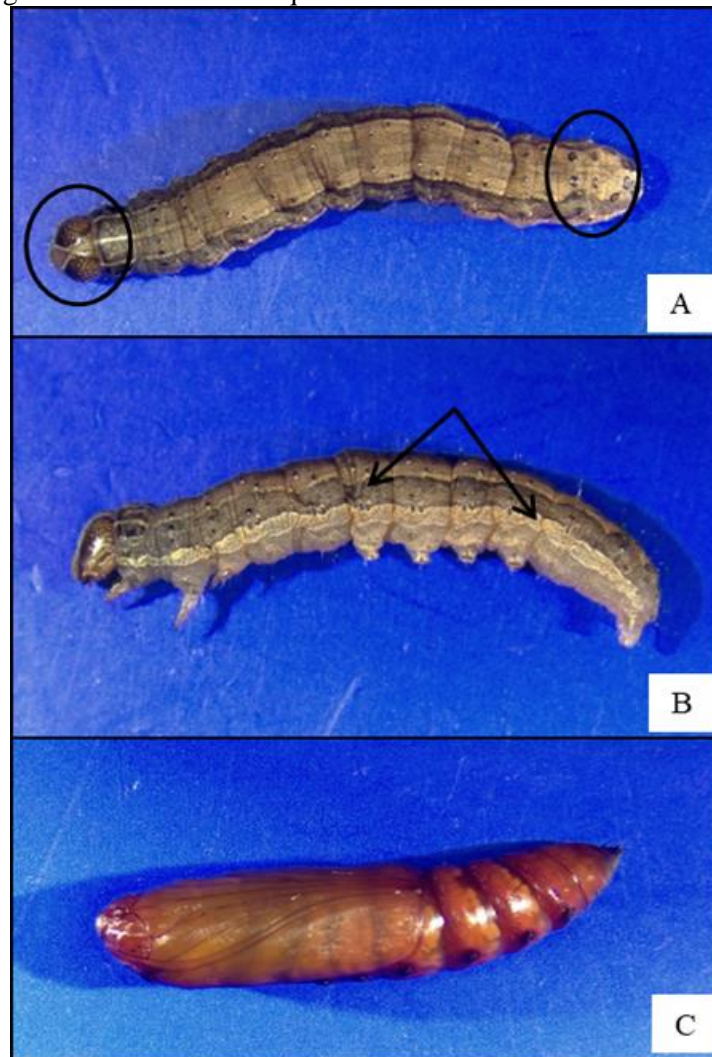


Figure 1. Mature larva dorsal (A), lateral (B) view and pupa (C)

**First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye**



Figure 2. Adult female (A) and male (B) of *Spodoptera frugiperda*

Results and Discussion

Distribution of the *S. frugiperda* in Adana

Field-collected samples were positively identified as *S. frugiperda* based on larval morphology. Due to the end of the growing season in Adana Province, only four fields were controlled and all of them were infested with *S. frugiperda* larvae and few larvae of *C. partellus* (Figure 3).

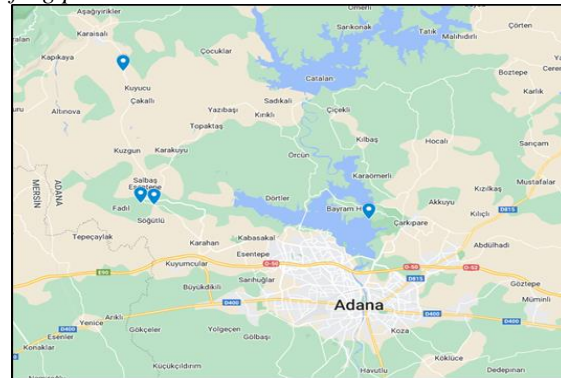


Figure 3. Infested maize fields with *Spodoptera frugiperda* in Adana Province

Damage status and infestation rates of *Spodoptera frugiperda* in Adana

The infestation rates of maize plants with *S. frugiperda* and *C. partellus* were between 14-18% in different districts of Adana province (Table 1). *Spodoptera frugiperda* was found all fields and the density of larvae of that pest varied between 4 to 14. Larvae cause damage by consuming leaf tissue from one side, leaving the opposite epidermal layer intact (Figure 4A).

Feeding in the maize whorl often produces characteristic holes of perforations in the leaves (Figure 4B). Due to the cannibalistic behavior of *S. frugiperda*, one to two larvae per plant could be found. Larvae also show typical damage by tunneling into the growing point (bud, whorl, etc.) and thus, it is destroying the growth potential of plants (Figure 4C) and causing dead heart damage.

Table 1. Rates of infected plants with *Spodoptera frugiperda* in Adana Province

Sampling dates	Coordinates	Sampling location by districts	Rate of damaged plant (%)	Total number of <i>Spodoptera frugiperda</i>	Total number of <i>Chilo partellus</i>	Total number of larvae
19.09.2022	37°04'53.2"N 35°20'42.9"E	Sarıçam	14	14	0	14
28.09.2022	37°05'39.2"N 35°07'23.3"E	Çukurova	15	9	0	9
28.09.2022	37°05'49.7"N	Çukurova	18	4	9	13

**First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye**

	35°06'40.5"E					
28.09.2022	37°13'22.7"N 35°05'31.7"E	Karaisalı	16	7	17	21
-	-	Adana	-	34	26	60



Figure 4. Damaged maize plants (A-C) and mature larva (D) of *Spodoptera frugiperda*.

Following the first report of *S. frugiperda* in Africa in 2016, this invasive pest has been detected more than 50 countries in Africa and Asia continents. The high migration capacity of adults, its wide host range, high fecundity, and cannibalistic ability of mature larvae to dominate interspecific competitors could increase the survival possibility of this pest when it colonizes a new area (Goergen et al., 2016, Bentivenha et al. 2017; Tsai et al., 2020).

Spodoptera frugiperda larvae are reported to feed on more than 350 plants species. The larvae can cause major damage and destroy a wide variety of vital crops such as maize, rice, sorghum, sugarcane and cotton (Montezano et al., 2018). In Türkiye, there was no record up to now. During the maize field surveys for pest such as stem borers, it was detected for the first time in Türkiye. Its damage was quite similar to the other maize stem borers, especially *C. partellus* which was found on the 2 fields together. *Spodoptera frugiperda* larvae can cause damage to all developmental stages of maize plants. Marengo et al. (1992) reported that the late whorl stage was the most sensitive to its damage. Besides, they noted that mean densities were 0.2 to 0.8 larvae per plant during the late whorl stage; yield reduction can reach up to 20 percent. With this study, 14-15% damage has been determined in maize fields due to the fall armyworm larvae in Adana

(Table 1). As a detrimental pest, *S. frugiperda* may have a considerable damage potential to cause yield loss with infestation rates ranging between 15 and 73% in many staple crops (Day et al. 2017). In Brazil, *S. frugiperda* causes up to 34% reduction in maize grain yield and the amount of the annual loss reaches up to US\$ 400 million (Lima et al., 2010). Day et al. (2017) reported that average crop losses can reach up to 45% in Ghana and 40% in Zambia.

Spodoptera frugiperda cannot enter diapause warm regions where host plants are regularly suitable, and temperatures are not dropped below 9.9 °C (Luginbill, 1928). In many parts of Asia and Africa, the ideal climatic conditions for *S. frugiperda* is present, and the pest can produce 4-6 generations in a year due to the abundance of available host plants. In 2022, it has been recorded that the mean temperature is 9.5°C even in the coldest winter month January in Adana Province which is located in the Eastern Mediterranean Region of Türkiye (Anonymous, 2022). This shows that this invasive pest may reproduce progeny and spread almost throughout the year without entering diapause, and it may have a great potential becoming a major pest of maize in the insect-infested locations. We can conclude that *S. frugiperda* has newly introduced to Türkiye. For this reason, further works on such as its geographical distribution, suitable host plants,

**First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye**

damage status and potential natural enemies soon possible.

References

- H., Chareonviriyaphap, T., Chiang, M. Y., Lin, P.A. et al. (2020). Rapid identification of the Achiri, T. D., Atakan, E., Pehlivan, S. (2020). Seasonal fluctuations and development of degree-day models for *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) in maize fields in the Mediterranean region. *Eur J Entomol* 117: 68-75.
- Anonymous 2022. Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADANA>. Erişim tarihi: 20 Eylül 2022.
- Bentivenha, J. P., Montezano, D. G., Hunt, T. E., Baldin, E. L., Peterson, J. A., Victor, V. S., Pannuti, L. E. R., Vélez, M., Paula-Moraes, S. V. (2017): Intraguild interactions and behavior of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa* spp. on maize. *Pest Manag Sci* 73(11): 2244-2251.
- Cock, M. J. W., Beseh, P. K., Buddie, A. G., Cafa, G., Crozier, J. (2017). Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. *Sci Rep* 7(1):1-10.
- Crumb, S. E. (1956). The Larvae of the Phalaenidae. Technical Bulletin No. 1135. Washington DC, USA: United States Department of Agriculture.
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotey, V., Cock, M., ... & Witt, A. (2017). Fall armyworm: impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management* 28(5): 196-201.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 20 Eylül 2022.
- FAO and CABI (2019). Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early warning and Management, Training of Trainers Manual, First Edition. 112 pp.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., Tamò, M. (2016): First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *Plos One* 11(10): e0165632.
- Heinoun, K., Muhammad, E., Abdullah Smadi, H., Annahas, D., & Abou Kubaa, R. (2021). First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Syria. *EPPO Bull* 51(1): 213-215.
- IPPC (2019). Report of first detection of *Spodoptera frugiperda* – Fall Armyworm (FAW) in Egypt. In IPPC Official Pest Report. FAO, Rome (IT).
- IPPC (2020a). Report of first detection of *Spodoptera frugiperda* – Fall Armyworm (FAW) in Israel. In IPPC Official Pest Report. FAO, Rome (IT).
- IPPC (2020b). Report of first detection of *Spodoptera frugiperda* – Fall Armyworm (FAW) in Jordan. In IPPC Official Pest Report. FAO, Rome (IT).
- Kayapınar, A., Kornoşor, S. (1992). Çukurova’da *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lep.: Pyralidae)’in doğal düşmanlarının saptanması ve en etkili olan yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym. Trichogrammatidae)’in yayılış alanının belirlenmesi. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, 28-32 Ocak, ADANA.
- Levy, R., Habeck, D.H. (1976). Descriptions of the larvae of *Spodoptera sunia* and *S. latifascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the eastern United States (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 69(4):585-588.
- Lima, M. S., Silva, P. S. L., Oliveira, O.F., Silva, K.B., Freitas, F.C.L. (2010). Corn yield response to weed and fall armyworm controls. *Planta Daninha* 28(1):103-111.
- Luginbill, P. (1928). The Fall Armyworm. USDA Technical Bulletin 34. 91 pp.

**First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye**

- Management: differences between conventional and organic farming systems.
- Marengo, R. J., Foster, R. E., Sanchez, C. A. (1992). Sweet corn response to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage during vegetative growth. *J Econ Entomol* 85(4): 1285-1292.
- Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gomez, D.R., Roque-Specht, V.F., Sousa-Silva, J.C., Paula-Moraes, S.V. et al. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomol* 26:286–300.
- Pehlivan, S., Atakan, E. Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 36(1): 71-80.
- Prasanna, B.M., Huesing, J.E., Eddy, R., Peschke, V.M. (2018). Fall armyworm in Africa: A guide for integrated pest management. CDMX: CIMMYT.
- Purseglove, J. W. (1992). Tropical Crops: Monocotyledons. Longman Scientific and Technical, New York. 300-305.
- Rwomushana, I., Bateman, M., Beale, T., Beseh, P., Cameron, K., Chiluba, M., Clotey, V., Davis, T., Day, R., Early, R., Godwin, J., Gonzalez-Moreno, P., Kansiime, M., Kenis, M., Makale, F., Mugambi, I., Murphy, S., Nunda, W., Phiri, N., Pratt, C., Tambo, J., 2018. Fall armyworm: impacts and implications for Africa. evidence note update, October 2018. 53pp. Available at: <https://www.invasive-species.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/FAW-Evidence-Note-October-2018.pdf>.
- Sertkaya, E., Kornoşor, S. (2000). Çukurova’da Mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae)’in Doğal Düşmanları. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-15 Eylül, Aydın, 339-348.
- Sandhu, K. S., Singh, N., Malhin, N. S. (2007). Some properties of corn grains and their flours I: Physicochemical, functional and hapatti-making properties of flours. *Food Chem* 101: 938-946.
- Tsai, C.L., Chu, I.H., Chou, M. invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) using species-specific primers in multiplex PCR. *Sci Rep* 10(1):1-8.
- TUİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 20 Eylül 2022.
- Young, J. R. (1979). Fall armyworm: control with insecticides. *Florida Entomologist*, 130-133.



Araştırma Makalesi

**Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine
Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi**

Yakup Kenan KOCA^{1*}, Yavuz Şahin TURGUT¹, Gülden KOCA²

ÖZ

Birim alandan daha fazla gelir elde etmek isteyen üreticilerin alternatif ürünlere yönelmesi en fazla görülen tarımsal uygulamalardan birisidir. Türkiye'nin verimli topraklarına sahip olan Çukurova'da son birkaç yıldır muz alternatif bir ürün konumuna gelmiştir. Tüm Türkiye'de muz üretim alanlarına artışın paralelinde, Çukurova Bölgesi'nde de muz tarımı için kurulan seraların sayısında dikkat çekici artış görülmüştür. Adana ilinde muz üretim alanlarının artışı %400'lere çıkmıştır. Muzun içerdiği zengin vitamin ve mineraller ile ve lifli yapısıyla tokluk hissi vermesi beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Birim alandan kazancı yüksek olan tarımsal ürünlerden biri olması sebebiyle, kurulacak olan bir muz serasının 7-8 yılda kurulum maliyetlerini karşıladığı ve diğer bölge bitkilerine oranla daha yüksek düzeyde kar edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, İl Toprak Koruma Kurulu tarafından izin verilen 10 adet muz serasının toprak/arazi özellikleri ele alınmıştır. Ovanın yukarı, orta ve aşağı kısımlarından tesadüfi olarak seçilen muz seralardan toprak örnekleri alınmış ve seçili fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Bununla birlikte arazi özellikleri de dikkate alınarak bu 10 toprak örnekleme noktası temelinde Ovanın muz yetiştiriciliğine uygunluk düzeyi genel hatları ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar ova topraklarında kimi noktalarda ciddi kısıtlamaların olduğunu göstermiştir. Özellikle taban suyu seviyesi yüksek, kısmen tuzlu ve yüksek pH değerine sahip ovanın aşağı kısımlarında muz üretiminde daha dikkat edilmesi gerektiğini saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Muz, sera, toprak, uygunluk, Çukurova

**Evaluation of the Level of Suitability for Banana Cultivation of Planned Banana
Cultivation Areas in Çukurova Region**

ABSTRACT

It is one of the most common agricultural practices that the producers who want to earn more income from the unit area turn to alternative products. In Çukurova, which has the most fertile lands in Turkey, bananas have become an alternative product for the last few years. In parallel with the increase in banana production areas throughout Turkey, a significant increase has been observed in the number of greenhouses established for banana cultivation in the Çukurova Region. The increase in banana production areas in Adana has increased to 400%. Banana has an important in diet nutrition because it contains enough vitamins and minerals in human nutrition, as well as giving a feeling of satiety. In the technical analyzes made, it has been stated that a banana greenhouse to be established covers the installation costs in 7-8 years, and even makes a high level of profit, since it is one of the products with a high profit per unit area. In this study, the soil/land characteristics of 10 banana greenhouses allowed by the Provincial Soil Conservation Board were discussed. Soil samples were taken from banana greenhouses randomly selected from the upper, middle and lower parts of the plain and some physical and chemical analyzes were made. In addition, considering the land characteristics, the suitability of the Plain to bananas was evaluated in general terms for these 10 soil sampling points. The results showed that there are significant problems at some points in the plain soils. It has been revealed that more attention should be paid in the production of bananas, especially in the lower parts of the plain with high groundwater, salty and high pH value.

Keywords: Banana, greenhouse, soil, suitability, Çukurova

ORCID ID (yazar sırasına göre)

0000-0001-9285-1416, 0000-0002-8566-6375, 0000-0002-5818-5787

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 03.06.2022

Kabul Tarihi: 02.12.2022

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01170, Adana

²Adana Ziraat Üretim İşletmesi, Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, 01230, Adana

*E-posta: ykkoca@cu.edu.tr

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

Giriş

Temel gıdaların yanı sıra meyvelerin de insan beslenmesinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Lif açısından zengin meyveler bu kapsamda değerli gıda kaynaklarıdır. Muz da bu bitkilerden birisidir. Son yıllarda özellikle örtü altı teknolojindeki gelişmeler ile çok daha önemli bir bitki haline almıştır. Muz, hem tokluk hissi vermesi ve zengin vitamin ve mineralleri içermesi bakımından insanın sağlığı açısından beslenmede ön plana çıkmaktadır (Hazarika ve ark. 2021). Kuyumcu ve Yıldız (2020) tarafından yapılan çalışma, muz meyvesinin psikobiyotik özelliğini ön plana çıkartmış ve muzun yararlı bağırsak bakterilerinin büyümesini destekleyen prebiyotik besin olarak değerlendirmiş; çalışma kapsamında yapılan anket sonucu, katılanların %48'inin haftada en az 1 kez muz tükettiği belirlenmiştir. Tüketimi bu denli yüksek olan muzun ülkemizde üretim değerleri ise maalesef çok yüksek değildir. Dünya geneline bakıldığında toplam muz üretimi 2020 yılı için yaklaşık 120 milyon ton düzeyindedir. Dünya muz üretiminde 31.5 milyon ton ile Hindistan ilk sırada yer alırken, yaklaşık 12 milyon ton ile Çin ikinci sırada yer almaktadır. Endonezya, Brezilya ve Ekvator da önemli muz üretici ülkeler konumundadır (Anonim 2020). Türkiye'de ise muz bitkisinin önemi 2000'li yılların başında anlaşılmıştır. 50.000 ton olan muz üretimi, 2016'da yaklaşık 6 kat artarak 305.926 tona; 2018'de 10 kat artarak 500.000 tona yükselmiştir (FAOSTAT, 2017; Eydurana ve ark., 2020). Önemli bir kısmı örtü altı yetiştiricilik şeklinde yapılmakta olan muz üretimi, açıkta da yapılmaktadır. Türkiye muz üretimi, yıllara göre kısmen değişmekle birlikte üretilen miktar iç tüketiminin ancak yarısını karşılayabilmekte, geriye kalan miktar ise ithal edilmektedir. Hem tüketimdeki açığın önüne geçilmesi, hem de yurtdışı döviz kaybının engellenmesi amacıyla muz üretiminin desteklenmesinin önemi kimi çalışmalarla da ortaya konmuştur (Sarıdaş ve ark., 2017; Polat, 2019).

Muz bitkisi Güney Doğu Asya'da ortaya çıkmakla birlikte anavatani Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır. Tropikal iklimlerin yanı sıra

subtropik iklim koşullarında ve mikroklimalarda yetiştirilebilmektedir (Kozak, 2020). Muz gelişimi için en iyi sıcaklık 15-35°C arası ve nispi nem %75-85 arasındadır (Hazarika ve ark., 2021). Suyu seven bir bitki olmasına rağmen, yüksek taban suyu veriminde önemli düşümlere sebebiyet vermektedir. Irizarry ve ark. (1980) tarafından yapılan çalışmada, taban suyunun 1 m'nin altında bulunan alanlarda muz veriminin 6 ton olduğu belirlenirken, taban suyunun 20 cm'de bulunduğu alanlarda ise verimin 2 ton'un altına düştüğü belirtilmiştir (Kozak, 2020). Türkiye muz yetiştiriciliği bakımından uygun ikime sahip olup, en yoğun üretim Akdeniz Bölgesinde'dir. İller bazında muz yetiştiriciliğine bakıldığında Mersin ili önemli bir üretim merkezi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'de muz üretim alanı 2019-2020 üretim sezonunda 85 bin dekar iken 2020-2021 üretim sezonunda 111 bin dekara yükselmiştir. 2020 yılı itibarıyla üretim alanının %50,5'ini Mersin, %45,4'ünü ise Antalya oluşturmaktadır. Bu illerin dışında az da olsa Adana (%2,5), Hatay (%1,0), Muğla (%0,4) ve Manisa'da (%0,1) da muz yetiştiriciliği yapılmaktadır. 2019-2020 üretim sezonunda 548 bin ton olan Türkiye muz üretimi 2020-2021 üretim sezonunda 728 bin tona yükselmiştir. Üretimin %55,7'sini Mersin, %40,7'ini ise Antalya karşılamaktadır. Türkiye muz ekim alanında olduğu gibi verimde de son yıllarda önemli artışlar yaşanmaktadır. 2020-2021 üretim sezonunda muz verimi %1,05 artarak 6.528 kg/da'a yükselmiştir (Anonim, 2021a).

Mersin ve Antalya'da üretim yapılabilecek alanların azalması, arazi fiyatlarının yüksek oluşu, muz üretiminin Adana ve Hatay illerine yöneldiği belirlenmiştir. 2018 yılı verilerine göre, Adana ilinde 339 da 2.090 ton muz üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2019; Polat, 2019). Muz verimi ise 6.165 ton/da'dur. Son birkaç yılda bu alanlarda önemli bir artış gözlemlenmektedir. 2019 yılında muz üretim alanı 729 dekara, 2020 yılının ilk 6 ayında ise %400 artarak 1700 dekara çıktığı belirtilmektedir (Anonim, 2021a). Bu artış özellikle örtü altı yetiştiricilik yapmak isteyen üreticilerin İl Toprak Koruma Kurulu'na

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

yapmış olduğu başvurulara da yansımıştır. Her ne kadar tarımsal üretimin devamlılığı söz konusu olsa da tarımsal yapı olarak kabul edilen muz seralarının yapımı için izin alınması yasal zorluluktur. Bu kapsamda İl Toprak Koruma Kurulu'na yapılan başvuruların sayısı ve toplam talep edilen alan ilin muz üretimi açısından geleceğinin yükselen trend içerisinde olduğunu göstermektedir.

Toprak özellikleri açısından bakıldığında muz, seçici bir bitkidir. Derin ve geçirimli, kumlu-tınlı, organik madde bakımından zengin topraklar muz yetiştiriciliği için idealdir (Kozak, 2020). Robinson ve Saucó (2010) tarafından yapılan çalışmada, muz için en ideal pH'nın 5,8-6,5 arasında olduğu belirtilmiştir (Sarıdaş ve Akbaş, 2020). Muz için toprakta su birikimi istenmediği gibi yeraltı su seviyesi de yüksek olmamalıdır. Bu şartların bulunduğu yerlerin de iyi drene edilmesi gerekmektedir. Tüm bu şartlar göz önüne alındığında muz için en ideal topraklar iyi drene olan orta tekstürlü alüvyal topraklardır. Muz için pH değeri 6 – 6.5 olan topraklar uygun olmakla birlikte, pH derecesinin daha düşük olduğu topraklarda da yetişir. Yüksek alkali karaktere sahip topraklarda fosfor ve potasyum alımı zorlaşmaktadır. Tuza karşı da oldukça hassas olan muz bitkisi, yoğun tarım sonucu fiziksel ve kimyasal kalitesi bozunmuş topraklarda istenen düzeyde gelişmemektedir. Bu sebeple bahçe tesisi yapılacak yerin toprağı ve kullanılacak suyun tuzluluğu mutlaka analiz ettirilmeli, muz bahçeleri 5 – 10 yılda bir yenilenmeli ve birkaç yıl dinlendirilmelidir (Balcı Akova ve Şahin, 2018).

Tarımsal üretimde planlama çok yıllık tarımsal üretimler için daha önemlidir. Özellikle kurulum maliyetinin yüksek olması ile seraların ve örtü altı üretimin planlamasında daha da dikkatli olunmalıdır. Bu çalışmada yeni muz bahçesi tesis edilecek alanların muza uygunluk düzeyleri ele alınmıştır. Bu kapsamda İl Toprak Koruma Kuruluna başvuruda bulunan Çukurova Bölgesinden ovanın denize uzaklık bakımından yakın, orta ve uzak olacak şekilde tesadüfi olarak belirlenen 10 parsel ele alınmış ve genel hatları ile Bölgenin hem arazi yapısı hem de toprak özellikleri bakımından muz tarımına uygunluk düzeyleri değerlendirilmiştir.

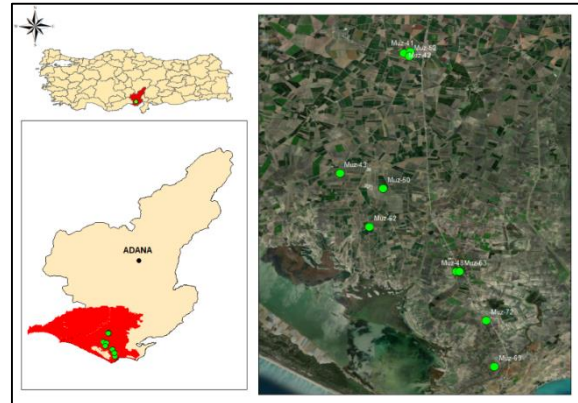
Bununla birlikte mevcut arazi kullanımının muza yönelik değişiminin doğruluğu da irdelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma Adana ili sınırları içerisinde bulunan ve Türkiye'nin başlıca tarım ovalarından biri konumunda bulunan Çukurova'da gerçekleştirilmiştir. Ovanın kuzeyinde Adana ili, güneyinde ise Akdeniz bulunmaktadır. Doğuda Ceyhan Irmağı, Batıda ise Berdan Çayı ile sınırlanmaktadır. Muz serası tesisi için başvuruda bulunan 10 adet üreticinin tarla/bahçesinden yüzey (0-30 cm) ve yüzeyaltı (30-60 cm) bozulmuş toprak örneklemeleri yapılmıştır. Her parselden yeter düzeyde farklı noktalardan toprak örnekleri alınmış, paçal yapılmış ve 1,5-2 kg olacak şekilde örnekleme poşetlerine konulmuştur. Bu parseller, daha önceden yapılmış olan detaylı toprak haritası da kullanılarak belirlenmiş; farklı seriler üzerinde olması ve farklı toprak özelliklerine sahip olması dikkate alınmıştır. (Şekil 1).

Örnekleme yapılan noktalara ait koordinatlar arazide GPS ile belirlenmiştir. Parsellere ait konumlar Çizelge 1'de yer almaktadır. Belirlenen parseller, muz serası tesisi kurulacak olan/kurulan parsellerdir. Bu parseller mevcutta sulu tarla tarımı veya narenciye bahçesi olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı coğrafi konumu ve örnekleme noktaları

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

Çizelge 1. Muz serası tesis edilecek noktaların GPS koordinatları

Nokta No	Enlem (D)	Boylam (K)	Mevcut Kullanım
1	707384,00	4075654,00	Narenciye
2	707007,00	4075511,00	Narenciye
3	707342,00	4075319,00	Narenciye
4	703506,00	4066786,00	Sulu Tarım
5	706049,00	4065743,00	Sulu Tarım
6	705322,00	4062949,00	Sulu Tarım
7	710459,00	4059854,00	Sulu Tarım
8	710632,00	4059861,00	Sulu Tarım
9	712288,00	4056331,00	Sulu Tarım
10	712840,00	4053011,00	Sulu Tarım

Çalışma Alanı İklimi

Çalışma alanı tipik Akdeniz İklimi etkisi altındadır. Yazlar genellikle sıcak ve kurak iken; kışlar ılık ve yağışlı bir trend göstermektedir. Yıllık yağış miktarı 668,1 mm olup, önemli bir kısmı yağmur şeklinde Ocak ve Aralık aylarında gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 19,2 °C'dir. Ancak Temmuz ve Ağustos aylarında 45 °C'nin üzerinde sıcaklar bölgede etkili olmaktadır. Köppen sınıflamasına göre çalışma alanı Csa (Kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi)) şeklinde tanımlanmıştır (MGM, 2022). İklimsel veriler değerlendirildiğinde, Soil Survey Staff'a (2017) göre, çalışma alanının sıcaklık rejimi Thermic; nem rejimi ise Xeric'tir.

Toprak Serileri

Muz serası kurulan/kurulacak alanların genel toprak özelliklerinin toprak serisi düzeyinde ele alındığında muz seralarının birbirinden çeşitli özellikler bakımından farklılık gösteren Mürsel, Arıklı, Arpacı ve Çanakçı seri toprakları üzerinde kurulacağı belirlenmiştir. Bu seriler içerisinde en önemli sorun olarak ağır toprak tekstürü ve drenaj sorunu gibi bitkisel üretimi etkileyecek olumsuz toprak özellikleri bulunmaktadır.

Ovada önemli yayılım alanına sahip olan Mürsel, Arıklı, Arpacı ve Çanakçı serileri birbirinden farklı özelliklere sahiptir (Dinç ve ark., 1990). Yaşlı nehir teraslarının alüviyal depozitleri üzerinde gelişmiş olan Mürsel serisi toprakları A-C horizon dizilimine sahiptir.

Çizelge 2. Örnekleme noktalarının haritalama birimleri, toprak serileri ve arazi uygunluk sınıfları

Örnek No	Haritalama Birimi	Toprak Serisi	Arazi Yetenek Sınıfı
1	78.1A	Mürsel	IIs
2	17.1A	Arıklı	IIs
3	17.1A	Arıklı	IIs
4	47.3A	Arpacı	IIIs
5	48.2AF	Arpacı	IVw
6	48.6AF	Arpacı	VIsw
7	57.1AE	Çanakçı	Vw
8	57.1AE	Çanakçı	Vw
9	48.3AF	Arpacı	IVsw
10	18.2AO	Arıklı	IIIw

Kil içeriğinin yüksek olması sebebiyle kurak dönemlerde toprakta çatlaklar meydana gelebilmektedir. Ancak bu çatlaklar, Vertisol özelliklerini karşılayacak düzeyde değildir. Seri toprakları toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 2014) Typic Calcixerapt olarak sınıflandırılmıştır. Örnekleme noktalarından yalnızca 1 numaralı parsel Mürsel serisi olarak tanımlanmıştır. Yüzey horizonu kil tekstüre sahip parselde arazi düz eğimdedir.

Mürsel serisine benzer şekilde yaşlı nehir teraslarının alüviyal depozitleri üzerinde gelişen Arıklı seri toprakları, toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 2014) Chromic Haploxerert olarak sınıflandırılmıştır. Yüksek kil içermektedir. Genellikle düz-düze yakın arazilerde yer almaktadır.

Yine yaşlı nehir teraslarının alüviyal depozitleri üzerinde gelişen Arpacı seri toprakları A-C horizon dizilimine sahiptir. Yüksek miktarda kil içermektedir. Seri topraklarının kil düzeyi profil boyunca %50'nin üzerindedir. Yetersiz drenaj seri topraklarının en önemli sorunu olarak değerlendirilmektedir. Aquic Xerofluvent olarak sınıflandırılmaktadır (Soil Survey Staff, 2014).

Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 2014) Typic Xerofluvent olarak sınıflandırılan Çanakçı serisi toprakları A-C horizon dizilimine sahip genç topraklardır. Diğer seri topraklarına göre orta tekstüre sahip olması ile ayrılmaktadır. Genellikle düz-düze yakın arazilerde yayılım göstermektedir.

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

Yöntem

Çalışma kapsamında belirlenen 10 parselden yüzey (0-30cm) ve yüzey altı (30-60 cm) toprak örnekleme yapılmıştır. Laboratuvara getirilen topraklar hava kuru ortamda kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruma sonrası öğütülerek 2 mm'lik elekten elenmiş, analize hazır hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında yarıyıllı potasyum, kalsiyum, magnezyum, mikro elementler (demir, bakır, çinko, mangan), pH, EC ve organik karbon ele alınmıştır. Yarıyıllı potasyum, kalsiyum ve magnezyum 1 N amonyum asetat (Warncke ve Brown, 1998), pH ve EC doygunluk çamurunda (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) ve organik karbon Walkley-Black (Jackson, 1960) metodları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu elementlerinin analizleri kireçli topraklar için gösterilen DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisiyle yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Analiz sonuçları muz bitkisinin istekleri ile karşılaştırılmıştır. Hem iklimsel hem de arazi özellikleri bakımından muza uygunluğu ele alınmış, besin elementi içeriği bakımından tesis edilecek topraklara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma Bulguları

Toprak Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında 10 adet farklı noktadan alınan yüzey ve yüzey altı toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmektedir.

Muz tarımı yapılacak parsellere ait toprakların kimi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, yüzey topraklarının organik madde içeriğinin 1,41 ile 2,63 arasında; yüzey altı topraklarının ise 1,04 ile 1,89 arasında değiştiği görülmektedir. Genellikle yüzey topraklarında orta düzeyde görülen organik madde içeriği, yüzey altında yüzeye göre kısmen daha düşüktür.

Toprak örneklerinin pH düzeyleri 0.30 cm topraklarda 7,33 ile 8,08 arasında; 30-60 cm topraklarda ise 7,01 ile 8,39 arasında değişmektedir. Örnek alınan topraklar içerisinde en yüksek pH değerine sahip topraklar hem 0-30 cm hem de 30-60 cm'de 8'in üzerinde olması ile 5 ve 9 numaralı

örneklerde göze çarpmaktadır. Her iki nokta Ovanın orta-aşağı kesimlerinde yer almaktadır. Her iki noktanın da Arpacı serisi üzerinde yer alması da önemlidir. Arpacı serisi üzerinde yapılması planlanan muz üretiminde bu pH düzeyinin olumsuz etki yapması kaçınılmazdır. Yüksek pH besin elementlerinin özellikle de mikro besin elementlerinin alımını engellediği için muzun beslenmesinde önemli sorunlar yaratacaktır. Mürsel serisinin önceki analiz verileri ile değerlendirildiğinde ise, seri topraklarında pH 7,6-7,8 arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Dinç ve ark., 1990). Zamansal olarak pH'nın seri topraklarında artış göstermesi, toprakların ileriki yıllardaki verimliliğinde sorunlara yol açacağını da göstermektedir.

Alanın tuzluluk değerlerine bakıldığında ise 0-30 cm'de EC 0,200 mmhos/cm ile 0,455 mmhos/cm; 30-60 cm'de ise 0,221 mmhos/cm ile 0,472 mmhos/cm arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük tuz içeriği 0-30 cm'de 0,200 mmhos/cm; 30-60 cm'de 0,221 mmhos/cm ile 8 nolu örnekte tespit edilirken; en yüksek tuz düzeyi 0-30 cm'de 0,455 mmhos/cm; 30-60 cm'de 0,472 mmhos/cm ile 10 numaralı noktada belirlenmiştir. Ovaya genel olarak bakıldığında özellikle Ovanın güney kısmında bulunan Akdeniz'e ve Akyatan Lagünü'ne yakın lokasyonlarda tuz içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Çukurova'da uygulanan drenaj ve sulama sistemlerinin etkisi ile ovanın kuzey kısımlarındaki topraklardan güney kısımdaki topraklara doğru tuz yığılmasının etkisi de burada görülmektedir.

Toprak serisi düzeyinde bakıldığında en düşük tuz içeriğinde sahip seri Çanakçı iken; en yüksek tuz içeriğine sahip seri toprakları Arıklı serisinde yer almaktadır. Dinç ve ark. (1990) tarafından yapılan çalışmada da, Arıklı ve Arpacı serilerinde yüksek tuz içeriklerine vurgu yapılmıştır. Ancak en yüksek tuz içeriğine sahip seri topraklarında bile muz tarımını engelleyecek önemli düzeyde tuzluluk bulunmamaktadır.

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

Çizelge 3. Yüze ve yüze altından alınan toprak örneklerinin kimi analiz sonuçları

Örnek No	Derinlik (cm)	Organik madde (%)	pH	EC (ds/m)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
1	0-30	2,26	7,58	0,284	84,95	795,31	63,25	9,844	2,556	0,5372	7,826	10,91
	30-60	1,55	7,69	0,310	97,84	687,31	33,41	14,37	1,964	0,2046	10,28	8,61
2	0-30	2,51	7,38	0,281	61,65	655,45	27,6	9,181	1,524	0,6316	7,639	10,97
	30-60	1,89	7,34	0,310	57,77	600,62	23,16	9,383	1,37	0,4136	8,166	9,581
3	0-30	1,66	7,42	0,232	54,06	702,29	21,39	7,855	1,449	0,3031	8,72	10,66
	30-60	1,09	7,42	0,255	52,6	702,51	19,88	8,772	1,359	0,253	9,82	10,23
4	0-30	1,76	7,65	0,282	99,57	678,54	31,5	27,69	1,64	0,3568	8,09	9,163
	30-60	1,77	7,74	0,288	102,3	669,66	30,29	20,83	1,865	0,4993	9,251	9,183
5	0-30	2,63	8,08	0,250	59,65	568,54	40,26	68,52	1,244	0,4498	7,316	9,733
	30-60	1,46	8,21	0,251	61,04	686,86	26,56	9,54	1,571	0,7378	8,07	11,29
6	0-30	1,66	7,68	0,437	93,54	673,10	25,66	19,95	1,531	0,3741	8,544	8,982
	30-60	1,36	8,02	0,464	114,9	592,18	21,42	62,55	1,659	0,3173	9,394	8,41
7	0-30	2,22	7,33	0,298	46,59	665,11	21,13	9,193	1,45	0,9102	6,531	9,903
	30-60	1,17	7,47	0,307	41,23	631,92	13,68	11,12	1,042	0,2378	7,588	9,08
8	0-30	2,18	7,46	0,200	49,64	686,09	22,97	8,956	1,295	0,5002	7,751	11,42
	30-60	1,52	7,40	0,221	43,24	699,63	17,78	7,721	1,333	0,2484	8,783	9,991
9	0-30	1,41	8,03	0,432	80,05	461,87	20,87	229,5	1,514	0,3533	6,099	9,772
	30-60	1,40	8,39	0,440	107,1	478,07	20,86	431,1	1,488	0,2425	4,456	8,914
10	0-30	1,79	7,50	0,455	102,7	682,65	27,02	34,1	2,242	0,7735	9,82	13,67
	30-60	1,04	7,01	0,472	116,5	583,86	19,15	97,32	1,582	0,2181	8,481	6,621

Topraklarda en önemli olumsuzluklardan birisi olan sodyum değerinin yüksek olmasıdır. Yüksek sodyum içeriğine sahip olan topraklarda strüktür bozunumu başta olmak üzere toprakların fiziksel özelliklerinin bozulması ve bunun sonucu olarak arazinin tarımsal vasfının düşmesine sebebiyet vermektedir. 10 farklı lokasyondan alınan örneklerin analiz sonuçlarına baktığımızda Na değerinin yüzeyde 8,95-229,5 mg/L; yüze altında 7,7-431,1 mg/L arasında değiştiği görülmektedir. Daha anlamlı olması bakımından toprakta sodyumun en önemli göstergelerinden biri olan SAR değeri hesaplandığında, toprakların SAR değerinin 0,40 ile 25,21 arasında değiştiği görülmüştür. SAR değeri yüksek olan 9 numaralı parselde yüksek düzeyde Na birikimi bulunmaktadır. Bu parselde pH düzeyinin de 8'in üzerinde oluşu, toprakta alkaliliğe işaretler. Söz konusu alan lokal olarak çevresine göre çukur bir topoğrafyada yer almaktadır.

Toprakların organik madde içeriği 0-30 cm derinlikte %1,41 ile 2,63 arasında; 30-60 cm derinlikte ise %1,04 ile 1,89 arasında değişmektedir. Çalışma alanının iklimi ve üreticilerin organik madde uygulamaları sebebi ile toprakların genellikle organik maddesi düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Çalışma alanına yönelik yapılan etüd raporunda da (Dinç ve ark., 1990) Çukurova topraklarında organik toprak karakteri taşıyan Karabucak

serisi dışında tüm toprakların organik madde içeriğinin %5'in altında olduğu belirtilmektedir. Ertarğın (2014) tarafından yapılan çalışmada da, bölge topraklarının organik madde düzeyi benzer şekilde bulunmuş olup, sözkonusu çalışmada bölge topraklarında organik maddenin %1,00 ile 2,01 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Besleme açısından en önemli besin elementi potasyum olarak değerlendirilmektedir. 1 dekar muz serasından 45 kg Azot, 60 kg Fosfor, 150 kg potasyum kaldırıldığı bildirilmektedir (Pınar, 2015). Bu değer kimi kaynaklarda verim üzerinden değerlendirilir ve 1 ton muz meyvesinin topraktan ortalama 8 kg N, 1,5 kg P ve 25 kg K kaldırdığı belirtilmektedir (Kozak, 2020). Bu veriler muz yetiştiriciliğinde özellikle K elementinin diğer besin elementlerine göre daha önemli olduğunu göstermektedir. Potasyum elementi, muz bitkisinde verim, salkım ağırlığı, tarak/salkım, meyve/tarak, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve çağı, meyve uzunluğu gibi verim parametreleri ile nişasta, şekerler, şeker/asit oranı, çözünür katılar ve askorbik asit gibi kalite parametrelerine olumlu etkide bulunmaktadır. Çalışma alanı topraklarda potasyum düzeyi, 13,68 mg/L ile 63,25 mg/L arasında değişim göstermektedir. Bu sonuçlar muz yetiştiriciliğinde potasyumun önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Yapılan hesaplamalarda çalışma alanında 3,8 ile 17,5

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

kg/da K olduğu belirlenmiştir. Topraklarda çok düşük düzeyde bulunması nedeniyle, potasyumu seven bir bitki olan muz tarımında potasyum gübrelenmesine daha fazla önem verilmelidir. Lahav (1972) tarafından yapılan çalışmada da muz yetiştiriciliğinde potasyum gübrelenmesinin önemine vurgu yapılmıştır.

Mikro element düzeylerine bakıldığında ise, Cu 1,042-2,556 mg/L; Zn 0,2046- 0,7735 mg/L; Fe 4,456-10,28 mg/L ve Mn 6,621-10,97 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yüzey ve yüzey altı topraklar arasında önemli değişiklikler bulunmamaktadır. Bunun sebebinin daha önceden yapılan amenajman uygulamaları (derin sürüm, dip patlatma vb) olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Türkiye'nin en verimli ovalarından biri olan Çukurova'da son yıllarda üretim alanı artan muz yetiştiriciliği yapılan/yapılacak olan alanlardan alınan toprak örneklerinin sonuçları ile ova düzeyinde muz yetiştiriciliği değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada muz serası kurulması amacıyla izin alınan hatta sera kurulumuna başlanan 10 parselden yüzey ve yüzey altı toprak örnekleri alınmış ve arazi/toprak özelliklerinin muza uygunluğu değerlendirilmiştir. Çukurova'nın yukarı, orta ve aşağı kısımlarını temsil edecek şekilde belirlenen noktalardan elde edilen sonuçlar, kimi arazilerde mevcut şartlarda üretimin beklenen düzeyde gerçekleşemeyeceğini göstermektedir.

Özellikle taban suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda fazla suyun drenaj ile atılmasına yönelik herhangi bir çalışma olmayan parsellerde ilerde önemli sorunlarla karşılaşılacaktır. Muz tarımında en ideal toprak pH değeri hafif asit değerlerdir. Ancak yapılan örneklemelerde parsellerin pH düzeylerinin 7'nin üzerinde olduğu, nötr ve hafif alkali olduğu görülmüştür. Hatta kimi noktalarda pH 8'in üzerindedir. Bu alanlarda toprak pH'sına dikkat edilmeden yapılacak uygulamalar sorunun daha da büyümesine sebep olacaktır. 5 ve 9 nolu parsellerde mevcutta 8'in üzerinde yeralan pH sorununa çözüm bulunmalı, problem daha ileri boyutlara gitmeden önlem alınmalıdır. Bu kapsamda kükürt içeriği yüksek

gübreler, jips, leonardit vb. asidik materyallerin kullanılması önerilmektedir.

Tuza karşı hassas olan alanlarda daha da dikkatli olunmalıdır. Özellikle Ovanın Akdeniz'e doğru olan aşağı kısımlarında topraklarda kısmen yüksek tuzluluk değerleri belirlenmiştir. Muz üretiminde yine bu tuzluluk değerleri dikkate alınarak üretim yapılmalıdır. Bununla birlikte sulama suyunun EC konsantrasyonu da önemlidir. EC değeri yüksek olan sulama suları ile yapılan sulamalarda bitkide ciddi sorunlar meydana getirebilmektedir. Ovadın alınan 6, 9 ve 10 numaralı parsellere ait topraklarda tuz 0,4 ds/m'nin üzerindedir. Bu değerler mevcutta muz tarımı için problem oluşturmasa da, denize yakın yüksek tuzlu taban suyunun olumsuz etkisinin bu parsellerde ilerdeki süreçlerde problem yaratması kaçınılmazdır.

Muz iyi havalandırılan ve orta bünyeye sahip topraklarda optimum düzeyde gelişme göstermektedir. Ancak ovada ağır killi toprakların olduğu düşünülürse, sera kurulacak alanlar belirlenirken mutlak suretle ovanın detaylı toprak etüd raporları kullanılmalı ve özellikle Vertisol özellik taşıyan topraklarda üretim yapılmamalıdır. Kil içeriği yüksek olan topraklarda da havalandırılmayı arttırabilmek amacıyla organik madde uygulaması önemlidir. Hatta mümkünse, sera kurulum aşamasında kum ve hafif asidik malzemelerle yapılacak olan ıslah çalışmaları üretime olumlu etkide bulunacaktır. Turba, leonardit, jips, kükürt gibi ıslah malzemeleri bu kapsamda kullanılacak materyallerdir. Bununla birlikte son yıllarda yararlı bakteriler, mikoriza mantarları vb biyolojik gübrelerin kullanımı da muz verimini olumlu etkileyecektir.

Ovanın kimi bölgelerinde yüksek taban suyu mevcuttur. Muzun su isteği yüksektir; ancak hareketsiz olan taban suyu bitki kök bölgesinde olumsuzluklar yaratmaktadır. Bundan dolayı taban suyunun yüksek olduğu alanlarda muz serası kurulmamalıdır. Bununla birlikte seranın kurulduğu parsellerde taban suyunun 80 cm derinlikten daha yakın olmaması için mutlak suretle drenaj çalışması yapılmalıdır. Bu kapsamda fena drenaja sahip 5,6 ve 9 nolu parsellerde drenaj problemi çözülmeden muz tarımı yapılmamalıdır. Orta düzeyde drenaja

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

sahip olan 10 numaralı parselde ise dikkat edilmelidir. Seri düzeyinde bakıldığında ise, Arpacı serisi topraklarının yüksek taban suyuna sahip olması dolayısıyla muz tarımı için uygun olmayan bir seri olduğu değerlendirilmiştir.

Bölgede muz tarımı son yıllarda gündeme gelmiştir. Küresel anlamda farklı ülkelerde muz/besin elementi ilişkisine yönelik daha fazla çalışma yapılmış iken, Akdeniz iklimine yönelik literatür eksikliği görülmektedir. Bu kapsamda muz tarımında bitki beslemeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılması yakın zamanda önem arz etmektedir. Ancak genel literatür bilgisi olarak besin elementleri içerisinde muz için en önemlilerinden biri potasyum gübrelemesine mutlaka daha dikkat edilmelidir. Beslenmenin yanısıra bitkinin kuraklığa, dona ve tuz zararına karşı dayanımını artırması dolayısıyla gübreleme programında potasyuma ayrı bir önem verilmelidir. Bu çalışmada yalnızca 10 parsel üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Kurulacak olan seralardan sera kurulum öncesi mutlak suretle toprak analiz sonuçlarına göre uygun gübreleme programları değerlendirilmelidir.

Günümüzde artan sera maliyetleri de dikkate alınarak muz üretim alanlarının daha bilimsel metodlarla belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda bölge topraklarına yönelik yapılan çalışmalar incelenmelidir. Muza uygun olmayan alanlarda muz tarımı yapılmasına izin verilmesi, hele de bu üretim için devlet desteğinin olması dikkat edilmesi gereken hususlardan birisidir. Üreticilerin de, sera kurulumunun ilk aşamasından başlayarak üretimin her aşamasında üretim tekniklerine dikkat etmeli, mevcut toprak analizlerine göre gübreleme yapmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim, (2020). Bananas production quantity. <https://knoema.com/atlas/topics/Agriculture/Crops-Production-Quantity-tonnes/Bananas-production>
- Anonim, (2021a). Tarım Ürünleri Piyasaları, Muz. Strateji Geliştirme Başkanlığı (TEPGE). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- Anonim, (2021b). Anadolu Ajansı. İnternet erişim:

<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/cukurovada-muz-uretim-alanlari-genisliyor/1883795>

- Balcı Akova, S., Şahin, G. (2018) Mersin Meyveciliğinde Muzun Yeri ve Önemi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 37:271-289
- Dinç, U., Sarı., M., Şenol, S., Kapur, S., Sayın, M., Derici, M.R., Çavuşgil, V., Gök, M., Aydın, M., Ekinci, H., Ağca, N. (1990) Çukurova Bölgesi Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı. Yayın No: 20. Adana
- Ertarğın, E. (2014) Çukurova Bölgesinde Portakal Ağaçlarının Meyveyle Kaldırdıkları Bitki Besin Elementi Miktarlarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Eyduran, S.P., Akın, M., Eyduran, E., Çelik, Ş., Ertürk, Y.E., Ercişli, S. (2020) Forecasting Banana Harvest Area and Production in Turkey Using Time Series Analysis. *Erwerbs-Obstbau*, 62:281–291
- FAOSTAT. (2017) Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. İnternet erişim: <http://faostat.fao.org/>
- Hazarika, M., Sarma, R., Phukon, K.K. (2021) An Analysis on Area Production and Productivity of Banana in Assam. *Agricultural Science Digest*, 41(2):334-337.
- Irizarry, H., Silva, S., Vicente-Chandler, J. (1980) Effect of Water Table Level on Yield and Root System of Plantains. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 64, 33-36.
- Jackson, M.L. (1960) Soil Chemical Analysis, Prentice- Hall, Inc. Englewood, Cliffs NJ.
- Kozak, B. (2020) Muz Yetiştiriciliği (Genişletilmiş 4. Baskı). 808 sayfa. ISBN: 978-975-92476-1-4
- Kuyumcu A., Yıldız, M. (2020) Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Psikobiyotik Özellik Gösteren Besinlerin Tüketim Durumları ile Mutluluk Düzeyleri Arasındaki İlişkisi. *Namık Kemal Tıp Dergisi*, 8(2): 212-218. Doi: <https://doi.org/10.37696/nkmj.688156>

Çukurova Bölgesinde Muz Tarımı Planlanan Alanların Muz Yetiştiriciliğine Uygunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi

- Lahav, E. (1972) Factors Influencing the Potassium Content of the Third Leaf of the Banana Sucker. *Fruits*, 27, 855-590.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A. (1978) Development of DTPA Soil Test Zinc, Iron, Manganese and Copper, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
- MGM. (2022) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İnternet erişim: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADANA>
- Pınar, H. (2015) Örtüaltı Muz Yetiştiriciliği. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü
- Polat, A.A. (2019) Hatay'ın Arsuz İlçesinde Yapılan Muz Üretiminin Sosyo-Ekonomik ve Yetiştiricilik Durumunun Belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 9(2): 52-62.
- Robinson, J.C., Saucó, V.G. (2010) Bananas and Plantains. *Crop Production Science in Horticulture Series*, No:19.
- Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., Bayıroğlu, B.M. ve Yağ, Ş. (2017) Türkiye Muz Yetiştiriciliği İçin Yeni Bir Ekoloji. *YYU Journal of Agricultural Science*, 27(3): 370-377.
- Sarıdaş, M.A., Akbaş, F.C. (2020) Morfolojik Özellikleri, Çeşitleri ve Ekolojik İstekleri. Muz Yetiştiriciliği, Editör: Kargı, S.P., Tarım Gündem Dergisi, ISBN:978-625-406-739-6.
- Soil Science Division Staff. (2017) Soil Survey Manual. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Soil Survey Staff, (2014) Keys to Soil Taxonomy, Twelfth Edition. USDA,
- TÜİK. (2019) Türkiye İstatistik Kurumu. İnternet erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Editor: Richards, L.A., USDA Agriculture Handbook. No: 60, US: Government Print Office.
- Warncke, D., Brown, J.R. (1998) Potassium and Other Basic Cations. In: Brown, J.R., Ed., Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region, NCR Publication No. 221, Missouri Agricultural Experiment Station, 31-33.



Araştırma Makalesi

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

İbrahim ORTAŞ^{1*}

ÖZ

Bitki ve toprak verilerinin uzun vadeli değişkenlikleri ancak uzun süreli tarla denemeleri araştırmaları ile elde edilebilir. Bitkilerin fotosentez yolu ile tuttuğu karbonun toprağa organik karbon olarak bağlanması ve ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerini belirlemek ve gözlemlemek için yine uzun vadeli tarla denemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal girdilerin etkileri ile toprak özellikleri ve bitki büyümesi arasındaki ilişkileri araştırmak için bitki ve toprak parametrelerinin uzun vadeli ölçümleri gereklidir. Çukurova Üniversitesi'nde (Adana-Türkiye) ilk uzun süreli tarla denemesi, organik gübre denemesi olarak 1996 yılında kurulmuştur. Daha sonra, birkaç uzun süreli değişik agronomik içerikli tarla denemeleri daha kurulmuştur. An itibarı ile 12 uzun süreli tarla denemesi düzenli olarak yürütülmektedir. Ayrıca planlanmış ancak kurulması beklenen birkaç deneme daha bulunmaktadır. Tüm bu denemelerin ilk amacı kimyasal gübre, toprak ve mahsul yönetimi gibi tarımsal girdilerin mikoriza gibi doğal bitki kök mekanizması üzerine etkisi ve mikorizanın gelişimi üzerine değişik toprak ve bitki yönetimlerinin nasıl etkilediğini göstermekti. Daha sonra değişik toprak tarım girdilerinin toprak karbon sekestrasyonu üzerindeki etkisini izlemek ve toprak organik karbon bütçelerini belirlemesi de projelerin amacına dahil edilmiştir. Uzun sürede iklim değişimleri ile ilişkilendirilen toprak organik karbonunu araştırmak için, değişken bitki-toprak parametrelerini düzenli olarak ölçmek ve verileri bütünlüklü olarak analiz etmek gerekmektedir. Bu bağlamda değişik toprak- bitki yönetimlerinin uzun süreli toprak ve bitki kalitesi, karbon bütçesi, verim değerleri ve iklim değişimleri ile ilişkilendirilmesi bakımından da çakılı uzun süreli tarla denemelerine bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde nerdeyse bir ilk olan 1996 yılından günümüze kadar devam eden, Son 20 yılda Çukurova Üniversitesi çakılı tarla denemelerinden şu ana kadar 20 SCI indeksli yayın üretilmiş. Ayrıca birçok ulusal ve uluslararası kongre ve çalıştayda üretilen veriler sunulmuş, makaleler yazılmış, 4 TÜBİTAK, 1 TAGEM projesi ve 13 BAP projesi bu kapsamda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 5 yüksek lisans öğrencisinin tez çalışmaları çakılı denemelerde yürütülmüştür.

Anahtar Kelime: Çakılı tarla denemeleri, İklim Değişimleri, Toprak-bitki yönetimi, Toprak karbon bütçesi, Ekolojik tarım modelleri

Long-term Field Experiments and Research Outcomes of Çukurova University

ABSTRACT

The annual and long-term variabilities of plant and soil data can only get through long-term experiments. Long-term experiments are needed to establish and observe the soil and crops' carbon sequestration. In order to search the relationships between agricultural inputs influences and soil properties and plant growth, long-term measurements of plant and soil parameters are necessary. The first long-term field experiment at Çukurova University; (Adana-Turkey) was established in 1996, which is an organic fertilizer experiment. Later on, several more experiments were established. At the moment, 12 long-term field experiments are conducted. Still, there is several more experiments are expected to be established. The initial aim of all those experiments was to show how the infuses of agricultural inputs such as chemical fertilizer and soil and crop management affect mycorrhizae development. In order to investigate soil organic carbon, which is associated with the long-term climate changes, it is necessary to regularly measure variable plant-soil parameters and analyze the data in a holistic manner. Later on, we try to see the influent of inputs on soil carbon sequestration and determine the soil organic carbon budgets. In order to investigate the organic carbon, the pool of the soil and crop management from year to year is needed to measure the variable parameters. 20 SSCI-indexed papers publications have been produced so far from the long-term field experiments established since 1996 which are almost the first experiments in Turkey. In In addition, data has been presented at many national and international congresses

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 02.08.2022

Kabul Tarihi: 31.10.2022

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

*E-posta: iortas@cu.edu.tr

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

and workshops. To update, 4 TUBITAK, 1 TAGEM projects and 13 BAP projects have been performed and five graduate students' thesis studies have been carried out in the long-term field experiments.

Keywords: Long-term field experiments, Climate changes, Soil-crop management, Soil carbon budget, Ecological-farming models

ORCID ID (Yazar sırasına göre)
0000-0003-4496-3960

Giriş

Toprak, yalnız bir besin kaynağı olarak değil aynı zamanda temiz bir çevre için mutlak olması gerekli bir kaynaktır. Sürekli dengeli bir yaşam için toprak, mutlak korunması ve uygun yöntemlerle yönetilip işlenmesi gereken bir ortam olarak önemini her gün biraz daha etkili bir şekilde hissettirmektedir. Günümüzde çevre bilinci oluşmuş herkesin mevcut tarım uygulamalarının uzun vadede ne getireceğini ve ne götüreceğini bilmek istemesi en doğal hakkı olarak görülmektedir. Mevcut bitki ve toprak yönetimlerine alternatif yeni yönetim şekillerinin yaratacağı tepkilerin bilinmesi ise ayrı bir önemlilik arz etmektedir.

Her ne kadar insanoğlu doğanın farklılıklarını fark edip, bilinçli ve istekli bir şekilde doğadan yararlanmak için toprak işlemeye dayalı tarım yapmaya başlamasının üzerinden 10 bin küsur yıl geçmiş olsa da son 100 yılda tarımsal üretimi artırmak için toprağa daha çok müdahale etmiştir. İnsanın toprak ile olan ilişkisinin bilinenden çok daha ilerisine kadar uzanabileceği görülmektedir (Ortas ve Lal, 2011). İnsanın toprak ile olan ilişkisinin ağırlıklı olarak bulunduğumuz coğrafyada başlamış olması dolayısıyla insanlığın geniş bir tarımsal yönetim deneyiminin kazanıldığı görülmektedir (Ortas, 2022).

Anadolu'nun tarımsal geçişinin bize iletmesi istediği en önemli mesaj, toprakların verimliliğini koruyan uygarlıkların varlıklarını sürdürdüğü, diğerlerinin ise yok olduklarıdır. Geçmişte insanların kazandığı tarım tekniklerini anlayarak geleceğe daha emin adımlarla ilerlemek için daha fazla metodolojik çalışılması ve güvenli-büyük verilerin elde edilmesi için sürekli denemelerin yürütülmesi gerekmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde uzun süreli çakılı denemelerin

yürütüldüğü bilinmektedir. İngiltere'de Rothamsted Araştırma istasyonunun 1843 yılında başlattığı denemelerini halen devam ettirmektedir ve belirli aralıklarla toprakta meydana gelen değişimler bilimsel platformlara sunulmaktadır (Johnston ve Poulton, 2018).

Bugün üzerinde yaşadığımız yerküre, insanlığın doğa kanunlarını öğrenip doğaya hâkim olması ile birlikte doğanın tahribatının arttığı günden güne iletişim teknolojileri verileri ile daha erken ve hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir. Toprak organik maddesinin, bitki gelişimi (Zanin ve ark., 2014) biyolojik çeşitlilik ve toprak kalitesi açısından önemi son yıllarda yeniden çok yönlü olarak işlenmektedir. Ayrıca dünyada kıt kaynak olarak tanımlanan toprağın, varlığı ve sürdürülebilirliği de ancak uzun erimli tarla denemesi çalışmaları ile sağlanabilir. Bugün büyük oranda biyoçeşitliliğin kaynağı olan doğal bitki örtülerinin yok olması, beraberinde toprak biyolojik çeşitliliğinin ve dolayısıyla toprak faunasının da bozulmasına yol açmaktadır. Toprak içerisinde türleri, popülasyonları ve işlevleri halen tam olarak bilinmeyen makro ve mikro düzeydeki canlı topluluklarının var olduğu biliniyor. Doğada yaşayan bitki ve hayvan topluluklarının belirtildiği üzere gerek türleri ve gerekse sayıları ile birlikte çoğunun doğal hayattaki sistemin işlemesine olan katkıları halen bilinmemektedir. Bu süre zarfında kaybolan türlerin doğa üzerindeki etkileri ise hiç bilinmeden kaybolmuş oldu.

Doğadaki modelin işleyişi itibarıyla bütün canlılar doğal hayata kendi çaplarında katkıda bulunmakta olduğu gerçeği ile doğanın işleyişine etki eden, milyonlarca yılda gelişmiş olan canlı varlıkların bilinmesi, kayıt altına alınması ve tür varlığının yerinde korunması sürdürülebilir yaşam için büyük önem taşımaktadır. Aksi halde doğanın işleyiş

dengesi bozulur ve zaman içinde yine doğa birleşik kaplar yasasına uygun olarak bir tarafın üzerine yıkılır. Nihayetinde atmosfere salınan sera gazlarının etkisi ile kutupların üzerindeki ozon tabakasının delinmesi, güney yarım kürede sıcaklıkların artması sonucu buzulların kütleli olarak erimesi ve aşırı yağışların oluşması, kuzey yarım kürede görülmemiş oranda soğukların olması doğal dengenin bir taraf üzerine yıkılması olarak değerlendirilebilir. Bu yıkımda en büyük zararlı toprak varlıklarının çektiği görülmektedir.

Bu açıklamanın ışığında toprak yönetimi insanlığın en büyük tecrübesidir. Günümüze kadar yaşamış ve varlıklarını artık devam ettiremeyen medeniyetlerin çoğunlukla topraklarının düzenli ve dengeli kullanımını sağlayamadıkları andan itibaren bu durum medeniyetlerinin yıkılmasına yol açmış ve büyük göçler yaşamışlardır. Bilindiği üzere çiftçilerimiz uzun zamandır, herhangi bir bilimsel gerçeğe dayanmadan, hasat sonrası anız yakmaktadırlar. Anız yakılması yalnız toprakların organik madde düzeylerinin düşmesine değil, aynı zamanda toprakta bulunan yararlı mikroorganizmaların azalmasına da neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da çiftçiler topraklarının eskisi gibi ürün vermediğini (toprak kalitesinin düştüğünü) ve gelirlerinin düştüğünü her platformda dile getirir oldular (Ramankutty ve ark., 2018). Örneğin yakın geçmişe kadar 20-25 kg N/da, 5-8 kg P₂O₅/da gübresi uygulayan ovadaki çiftçi, 2020 yılında aynı tarla koşullarında 40-45 kg N/da ve 12 kg P₂O₅/da gübre uyguladığını belirtiyor.

Uzun Süreli Tarla Denemeleri ile İklim Değişimlerinin Tarım ve Toprak Üzerine Olan Etkilerini İzlemek ve Genelleştirilmiş Bilgi Üretmek Gerekli

Dünyada artan nüfusu bugün 8 milyar olmuş ve son 100 yıldır her 50 yılda bir nüfus ikiye katlanmaktadır. Artan nüfusu beslemek için gereksinim duyulan gıda talebini sağlamak için çoğu coğrafyada toprağa zorunlu olarak çoğu zaman da ihtiyaca dayanmadan yapılan kimyasal gübre-ilaç, toprak işleme, sulama girdileri kısa zaman içinde toprakların kalitesi ve üretkenliğini düşürdüğü anlaşılmaktadır. İnsanın daha fazla üretim için

kullandığı kimyasal girdiler ve enerji kaynağının atmosfere doğal sınırın üzerinden CO₂ gazı salması sonucu kısa sürede atmosferin ısındığı ve küresel düzeyde iklim değişimlerinin yaşandığı somut ölçüm verileri ile belirlendi (NOAA, 2015). Son birkaç yıldır iklim değişimlerinin öncelikle tarım ve yaşamın diğer üretim unsurları üzerine olan olumsuz etkilerinin bilinmesi ve uzun sürede izlenerek analiz edilmesi gereksinimi ortaya çıkmıştır.

FAOSTAT (2021) verilerine göre 1970 yılında topraktan 74.4 milyon ton N, P₂O₅ ve K₂O besin elementi kaldırılırken bunun yerine 56.5 milyon ton gübreleme ile geri verilmiştir. Aradaki 17.9 ton milyon ton besin elementi ürünle topraktan uzaklaştırılmıştır. Tabii bunun yanında diğer mikro ve makro besinler de uzaklaştırılmışlardır. Önümüzdeki 2050'li yıllarda dünya nüfusunun 8 milyarı aşacağı ve bu insanların barınma ve beslenmesi için topraktan kaldıracağı besin elementi miktarının daha da artacağı beklenmektedir. Diğer taraftan amaç dışı toprak kullanımı veya toprak kalitesini olumsuz yönde etkileyen diğer sınırlayıcı faktörlerin etkisi ile toprakların verimliliğinin daha da düşeceği açık bir gerçekliktir. Son 70 yılda daha kapasiteli traktörler ve iş makinelerinin toprak işlemede kullanılması, meraların yok edilmesi sonucu artan erozyon ve besin elementlerinin topraktan sömürülmesi, toprakların verimliliğinin korunması ciddi problem haline gelmiş bulunmaktadır. Şimdiden toprak bilimcilerine, sürdürülebilir yaşamın güvencesi olan toprağın yerinde korunması ve toprağın geliştirilmesi için daha çok görev üstlenmek zorunda olduğunu söylemek zorundayız. İklim değişimlerinin kontrolünde ve atmosferdeki karbondioksitin yer yüzeyinde tutulmasında toprağın büyük etkisinin olduğu hesaplanarak belirlenmiş durumdadır (Lal, 2019). Ancak kullanılan kimyasal gübrelerin uzun sürede toprak ortamında ne tür etkiler bıraktığını da bilmek gerekiyor. Doğal yapıyı, başta toprak yapısı olmak üzere bozmadan, atmosfere fazla sera gazı salmadan daha fazla sera gazını yutaklar (karbondioksiti atmosferden tutup bağlamak) yolu ile tutmak için toprağın yerinde korunması, atmosfer karbonunun yeniden uzun erimli olarak izlenmesi ve temel bilimler ekseninde çalışılması gerekmektedir.

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

İklim değişimleri bütünlüklü olarak yaşamın her alanını ilgilendirdiği için topraktan atmosfere bütün süreçlerin izlenmesi ve ölçülmesi gerekmektedir. Bu bağlamda son yıllarda iklim değişimleri çalışmaları atmosfer, bitki, toprak ve mikroorganizma ekseninde bütünlüklü yürütülmektedir. Ancak ülkemizde bütünlüklü bir araştırma geleneği ve alt yapısı olmadığı için çoğunlukla bilinen bilgiler ekseninde bir takım kestirimler yapılmaktadır. Konuya ilişkin olarak 1996 yılından günümüze değişik tarımsal yönetim modellerinin toprak verimliliği ve ekosistem hizmetleri üzerine olan etkilerini belirlemek üzere uzun erimli tarla denemeleri Çukurova Üniversitesi, Araştırma Uygulama arazilerinde yürütülmektedir.

Çukurova Üniversitesi bilindiği gibi ülkemizin 5. büyük üniversitesi olup başta Ziraat Fakültesi olmak üzere tarım bilimine önemli katkılarda bulunmuştur. Ziraat Fakültesi bu misyonunu uzun sürede sürdürmek ve gelecek yüzyılda bilime katkıda bulunmak istiyorsa şimdiden geleceğin olabilecek sorunlarını görmesi ve ona göre çözümler oluşturması gerekmektedir. Yukarıda belirtilen konuların ve gelecekte olabilecek etkilerin boyutlarını belirlemek için şimdiden geniş perspektifte düşünmesi ve önerilerde bulunması gerekmektedir. Bu bağlamda fakültemiz, tarımın kalbi olan bir bölgede kendi ekolojik koşullarımıza uygun çok yıllık deneme desenleri oluşturarak uzun zamanda hem daha sağlıklı bilgiler edinmeyi hem de değişen koşullarda gelecekte tarım bilimine yeni yol ve stratejiler kazandırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca iklim değişimlerine neden olan atmosferdeki karbondioksitin (CO₂) bitkiler üzerinden tutularak karbonun toprak organik karbonuna dönüştürülmesi de araştırmak istenmektedir.

Bu bilgilerin ışığında gelecekte iklim değişmelerini daha iyi anlamak ve toprakların verimliliğini optimum düzeylerde tutabilmek için çok yıllık çakılı denemelerle gelişen değişmelerin takip edilmesi bir zorunluluktur. Zamanla toprak âleminde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişmelerin belirlenmesi ve ona göre stratejilerin belirlenmesi, bilim ve tarım çevrelerinin aydınlatılması son derece önemli bir yarar sağlayacaktır. Ayrıca elde edilen birikim

öğrencilerimiz için önemli bir canlı ders materyali olacaktır.

Çakılı Denemelerin Kurulma Gereksinimi ve Dünyadaki Araştırma Konuları

İnsanın tarımsal üretimi artırmak için toprağa uyguladığı girdilerden,—kimyasal gübre-ilaç, ağır toprak işleme, sulama ve diğer işlemlerin kısa sürede doğaya olumsuz etki ettiği anlaşılmış bulunmaktadır. Rönesans'ı geçirmiş, sanayi devrimini gerçekleştirmiş olan batı yarım küredeki Avrupa ülkelerinde toprak ve gıdaların kalitesindeki farklılaşmanın erken fark edilmesi ile 1843 yılından itibaren İngiltere'de başlayan tarımsal uygulamaların etkilerinin izlenmesi çalışmalarının önemi daha da artmış durumdadır. Bu bağlamda çoğunluğu Avrupa'da olmak üzere 650 kadar uzun erimli çakılı tarla denemelerinde çoğunlukla tarımsal uygulama ve üretim sistemleri altında değişik amaçlı denemelerde; agroekoloji temelli organik deneme sistemleri altında farklı organik ve mineral gübreleme teknikleri uygulanmakta olduğu rapor edilmektedir (Johnston ve Poulton, 2018)

Uzun süreli farklı bitkilerin toprak üzerine olan etkileri ile ilgili denemeler,

- Ürün rotasyonu ve toprak işleme denemeleri,
- Bitki besleme uygulamalarının etkilerini ölçen denemeler,
- Yabani ot kontrolü denemeleri,
- Zararlılar ve hastalıklarla mücadele ilaçları ve tekniklerinin etkileri yanında pestisit kullanımının canlı popülasyonu ve toprak sağlığı üzerine etkilerini değerlendiren denemeler,
- İklim değişimleri ve adaptasyon çalışmalarına yönelik deneme yöntemleri çalışılmaktadır.

Çalışmanın amacı, Çukurova gibi tarımın kalbi olan bir bölgede kendi ekolojik koşullarımıza uygun çok yıllık deneme desenleri oluşturarak uzun zamanda hem daha sağlıklı bilimsel veri ve bilgiler edinmek hem de değişen koşullarda gelecekte tarım bilimine yeni yol ve stratejiler kazandırmak için çeşitli denemeler yürütülmektedir. Hele günümüzde tarımsal gıda güvencesini sağlamak için terminatör veya süper genotiplerin kullanıldığı ve buna bağlı olarak toprakların hızlı bir biçimde sömürüldüğü koşullarda toprakta meydana gelen yorgunluğun,

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

hastalık ve zararlıların beslenme koşullarına bağlı olarak deneysel verilerle belirlenmesi bir tarımcının önceden bilmesi gereken temel konulardır. Ayrıca artan küresel ısınmaya bağlı bitkisel üretimdeki değişimler ve bunların toprak karbon-azot ile yutak, salınım ilişkilerinin bilinmesi büyük önem kazanmaktadır. Bu bağlamda uzun vadeli tarla denemeleri, genelde karasal araştırmalar ve özelden ise tarımsal araştırmalar için çok değerli araştırma altyapısı imkanı sunmaktadır (Grosse ve ark., 2020).

Çalışmaların diğer amacı uzun sürede gerek mevcut tarım bilimi ve gerekse geleneksel bilgi birikimini kullanarak toprakların temel özelliklerinin toprak ve bitki yönetimlerine bağlı olarak uzun sürede nasıl değiştiklerini araştırmaktır. Uzun vadede toprak ve bitki parametrelerinin farklı uygulamalar altında zamana bağlı olarak değişimlerini belirlemek ve geleceğe yönelik kestirilmelerde bulunmaktır.

Materyal ve Yöntem

Denemeler Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilim ve Bitki Besleme Bölümü araştırma alanında yürütülmektedir (Ortas ve ark., 2013). Her denemenin amacına uygun olarak yaklaşımlar adı altında konu ve işleyiş metotları belirlenmiştir. Mevcut çalışmada aşağıdaki araştırma konuları Çukurova Üniversitesinin Araştırma Üniversitesi kapasitesini geliştirmek ve Türkiye’de uzun süreli tarla denemelerine öncülük ve örnek olması düşüncesi ile önerilmişler ve tarla denemeleri olarak Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne sunulmuşlardır.

Araştırmalarda genelde parsellerin büyüklükleri geniş tutularak, olası çevresel etkilerin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Yaklaşımlar ekseninde kurulmuş ve kurulması planlanmış denemeler olarak arazide amaca uygun yerleri belirlenmiştir (Şekil 1). Mevcutta yürütülen 11 denemede (Şekil 2) denemeler öncesi 0-15, 15-30 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınıp, toprağın temel fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirleyici rutin analizler yapılmaktadır. Denemelerde doğal mikoriza potansiyeli ve organik karbon içerikleri sürekli araştırılmaktadır. Belirli

aralıklarla toprak tekstürü ve strüktürü ölçümleri yapılmaktadır. Belirli aralıklarda söz konusu parsellerden alınan toprak örnekleri ileride değişik amaçlı analizlere gereksinim duyulacak mikrobiyal karbon ve toprak su içerikleri de ölçülmektedir.

Araştırmalara Konu Olan Denemelerdeki Yaklaşımlar

12 farklı toprak-bitki yönetimi çakılı tarla denemeleri (yaklaşımlar) şeklinde Çukurova Üniversitesi yerleşkesinin güney ucunda Şekil 2’deki haritada gösterilen arazi üzerinde konumlanmış, Menzilat ve Arık toprak serileri üzerinde kurulması planlanmıştır. 11 deneme kurulmuş ve düzenli olarak takip edilmektedirler. Toprak özellikleri bakımından farklı ve yan yana bulunan iki farklı toprak serisi üzerinden uzun erimli olarak ekolojik tarım ve iklim değişimlerine yönelik veri derlenmesi denemelerin amacı bakımından önem arz etmektedir.

Yaklaşım I. Mineral Gübreleme, Hayvan Gübresi, Kompost ve Kompost + Mikoriza Gübrelemesinin Uzun Sürede Toprakların Humus Dinamiği ve Organik Karbon Dinamiği Üzerine Etkilerinin İzlenmesi

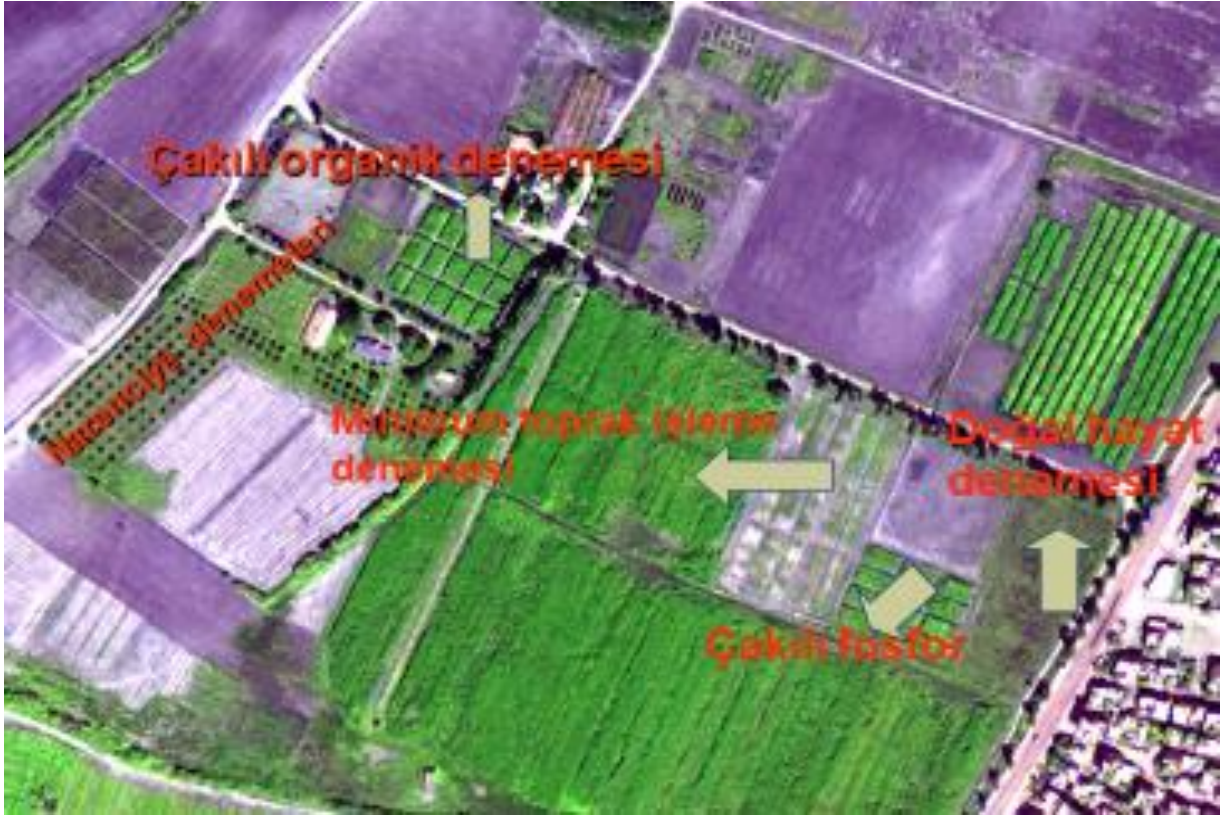
Toprak verimliliğinin veya toprakta organik maddenin, buna bağlı olarak toprakta tutulan besin elementlerinin miktarının bir ölçütü olan toprağın humus miktarının bilinmesi son derece önemli bir parametredir. Ülkemiz ile aynı iklim kuşağına (yarı kurak) sahip diğer ülkelerin topraklarında organik madde miktarı oldukça düşük düzeyde olmaktadır. Buna bağlı olarak toprakların besin elementi tutma kapasiteleri de düşük olmaktadır. Toprakların humus miktarının artırılması, toprağın verimliliğinin artması olarak değerlendirileceğinden uzun sürede toprak verimliliği açısından son derece önemlidir. Almanya, Rusya ve İngiltere’de halen devam etmekte olan çakılı deneme sonuçlarına göre topraklara uygulanan farklı gübreleme programları sonucu, yalnız başına kimyasal gübre uygulanan parsellerde toprakların humus miktarında başlangıç noktasına göre bir düşüş olur iken; organik madde ilavesi yapılan parsellerde bu değer biraz arttığı fakat organik madde ve kimyasal gübre ilave edilen parsellerde

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

humus miktarının arttığı ve mineral gübre uygulamasına oranla %114 oranında verim artışı sağlandığı rapor edilmektedir (Johnston ve ark., 2009). Benzer denemelerle toprağa organik madde kazandırılması topraklara uzun sürede kaliteli bir yapı kazandıracığı ve toprak yüzeyindeki besin dinamiğinin daha az ortamdaki uzaklaşacağı tahmin edilmektedir ki bu toprakların sürekliliği

açısından son derece önemli bir stratejidir. Deneme 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde (37° 00' 54.31" K enlem ve 35° 21' 21.56" D enlem ve 34 m deniz seviyesinden yükseklikte) kuruldu (Şekil 2, 6 no'lu deneme alanı)

Şekil 1. Ç.Ü. Araştırma Uygulama Çiftliği Bünyesindeki Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Araştırma Alanındaki mevcut çakılı denemeler



Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

Deneme boyutları 10x20 m olup parsel araları 3 m'dir. Bloklar arası 5 m olarak düzenlenmiştir (49600 m² lik bir alana (68m X70m)). Denemede 5 farklı gübre uygulaması 3 tekerrürlü olarak 15 parsellik tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Deneme 5 gübre uygulaması olarak;

- Kontrol,
 - Mineral NPK gübreleme (200 kg N ha⁻¹ (NH₄)₂SO₄ olarak, 83 kg K₂O ha⁻¹ K₂SO₄ olarak ve 26 kg P₂O₅ ha⁻¹ 3Ca(H₂PO₄)₂.H₂O) olarak uygulanan geleneksel kimyasal gübresi,
 - Hayvan gübresi (25 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ sığır gübresi),
 - Kompost (25 ton ha⁻¹ yıl⁻¹) ve
 - Mikoriza ile aşılınmış ve 10 ton kompost ha⁻¹ yıl⁻¹) şeklinde
- 1996 yılında kurulmuş ve günümüze kadar uygulanmaktadır.

Yaklaşım II. Sürekli Fosfor Uygulamasının Toprak Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Olan Etkileri

Toprakta hareketliliği son derece yavaş olan ve bitkiler için makro düzeyde gereksinim duyulan bir besin elementi olan fosfor belki de toprak biliminde en kapsamlı çalışılan konuların başında gelmektedir. Günümüze kadar yapılan araştırmalar, toprağa uygulanan fosforun ancak çok küçük bir kısmının kullanıldığı geriye kalanını da zamana bağlı olarak toprakta çözünmez formda kompleksler oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca toprakta fazla fosforun bulunması durumunda doğal gübre olarak adlandırılan mikoriza mantarlarının aktivitelerinin azaldığı yine rapor edilen bilgilerdir (Ortas, 2003). Fakat sistematik şekilde zamana bağlı olarak olayların nasıl geliştiği konusunda kesin bir bilgi birikimi bulunmamaktadır. Ayrıca gübre kaynağı ile birlikte geldiği bilinen Kalsiyum (Ca) büyük bir ihtimalle daha sert geçirimsiz strüktür yapılanmasına yol açtığı tahmin edilmektedir. Bu nedenlerden dolayı böyle bir araştırmaya gereksinim duyulmaktadır. Uzun yıllar uygulanan fosfor gübrelemesinin buğday mısır rotasyonunda toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine olan etkilerinin araştırılması amacıyla kurulacak olan denemenin deneme deseni Şekil 2'de 11 nolu deneme alanı ile gösterilmiştir.

Deneme boyutları 10.5x30 m olup parsel araları 3 m'dir. Bloklar arası 5 m olarak düzenlenmiştir. Denemede 4 farklı fosfor dozu (kontrol, 5, 10, 20 kg P₂O₅ /da) ve 3 tekerrürlü olarak 12 parsellik tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Gübre kaynağı olarak Ca (HPO₄)₂.H₂O gübresi uygulanmaktadır. Denemede azot kaynağı olarak buğday için 16 kg N NH₄SO₄ olarak, mısır için ise 28 kg N olacak şekilde uygulamalar yapılmaktadır. Deneme 1998 yılında 5353 m² lik bir alana (41.5 m x 129 m) kurulmuştur.

Yaklaşım III. Milenyum Doğal Hayat Denemesi

Deneme 1998 yılında yaklaşık 9 dekar alanın doğal hayata bırakılması ile başladı (Şekil 2. 10 nolu deneme alanı ve Şekil, 3). Alanın diğer tarafında bir dekar kadar alan sürekli işleme bırakılarak bitkilerin toprak yapısı ve karbon tutma üzerindeki etkisi izlenmeye çalışılmaktadır. Deneme kurulduktan sonra alanda yerel bitkilerin hızla çoğaldığı ve zaman içinde organik karbon içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Celik ve ark., 2011; Ryan ve ark., 2011). Deneme halen devam etmektedir.

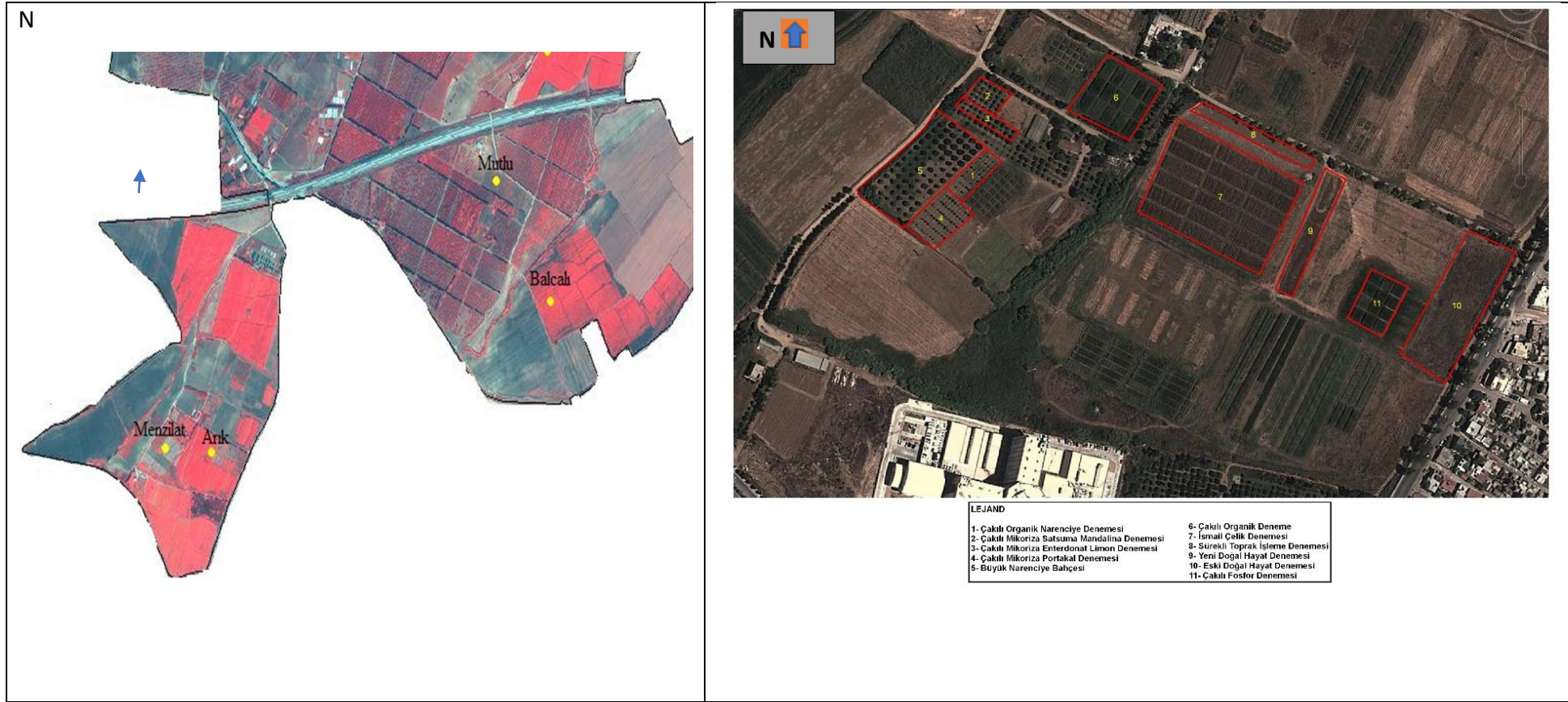


Şekil 3. Milenyum deneme alanı 1998 yılında kuruldu.

Yaklaşım IV. Çakılı Mikoriza Narenciye Denemeleri

Şekil 2'deki 1 Nolu çakılı organik narenciye denemesi 2005 yılında kuruldu. Çakılı 2 ve 3 nolu deneme parsellerindeki narenciye bahçeleri 2003 yılında değişik mikoriza türleri (Ortaş, 2018), mandarin (Ortas, 2017) ve limon çöğürlerine aşılansarak tarlaya şaşırtılarak kuruldu.

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları



Şekil 2. Deneme alanlarının uydu görüntüsü, denemelere konu olan çalışma alanları

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

Mikoriza uygulanan göbekli Washington portakal denemesi (4 no'lu deneme) 2007 yılında TÜBİTAK projesi ekseninde kuruldu.

Yaklaşım V. Pirit Uygulamasının Toprak Özellikleri Üzerine Uzun Süreli Etkileri

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilim ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma alanında bulunan Menzilat toprak serisi (Mollic Xerofluvent) üzerinde 1996 yılında 5 uygulamalı (kontrol, 100, 200, 300 ve 400 kg dekara pirit) ve 3 tekerrürlü olacak şekilde 12 parsellik uzun süreli çakılı buğday ve mısır denemesi olarak kurulmuştur (Kaya ve ark., 2005). 10 x 10 = 100 m² büyüklüğündeki parsellere pirit uygulandıktan sonra bir daha pirit uygulanmamıştır. Piritin uzun yıllar bitki üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen deneme 2004 yılına kadar devam ettirilmiştir. Parsellerde yapılan toprak analizlerine göre buğday için 20 kg N, mısır için 30 kg N dekara NH₄NO₃ azot gübresi ve 8 kg P₂O₅ dekara fosfat gübresi uygulanmıştır. Deneme 2004 yılında yeterli iş gücü ve bütçe olanakları sağlanmadığı için sonlandırılmıştır.

Yaklaşım VI. Değişik Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Toprakların Bitkiye K, P ve Zn Sağlama Kapasitelerinin Belirlenmesi

Bilindiği gibi bitki kökleri toprak çözeltilerinde bulunan besin elementlerini alarak gelişmelerini ve büyümelerini sağlarlar. Toprak çözeltilerindeki besin elementi konsantrasyonu özellikle de K, P ve Zn gibi toprakların tampon özellikleri tarafından sağlanan besin elementleri labil ve labil olmayan formlarda bulunurlar. Toprak çözeltilerindeki besin elementleri bittikten sonra depodan toprak çözeltilisine doğru çok yoğun az yoğun doğru bir akım olmaktadır. Toprakların besin elementi sağlama hızı ve miktarı uzun vadede toprak verimliliği açısından son derece önemli bir olaydır. Çukurova ve Harran ovasının yaygın topraklarında yapılan P ve K beslenmesi ve besin kapasitelerinin belirlenmesine yönelik denemelerde bazı topraklarda yetiştirilen aynı bitki veriminin devam ettiği halde bazılarında ise birkaç ürün sonrası toprakların daha fazla ürün vermediği tespit edilmiştir (Ortaş ve Güzel, 1989). Uzun vadede toprak verimliliğinin bilinmesi ve

gelecekte olası gübreleme programları ve bilimsel bilgi edinme açısından bu tür denemelerin yapılması çok yönlü kazanımlar sağlayacaktır.

Ülkemizin birçok bölgesinde değişik ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklar bir metre küp hacmindeki beton kanaletler içerisinde gübreli ve gübresiz olarak K, P ve Zn' ya duyarlı bitkiler ekilerek besin elementi sağlama kapasiteleri ve uzun sürede bu tür toprakların gübre gereksinimi belirlenmeye çalışılacaktır. Aynı beton kanaletlerin altında açılacak olan drenaj kanallarından alınacak olan toprak solüsyonunda besin elementlerinin olası yıkanmaları belirlenecektir. Ayrıca topraktan belirli aralıklarla alınacak toprak örneklerinde besin elementlerinin bağlanma formları belirlenecektir. Bunlarla bitkiye geçen miktarlar karşılaştırılarak ilgili besin elementlerinin toprak-bitki sistemindeki dinamiği belirlenecektir.

Deneme henüz kurulmadı.

Yaklaşım VII. Değişik Toprak İşleme Sistemlerinin Besin Elementi Dinamiği ve Verim Üzerine Olan Etkileri.

Bilindiği gibi farklı toprak işleme sistemleri ile toprak verimliliği arasında ciddi verim artışı olduğu ve bu verim artışının çoğu zaman toprakta tutulan su tutma kapasitesi ile ilgili olduğu konusunda bilgiler literatürde sıkça görülmektedir (Ortas ve ark., 2019). Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar toprak işlemeye bağlı olarak toprakta var olan ve doğal gübre olarak bilinen mikoriza mantarlarının hiflerinin kırılması sonucu yetiştirilen bitkilerin yeterince beslenemedikleri ve buna bağlı olarak ciddi verim düşüşü olduğu gözlenmektedir (Miller ve ark., 1992). Yapılacak olan çok yıllık denemede farklı toprak işleme ile toprak ve bitki yönetiminin verim ile mikoriza oluşumu ve değişik toprak özellikleri arasındaki ilişkiler sistematik olarak araştırılacaktır.

Deneme konuları;

1. Sıfır toprak işlemesiz ekim,
2. geleneksel pulluk ile ekim ve
3. yalnız kültivatörle toprak işleme (Tarımsal mekanizasyon bölümü ile iş birliği yapılabilir).

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

Ayrıca toprak işleme ile birlikte geleneksel tarım teknikleri ve iyileştirilmiş tarım tekniklerinin karşılaştırılması, toprak işlemenin ve tarım pratiklerinin etkisinin karşılaştırılması bakımından önemli olabilir. İyileştirilmiş tarım tekniğinde amaç, kompost ve hayvan gübresi uygulamaları yanında yeşil gübreleme, münavebe ve mikoriza aşılması yapılarak mevcut tekniklere alternatif teknikler araştırılacaktır.

Parseller kendi içerisinde değişik tarımsal yönetim teknikleri uygulanarak yürütülebilir. Özellikle günümüzde iklim değişimleri ile toprak işleme teknikleri arasındaki ilişkinin toprağı iyileştirmesi, daha çok organik karbon tutma ekseninde yeni amaçlar geliştirilebilir. İyileştirilmiş toprak işlemleri yanında yararlı mikoriza (mikoriza), organo-mineral gübre ve örtü bitkileri işlemlerinin yapılması planlanmaktadır.

Yaklaşım VIII. Değişik Münavebe Sistemlerinin Toprağın Biyolojik Verimi Üzerine Etkileri

Geriye gidecek olursak Çinlilerin milattan önce (MÖ) 3000 yıllarında münavebe sistemini uyguladıkları ve bunu yıllar yılı sürdürerek toprak verimliliği sağladıkları belirlenmiştir. Günümüzde artan çevre stresine karşı toprak verimliliğinin devam ettirilmesinde münavebe sisteminin önemi daha da artmaktadır.

Değişik münavebe sistemleri için kurulması planlanan denemede yazlık ve kışlık ekim münavebe sistemi içinde bakla, yonca, pırasa, ıspanak, fiğ, İskender üçgülü, patates, karpuz, mısır ve buğday bitkilerinin ekimi şeklinde olacaktır.

Yapılacak olan uzun vadeli denemede toprağın biyolojik verimliliği araştırılacak ve bu ilişkinin verim artışı üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılacak. Deneme Tarla Bölümü ile iş birliği yapılarak sürdürülmektedir. Ayrıca Bitki Koruma Bölümü de denemede yer almaktadır. Deneme 1997 yılında Tarla Bölümü tarafından kuruldu (İnal ve Sağlamtimur, 2002), ancak iş yükü temini sağlanamaması nedeniyle 3 yıl sonra sürdürülemeden sonlandırıldı.

Yaklaşım IX. Azot Fiksasyonu Yapan Yem ve Kültür Bitkilerinin Toprağın Biyolojik ve Kimyasal Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Avustralya’da sürekli N fiksasyonu yapan yem bitkilerinin bulunduğu alanlarda toprak pH ‘sının 2 birimden daha aşağılara düştüğü belirlenmiştir (Peoples ve Baldock, 2001). Ayrıca azot fiksasyonu sağlayan bitkilerin toprağın mikrobiyal faaliyetleri üzerinde olumlu etkiler sağladığı rapor edilmiştir. Azot fiksasyonu sonucu toprakların mineral azot miktarının artışı ve buna bağlı olarak organik madde miktarının en azından korunduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Ladha ve ark., 2022). Uzun sürede N-fiksasyonu yapan bitkilerin rizosfer topraklarını asitleştirdikleri bilinen bir gerçektir. Özellikle de bölgemiz gibi pH’sı yüksek olan topraklara bu uygulamanın optimum pH oluşumu için önemli bir katkısı olabilir. Bölgemiz koşullarına benzer kireç içeriği yüksek ve pH’ları yüksek olan alanlarda toprak pH’sının kontrol edilmesi toprakta var olan besin elementlerinin alınması yönünden önemli olabilir.

Deneme deseni değişik yem bitkileri parselasyonu şeklinde yapılacaktır.

Deneme henüz kurulmadı,

Yaklaşım X. Anız Yakılması

Bilindiği üzere çiftçilerimiz uzun zamandır herhangi bir bilimsel gerçeğe dayanmadan hasat sonrası anız yakmaktadırlar. Anız yakılması yalnız toprakların organik madde düzeylerinin düşmesine değil aynı zamanda toprakta bulunan yarayışlı mikroorganizmaların da azalmasına neden olmaktadır. Toprak verimliliğinin olmasa olmaz koşulu olan toprak canlıları ve toprak humusunun sürekli bulundurulması için anızın mutlaka toprağı karıştırılması gerekmektedir. Toprak organik maddesinin kaynağı olan bitki kök ve kök üstü organlarının yakılması ile toprak yapısı bozulmakta ve toprak biyolojik, fiziksel ve kimyasal olarak fakirleşmiştir olmaktadır. Toprak kalitesini artıran mikoriza gibi yararlı organizmalar da yok olacağı için topraklar üretkenliğini sağlayamamaktadır (Chifetete ve Dames, 2020).

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

Deneme deseni: Deneme sürekli anızı yakılan ve yakılmayan parseller kendi için iyileştirilmiş ve iyileştirilmemiş uygulamalar şeklinde düzenlenmektedir. Parseller 300 m² olacak şekilde geniş tutulacak ve gerekirse alt parseller şeklinde yeniden düzenlemeler yapılabilir. Deneme henüz kurulmadı.

Yaklaşım XI. Pestisit Uygulaması

Bütün dünyada son yarım yüzyılda bitkisel üretimde aşırı gübre uygulamasına paralel olarak aşırı pestisit kullanılmaktadır. Katyon özelliği taşıyan organik ve inorganik bu bileşiklerin bir kısmı kil yüzeylerinde ve organik madde ortamında tutunurken bir kısmı da sulama suları ile taban suyuna karışmaktadır. Toprakta değişik form ve ortamlarda tutulan pestisitlerin ne kadar tutunduğu ve ne oranda bitki meyvelerine geçtiği ise bilinmemektedir. İnsan sağlığı yönünden son derece önemli olan pestisit kullanımı ciddi olarak çevre bilinci kazanmış kişiler tarafından sorgulanmaktadır. Ayrıca günümüzde Avrupa Topluluğu artık bitki ve hayvan dokularında bulunması gerekli pestisit sınırlarını belirleyen standartlar geliştirmiştir. Belirlenmiş standartların üzerindeki ürünler alıcı bulamamaktadır.

Konu hakkında kurulması planlanan deneme deseni: Kontrol ve değişik oranlarda pestisit uygulanmış parseller şeklinde olacaktır. 300 m² büyüklüğündeki parseller kendi içlerinde alt parsellere ayrılabilir. Araştırmada ileriki yıllarda tarım tekniklerinde meydana gelecek olan yeni değişiklikler anında uygulamaya alınarak uzun yıllar oluşturacağı etkileri de araştırılacaktır. Deneme henüz kurulmadı,

Yaklaşım XII. Amonyum, Nitrat ve Üre Azotlu Gübrelerinin Toprak ve Bitki Kalitesi Üzerine Etkileri

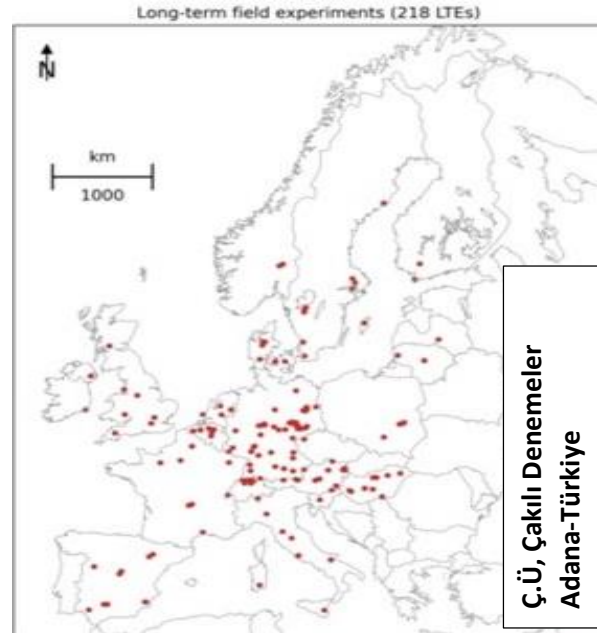
Tarımda en çok kullanılan azotlu gübreler bitki gelişiminin dinamosunu oluşturmaktadırlar (Benincasa ve ark., 2011). Ancak azotlu gübre formlarında anyon ve katyon özellikleri yanında asidik ve alkali karakteristikleri nedeniyle diğer bitki besin elementlerinin alımını etkilemektedirler (Marschner, 2011). Bu bağlamda uzun sürede azot formlarının toprak özellikleri özelde de rizosfer pH'sı ve mikrobiyal aktive yanında bitkinin karbon

potansiyelinin araştırılması bakımından önemli bir projedir. Deneme 1997 yılında kuruldu. Ancak gerekli iş gücü ve kaynak sağlanmadığı için yürütülemedi.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Mevcut deneme alanlarında yürütülen araştırmalardan 20 SCI indeksli yayın yapılmıştır. Ayrıca çok sayıda ulusal ve uluslararası kongre ve çalıştaylarda veriler sunulmuştur. Günümüze kadar 4 TÜBİTAK, 1 TAGEM projesi ve 13 BAP projesi yapılmış ve 5 Lisansüstü öğrencinin tez çalışmaları çakılı deneme alanlarında yürütülmüştür.

Yürütülen değişik toprak-bitki yönetimine dayalı 11 deneme sonuçlarına göre kullanılan organik gübreler inorganik gübrelere göre toprağın biyolojik yaşamını iyileştirdiği için toprak yapısı/strüktüründe iyileşme görülmüştür (Celik ve ark., 2004; Ortas ve ark., 2013; Ortas ve ark., 2019; Turgay ve ark., 2015). Toprak fiziksel verimliliği arttığı için bitki gelişimi daha iyi olmuş ve buna bağlı olarak daha çok atmosferik CO₂ tutulumu sağlanmıştır. Böylece toprakta daha fazla karbon ve azot tutulması sağlandığı belirlenmiştir (Ortas ve Sarıyev, 2019). Toprak-bitki yönetimine bağlı atmosfere salınan karbondioksit miktarının azaldığı belirlenmiştir. Araştırma verilerine göre 20 yıllık denemeler



sonucunda uygun fosfor doz oranı, kompost ve mikoriza uygulamasının ekolojik tarıma uygun kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Uzun süreli yüksek fosfor gübre dozu doğal mikoriza mantarlarını olumsuz yönde etkilemiştir. En uygun P dozunun 5-10 kg dekara P₂O₅aralığında olduğu belirlenmiştir (Ortas ve Bykova, 2020).

Toprak işlemenin azalması ile toprakta organik karbon tutulmasının ve biyolojik aktivitenin arttığı da belirlenmiştir (Ortas ve ark., 2013). Mikoriza aşılama mandarin ve limon ağaçlarında mikoriza aşılama bitki verimini artırdığı da belirlenmiştir (Ortaş, 2018). Doğal hayata bırakılan alanda bitki çeşitliliğinin (Celik ve ark., 2011) ve toprak organik karbonunun arttığı belirlenmiştir (Ryan ve ark., 2011).

Araştırma alanındaki konulara uluslararası alanda Japon, Alman, Belçika, ABD ve Portekizli bilim insanları ilgi göstermiş ve ziyaretler gerçekleşmiştir. Mevut durumda Çukurova Üniversitesi çakılı araştırma denemeleri Avrupa Birliği toprak gurubu tarafından kabul edilen uzun süreli denemelerdir (Şekil 4) (Donmez ve ark., 2022)

Uzun süreli denemelerden üretilen SCI kapsamındaki dergilerde yayınlanan makaleler.

- 1-Buto, T., Suzuki, K., Kaidzu, T., Narisawa, T., Turgay, O.C., Ortas, I., Harada, N., Nonaka, M., 2016. Arbuscular mycorrhizal fungal community of wheat under long-term mineral and organic amendments in semi-arid Mediterranean Turkey. *Arid Land Research and Management* 30: 479-489.
- 2-Celik, I., 2009. Effects of long-term organic amendments and mycorrhiza application on saturated hydraulic conductivity and nitrate leaching in a typic xerofluent soil. *Fresenius Environmental Bulletin* 18: 2312-2322.
- 3-Celik, I., Barut, Z.B., Ortas, I., Gok, M., Demirbas, A., Tulun, Y., Akpınar, C., 2011a. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. *International Journal of Plant Production* 5: 237-254.
- 4-Celik, I., Gunal, H., Budak, M., Akpınar, C., 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-

arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma* 160: 236-243.

5-Celik, I., Ortas, I., Kilic, S., 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research* 78: 59-67.

6-Celik, I., Yilmaz, K.T., Eswaran, H., Mermut, A., Dingil, M., Kaya, Z., Demirbas, A., Aksit, I., Ortas, I., Gok, M., Akpınar, C., Nagano, T., Ae, N., Koca, Y.K., Kapur, S., 2011b. Reconstructing the Past by Regenerating Biodiversity: A Treatise on Weed Contribution to Soil Quality at a Post-cultivation Succession.

7-Farhan, M.J., Khairo, A.M., Islam, K.R., Ortas, I., 2021. Impact of Several Levels of Calcium Phosphate Fertilization on Distribution, Partitioning, and Lability of Soil Phosphorus under Corn-Wheat System. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 52: 712-723.

8-Ortas, I., 2017. Mycorrhizal species significantly increase citrus yield and nutrient concentration under field conditions. 8th International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. *Int Soc Horticultural Science, Bolzano, ITALY*, pp. 171-178.

9-Ortaş, I., 2018. Effect of mycorrhizal inoculation on citrus seedling growth and nutrient uptake. XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Water and Nutrient Relations and Management of 1253, pp. 77-84

10-Ortas, I., Kaya, Z., Ercan, S., 2014. Effect of Pyrite Application on Wheat-Maize Growth and Nutrient Uptake Under Diverse Soil Conditions. *Journal of Plant Nutrition* 38: 295-309.

11-Akpınar, C., Lal, R., 2013. Long-term impacts of organic and inorganic fertilizers on carbon sequestration in aggregates of an Entisol in Mediterranean Turkey. *Soil Science* 178: 12-23.

12-Ortas, I., Bykova, A., 2020. Effects of long-term phosphorus fertilizer applications on soil carbon and CO₂ flux. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 51: 2270-2279.

13-Ortas, I., Islam, K.R., 2018. Phosphorus Fertilization Impacts on Corn Yield and Soil

Fertility. Communications in Soil Science and Plant Analysis 49: 1684-1694.

14-Ortas, I., Lal, R., 2012. Long-Term Phosphorus Application Impacts on Aggregate-Associated Carbon and Nitrogen Sequestration in a Vertisol in the Mediterranean Turkey. Soil Science 177: 241-250.

15-Ortas, I., Lal, R., 2014. Long-Term Fertilization Effect on Agronomic Yield and Soil Organic Carbon under Semi-Arid Mediterranean Region. American Journal of Experimental Agriculture 4: 1086-1102.

16-Ortaş, I., Lal, R., Kapur, S., 2017. Carbon Sequestration and Mycorrhizae in Turkish Soils. Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems. Springer, pp. 139-149.

17-Rafique, M., Ortas, I., 2018. Nutrient uptake-modification of different plant species in Mediterranean climate by arbuscular mycorrhizal fungi. European Journal of Horticultural Science 83: 65-71.

18-Ryan, J., Kapur, S., Ibrikci, H., Singh, M., 2011. Cultivation Intensity in Relation to Organic Matter and Related Properties in a Vertisol in Southern Turkey. Journal of Sustainable Agriculture 35: 613-623.

19-Turgay, O.C., Buchan, D., Moeskops, B., De Gusseme, B., Ortas, I., De Neve, S., 2015. Changes in Soil Ergosterol Content, Glomalin-Related Soil Protein, and Phospholipid Fatty Acid Profile as Affected by Long-Term Organic and Chemical Fertilization Practices in Mediterranean Turkey. Arid Land Research and Management 29: 180-198.

20-Yucel, D., Yucel, C., Ortas, I., 2020. Chemical fertilization and organic amendments impact on soil biological, chemical properties and carbon, nitrogen lability. Fresenius Environmental Bulletin 29: 7488-7501.

Yürülen araştırmalarda elde edilen bilgiler;

Organik gübre uygulaması altında toprakta organik madde tutlması artı. Mikoriza spor sayılarında önemli iyileşme sağlanmıştır. Yüksek miktarda fosfor uygulaması altında mikorizal enfeksiyon oranı düşmekte, mikorizal spor sayıları da azalma eğilimde olduğu yönünde. Mikoriza ile aşılansız turunçillerin verim ve kalitesinin mikorizasız

kontrol bitkilerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Ortas, 2018).

Beklenen Yararlar ve Sonuçların Uygulamaya Aktarımı

Uzun yıllar devam eden/edecek uzun erimli çakılı denemeler ile bölgemizde ve diğer bölgelerin yaygın topraklarının besin elementlerinin statüleri yanında zamana bağılı olarak toprak ve bitki yönetiminin toprak ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri yanında iklim değişimleri ile mücadelede toprak ve bitkide karbon-azot verileri de belirlenmiş olacaktır. Bu denemeler sayesinde hangi toprağın daha üretken olduğu, hangi tarım tekniğinin toprak verimliliğini uzun sürelerde koruduğu ve sürdürdüğü verilerle belirlenmiş olacaktır. Aynı zamanda hangi tarımsal yönetim modellerinin iklim değişimleri ile mücadelede daha az karbon ayak izine sahip olduğu da belirlenecektir. Bu veriler ülkemizdeki toprak biliminin gelişmesini, uzun sürelerde bilimsel yayın sayısının artmasını ve en önemlisi de öğrenciler için uzun sürede canlı bir eğitim materyalini oluşturacaktır.

Değişik toprak ve bitki yönetimleri ve toprakta doğal gübre olarak adlandırılan mikro organizma faaliyetleri daha iyi izlenerek literatürde eksikliği görülen konulara açıklık kazandırılmış olacaktır. Ayrıca toprağa uygulanan fosfor gibi kullanımı pahalı ve kaynakları sınırlı bir girdinin topraktaki davranışları ile organik gübreler, mikrobiyal ve organo-mineral uygulamasına olan etkileri ve bitkilerce alınabilirliği araştırılmış olacaktır. Bu durum hem uygun pirit düzeyi hem de aşırı gübre kullanımını kontrol etmek suretiyle çevre kirliliğine neden olan aşırı gübre kullanımından tasarruf sağlamış olacaktır (Ortas ve ark., 2014). En önemlisi, bu araştırma bulguları ile uzun süreli olarak mineral gübre kullanımının minimum düzeye indirilmesi konusunda veri ve bilgi edinmesini sağlayacaktır.

Araştırma verilerinin uzun sürede, araştırcılara yorum yapma olanağı kazandırması için verilerin bilgisayar ortamında tutulması, depolanması ve kullanıcılara belirli bir formatta açılması ile ulusal ve uluslararası düzeydeki araştırma kurum ve kişilere veri de sağlanacaktır.

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

Kaynaklar

- Benincasa, P., Guiducci, M., ve Tei, F. 2011. The Nitrogen Use Efficiency: Meaning and Sources of Variation-Case Studies on Three Vegetable Crops in Central Italy. *Horttechnology* 21 (3): 266-273
- Celik, I., Ortas, I., ve Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research* 78 (1): 59-67.10.1016/j.still.2004.02.012
- Celik, I., Yilmaz, K. T., Eswaran, H., Mermut, A., Dingil, M., Kaya, Z., Demirbas, A., Aksit, I., Ortas, I., Gok, M., Akpınar, C., Nagano, T., Ae, N., Koca, Y. K., ve Kapur, S. 2011. "Reconstructing the Past by Regenerating Biodiversity: A Treatise on Weed Contribution to Soil Quality at a Post-cultivation Succession."978-3-642-14781-4
- Chifetete, V. W., ve Dames, J. F. 2020. Mycorrhizal Interventions for Sustainable Potato Production in Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4 17.10.3389/fsufs.2020.593053
- Donmez, C., Blanchy, G., Svoboda, N., D'Hose, T., Hoffmann, C., Hierold, W., ve Klumpp, K. 2022. Provision of metadata of European agricultural long-term experiments through BonaRes and EJP SOIL collaboration. *Data in Brief* 42 9.10.1016/j.dib.2022.108226
- FAOSTAT 2021. FAOSTAT Data
- Grosse, M., Hierold, W., Ahlborn, M. C., Piepho, H. P., ve Helming, K. 2020. Long-term field experiments in Germany: classification and spatial representation. *Soil* 6 (2): 579-596.10.5194/soil-6-579-2020
- İnal, İ., ve Sağlamtimur, T. 2002. Çukurova bölgesinde sulanan koşullarda uygulanabilecek ekim nöbeti sistemlerinde farklı kışlık ara ürünlerin mısırın (*Zea mays* L.) bazı tarımsal karakterleri ve tane verimine etkileri üzerinde araştırmalar. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana*, 97s
- Johnston, A. E., ve Poulton, P. R. 2018. The importance of long-term experiments in agriculture: their management to ensure continued crop production and soil fertility; the Rothamsted experience. *European Journal of Soil Science* 69 (1): 113-125.10.1111/ejss.12521
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., ve Coleman, K. 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in agronomy* 101 1-57
- Kaya, Z., Ortaş, İ., Demirtaş, A., ve AKPINAR, Ç. 2005. Tarla koşullarında pirit uygulamasının mısır bitkisinin verimi ile Zn ve P alımına etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20 (3): 17-22
- Ladha, J. K., Peoples, M. B., Reddy, P. M., Biswas, J. C., Bennett, A., Jat, M. L., ve Krupnik, T. J. 2022. Biological nitrogen fixation and prospects for ecological intensification in cereal-based cropping systems. *Field Crops Research* 283 34.10.1016/j.fcr.2022.108541
- Lal, R. 2019. Carbon Cycling in Global Drylands. *Current Climate Change Reports* 5 (3): 221-232.10.1007/s40641-019-00132-z
- Marschner, H. 2011. "Marschner's mineral nutrition of higher plants," Academic press.0123849063
- Miller, R. M., Jastrow, J. D., ve Allen, M. F. 1992. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. *En: Mycorrhizal Functioning an Integrative Plant-Fungal Process* 488-517
- NOAA. 2015. Global Climate Report - Annual 2015. Retrieved from https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2_01513
- Ortas, I. 2003. Effect of selected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the

Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları

- Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition* 26 (1): 1-17.10.1081/pln-120016494
- Ortas, I. 2017. Mycorrhizal species significantly increase citrus yield and nutrient concentration under field conditions. In "8th International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops", Vol. 1217, pp. 171-178. *Int Soc Horticultural Science, Bolzano, ITALY.*
- Ortas, I. 2018. Mycorrhizal species significantly increase citrus yield and nutrient concentration under field conditions. In "VIII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops" (T. Mimmo, Y. Pii ve F. Scandellari, eds.), Vol. 1217, pp. 171-178.978-94-62612-14-3
- Ortas, I. 2022. Impact of Climate Change on Turkey and West Asia's Food and Water Security. In "Proceedings of International Congress and Workshop on Agricultural Structures and Irrigation" (Ö. Çetin, ed.), Vol. 1, pp. 201-213, Diyarbakır-Turkey.
- Ortas, I., Akpınar, C., ve Lal, R. 2013. Long-term impacts of organic and inorganic fertilizers on carbon sequestration in aggregates of an Entisol in Mediterranean Turkey. *Soil Science* 178 (1): 12-23
- Ortas, I., Bulutekin, B., ve Öztürk, F. 2019. Rhizosphere and Non-Rhizosphere Soil Structure Development Under Phosphorus Fertilization Application. In "Key Concepts of Soil Physics: Development, Current Applications and Future Prospects", pp. 369-379, Lomonosov Moscow State University. Moscow-Rusya.
- Ortas, I., ve Bykova, A. 2020. Effects of long-term phosphorus fertilizer applications on soil carbon and CO₂ flux. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 51 (17): 2270-2279.10.1080/00103624.2020.1822381
- Ortas, I., Kaya, Z., ve Ercan, S. 2014. Effect of Pyrite Application on Wheat-Maize Growth and Nutrient Uptake Under Diverse Soil Conditions. *Journal of Plant Nutrition* 38 (2): 295-309.10.1080/01904167.2014.957392
- Ortas, I., ve Lal, R. 2011. Climate Change and Food Security in West Asia. In "International Conference on Adaptation to Climate Change and Food Security in West Asia and North Africa", Kuwait City, Kuwait.
- Ortas, İ., ve Sarıyev, A. L. 2019. "Tarla Koşullarında Uzun Süreli Değişik Toprak Ve Bitki Yönetimi Koşulları (Organik Ve Mineral Gübre Uygulamaları) Altında, Toprak-Bitki -Atmosfer Ekosisteminde Karbon Bütçesinin Hesaplanması Üzerine Model Çalışması."
- Ortaş, I. 2018. Effect of mycorrhizal inoculation on citrus seedling growth and nutrient uptake. In "XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Water and Nutrient Relations and Management of 1253", pp. 77-84.
- Ortaş, İ., ve Güzel, N. 1989. Harran Ovasının Kimi Toprak Serilerinde Depo (rezerv) Potasyumun Ekstraksiyon Yöntemleri. In "Toprak İlimi Derneği 11. Bilimsel Toplantı Bildirileri", Vol. 1. Toprak İlimi Derneği, Antalya.
- Peoples, M. B., ve Baldock, J. A. 2001. Nitrogen dynamics of pastures: nitrogen fixation inputs, the impact of legumes on soil nitrogen fertility, and the contributions of fixed nitrogen to Australian farming systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41 (3): 327-346.
- Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., ve Rieseberg, L. H. 2018. Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security. *Annual review of plant biology* 69 789-815
- Ryan, J., Kapur, S., İbrikci, H., ve Singh, M. 2011. Cultivation Intensity in Relation to Organic Matter and Related Properties in

- a Vertisol in Southern Turkey. *Journal of Sustainable Agriculture* 35 (6): 613-623.10.1080/10440046.2011.586577
- Turgay, O. C., Buchan, D., Moeskops, B., De Gusseme, B., Ortas, I., ve De Neve, S. 2015. Changes in Soil Ergosterol Content, Glomalin-Related Soil Protein, and Phospholipid Fatty Acid Profile as Affected by Long-Term Organic and Chemical Fertilization Practices in Mediterranean Turkey. *Arid Land Research and Management* 29 (2): 180-198.10.1080/15324982.2014.944246
- Zanin, G., Gobbi, V., Coletto, L., Passoni, M., Nicoletto, C., Ponchia, G., ve Sambo, P. 2014. Use of organic fertilizers in nursery production of ornamental woody species. In "29th International Horticultural Congress on Horticulture - Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC) / International Symposia on Water, Eco-Efficiency and Transformation of Organic Waste in Horticultural Production", Vol. 1112, pp. 379-385. Int Soc Horticultural Science, Brisbane, AUSTRALIA.



Araştırma Makalesi

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Samet EĞİLMEZ¹, Harun KAMAN^{1*}

ÖZ

Tarımsal üretimin verimliliği ve sürdürülebilirliği tarımsal yapıya bağlı olarak değişebilmektedir. Tarım arazilerine ulaşım, sulama suyuna erişim, drenaj ve mekanizasyon faaliyetlerinin uygunluğu gibi tarımsal yapıyla ilgili faktörler tarımsal üretimde etkin rol oynamaktadır. Üretim yapılan arazi parsellerinin küçülmüş, bölünmüş ve şekillerinin bozulmuş olması; tarımsal verimi düşürmekte, arazilere ulaşım zorlaşmakta ve yolda geçen süre artmaktadır. Ayrıca, tarım makine ve mekanizasyon faaliyetleri de güçleşmektedir. İlave olarak, tarımsal altyapıdaki söz konusu bozukluk sulama suyuna erişimi kısıtlayarak, yapılacak olan sulama projelerinin daha fazla maliyetli olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin tarımsal altyapısında arazi toplulaştırma projeleri büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Konya'nın Meram ilçesinde tamamlanan arazi toplulaştırma projesinin ürün deseni ve sulama açısından mevcut durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Arazi toplulaştırması, sulama, tarımsal sürdürülebilirlik

Investigation of Land Consolidation in Terms of Irrigation Infrastructure

ABSTRACT

The efficiency and sustainability of agricultural production may vary depending on the agricultural structure. Factors related to agriculture structure such as access to agriculture lands, access to irrigation water, suitability of drainage and machinery activities play an active role in agriculture production. Shrinkage, division and deformation of the production plots reduce the yield of cultivated products, make it difficult to reach the lands and increase the time spent on the road. It also complicates agricultural machinery and mechanization activities. Additionally, these defects in agricultural infrastructure limit access to irrigation water and cause irrigation projects to be costlier. In this respect, land consolidation projects are of great importance in Turkey's agricultural infrastructure. In this study, it is aimed to evaluate the current situation of the land consolidation project completed in Konya's Meram district in terms of crop pattern and irrigation.

Keywords: Land consolidation, irrigation, agricultural sustainability

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-2795-5638, 0000-0001-9308-3690

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 06.10.2022

Kabul Tarihi: 14.11.2022

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya

* E-posta: hkaman@akdeniz.edu.tr

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Giriş

Dünyada ve Türkiye’de gıda güvenliğinin önemi nüfusun artışına bağlı olarak gittikçe yükselmektedir. Bununla birlikte, Türkiye ekonomisi için tarım ve hayvancılığın istihdam ve getirisinin oransal düzeyi, tarım sektörünün önemini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan hızlı ve plansız kentleşme nedeniyle sosyal açıdan önemli sorunlar oluşmaktadır. Kentleşmenin doğal seyrinde ve sağlıklı olması, kırsal gelişmişlik ve ekonomik düzeyinin ilerlemesiyle bağlantılıdır. Bu dönüşümün sağlıklı olabilmesi, kırsal kesimin geçim kaynağını oluşturan toprağın, rasyonel kullanımına bağlıdır.

Türkiye’de ortalama işletme büyüklüğü 61 da olarak tespit edilmiştir (Uzundumlu, 2012). Ayrıca tarım alanlarında parsel sayısı yaklaşık 12.3 milyon olup, toplam parsel sayısı toplam işletme sayısına (yaklaşık 3 milyon) oranlandığında, işletme başına ortalama 4.1 adet parsel arazi isabet ettiği ortaya çıkmaktadır (TÜİK, 2007). Birim alandan alınacak verimi arttırmak ve girdileri azaltmak için bu dezavantajları ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar önemli fayda sağlayacaktır. Tarımda verimin artması; doğru teknolojileri kullanmak, iş gücünü azaltmak, sulama ve drenaj gibi kültürteknik uygulamalarının verimliliğini sağlamakla mümkün olabilmektedir.

Türkiye genel olarak kurak ve yarı kurak kuşağında olduğundan, tarımsal üretimde sulama ve ulaşım olanaklarının yeterliliğiyle birlikte, tarım arazilerinin büyüklük, boyut ve şekilleri önemli verim arttırıcı unsurlardan olabilecektir. Bu nedenlerle, arazi toplulaştırma projeleri ulaşım ve sulamayı kolaylaştırmanın yanında tarımsal altyapıyı da geliştirmek için önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

Arazi toplulaştırma projelerinin başlangıcı esas olarak Avrupa’ya dayansa da günümüzde dünyanın en iç bölgelerinde bile gerçekleştiği bilinmektedir (Ertunç ve Janus, 2021). Arazi toplulaştırması Avrupa’da yüzyılı aşkın süredir kırsal kalkınmanın önemli bir aracı haline gelmiştir. Avrupa Birliği’ne bağlı ülkelerdeki arazi toplulaştırması çalışmalarına bakıldığında; Almanya’da 1821’de, İsviçre’de 1884’de, Fransa’da 1918’de, Polonya’da 1923’de, Hollanda’da 1924’de, İspanya’da ise 1953’te başladığı bildirilmiştir (Anka ve ark., 2014). Arazi

toplulaştırması hakkında ilgili literatür incelendiğinde arazi toplulaştırmasının farklı şekillerde tanımlandığı da görülmektedir (Anka ve ark., 2014). Örneğin, çok yönlü bir çalışma olan arazi toplulaştırması projeleri, tarımda üretimin artırılması ve tarım sektörünün geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda arazi toplulaştırması, tarımsal yerleşme birimlerinde kişi ve işletmelere ait küçük parseller halinde birden fazla parçaya bölünmüş ve değişik yerlere dağılmış ve/veya elverişsiz biçimde şekillenmiş arazilerin, modern tarım işletmeciliği esaslarına göre ve kültürteknik hizmetleriyle birlikte en uygun bir biçimde birleştirilmesi, şekillendirilmesi ve düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır (Kara, 1980).

Arazilerin mülkiyetleri Türkiye’de olduğu gibi diğer birçok ülkede de parçalı durumdadır. Bu durum pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. Örneğin, Kuzey Vietnam’daki arazilerin parçalanmasının ekonomik etkilerini inceleyen araştırmacılar, karşılaştırmalı üretici anketleri ve istatistiksel analizlerden sağladıkları veriler ışığında, küçük işletmelerin büyük işletmelere oranla daha fazla parçalandığını tespit etmişlerdir (Peker ve Dağdelen, 2016).

Arazi toplulaştırma uygulamalarıyla parseller büyümekte ve daha düzgün geometrik şekillerde yeniden ortaya çıkmaktadır. Böylece, bütün parseller sulama, yol ve drenaj açısından faydalanmakta, bu sayede üretim en yüksek düzeye ulaşabilmektedir. Arazi toplulaştırması yapılmayan yerlerde ise her bir küçük parselin sulama, yol ve drenaj açısından faydalanması devlet için çok ağır maliyet oluşturmaktadır (Köken ve Çay, 2019).

Çelebi (2021) arazi toplulaştırmasının kırsal kalkınma, erozyon kontrolü ve su yönetiminin etkin bir aracı olarak kullanılmasının önemli ve öncelikli bir konu olması gerektiğini bildirmiştir. Su yönetimine örnek olarak, Karaman Gödet sulamasında 65 bin da alanda toplulaştırmayla birlikte kanalet boyunda %30.6 daralma gerçekleşmiş, yaklaşık 772 da kamulaştırma ihtiyacının da kesintiyle karşılandığı bildirilmiştir (Çelebi, 2021). Kamulaştırmaların hukuki süreçleri ve maliyetlerinin yüksek olması projelerin karşısındaki en büyük engeli teşkil etmektedir. Eğer, toprak muhafaza projeleri arazi toplulaştırması ile beraber yürütülmezse, projelerin etkinliği azalmakta, maliyeti artmakta, hukuki anlaş-

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

mazlıklardan dolayı projeler aksamaktadır (Çelebi, 2021).

Arazi toplulaştırması en fazla sulu tarımın uygulandığı alanlarda gerçekleştirilmektedir. Arazi toplulaştırmasıyla beraber yapılan sulama projelerinde sulama kanal ve kanalet uzunlukları azalmakta, tarım parsellerinin sulama hatları nedeniyle bölünmesinin önüne geçilebilmektedir (Küsek, 2014).

Tarım arazilerinde daha ekonomik bir üretimin gerçekleşmesinde sulama projelerinin önemli bir rolü olmaktadır. Örneğin; Akkaya ve ark. (2017) tarafında yapılan bir çalışmada istek ve nöbet yöntemlerinin arazi toplulaştırması yapılmayan ve toplulaştırmanın yapıldığı koşullarda, toplu yağmurlama sistemi, proje ve işletme enerji masrafları yönünden karşılaştırılmıştır. İstek sistemine göre planlanacak toplu yağmurlama projesi arazi toplulaştırmasıyla birlikte uygulanması halinde, toplulaştırma yapılmayana göre proje maliyetinde %17.4, işletme enerji maliyetinde ise %17.8 daha ekonomik olmaktadır. Nöbet sistemine bakıldığında ise bu değerlerin %6 ve %18.2 olduğu görülmektedir. Buna göre, arazi toplulaştırması istek sistemine göre işletme şeklinde masrafları daha fazla azalttığı söylenebilmektedir (Akkaya ve ark., 2017).

Bu çalışmada, Konya iline bağlı Meram ilçesinde arazi toplulaştırma projesinin, ürün deseni ve sulama açısından mevcut durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı

Tablo 1. Meram ilçesinin 2005'den 2020'ye aylık yağış değerleri (mm) (Anonim, 2021).

Aylar	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ocak	19.4	12.8	22.2	10.4	64.4	40.4	31.0	49.2	33.6	114.2	46.6	37.6	37.6	65.6	66.6	52.8
Şubat	9.0	18.4	13.8	20.4	44.2	33.8	34.0	40.2	24.4	13.8	59.4	6.4	-	13.4	19.6	30.4
Mart	14.0	24.6	7.4	47.6	21.6	14.6	26.0	11.8	20.0	25.4	65.8	55.3	70.8	35.8	19.2	26.2
Nisan	21.6	44.2	19.4	15.6	56.8	34.0	64.2	10.0	31.2	12.2	12.8	12.4	39.0	13.8	26.4	32.4
Mayıs	15.8	22.0	6.4	37.6	33.8	15.4	44.6	51.4	50.6	57.8	22.0	36	70.2	71.8	5.4	33.2
Haziran	19.6	10.4	19.2	14.2	8.2	57.0	39.6	11.2	15.0	93.6	45.3	46.3	26.4	70.0	32.6	18.2
Temmuz	23.0	0.2	0.2	1.6	14.6	4.4	3.8	2.4	2.2	2.8	10.8	0.4	-	7.4	9.2	-
Ağustos	0.4	4.2	7.6	-	-	-	2.0	18.0	-	2.0	38.4	0.2	15.4	0.6	2.0	6.2
Eylül	27.4	24.2	1.4	51.6	20.4	7.2	0.4	8.2	10.2	57.6	20.0	38.0	-	5.0	10.4	5.4
Ekim	32.2	55.0	8.8	27.4	16.4	77.4	47.4	29.0	17.4	105.0	33.0	-	17.8	44.8	6.6	0.6
Kasım	53.4	53.0	64.2	16.8	60.8	1.4	8.6	34.4	19.8	75.8	35.6	17.8	87.4	22.6	38.6	18.0
Aralık	7.2	-	58.4	55.4	70.4	79.8	26.4	57.0	17.4	39.6	0.8	83.1	30.0	73.4	116.8	10.0
Top.	243.0	269.0	234.0	298.6	410.6	365.4	327.0	326.4	241.8	599.8	357.5	333.5	394.6	424.2	353.4	233.4

Bu araştırma, Konya ilinin merkez ilçelerinden biri olan Meram ilçesinde yapılmıştır. Meram ilçesi 37° 70' kuzey enlemleri ile 32° 30' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Meram ilçesinin Konya il merkezine uzaklığı yaklaşık 4 km olup, deniz seviyesinden yüksekliği ise 1016 m'dir.

Çalışma sahası iklim özellikleri

Çalışma sahasının genel olarak, kurak ve yarı kurak iklim kuşağı özelliklerini gösterdiği söylenebilmektedir. Tablo 1'de 2005 yılından 2020 yılına değin aylık yağış miktarları (mm) değerleri verilmiştir. Belirtilen yıllar bazında yağış miktarlarına bakıldığında, Meram ilçesinin yıllık yağış miktarlarının düzensiz seyrettiği görülmektedir. Yağış en çok 599.8 mm ile 2014'te, en az ise 233.4 mm ile 2020'de ölçülmüştür. Genel olarak Ağustos aylarının diğer aylara nazaran daha az yağışlı olduğu anlaşılmakta olup 2008, 2009, 2010 ve 2013 yıllarının Ağustos ayında yağış gerçekleşmemiştir.

Metot

Çalışmada arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasındaki yol, kanalet ve sanat yapıları yönünden haritalar ve tatbikat projeleri incelenmiştir. Bununla birlikte, araştırma sahasında, Konya iline bağlı Meram ilçesinde arazi toplulaştırma projesinin, ürün deseni ve sulama açısından mevcut durumunun değerlendirilmesi amacıyla Tablo 2'de listelenen iş/işlemler yapılmıştır

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Tablo 2. Araştırmada ele alınan iş ve işlemler

- Çalışma sahasında bitki su tüketiminin belirlenmesi
- Çalışma sahasında genel olarak yetiştirilen bitkilerin üretim alanının tespit edilmesi
- Çalışma sahasında tarımsal sulama altyapısının belirlenmesi
- Gerçekleşen arazi toplulaştırmasıyla ilgili bazı istatistik değerlerin hesaplanması
- Arazi toplulaştırma öncesinde parsellerin büyüklük ve dağılım oranlarının belirlenmesi
- Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasında parsel şekillerinin tespit edilmesi
- Arazi toplulaştırma öncesi parsellere ait mülkiyet haritasının incelenmesi
- Arazi toplulaştırma sonrası parsellere ait mülkiyet haritasının oluşturulması
- Çalışmada arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasına ait mülkiyet, parsel, işletme verilerinin vb. değerlendirilmesi.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma sahası bitki su tüketimi ve üretim alanı

Çalışma alanı için tarımı yapılan bitkilerin su tüketimi (ETc, mm) ve üretim alanı (da) değerleri Tablo 3'te verilmiştir. En yüksek bitki su tüketimi 905.69 mm ile yonca olurken, en düşük bitki su tüketimi (macar fiği hariç) 464.28 mm ile arpa bitkisinde meydana gelmiştir.

Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerine göre Meram'ın tarımsal üretiminde ilk sıralarda ve kuru şartlarda da üretimi gerçekleştirebilen hububat olsa da yonca, mısır, şekerpancarı gibi çok su tüketen bitkilerin de üretimi yapılmaktadır. Buğday yaklaşık %37.6 pay ile Meram'da en çok ekimi gerçekleşen ürün olup, buğdayı arpa ve silajlık mısır takip etmektedir (Tablo 3).

Çalışma sahası tarımsal sulama altyapısı

Araştırma alanında, tarımsal üretim için hem salma hem de basınçlı sulama (damla ve yağmurlama) yöntemleri uygulanmaktadır. Salma sulama gerçekleştirilen alan yaklaşık 166 ha iken, yağmurlama sulama 300 ha, damla sulama 243 ha'dır. Toplam 709 ha alan sulamaya açılmıştır.

Araştırma alanında sulama kooperatifi başkanlığı faal olarak görev yapmaktadır. Sulama hizmeti yeraltı suyu (YAS) ve gölet suyu ile sağlanmaktadır. Sulama kooperatifi başkanlığının 11 adet yeraltı kuyusu bulunmaktadır. Kuyulara ait toplam debi 315 L/sn, toplam güç ise 479 kw/saat'tir (Patlar, 2018).

Tarım arazilerinde %40-60 oranında sulu tarım uygulanmakta, sulu tarımın alanının yaklaşık 3000 dekarı göletten alınan su aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Sulama kooperatifinin üye

kişi sayısı 106, kooperatifin suladığı alan ise yaklaşık 12568 dekar'dır (Patlar, 2018). Yaklaşık 500 da alanda damla sulama sistemi kullanılmaktadır.

Gerçekleşen arazi toplulaştırmasının bazı istatistiksel değerleri

Tablo 4'e göre işletme büyüklüğü 8 ayrı grupta değerlendirilmiş olup, 1000 dekar ve üzeri büyüklüğe sahip herhangi bir parsel bulunmamaktadır. En fazla parsel sayısına sahip olan 0-10 da arasındaki parsel grupları, arazi toplulaştırma öncesinde %83.62 paya sahiptir. Buna ilave olarak, arazi büyüklüğü 501-1000 dekar arasında parsel sayısı toplulaştırma öncesinde mevcut değildir.

Arazi toplulaştırma sonrasında 0-10 da arasındaki parsel gruplarının sahip olduğu arazi varlığı payı %67.2'ye düşmüştür. İlave olarak, arazi toplulaştırma sonrasında arazi büyüklüğü 501-1000 dekar arasında 1 adet parsel sayısı meydana gelmiştir.

Tablo 5'te arazi toplulaştırması öncesi ve sonrasında parsel şekil biçimleri ve değişim oranları parsel (%) ortaya konulmuştur. Görüldüğü gibi üçgen ve yamuk parsel sayısı 1'er adet azalmış, dikdörtgen parsel sayısı ise 3 adet artmıştır. Şekilsiz parsellerin de 4 adet artarak 314 olduğu görülmektedir. En fazla değişim %62.9 artış ile kare parsel sayısında gerçekleşmiştir. Çalışma sahasında arazi toplulaştırma oranı, yeni parsel sayısının eski parsel sayısına oranlanmasıyla elde edilen rakamın 1'den çıkarılmasından sonra 100 ile çarpımıyla, %40 olarak hesaplanmıştır.

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Tablo 3. Çalışma sahasında yetiştirilen bitkilerin su tüketimi ve üretim alanı (da, %) değerleri (TAGEM SUET, 2022; Anonim, 2022)

Ürünler	Toplam ETc (mm)	Üretim alanı (bin da)	Üretim alanı (%)
Buğday	536.67	126.4	37.6
Arpa	464.28	71.5	21.3
Silajlık mısır	609.86	26.8	8.0
Dane mısır	702.94	24.1	7.2
Yonca	905.69	12.9	3.8
Macar fiği	-	10.5	3.1
Nadas	-	9.3	2.8
Havuç	626.97	9.1	2.7
Nohut	517.79	8.8	2.6
Fasulye	604.81	5.2	1.5
Şekerpancarı	857.43	4.8	1.4
Diğer	-	26.8	8.0
Toplam	-	336.2	100

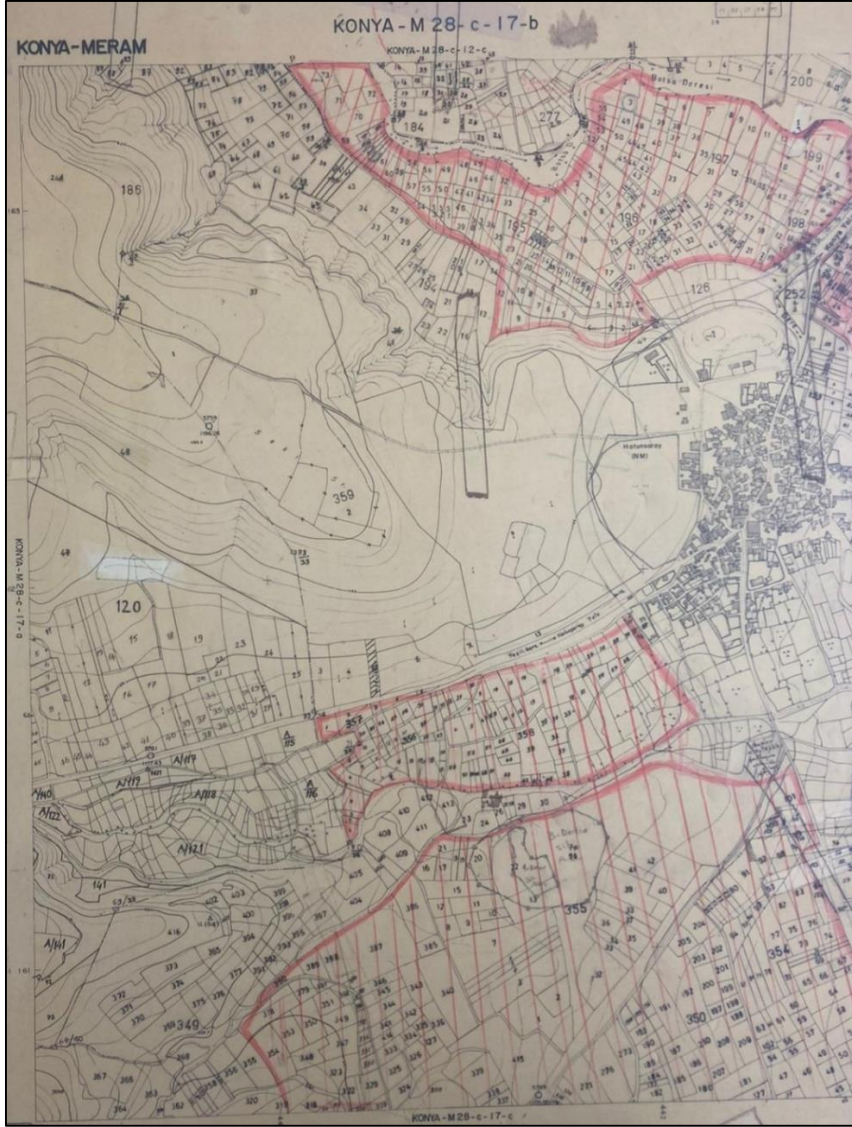
Tablo 4. Arazi toplulaştırma öncesinde parsellerin büyüklük ve dağılım oranları

Parsel grupları (da)	Parsel sayısı	Yüzde (%)	Parsel grupları alanı (da)	Yüzde (%)	Parsel büyüklüğü ortalaması (da)
0-5	2602	63.90	7361	24.89	2.83
6-10	803	19.72	6388	21.60	7.96
11-20	443	10.88	6453	21.82	14.57
21-50	194	4.76	5806	19.64	29.93
51-100	22	0.54	1479	5.00	67.23
101-500	8	0.20	2083	7.05	260.43
501-1000	0	0.00	0.00	0.00	0.00
1000 <	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4072	100.00	29571	100.00	7.26

Tablo 5. Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasında parsel şekil biçimleri ve değişim oranları (%)

Şekiller	Arazi toplulaştırması öncesi parsel şekli (adet)	Arazi toplulaştırması sonrası parsel şekli (adet)	Değişim oranı (%)
Üçgen	36	35	-2.8
Kare	35	57	62.9
Dikdörtgen	1214	1217	0.2
Yamuk	823	822	-0.1
Şekilsiz	310	314	1.3
Toplam	2440	2445	0.2

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi



Şekil 1. Arazi toplulaştırması öncesi parsellere ait mülkiyet haritası.



Şekil 2. Arazi toplulaştırması sonrası parsellere ait mülkiyet haritası

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Şekil 1 ve Şekil 2’de sırasıyla arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsellere ait mülkiyet haritası görülebilir. Kırmızı renk ile taranmış alanlar arazi toplulaştırması yapılan sahayı göstermektedir. Arazi toplulaştırmasının önemli bir başarısı olarak, arazi toplulaştırması öncesine göre sonrasında yol ve parsel şekillerinde değişimler net ve olumlu bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Arslan ve Tunca (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, Örencik köyünde arazi toplulaştırma oranının %58, Yörgüç köyünde %22, Gedikli köyünde %47 olduğu belirtilmiştir. Ayrıca arazi toplulaştırmasının yapıldığı ve yapılmadığı koşullardaki sulama şebekesinin sulama oranı, toplulaştırma oranı, sulama ve drenaj yoğunluğu, kamulaştırma maliyetleri gibi performans kriterlerini incelemiştir. Arazi toplulaştırmasının yapılmadığı durumda sulama oranının %27, parsel sayısının 1315, sulama ve drenaj yoğunluğunun sırasıyla 23.79 m/ha ve 24.53 m/ha olduğunu belirtmişlerdir. Arazi toplulaştırmasında sulama ve drenaj şebekesinin inşaatının yapılmasıyla birlikte sulama oranı %95.84’e yükselmiş, parsel sayısı 616’ya inmiş, toplulaştırma oranı ise %53 olarak gerçekleşmiştir. Sulama ve drenaj yoğunluğu sırasıyla 36.88 m/ha ve 39.98 m/ha olarak gerçekleşmiştir. Arazi toplulaştırmasının gerçekleşmediği durumda sulama ve drenaj kanallarının inşaatı için yaklaşık 115 da alanın kamulaştırılmasına ihtiyaç olacağı belirlenmiştir. Arazi toplulaştırmasının gerçekleştiği durumda ise sulama şebekesinden tüm alanın büyük kısmının faydalandığı, toplulaştırmadan sonra parsellerin mekanizasyon açısından uygun olan dikdörtgen şekilli parsel sayısının %9’dan %58’e yükseldiği belirlenmiştir. Söz konusu araştırma bulguları, bu araştırma sonuçlarıyla arazi toplulaştırma çalışmasının başarısı bakımından genel anlamda benzerlik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışma sahasında gerçekleştirilen arazi toplulaştırma projesinde toplulaştırma oranı %40 olarak gerçekleşmiştir. Böylece proje sahasında sulanabilir alanda artış olmuştur. Arazi toplulaştırması sonrasında ikinci ürün üretiminde de artış sağlanmıştır. Çalışma sahasında üreticilerin modern sulama

tekniklerinden olan basınçlı sulama sistemini tercih etmesinde arazi toplulaştırmasının da etkisi olmuştur.

Arazi toplulaştırma projelerinden daha çok fayda sağlanabilmesi için bu araştırma sonuçlarından da bağımsız olarak, genel anlamda kimi öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Arazi toplulaştırma projeleri planlanırken bölgedeki drenaj ve sulama altyapısı göz önüne alınmalı. Sulama ve drenaja ait gerekli eksiklikler giderilerek, kurulacak tesisler de planlanmalı,
- Arazi toplulaştırma projesinde ortalama parsel büyüklüğü hesaplanırken proje sahasındaki optimum büyüklük belirlenerek göz önüne alınmalı,
- İlgili kurum/kuruluşlar tarafından sulama ile ilgili verilen teşviklerde arazi toplulaştırması yapılmış yerlere öncelik verilmeli,
- Tarla içi geliştirme hizmetlerine ve komşu arazi sahipleri arasındaki sulama ile ilgili anlaşmazlıkların toplulaştırma ile bertaraf edilmesine önem verilmeli,
- İlgili kurum/kuruluşlar tarafından arazi toplulaştırması uygulanacak bölgelerde sulama hizmeti veren kurum, kuruluşlar ile çiftçilere arazi toplulaştırması ve sulama konusunda bilgilendirici toplantılar yapılmalı,
- Arazi toplulaştırması yapılırken bölgedeki tarımsal mekanizasyon kaynaklarının verimli kullanılması için de planlama yapılmalı,
- Arazi toplulaştırma projesi sonrasında ulaşımı olmayan tarla yolu kalmamalı,
- Arazi toplulaştırmasıyla ilgili sulama projelerinde kapalı (borulu) sistem sulama ağı ve tarla içi basınçlı sulama sistemlerinin kullanılması teşvik edilmelidir.

Arazi Toplulaştırmasının Sulama Altyapısı Açısından İncelenmesi

Kaynaklar

- Akkaya, S., Topak, R., Kara, M. (2017). Arazi toplulaştırmasının toplu yağmurlama şebekesi proje ve işletme maliyetlerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 6(1): 1-9, ISSN: 2148-3205.
- Anka, L., Tomaz, P., Miran, F., Rados, S., Samos, D. (2014). Land owners' perception of land consolidation and their satisfaction with the results–slovenian experiences. *Land Use Policy* 38; p. 550–563.
- Anonim, 2021. T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yağış Verileri.
- Anonim, 2022. T.C. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü.
- Arslan, H., Tunca, E. (2013). Arazi toplulaştırmasının sulama projelerinin performansı üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 28(3): 126-133. doi: 10.7161/anajas.2013.28.3.126
- Çelebi, M. (2021). Orta Anadolu'da erozyon tehdidi ve toplulaştırma uygulamalarında çevre sorunlarının önem ve önceliği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 171-179. doi: 10.25308/aduziraat.878103.
- Ertunç, E., Janus, J. (2021). Arazi toplulaştırma projelerinin arazi parçalanma değişimine etkisi: Türkiye ve Polonya örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(1): 226-234, <https://doi.org/10.30910/turkjans.775227>.
- Kara, M. (1980). Türkiye'deki bazı arazi toplulaştırma projelerinde parsel boyutları ve yol uzunluğu üzerinde bir araştırma. K.T.Ü. Yayın No: 108 Trabzon.
- Köken, B., Çay, T. (2019). Arazi toplulaştırma çalışmalarında derecelendirmenin dağıtım etkileri: Çaltı-Konya örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 243–257, <https://doi.org/10.30910/turkjans.557105>.
- Küsek, G. (2014). Sulama projeleri için arazi toplulaştırmasının tekno-ekonomik değerlendirmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 7-20.
- Patlar, E. (2018). Meram İlçesi Hatunsaray Sulama Kooperatifi sulama performansının ve çiftçilerin su kullanım davranışlarının tespiti üzerine bir araştırma. T.C. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksel Lisans Tezi, sayfa: 46.
- Peker M., Dağdelen, N. (2016). Aydın'da arazi toplulaştırmasının arazi varlığı üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 7-17.
- TAGEM SUET, (2022). Sulama Yönetimi ve Bitki Su Yönetimi. <https://tagemsuet.tarimorman.gov.tr/page/s/login>.
- TÜİK, (2007). Türkiye İstatistik Kurumu. 2001 Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmelerde (Hanehalkı) Anketi Sonuçları. İşletme Büyüklüğü ve Parça Sayısına Göre İşletme Sayısı, Arazi Parça Sayısı ve Arazi Büyüklüğü. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111>.
- Uzundumlu, A.S. (2012). AB ülkeleri ile Türkiye tarımsal yapısının karşılaştırılması. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 23(B); 64-73. ISSN: 1307-3311.



Derleme Makale

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

İbrahim ORTAŞ^{1*}

ÖZ

Uzun süreli tarla deneyleri tarımsal ekoloji verileri üretmek için vazgeçilmez bilgi kaynaklarıdır. Başta gübreleme olmak üzere uzun süreli tarım-teknik işlemler sonucunda toprak verimliliğinde meydana gelen değişikliklerin izlenmesi, anlaşılması ve kanıtlanması açısından uzun süreli çakılı denemeler hayati önem taşımaktadır. Arazi kullanımına ilişkin bilgiler başka yollarla kolay elde edilemez. Uzun ömürlü olmaları nedeniyle, onları korumak oldukça zor ve maliyetlidir.

Bununla birlikte, bilimsel ve pratik değerleri ölçülemez ve yaşlarıyla birlikte değerleri de büyümeye devam eder. İnsan, tarım ilişkisi, artan nüfus, gıda güvencesi, iklim değişimleri ve son olarak Covid-19 salgını ile tarım ve toprağın önemi yeniden güçlü bir şekilde hissedilir olmuştur. Çiftçiler ve bilim insanları için çakılı denemelerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle bazı kestirimlerin çıkarılması için çok yönlü veri setlerinin zamana bağlı olarak çıkarılması gerekmektedir.

Tarımın ve tarımsal uygulamaların uzun süreli etkilerinin bilinmesi gerekliliği günden güne artmaktadır. Ancak nasıl ve hangi mekanizma ile ölçülebilir? Uzun süreli olarak toprak kalitesi, verim ve iklim değişimlerine veri oluşturacak ölçü sistemlerini nasıl kurabiliriz? Bilimin ve bilim insanlarının karşılaştığı en ciddi sorulardan biri ölçme ve ölçülenleri amaca uygun olarak değerlendirebilmektir. Uzun süreli tarla denemeleri ile genelleştirilmiş bilgi üretmek zorundayız. Toprağın gıda-sağlık ve sürdürülebilirliği konusundaki kompleks ilişkilerini yeni öğreniyoruz. Dünyanın birçok ülkesinde uzun süreli çakılı denemelerin olduğu bilinmektedir. İngiltere’de 1853 yılında, çoğunluğu Avrupa’da olmak üzere 1900’li yıllardan sonra günümüze kadar 650 kadar uzun süreli çakılı tarla denemeleri kurulmuştur. Uzun süreli denemelerden elde edilen değişik tarım pratiklerinin toprak ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri iklim değişimleri ile ilişkilendirilerek araştırılmaktadır. Organik madde ilavesi ve korumalı tarım uygulamaları sonucu toprak verimliliğinin iyileştirildiği. Mineral gübre uygulaması ve ağır toprak işleme koşulları altında ise toprak verimliliğinin düştüğü görülmüştür.

Makalenin amacı çok yıllık tarla denemelerin Türkiye koşullarında sürdürülebilir tarım için gerekliliğine vurguda bulunmaktır. Türkiye olarak halen işin başındayız. Ülkemizde de bu tür denemelerin yürütülmesi ülkemizin değişen iklim ve ekolojik değişkenliklere karşı veri üretmesi bakımından büyük önem kazanmaktadır.

Anahtar Kelime: Çakılı tarla denemeleri, İklim değişimleri, Toprakta karbon tutulması, Ekolojik tarım deneme modelleri

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

ORCID ID

0000-0003-4496-3960

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 01.08.2022

Kabul Tarihi: 13.12.2022

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

*E-posta: iortas@cu.edu.tr

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

The Importance of Long-Term Field Experiments to Determine the Negative Impacts of Climate Changes and Food Demand on Agriculture Production

ABSTRACT

Long-term field experiments are essential for generating knowledge and data on agricultural ecology. Long-term field studies are crucial for tracking, understanding, and demonstrating how long-term agro-technical activities, particularly fertilization and soil tillage practices, lead to changes in soil fertility.

Information on land usage and readily accessible secure data are difficult to obtain. Due to the long-term experiment's durability, maintaining them is quite difficult and costly. They have an immeasurable worth for science and society, nevertheless, and that value only increases with the passage of time. The interdependence between humans and agriculture, rising population, food security, climate change, and the recent Covid-19 pandemic have all contributed to a renewed sense of the significance of agriculture and soil. Long-term field experiments are becoming more and more important for farmers and scientists. Multidimensional datasets must be retrieved depending on time, particularly in order to extract some estimations.

The need to understand how agriculture and agricultural activities affect the environment over the long-term of production is increasing day by day. How can we set up measuring systems that produce data on long-term soil quality, production, and climate change? Measuring and assessing secure data to determine its suitability for long-term uses is one of the most important issues facing research and scientists.

Long-term field experiments are important to generate generalized knowledge. We are still learning about the intricate connections between the sustainability of the soil and its potential to provide healthy food. Many countries around the world are known to conduct long-term field experiments. In 1853, the first long-term field experiment was started in England. Approximately total 650 long-term field experiments have been conducted since 1900, primarily in Europe, and continued up to date. By linking various agricultural techniques with climate change, the consequences of these activities on soil and plant development are examined. Soil fertility is improved as a result of organic fertilizers addition and protected farming practices. It is observed that soil fertility decreases under mineral fertilizer application and heavy soil tillage conditions.

The aim of the article is to emphasize the necessity of long-term field experiments for sustainable agriculture in Turkish conditions. Turkey is at the beginning of long-term field experiments. Conducting such long-term experiments in our country is of great importance in terms of producing data against the changing climate and ecological variability of our country.

Keywords: Long-Term Field Experiments, Climate Changes, Soil Carbon, Ecological Agriculture

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

Giriş

20. yüzyıl, teknoloji (makineler, aletler, aparatlar), kimya (sentetik malzemeler, yapay gübreler, bitki koruma kimyasalları, farmasötikler), biyoloji (genetik, biyoteknoloji, moleküler biyoloji), telekomünikasyon alanındaki başarılı çalışmalar göz kamaştırıcı bir şekilde insanlığı şaşırtmaktadır. Karayolu trafiği ve hava taşımacılığı, bilişim teknolojileri vb. beklenmedik gelişmeler hızlı bir şekilde gelişmektedir. Geçmişte insanların kazandığı tarım tekniklerini anlayarak geleceğe daha emin adımlarla gitmek için biraz daha metodolojik çalışılması ve güvenli bilgilerin elde edilmesi için sürekli denemeler çok büyük veri setleri oluşturacaklardır. Hızlı gelişme, hızlı ürün değişimi tarımı da etkilemiş, yeni üretim teknolojilerini ve teknolojik gelişmeleri zorunlu kılmıştır. Bu gelişmelerin başında doğal olarak Endüstri 4.0 ve tarımsal bilişim teknolojileri gelmektedir.

Günümüzde çevre bilinci oluşmuş herkesin mevcut tarım uygulamalarının uzun vadede ne getireceğini ve ne götüreceğini bilmek istemesi en doğal hakkıdır. Mevcut bitki ve toprak yönetimlerine alternatif yeni yönetim şekillerinin yaratacağı tepkilerin bilinmesi ise ayrı bir önem arz etmektedir. Toprak yalnız bir besin kaynağı olarak değil aynı zamanda temiz bir çevre için vazgeçilmez bir kaynaktır. Sürekli dengeli bir yaşam için toprak mutlak korunması ve uygun yöntemlerle yönetilip işlenmesi gereken bir ortam olarak önemini her geçen gün biraz daha etkili bir şekilde hissettirmektedir. Bu bilgilerin ışığında gelecekte iklim değişimlerini daha iyi anlamak ve toprakların verimliliğini optimum düzeylerde tutabilmek için çok yıllık çakılı denemelerle gelişen değişimlerin takip edilmesi bir zorunluluktur. Zamanla toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerin belirlenmesi ve ona göre stratejilerin oluşturulması bilim ve tarım çevrelerinin aydınlatılması son derece önemli bir yarar sağlayacaktır.

Bütün dünyada son yarım yüzyılda bitkisel üretimde aşırı gübre uygulamasına paralel olarak aşırı pestisit kullanılmaktadır. Katyon özelliği taşıyan organik ve inorganik bu bileşiklerin bir kısmı kil yüzeylerinde ve organik madde ortamında tutunurken bir kısmı da sulama suları ile taban suyuna katılmaktadırlar. Toprakta

değişik form ve ortamlarda tutulan pestisitlerin ne kadar tutunduğu ve ne oranda bitkiye geçtiği ise çok az bilinmektedir. Başta Batı Avrupa bölgelerinde olmak üzere, suni gübreler ve bitki koruma ilaçları (kimyasalları), başka yerlere göre çok daha erken ve daha yüksek miktarlarda kullanılmaktadır. Bu bölgelerde uygulanan suni kimyasalların toprak-kimyasal etkileşimlerden kaynaklanan ciddi yıkıcı çevresel etkileri kısa sürede görülmeye başlanmıştır. DDT ve diğer kimyasallar kullanıldıkça fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri bozulmaya sebep olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Ipsilantis ve ark., 2012; Wang ve ark., 2021). Toprak özelliklerinde (asitleşme, nitrat ve ağır metallerin birikmesi vb.) olumsuz değişimlerin oranı ve kimyasal girdilerin yıkama yolu yeraltı suyu kirliliği dikkatleri çekmiştir. Ek olarak, artan endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan CO₂, SO₄²⁻, CH₄ ve diğer sera gazları atmosfer kirliliğine neden olmaktadır (Brandao ve ark., 2011). Söz konusu gazların atmosferde birikimi, ormanlardan ekilebilir tarım alanlarına kadar (Bandyopadhyay ve Lal, 2014) ve elde edilen ürünlere zarar veren asit yağmurlarına, ozon delinmesine ve sera gazlarının etkisi ile küresel ısınmaya neden olmaktadır. Endüstriyel atık ve ortak kanalizasyon suları yüzey sularını kirlittiği gibi biyolojik çeşitliğin yaşam alanlarını da daraltmıştır. Van Kernebeek ve ark. (2016) insanların sadece beslenmeyi veya yaşamayı kabul etmeleri halinde toprağı daha verimli kullanabilecekleri iddia etmiştir.

Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliğinin sağlanması için çevre faktörlerinde içine kılacak bir tarım stratejisinin belirlenip uygulamaya alınması bir zorunluluktur. Bu açıklamalar ışığında toprak yönetiminin, insanlığın en büyük tecrübelerinden biri olduğu açıkça görülmektedir. Günümüze kadar yaşamış medeniyetlerde topraklarının düzenli ve dengeli kullanımını sağlayamadıkları andan itibaren medeniyetlerinin yıkıldığı ve büyük göçler yaşandığı görülmüştür. Anadolu'nun tarımsal geçmişinde yaşanan yanlış tarım-toprak yönetimlerinin özellikle yanlış sulama ve otlatmalar ile bize iletmek istediği en önemli mesaj olan toprakların verimliliğini koruyan uygarlıkların varlıklarını sürdürdüğü, diğerlerinin is yıkılarak elemine oldukları yönündedir. Aynı

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

şekilde toprak kökenli ve bitkiden kaynaklanan hastalık ve zararlıların tespit ve işleyiş mekanizmalarının bilinmesi önem arz etmektedir.

Çok Yıllık Çakılı Denemeler ile Tarım Pratikerlerinin Etkilerinin Araştırılması

B. Lawes ve J. H. Gilbert tarafından İngiltere'de Londra'nın kuzeyindeki Rothamsted kasbasında 1843 yılında Rothamsted Araştırma İstasyonunda başlatılan uzun süreli tarla denemelerini halen devam ettirmektedir. Belirli aralıklarla yapılan akademik makale, rapor ve bilimsel toplantılar ile ilgili olarak toprakta meydana gelen değişimler, bitki verimi ve kalitesine ilişkin veriler bilim çevrelerinin istifadesine sunulmaktadır. Kuruluşlarından bu yana sürekli olarak yürütülen en eski uzun süreli denemeler şu anda 179 yaşındadır. Toprak verimliliğinin artması teorisini ortaya koyan Alman kimyager J. von Liebig'in bilimsel çalışmaları da uzun süreli çakılı denemelerin kurulmasına katkıda bulunmuştur. O günlerde besin elementlerinin geri dönüşümüyle ilgili hararetli tartışmaların etkisi ile Rothamsted klasik deneyler ve bilimsel araştırmaların yapılmasını teşvik etmiştir. İngiltere'deki tarımsal araştırma dikkatleri uzun vadeli tarla deneylerine odaklanmış ve bu tür deneyler kısa süre sonra diğer ülkelerde de ilham kaynağı olarak uzun süreli denemeler kurulmasına öncülük etmiştir. Söz konusu denemeler toprak bilimine önemli katkılarda bulunmuştur. Özellikle değişik uygulamaların sonucu uzun sürede toprak bileşenlerinde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin bitkisel üretime yansımalarının yanında hastalık ve zararlı kontrolündeki önemi konusunda önemli bilgiler sağlanmıştır. Hatta uzun süreli iklim değişimlerinin bitki verimleri üzerine olan etkilerini belirlemek içinde çakılı denemelerin kurulması gereklidir (Chmielewski ve Kohn, 1999). Bu bağlamda ülkemizde bu tür çok yıllık çakılı denemeler alanında araştırmalar teşvik edilmelidir. Ancak bu tür denemeler sonucunda toprakta meydana gelen değişimler ve bunların bitki gelişimine etkileri konusunda temel bilgi birikimi sağlanabilir. Aynı şekilde toprak kökenli ve bitkiden kaynaklanan hastalık ve zararlıların tespit ve işleyiş mekanizmalarının bilinmesi önem arz etmektedir.

Tarım sistemleri dünya ekosistemlerinin sağlıklı işleyişi için önemlidir (Lopez-Bellido ve ark.,

2010) ancak ekosistemin sağlığı ve gıda güvencesinin sağlanması içinde doğanın nasıl işlediğini bilmek daha da önemlidir. Sandén ve ark. (2018) Avrupa alanında 251 uzun dönemli tarla denemesinde ürün rotasyonu, örtü bitkileri/yeşil gübre, toprak işlemez, ağır toprak işleme ve organik gübreleme gibi alternatif yönetim uygulamalarının toprak gelişimi üzerine etkilerini karşılaştırmışlar ve sonunda tarımsal girdilerin uzun süreli pozitif ve negatif etkileri net olarak ortaya konmuştur.

Günümüz iklim değişimlerinin asıl kaynağı olarak gösterilen CO₂ emisyonlarını azaltmak için tarım sistemlerinin yönetilebilir olması hayati derecede önemlidir. Bu bağlamda dünya toprakları atmosferik CO₂'nin hem yutağı hem de kaynağı olabilir, ancak bu yavaş işleyen bir süreçtir. Doğrudan ve dolaylı yoldan C değişikliklerinin eksiksiz bir yaşam döngüsü analizi yoluyla toprak karbon (C) yutma kapasitesini değerlendirmek için uzun vadeli toprak-bitki yönetimi deneylerinden elde edilen sağlıklı verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırma verilerinin uzun sürede araştırmacılara yorum yapma olanağı kazandırması için bilgisayar ortamında tutulması, depolanması ve kullanıcılara belirli bir formatta açılması son derece önemlidir.

Dünyadaki Uzun Süreli Tarla Denemeleri

Uzun süreli tarla denemeleri ile bitki gelişiminin toprak faktörleri ve oluşumu üzerindeki etkilerinin bilinmesi açısından toprak-bitki yönetimi denemelerin önemi yadsınamaz. Dünyanın birçok ülkesinde uzun süreli çakılı denemelerin olduğu bilinmektedir. Bunlardan çoğu maalesef düzenli bir analitik çalışmaya girememişlerdir. İngiltere'de Rothamsted Araştırma istasyonu 1843 yılında başlattığı denemelerini halen devam ettirmektedir ve belirli aralıklarla toprakta meydana gelen değişimler ile ilgili bilgiler bilim çevrelerinin istifadesine sunulmaktadır (Debreczeni ve Körschens, 2003; Grosse ve ark., 2021; Donmez ve ark., 2022). Benzer şekilde Avrupa'nın birçok ülkesinde Almanya, Rusya, İsviçre, Fransa, İtalya, Avusturya gibi ülkelerde Asya'da Hindistan'da ICRISAT, Suriye'de ICARDA' DA 1978 ve 1985 yıllarında iki farklı bölgede iki farklı uzun yıllık denemeler kurulmuştur. Bu denemelerde toprak organizma DNA'larının da saklanması dahil bir bilgi bankası oluşturularak değişik bitki ve toprak

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

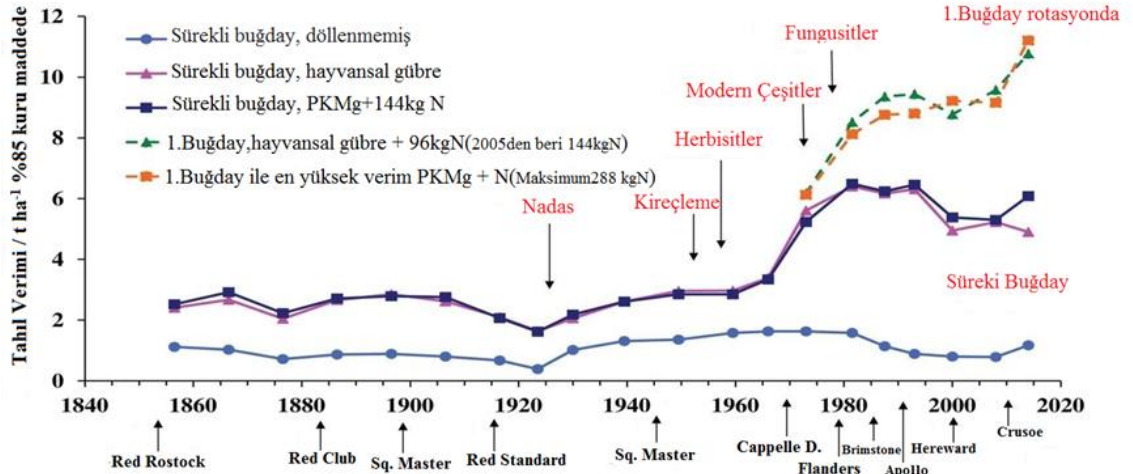
organizmalarının biyoçeşitliliğinde meydana gelen değişimleri de incelenmek istenmektedir. ICARDA'da yürütülen projeler bünyesinde "Sürdürülebilir Tarım Bölümü oluşturulmuştur. Sürdürülebilir Tarım Bölümünde yürütülen araştırmalar, Toprak, Tarla, Bahçe, Bitki Koruma, Hidroloji, Çevre, Sağlık ve Toplum Bilimi alanlarındaki araştırmacılar tarafından koordineli olarak yönetilmektedirler.

İngiltere Rothamsted Araştırma İstasyonu klasik deneme alanında yürütülen araştırmalar sonucunda yalnızca değişik uygulamaların bitki gelişimi üzerine olan etkileri değil aynı zamanda;

1. Toprakta karbon döngüsünün işleyişi ve bunun değişen sera gazları konsantrasyonu üzerine etkisi ile olan ilişkileri (Jenkinson ve ark., 1987),
2. Toprakta biriken ağır metallerin miktarı ve topraktaki davranışları (Wild ve ark., 1991),
3. Pestisit ve organik bileşiklerin topraktan hareketi ve taşınması (Jones ve De Voogt, 1999) konuları araştırılmıştır. Johnston (1997) Johnston ve Powlson (1992) ve Powlson ve Johnston (1992) İngiltere Rothamsted Araştırma İstasyonu koşullarında uzun süreli girdilere bağlı olarak yıllar içinde toprağın ve bitki gelişiminin daha iyi

anlaşılması konusunda son derece önemli veriler toplamışlardır.

Yüzyıldan fazla süren denemelerde değişik organik madde ve yüksek kimyasal gübreleme denemeleri sonucunda zamana bağlı olarak toprak özelliklerinin nasıl değiştiğini ve bunun bitki gelişimine olan etkileri incelenmiştir. Organik madde uygulaması yapılan parsellerde verimin üç kat daha fazla olduğu ve toprak gelişiminin mineral gübre gelişiminden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Benzian ve Lane, 1986). Johnston ve ark. (2017), İngiltere'de 70 yıl aynı tarla koşullarında buğday ve ortalama koşulları altında toprak organik karbon içeriğinin çok az (%4) değiştiğini belirtmişlerdir. Aynı alanda yapılan bir başka uzun erimli deneme sistemi için, % organik karbonun denge değeri killi toprakta kumlu topraktakinden daha yüksek olduğu belirlenmiş, ayrıca herhangi bir toprak tipinde, sürekli ekilebilir tarla tarımına göre çim ekili alanda daha çok karbon bağlandığı ölçülmüştür (Johnston ve ark., 2009). Şekil 1'de de görüleceği gibi uygun toprak-bitki yönetimi atında organik ve inorganik gübre uygulamaları atında uzun sürede uygun verim alınabilmektedir (Johnston ve Poulton, 2018).



Şekil 1. İngiltere Rothamsted Araştırma İstasyonu çok yıllık araştırma alanında 1840-2020 yılları arasında mineral ve organik gübrelemenin buğday verimi üzerine olan etkisi (Johnston ve Poulton, 2018).

Rothamsted Araştırma İstasyonunda ve diğer yürütülen çok yıllık denemeler ile çevresel etkiler ve toprak koruma sorunları ile ilgili soruların

incelenmesine ve açıklığa kavuşturulmasına katkıda bulunan uzun vadeli veri setleri sağlamış ve sağlamaya devam etmektedirler (Powlson ve

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

Johnston, 1992; Johnston, 1997). Gözlemler, verim, toprak ve bitki analiz sonuçları kayıt altına alınarak bilim insanlarının toprağa uygulanan girdilerin etkileri hakkında geniş bir yorum yapma olanağı sunmaktadır. Uzun vadede çakılı denemeler bilim insanlarına geleceğe yönelik yeni uygulamalar ve hizmetlerde sunulmuştur. Arşivlenmiş ve günümüz örneklerinin analizinin yardımıyla, birçok durumda iklim değişimleri başta olmak üzere birçok çevresel etkinin tarımsal kaynaklı olup olmadığı kanıtlanmaya çalışılmaktadır. Belirli bir durumda olduğu gibi, büyük bir geçmişe sahip uzun süreli arazi deneyleri, tarım hayvancılığı ve çevre yönetimini yöneten kuruluşlara peyzaj, arazi koruma alanlarındaki toprak ve su kirliliğinin kaynakları hakkında çok önemli ve güvenilir bilgiler sağlamaları çakılı denemelerin önemi ve değerini daha da arttırmaktadır.

Dünyanın değişik bölgelerde belirli bir ekolojik toprak yapısına sahip küçük parsellerle yapılan uzun süreli tarla denemelerinde çoğunlukla toprak besin rezervlerinin takviyesi olarak ürün rotasyonları, mono-kültür çalışmaları, organik ve mineral gübreleme, mikro elementlerin uygulanmaları, asidik topraklara kireç

uygulanması, sulama şekli ve su miktarı, toprak işleme yöntemleri, bitki koruma, yeni bitki türleri ve mikoriza çeşit araştırmaları gibi bir dizi deneme alanları oluşturmuş durumdadır.

Günümüzde çoğunluğu batı ülkelerinde özellikle Avrupa'da olmak üzere 25 kadar 100 yılı aşkın süreli uzun vadeli çakılı tarla denemeleri bulunmaktadır (Debrezeni ve Körschens, 2003). Bu denemelerden on biri İngiltere'de, üçü Danimarka'da ikisi Fransa'da ikisi Almanya'da ikisi Ukrayna'da ve beşi de ABD'de bulunmaktadır. Çoğunluğu Avrupa'da 650 kadar uzun erimli denemeler 10 ile 100 yaş arasında bulunmaktadır (Tablo 1). Deneme sonuçları uzun süreli olarak kayıt altında tutulduğu için bitkilerin ve toprakların gübre uygulamalarına tepkileri yanında toprakta karbon tutulması çalışmaları (Ci ve ark., 2011) en çok ilgi çeken konuların başında gelmektedir. Çoğu tarla deneme verileri karşılaştırıldığında değişik toprak bitki yönetimlerine bağlı olarak iklim koşullarının etkisi ile çok faktörlü etkilerin ortaya çıktığı da görülmektedir. Şekil 2'de görüleceği gibi değişik bitki örtüsü desenleri ve uygulamaları daha geniş parsellerde yürütülmeye çalışılmaktadır.



Şekil 2. Dünyadaki farklı ülkelerinde yürütülen uzun dönemli tarla denemeleri (Kaynak, Anonymous)

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

Donmez ve ark. (2022) yaptıkları bir meta analiz çalışmasında Avrupa’da 616 adet uzun süreli tarla denemesi oluşunu rapor etmişlerdir. Çalışmada Avrupa kıtasında Almanya’da (299), İsveç’te (51), Avusturya’da (31), İngiltere’de (27). Akdeniz bölgesinde ise İtalya’da (18), Fransa’da (18), İspanya’da (14) ve Türkiye’de (3) adet çakılı deneme kayıt altına alınmıştır. Yapılan analizlerde Dünyadaki çakılı denemelerin 508 tanesi halen aktif olarak sürdürülmektedir. 82 tane çakılı deneme 20 yıl kadar sürdürüldükten sonra değişik nedenlerden dolayı sonlandırılmışlardır. İtalya’da Milli Eğitim, Üniversite ve Araştırma Bakanlığı (IC-FAR) tarafından 2013 yılında desteklenen 16 uzun erimli tarla denemeleri ile iklim değişikliklerinin İtalyan tarımsal sistemleri üzerindeki etkilerini ve uyum stratejileri ile daha iyi anlaşılması için uzun vadeli araştırmalar başlatmışlardır (Ginaldi ve ark., 2016). Denemelerde belirlenmiş olan birçok parametre

ölçülerek ürün sistemi modellemesiyle ilişkilendirilerek olası riskler ve önlemler belirlenmek istenmektedir. Son yıllarda, çakılı deneme verilerinin sonuçlarını kullanmak, saklamak ve profesyoneller için çeşitli konularda tartışma olanaklarını sunmak için yerel ve uluslararası düzeyde bazı girişimler başlatıldı. Değişik ülkelerdeki uzun süreli çakılı deneme merkezleri 1995 yılında COST (European Cooperation in Science and Technology) ve NATO (The North Atlantic Treaty Organization) tarafından da desteklenen uluslararası çalıştay İngiltere Rothamsted’de “Evaluation of Soil Organic Matter Models using Existing Long Term Datasets” başlığı ile düzenlediği Powelson ve ark. (2013) tarafından rapor edilmiştir. Özellikle karbon hesaplama modelleri konusu çok önemsendiği için çalışmaya ilgi çok yüksek düzeyde olmuştur (Debrezeni ve Körschens, 2003).

Tablo 1. Dünyadaki Çakılı Denemeler (Debrezeni ve Körschens, 2003)

Kıtalar, Ülkeler	10 – 20	20 – 50	50 – 100	>100 yıllık	Toplam
Avrupa					
Avusturya	1	6	2		9
Belarus	2				2
Belçika		3	2		5
Bulgaristan		6			6
Çek Cumhuriyeti	3	12			15
Danimarka		5		3	8
Estonya	1				1
Finlandiya		1			1
Fransa		3		2	5
Almanya	6	70	22	2	100
Büyük Britanya		6	2	11	19
Macaristan	5	75	2		83
İtalya	1	2			3
Moldova		4			4
Hollanda		8	7		15
Norveç			3		3
Polonya		11	5		16
Romanya	1	13			14
Rusya		32	30		62
Sırbistan	1		1		2
Slovakya		5			5
Slovenya	2				2
İspanya	1				1
İsveç		13	3		16
İsviçre		5	1		6
Ukrayna		12	1	2	15

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

Toplam:	24	292	81	20	417
Afrika		32	37		69
Asya		28	7		35
Avustralya		7	14		21
Kuzey Amerika					
Kanada	1	8	4		13
ABD		33	17	5	56
Güney Amerika		9	1		10
Dünya toplamı:	25	409	161	25	620

İklim Değişimleri ve Küresel Sıcaklık Tahmininde Çakılı Denemelerin Önemi

Toprak, insanın bundan yaklaşık 10 bin küsur yıl önce yani yerleşik tarımın başlangıcından beri insan faaliyetlerinin sonucu olan sera gazı (SG) kaynağı olmuştur. Küresel iklim değişimlerine doğrudan yer yüzeyinden endüstri, tarım paratikleri ve diğer etkinliklerden kaynaklanan karbon ayak izi etkileri sonucu atmosferde biriken sera gazları neden olmaktadır. Ancak karbonun tutulması çoğunlukla bitkilerin fotosentez mekanizmasına bağlı olarak değişmektedir. Bitkiler üzerinden tutulan ve toprağa aktarılan organik madde olarak tutulan karbon miktarının küresel olarak tahminleri, bunun atmosferde CO₂ olarak bulunan 750 Pg (10¹⁵)'nin yaklaşık iki katı olduğunu göstermekte, Eswaran ve ark. (1993) karasal sitemdeki toplam küresel karbon stoğunun 100 cm derinliğe kadar 1576 Pg olduğunu ve Post ve ark. (1982) ise yaptıkları tahminlerde 1394 Pg olarak belirtmişlerdir. Zamana bağlı olarak toprakta ne kadar organik karbonun tutulduğu veya atmosfere salındığının bilinmesi ancak uzun erimli tarla denemeleri verilerinin oluşturulması ile sağlanır. Korschens ve ark. (2013) Avrupadaki 20 kadar uzun erimli tarla denemesi sonuçlarını değerlendirdikleri veriler yayınlamışlardırlar. Benzer şekilde Korschens (1996) Almanya'daki 20 kadar uzun süreli tarla denemesi verilerin değerlendirilmesi sonucu, topraktaki mineralize edilebilir C ve N'nin tarla topraklarda nispeten dar bir ekolojik optimuma sahip olduğunu göstermekte olduğunu belirtmiştir. Bugün Almanyada yalnızca 168 tarla denemesi içinde 158 deneme alanında gübreleme çalışmaları ve etkileri çalışılmaktadır (Grosse ve ark., 2020). Her şeyden önce, çakılı denemeler genelde buldukları alanın toprak, iklim ve ekolojik verilerine bağlı olarak karakteristik sonuçlar sağlamaktadırlar. Çakılı

deneme sonuçları uzun erimli uygulamaların sonuçlarını, ekolojik ve ekonomik olarak bilgi birikiminin artmasına yol açmaktadır. Ayrıca uzun erimli tarla denemeleri verileri aynı zamanda çevre dostu besin arzı ve sürdürülebilir hayvancılıkla ilgilide gerçek soruları ve çözüm önerilerin netleştirilmesine yardımcı verilerde üretmektedir. Uzun süreli çakılı tarla denemelerinde üst toprak katmanında toprak C içeriğinin %0.2 ila %0.6 C ve N içeriğinin %0.02 ila %0.06 N arasında değiştiğini ve bu değerlerin altında toprak verimliliği, bitkisel verim ve atmosferdeki CO₂ bağlanmasının yetersiz olacağını; bu değerlerin üzerindeki konsantrasyonlarda ise çevre açısından tehlikeli kayıplar meydana gelebileceğini belirtiyor. Nerdeyse 1/10 olan N:C oranı bozulursa iklim değişimlerine neden olan sera gazı salınımda değişecektir.

Toprakta bulunan organik maddenin (OM) başka bir ifade ile toprak organik karbonu (TOK) birçok toprak özelliği üzerinde çok derin bir etkisinin olduğu son yıllarda daha iyi anlaşılmiş bulunmaktadır. OM'nin kaynağı olan TOK ve toprak inorganik karbonu (TİK) kaynakları karasal biyosferin en büyük rezervleri olan toplam toprak C stokunu oluşturuyor ki bu küresel C döngüsünün en kritik parçasını oluşturmaktadır (Schulz ve ark., 2011). Karasal ekosistemlerde genelde tropikal ve nemli iklimlerdeki topraklarda karbon, OC olarak depolanırken, kurak ve yarı kurak iklim koşulları altında hem OC hem de IC olarak depolanır (Lal ve ark., 2021). Toprak organik maddesinin toprağın kalitesini artırdığı çok uzun zaman önce fark edildi. Ancak OM'yi ölçecek yöntem ve araç olmadığı için etkileri çok ölçülemedi. OM'nin önemine verilecek örnekler arasında daha fazla agregat oluşumu veya stabilizasyonu, toprak işleme kolaylığı, sıkıştırma riskinin azalması veya diğer fiziksel hasarlar, erozyon riskinin azaltılması ve toprak su tutma kapasitesinin geliştirilmesi gibi fiziksel özellikler

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

sayılabilir. Bu nedenle torakların OM içeriği, bileşimi veya dinamiklerindeki değişikliklerin toprak üzerinde geniş kapsamlı etkileri olabilir (Yang ve ark., 2011). Bazı değişiklikler on yıllar boyunca yavaş yavaş meydana gelmektedir. Bazı toprak özellikleri çok uzun sürede değişirken, bazıları çok kısa sürede değişebilmektedir. Bu nedenle toprak değişkenliklerini ölçmek için uzun süreli çakılı denemelerin kurulması gereklidir. Çakılı denemelerde elde edilen verilerin “modeller” üzerinden diğer tarım alanlarına projeksiyonlar yapmak bakımından tek pratik yararlı yol olarak sunulmaktadır.

Toprak yalnız bir besin kaynağı olarak değil aynı zamanda temiz bir çevre için mutlak olması gerekli bir kaynaktır. Sürekli dengeli bir yaşam için toprak mutlak korunması ve uygun yöntemlerle yönetilip işlenmesi gereken bir ortam olarak önemini her gün biraz daha etkili bir şekilde hissettirmektedir. Günümüzde çevre bilinci oluşmuş herkes mevcut tarım uygulamalarının uzun vadede ne getireceğini ve ne götüreceğini bilmek istemesi en doğal hakkı olarak görmektedir. Mevcut bitki ve toprak yönetimlerine alternatif yeni yönetim şekillerinin yaratacağı tepkilerin bilinmesi ise ayrı bir önemlilik arz etmektedir. Blake ve ark. (2000) toprak besin elementi döngüsü ve verimlilik dinamiklerini anlamak için dünya çapında uzun vadeli arazi çalışmaları ve arşivlenmiş toprak ve bitki örnekleri çalışmalarının sürdürülmesinin önemini vurgulamışlardır.

Powlson ve Johnston (1992); Johnston (1997) 1980 yıllarda başlattıkları çalışmada uzun yıllar buğday bitkisinin veriminin organik madde uygulanması ile arttığını belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar buğday verimindeki artış için mantar hastalıkların kontrolünün gerektiğini ve bitki rotasyonu alındaki buğday veriminin ve sürekli buğday olan parsellerde yetiştirilen parsellerden daha yüksek olduğu ve mantar hastalık etmeninin ise münavebe alanlarında daha az olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma bulguları organik madde uygulanan parsellerdeki verim artışının yalnız besin elementi temini değil topraklardaki fiziksel ve biyolojik iyileşmenin etkisi sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir (Schulz ve ark., 2011). Avustralya’da uzun zamandır sürdürülen çok yıllık denemelerde buğday

rotasyonu buğday nadas; buğday mera uygulamaları sonucu buğday bitkisinin organik madde ve organik azot beslenmesi durumunda daha iyi geliştiği belirlenmiştir (Grace ve ark., 1995). ABD’de yürütülen bir diğer uzun yıllık çalışmada 5 ton/ha buğday veriminde organik gübreleme kimyasal gübrelere göre daha iyi sonuç vermekte iken, 10 ton/ha buğday verimi için kimyasal gübrelemeye gereksinim bulunmaktadır. Hindistan’da 1971 yılından bu yana sürdürülen çakılı deneme araştırmalarda değişik azot dozları hayvan gübrelisi ve gübresiz olarak denenmiştir. Hayvan gübresi uygulanan parsellerde buğday verimi 5.6 ton/ha olmuştur. Mineral N parsellerinde toprak asitliği ve mikro-element noksanlığı gözlenirken hayvan gübresi uygulanan parsellerde ise verim artışı sağlanmıştır (Nambiar, 1990).

Russell (1977) artan organik maddenin toprak fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini ve bunun toprak işleme kolaylığı üzerindeki rolünü uzun yıllar değişik araştırma istasyonlarında gözlemiş ve daha fazla organik maddenin de verimi düşürdüğünü belirlemiştir. Russell (1977) uzun yıllık denemelere baklagil bitkilerinin yerleştirmesi sonucu toprakların organik madde miktarının arttığını belirlemiştir. Afrika’da birçok ülkede yürütülen uzun süreli denemelerde Ghana ve Tanzania bitkisel verimin toprakların organik ve kimyasal verimliliğine bağlı olduğunu (Le Mare, 1972) ve Nigeria ’da ki ICRISAT’ta yürütülen araştırmalarda ise organik madde uygulanmayan tarımsal sistemlerde yalnız mineral gübrelemenin verimi önemli derecede düşürdüğü (Kang ve Balasubramanian, 1990) tarafından rapor edilmiştir.

Son 100 yılda oluşan bilgi birikimi ve istatistiksel veriler toprak koşulları ve bitki yetiştiriciliği hakkında yeterli düzeye ulaştığı söylenebilir. Ancak uygulanan yeni bitki tür ve varyetleri ve kullanılan kimyasalların toprak dinamiği üzerindeki uzun erimli etkileri hakkında yeterli bilgi birikimi oluşmamıştır. Ayrıca kullanılması gereken girdilerin ekonomik ve sosyal boyutu ise çok az bilinmektedir. Bu çerçevede tarımsal üretimin sürdürülebilir olup olmadığı konusunda son yıllarda ileri sürülen görüşlerin başında toprak, su ve besin elementi yönetiminin optimize edilmesi gelmektedir. Ancak toprak gibi çok dinamik ve değişkenliği

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

yüksek olan bir ortamda çok fazla koordineli araştırmanın yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda birçok disiplinin birlikte çalışması gerekmektedir. Tarım sisteminde uzun dönemli denemelerin önemi sürdürülebilir tarımın çevre üzerindeki etkilerinin çalışılması ile güncelleşmeye başlamış bulunmaktadır.

Sürdürülebilir tarım konusu gıda güvencesinin ve kalitesinin sağlanması üzerinden son yıllarda en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. Sürdürülebilir tarım; ekonomik canlılık, çevre sağlığı ve tarımsal üretim sistemlerinin sosyal açıdan kabul edilmesi yönündeki problemlerin ve sıkıntılarının üstesinden gelmeyi araştırma yönünde uzun süredir ABD ve dünyada artan ölçüde incelenmektedir (Velten ve ark., 2015). Sürdürülebilir tarımın birçok tanımı olmasına rağmen, bu tanımların çoğu verimlilik, karlılık, muhafaza, sağlık, emniyet ve çevre gibi benzer unsurları değişik vurgulama derecelerinde ön plana çıkarmaktadırlar. Örneğin, USDA sürdürülebilir tarımın çok uzun bir zaman diliminde verimli, rekabet edebilir ve karlı olacak; halk sağlığını, besin kalitesini ve güvenilirliğini iyileştirecek tarım sistemi olarak tanımlamaktadır. Bunun yanında "sürdürülebilir" kavramı bir zaman boyutunu ve tarım sisteminin kapasitesini sınırlama olmaksızın geliştirmeyi ve sürdürmeyi ifade eder (Lockeretz, 1988).

Türkiye Koşullarında Çok Yıllık Deneme Konuları Üzerine Görüşler

Bilindiği gibi bitki kökleri toprak çözeltisinde bulunan besin elementlerini bitki kökleri ve diğer rizosfer mekanizmalarını kullanarak alır bitki gelişimi ve büyümesi için kullanır (Marschner, 2011). Toprak çözeltisindeki besin elementi konsantrasyonu özellikle K, P ve Zn gibi toprakların tampon özellikleri tarafından sağlanan besin elementleri labil ve stabil formlarda bulunurlar. Toprakların besin elementi sağlama hızı ve miktarı uzun vadede toprak verimliliği açısından son derece önemli bir olaydır. Ancak yarı kurak iklim kuşağında entansif tarım uygulamaları sonucu bitkiler tarafından topraktan sömürülen P, K ve Zn gibi kritik önem sahip besin elementlerinin toprakta zaman içinde meydana gelecek değişimleri çok az biliniyor. Ülkemiz toprakları genelde yeterli potasyum rezervine sahip olduğu söylense de son yıllarda kullanılan yüksek verimli genotipler

ve hibrit çeşitlerinin kullanılması ile topraklar hızlı bir şekilde sömürülmekte ve bunun sonucu verim düşüşü gözlenmektedir. Ayrıca her ne kadar toprakların genelde azot ve fosfor düzeyleri düşük olduğu biliniyorsa da zaman zaman toprak analiz sonuçlarına dayanmayan gübreleme sonucu toprakların fosforca doyurulmakta ve bunun sonucu topraklardaki mikoriza gibi simbiyotik canlıların aktiviteleri düşmekte ve ayrıca Zn ve Fe gibi besin elementleri ile yaptığı kompleksler sonucu bu besin elementleri alınamamaktadır. Ayrıca fazla gübrelemeden dolayı gereksiz para ve zaman harcanmış olmaktadır. Çukurova ve Harran ovasının yaygın topraklarında yapılan P ve K beslenmesi ve besin kapasitelerinin belirlenmesine yönelik denemelerde bazı topraklarda yetiştirilen aynı bitkiye ait verimin devam ettiği halde bazılarında ise birkaç ürün sonrası toprakların daha fazla ürün vermediği tespit edilmiştir (Ortaş ve Güzel, 1989). Uzun vadede toprak verimliliğinin bilinmesi ve gelecekte olası gübreleme programları ve bilimsel bilgi edinme açısından uzun erimli tarla denemelerinin yürütülmesi çok yönlü kazanımlar sağlayacaktır. Toprak verimliliğinin veya toprakta organik maddenin buna bağlı olarak toprakta tutulan besin elementlerinin miktarının bir ölçüsü de toprağın humus miktarının bilinmesi son derece önemli bir parametredir. Yarı-kurak Akdeniz iklim kuşağında toprakların organik madde içeriği düşük düzeyde olduğu için toprakların besin elementi tutma kapasiteleri de düşük olmaktadır. Toprakların humus miktarının artırılması toprağın verimliliğinin artması olarak değerlendirileceğinden uzun sürede toprak verimliliği açısından son derece önemlidir. Almanya, Rusya ve İngiltere'de halen devam etmekte olan çakılı deneme sonuçlarına göre topraklara uygulanan değişik gübreleme programları sonucu, yalnız başına kimyasal gübre uygulanan parsellerde toprakların humus miktarında başlangıç noktasına göre bir düşüş olurken organik madde ilavesi yapılan parsellerde bu değerlerin biraz arttığı fakat organik madde ve kimyasal gübre ilave edilen parsellerde humus içeriğinin arttığı (Ortaş ve Lal, 2014) ve mineral gübre uygulamasına oranla %114 oranında verim artışı sağlandığı rapor edilmektedir (Bolinder ve ark., 2010).

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

Benzer denemelerde toprağa organik madde kazandırılması topraklara oturmuş bir yapı kazandıracağı ve toprak yüzeyindeki besin elementinin ortamdan daha az uzaklaşacağı tahmin edilmektedir ki, bu toprakların sürekliliği açısından son derece önemli bir stratejidir.

Ayrıca azot fiksasyonu sağlayan bitkilerin toprağın mikrobiyal faaliyetleri üzerinde de olumlu etkiler sağladığı rapor edilmiştir. Azot fiksasyonu sonucu toprakların mineral azot içeriğinin arttığı ve buna bağlı olarak organik madde içeriğinin en azından korunduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. Uzun sürede N-fiksasyonu yapan bitki biyosfer topraklarını asitleştirdikleri bilinen bir gerçektir. Avustralya'da sürekli N fiksasyonu yapan yem bitkilerinin bulunduğu alanlarda toprak pH'sının 2 birimden daha fazla aşağılara düştüğü belirlenmiştir (Johnston ve Poulton, 2018). Özellikle de bölgemiz koşullarına benzer kireç içeriği yüksek ve pH'ları yüksek olan alanlarda toprak pH'sının kontrol edilmesi toprakta var olan besin elementlerinin alınması yönünden önemli etkisi olabilir (Ortas ve ark., 2014).

Russell'in uzun süreli gözlemlerine ve araştırma bulgularına göre; derin toprak işlemenin toprak gelişimi ve yabancı ot kontrolü dışında herhangi bir yararı olmamıştır. Toprak işlemenin azaltılmasının daha yararlı olacağını İngiltere ve Afrika koşullarında yürütülen tarla denemeleri ile belirlemişlerdir (Russell, 1977). Yine İngiltere'de Newcastle Üniversitesinde yaklaşık 100 yıllık bir uzun süreli denemede yürütülen araştırmada meraların yönetimi ve bunun toprak değişimi üzerine olan etkileri araştırılmaktadır (Shiel, 1986; Shiel, 1995). Uzun yıllar mera koşulları altında toprağın organik madde ve N içeriğini arttığı ve bunun sonucu toprakların fiziksel ve biyolojik verimliliklerinin de iyileştiği belirlenmiştir. Bilindiği gibi değişik toprak işleme sistemleri ile önemli düzeyde verim artışı olduğu ve bu verim artışının çoğu zaman toprakta su tutma kapasitesi ile ilgili olduğu konusunda raporlar literatürde sıkça görülmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalar ağır toprak işlemeye bağlı olarak toprakta var olan ve doğal gübre olarak bilinen mikoriza mantarlarının hiflerinin kırılması sonucu bitkilerin kökleri yeterince mikorizal enfeksiyon geliştirmedikleri için yeterince beslenemedikleri ve buna bağlı olarak

ciddi verim düşüşleri olduğu belirlenmiştir (Miller ve ark., 1992; Daynes ve ark., 2013). Yapılacak olan çok yıllık denemelerde değişik toprak işleme ile toprak ve bitki yönetiminin verim ile mikoriza oluşumu ve değişik toprak özellikleri arasındaki ilişkiler sistematik olarak araştırılmalıdır. Geriye gidecek olursak Çinlilerin MÖ 3000 yıllarında münavebe sistemini uyguladıkları ve bunu yıllar yılı sürdürerek toprak verimliliğinde devamlılık sağladıkları belirlenmiştir (Hillel, 1994). Günümüzde artan çevre stresine karşı toprak verimliliğinin devam ettirilmesinde münavebe sisteminin önemi daha da artmaktadır. Yapılacak olan uzun vadeli denemelerle toprağın biyolojik verimliliği araştırılacak ve bu ilişkinin verim artışı üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılacaktır.

Uzun Süreli Tarla Denemeleri Üzerinden Toprak Kalitesinin Belirlenmesi

Toprağın çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri toprağın sürekli olarak sağlıklı ve besleyici bitkisel üretim potansiyellerini ve kabiliyetlerini belirlemek için kompleks bir etkileşim içindedirler. Bir toprağı verimli hale getiren ve bitkilerin büyümesini geliştiren faktörlerin bileşimi "Toprak Kalitesi" olarak adlandırılır. Amerika Toprak Bilimi Derneği (SSSA) toprak kalitesini, toprak karakteristiklerinden veya dolaylı gözlemlerden (toprak organik maddesi, hacim ağırlığı, agregat oluşumu, gözeneklilik, sıkıştırılma, erozyona karşı hassaslık ve verimlilik) anlaşılabilir doğal bir özellik olarak tanımlamaktadır. Böylece toprak kalitesi, geleneksel olarak toprak verimliliği üzerine odaklanmış ve toprak verimliliğine eşit sayılmıştır. Avrupa topraklarını uzun erimli yerinde korunması için alternatif toprak-bitki yönetim uygulamalarının uzun sürede işlenmesinin değerli olduğu vurgulanmaktadır. Sandén ve ark. (2018) tarafında yürütülen faydalı olan alternatif girdi yönetim uygulamaları çalışmasında biyolojik toprak kalitesi göstergeleri için organik gübrelerin önemi bitkisel verim artışı için ilk sırada yer aldığı belirtilmiştir. Hindistan'da 31 yıl süre ile yürütülen organik tarla denemesinde hayvan gübresi + NPK gübrelemesi hem toprak organik maddesi hem de toprak biyolojik kalitesini ve de

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

en yüksek buğday verimi gerçekleştirildiği rapor edilmiştir (Masto ve ark., 2006).

Günümüzde toprak kalitesi kavramı kaliteli ve sağlıklı yiyecek, insan ve hayvan sağlığı ve kaliteli çevre özelliklerini içine alacak şekilde genişletilmiştir. Ayrıca son yıllarda sorulan sorulardan biri de toprağın kalitesi nedir ve kalite unsuru nasıl belirlenmelidir. Bu konuda dünya literatüründe de çok az bilgi olmasına karşın birçok bilim adamı toprak kalitesi parametrelerinin belirlenmesi ve uluslararası standartların oluşturulmasının önemini vurgulamaktadırlar.

Son yıllarda yakın çevremizdeki çiftçilerin en büyük şikâyetlerinden biri; topraklarının verim kapasitelerinin düştüğü konusudur. Yüksek verim kapasiteli hibrit ve çeşitlerin tarımda kullanımı ile toprakta birim alandan daha çok ürün alınırken aynı oranda topraklar besin elementleri yönünden de sömürülmektedirler. Ayrıca son yıllarda kullanılan yoğun kimyasal gübreler ve ilaçlar toprakların mikrobiyolojik dengesini değiştirmektedir. Aşırı kimyasal kullanımı toprakta bulunan yararlı organizmaların yok olmasına veya pasif duruma geçmesini sağlayabilir (Thompson, 1987; Ortas, 2003; Ortas ve İslam, 2018). Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitki kökleri ile simbiyotik yaşam sürdüren mikoriza ve azot fiksasyonu sağlayan toprak organizmalar aşırı kimyasal kullanımı sonucu pasif duruma geldikleri için de toprakların verimlilikleri önemli ölçüde azalmaktadır (Xu ve ark., 2017; Bahman ve ark., 2022). Toprak verimliliğini önemli ölçüde düşüren bir diğer faktör ise eğimli alanlarda aşırı sulama sonucu organik maddece zengin olan yüzey topraklarının ortamdaki uzaklaşması sonucu toprakların başta biyolojik verimliliklerini önemli ölçüde kaybetmekte olduğu rapor edilmektedir.

Toprak-Bitki Yönetimi Açısından Çakılı Denemelerin Önemi

Toprak, tarımsal üretimi sağlayan, bünyesinde mineral ve organik maddeleri, toprak canlılarının, hava ve su içeren üç boyutlu bir karışım veya ortamdır. Toprak, canlı ve dinamik bir yapıya sahiptir ve evrenin ilk şekillenmesi ile oluşmaya başlamış olup bu süreç devam etmektedir. Bu yönüyle toprak evrimleşmekte olup sürekli değişime uğramaktadır.

Değişik toprak ve bitki yönetimlerinin toprakta doğal gübre olarak adlandırılan mikro organizma faaliyetleri daha iyi izlenerek literatürde eksikliği görülen konulara açıklık kazandırılmış olur. Ayrıca deneme alanları değişik organizmaların aktivitelerinin belirlenmesi yönünden önemli laboratuvar olacaktır. Hastalık ve zararlı davranışlarının belirlenmesi yönünden önemli stratejiler oluşturacaktır. Toprak kökenli nematod zararlısının değişik tarım tekniklerine bağlı olarak etkilerinin bilinmesi ilerde zararlı ile mücadelede önemli katkılar sağlayacaktır. ICARDA' da yürütülen araştırmalarda kök nematodlarının aşırı gübrelenmiş alanlarda artarken bitki rotasyonu uygulanan parsellerde ise azaldığı belirlenmiştir (Pang ve ark., 2021). Aynı araştırmada uzun süreli arpa nadas uygulaması (arpa ve takiben buğday ve yem bitkileri uygulaması) yapılan uygulamalarda cyst nematodu sayısı azalırken, sürekli arpa ekilen alanlarda ise zararlı etmeni artmıştır. Günümüzde toprağın doğal verimlilik kapasitelerinin devamlılığı iyi bir toprak ve bitki yönetimi ile mümkündür. Sürekli ve sürdürülebilir tarım olarak da bilinen uzun sürede toprak verimliliğinin sürekliliğinin sağlanması gelecekte de daha da güncelleşecektir. Bu bağlamda toprağın verimliliğini uzun sürede çevreyi de koruyacak şekilde korunması önemli bir tarım stratejisidir. Değişik tarla ve bahçe bitkilerinin tek tek veya birlikte birbirleri ile olan etkileşimleri ve bunların toprak kalitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde uzun süreli çakılı deneme sonuçları iyi bir beslenme yönetim modeli için yararlı olabilir.

Türkiye, içinde bulunduğu iklim kuşağı ve coğrafi konumundan dolayı, kil ve kireç içerikleri yüksek, organik madde içeriği düşük, yer yer strüktürleri bozuk topraklara sahiptir. Toprakların bu tür fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden arzu edilmeyen özellikleri bir yandan bitkilerce alınabilir besin elementlerinin konsantrasyonlarını düşürürken diğer yandan da bitkilerin böyle topraklardan besin elementi alabilme kabiliyetlerini düşürmektedir. Kimyasal gübre kaynakları sınırlı ve pahalı olduğundan, doğal kaynakların kullanılması ve iyi yönetilip değerlendirilmesi son derece önemlidir (Ortas, 2022).

Toprakta hareketliliği son derece yavaş ve bitkiler için makro düzeyde gereksinim duyulan bir besin

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

elementi olan fosfor belki de toprak biliminde en kapsamlı çalışılan konuların başında gelmektedir. Günümüze kadar yapılan binlerce araştırma sonuçları toprağa uygulanan fosforun ancak çok küçük bir kısmını bitki tarafından kullandığı geriye kalanını zamana bağlı olarak toprakta çözünmez formda kompleksler oluşturduğu bilinmektedir (Ortas ve Islam, 2018; Farhan ve ark., 2021). Ayrıca toprakta fazla P'nin bulunması durumunda doğal gübre olarak adlandırılan mikoriza mantarlarının aktivitelerinin azaldığı sıkça rapor edilen bilgilerdendir fakat sistematik olarak zamana bağlı olarak olayların nasıl işlediği konusunda kesin bir bilgi birikimi bulunmamaktadır.

İklimsel Değişmelerin Olası Etkilerinin Araştırılmasında Çakılı Denemelerin Önemi

Gelecek yüz yılın en ciddi problemi olması beklenen su ve sıcaklık stresine karşı bitkiyi iyi besleyen ve olumsuz etkilerden en az etkilenen mekanizmalar üzerindeki araştırmalara öncelik verilmelidir. İklimde meydana gelecek birkaç derecelik sıcaklık değişimi ekolojik dengelerin yeniden düzenlenmesi anlamına gelmektedir. Şimdiden hazırlıklı olmak ve meydana gelen değişimlere göre önlem almak gerekmektedir.

Son yıllarda karbon döngüsü ve toprak üzerindeki etkileri matematiksel modellerle belirlenmeye çalışılmaktadır. Böylece karbon oranı dikkate alınarak değişmelerin daha rahat tespit edileceği ileri sürülmektedir.

Uzun süreli tarla denemeleri, tarımsal yönetim bilgisinin vazgeçilmez kaynaklarıdır. Uzun süreli tarımsal tekniklerin uygulanması sonucunda toprak verimliliğinde meydana gelen değişikliklerin izlenmesi, anlaşılması ve kanıtlanmasında hayati öneme sahiptirler. En azından ilgili gübreleme bilgilerinin, verilerinin uzun sürede olası etkilerin bilinmesi toprak sağlığı, kalitesi ve verimliliğinin devamı için önemli. Ancak bilimsel, ekolojik ve ekonomik pratik değerleri ölçülemez ise ne yazık ki geçmişe dayalı bilgi birikimi sağlanmamış olur.

İklim Değişimlerinin Uzun Sürede Toprak Bozulumu Üzerine Etkileri.

İnsanlığın ilk tarıma başlamasından yaklaşık 10 binlerce yıl öncesinden yakın geçmişe kadar dünyanın doğusunda (Asya) toprakları koruyarak günümüze kadar gelirken Gustafson (1948) ABD'liler topraklarını "son iki yüzyıllık

kullanımı sonucu verim düzeylerinin önemli düzeyde düşürmüştür" demektedir. Verimliliğin düşmesine genellikle topraktaki besin elementleri tarladan hasatla birlikte ürün olarak dışarı taşınması, drenaj ile yıkanması, yüzey akışı veya erozyonla topraktan besin elementlerinin taşınması gösterilebilir. İnsanlığın tarımsal geçmişinin (insanlık tarihi tarım tarihi ile eş kabul edilirse) bize iletmek istediği en önemli mesaj, toprakların verimliliğini koruyan uygarlıkların varlıklarını sürdürdüğü, diğerlerinin ise elemine oldukları yönündedir.

Bilindiği gibi üzerinde yaşadığımız yer küre insanlığın doğa kanunlarını öğrenip doğaya hâkim olması ile doğanın tahribatı da artmaya başlamıştır. Bunların başında büyük oranda doğal bitki örtülerinin yok olmasıdır. Topraklarda türleri, popülasyonları ve işlevleri halen tam olarak bilinmeyen makro ve mikro canlı toplulukları bulunmaktadır. Tüm den doğada yaşayan bitki ve hayvan topluluklarının belirtildiği üzere gerek türleri ve gerekse sayıları ile çoğunun doğal hayattaki sistemin işlemesine olan katkıları halen bilinmemektedir. Doğadaki modelin işleyişi itibarıyla bütün canlılar doğal hayata kendi çaplarında katkıda bulunmaktadırlar. Aksi halde doğal denge bozulur ve bir tarafın üzerine yıkılır. Anlaşılabacağı gibi geline nokta da ozon tabakasının delinmesi, güney yarım küresinde sıcakların artması sonucu buzul dağlarının erimesi ve güney yarım kürede aşırı yağışların oluşması, kuzey yarım kürede görülmemiş oranda soğukların olması doğal dengenin bir taraf üzerine yıkılması olarak değerlendirilebilir. Bu yıkılmada en büyük zararı toprak çekmektedir.

Aydeniz (1985)'e göre toprak herhangi bir nedenle bozulan düzen ve etkenler arasındaki uyumun sağlanması ve bu uyumun korunması yollarını bulmaya çalışan bilimi toprak amenajmanı olarak adlandırılmıştır. Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi toprak-insan-çevre (iklim) arasında bozulan düzenin yeniden onarılması söz konusu olabilmektedir. Toprak erozyonu ve yanlış arazi kullanımı veya uygun olmayan bitki ve toprak yönetimi sonucunda oluşan bozunumlar ve toprakların verimliliklerinin kaybolması önümüzdeki dönemde çok sık işlenecek konuların başında

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

gelmektedir. Bu bağlamda toprak ve su kaynaklarının korunması, toprakların verimliliklerinin korunması için uygun bitki seçimi ve toprak yönetimi konularında araştırmalara gereksinim duyulacaktır. Tarımsal ekosistemlerin yanlış yönetilmesi sonucu toprakların TOK stokları tükenmiştir ve tükenmenin büyüklüğü, su ve rüzgâr ile hızlandırılmış erozyona ve diğer bozulma süreçlerine yatkın olanlarda daha fazla olduğu Lal ve ark. (2021) tarafından belirtilmiştir.

Bu açıklamanın ışığında toprak-bitki yönetimi insanlığın gıda güvencesi için en büyük tecrübesidir. Günümüze kadar yaşamış ve varlıklarını artık devam ettiremeyen medeniyetlerin çoğunlukla topraklarının düzenli ve dengeli kullanımını sağlayamadıkları andan itibaren medeniyetlerinin yıkılmasına yol açmış ve büyük göçler yaşamışlardır.

Çakılı Denemelerin Sağlıklı Sürdürülebilmesi İçin Olası Gereksinimler

Yukarıda belirtilen işlem ve analizler için çakılı denemelerin aktivitelerini takip edecek bilgi ve birikime sahip nitelikli teknisyen ve iş gücüne mutlak gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır. Araştırma materyallinin amaca uygun ve titizlikle yerinde ve zamanında alınması korunması büyük önem oluşturmaktadır. Alınması planlanan toprak ve bitki örneklerinin amaca uygun olarak alınması ve analizleri için temel laboratuvar alt yapısı ve hassas ölçüm ekipmanlarına sahip olunması gelecekte verileri sağlıklı analiz ve kıyaslamak için ayrıca önem oluşturmaktadır. Son yıllarda gelişen bilgi teknolojileri yolu ile verilerin düzenli belirli bir formata tutulması ve depolanması için veri bankasının oluşturulması bilgilerin korunmasına ciddi katkı sağlayacaktır. Böylece verilerin zaman için bilgisayar programları üzerinden geniş tabanlı analizlerin yapılması ve projeksiyonlar üretilmesine yardımcı olacaktır. Yürütülecek çakılı denemelerde sistem, hiyerarşik olarak yukarıdan aşağıya modelle ekseninde deneysel yönetim verileri, toprak özellikleri ve iklim verileri şeklinde düzenli veri bankalarında tutulması ve ilişkilendirilmesi yararlı olacaktır. Veri bankasının kurulması aynı zamanda konuya ilişkin uluslararası alanda iş birlikteliklerini sağlanması ile daha geniş ekosistemlere ilişkin bilgi birikimi sağlanmasına katkıda bulunmuş olacaktır. Bu amaca uygun gelişmiş bilgi işlemci

ve program yazıcılarına ve modellemecilere gereksinim bulunmaktadır. İlaveten zamana bağlı olarak toprak ve bitki desenlerinde yaşanan değişiklikleri ve denemelerinin görünümünü görüntülemek için video ve slayt arşivinin oluşturulması gereksinimleri olmaktadır. Böylece zaman içinde toprak ve bitki yönetim işlemlerinin toprak yapısı ve gıda güvencesi üzerindeki etkileri anlaşılabilir. Elde edilecek verileri yeni plan ve projeksiyonların sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Türkiye'nin ileride iklim değişimlerini sağlıklı izlemesi ve gıda güvencesini sağlaması için hemen her bölge ve havza ortamında uzun erimli değişik çakılı denemelerin kurulması yararlı olacaktır.

Sonuç

Dünyada mevcut halde çoğunluğu Avrupa ülkelerinde olmak üzere toplamda 650 kadar uzun erimli tarla denemesi bulunmaktadır. Uzun erimli tarla denemeleri tarımsal araştırmalar ve iklim değişimlerinin etkilerini izlemek için çok değerli araştırma altyapısı olanağı sunmaktadır (Grosse ve ark., 2020). Bu bağlamda;

- Uzun sürede uygulanan organik ve mineral gübreleme ile toprağın fiziksel özellikleri üzerinde derin bir etkiye sahip olduğu ve bunun sonucunda bitki verimi ve kalite parametrelerini etkilediği belirlenmektedir.
- Uzun süreli tarla denemeleri, sürdürülebilir tarımda farklı toprak ve bitkisel üretim yönetimlerinin sistem analizi olanağı sağlamaktadır.
- Toprak, bitki ve çevre üzerindeki uzun dönemli (farklı ekim nöbetleri) etkilerinin özelliği, gıda güvenliği ve iklim değişikliği için de yararlı bilgi birikimi sağlanmış olur.
- Artan iklim değişimleri ve gıda güvencesinin sağlanması için çok yönlü bilgi yoğun ve karmaşık korumalı sürdürülebilir tarım sistemini sağlamak için uzun erimli çiftçi odaklı kuraklık, rüzgâr ve su erozyonu, besin dengesizliği, yabancı ot kontrolü, iklim değişimi gibi etkileri hafifletecek araştırmaların yürütülmesine güçlü bir ihtiyaç bulunmaktadır.

Artan iklim değişimlerine karşı toprak-bitki yönetimine bağlı olarak karbon, azot dengesi, toprak nemi, besin elementi döngüleri konusunda temel bilgi setleri oluşturmak için ülkemizde uzun erimli çakılı tarla denemelerinin kurulması gerekmektedir. Türkiye'de yer alan

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

çakılı denemelerden olan ve Ç.Ü. Araştırma Uygulama Çiftliği Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma alanında 1996 yılında itibaren başlayan zaman içinde sayıları 11 ulaşan değişik çakılı uzun yıllar devam ettirilecek şekilde planlanan denemeler Ç.Ü. Araştırma Uygulama

Çiftliği Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma alanında Şekil 3'de de görüldüğü gibi mevcutlu olarak yürütülmektedir. Araştırma alanında yürütülen denemeler ve çıktıları Ortas (2023) tarafından derlenmiştir.



Şekil 3. Ç.Ü. Araştırma Uygulama Çiftliği Deneme alanının yürütülen denemelerin uydu görüntüsü.

Daha önce planlanan ancak kurulamayan denemelerinde amacına ve beklentilerine uygun olarak insan ve bütçe olanağı sağlandığı durumda belirli dönemlerde kurulması ülkemizin gıda güvencesi ve iklim değişimleri ile mücadelesine katkı sunacaktır. Mevcut kurulmuş olan denemelerde öngörülen analizler yapılarak analiz sonuçları bilgi bankasında işlenerek uzun vadede toprak, bitki ve iklim değişimlerine neden olan besin döngüleri bileşenleri arasındaki ilişkiler

araştırılmaktadır. Ayrıca iklimde meydana gelen değişiklikler metrolojiden sağlanacak veriler zaman zaman veri bankasına islenecektir.

Proje örnekleri diğer ilgili bilim ve araştırma birimlerine de iletilerek projelere ortak olma ve benzerlerini değişik coğrafyalarda kurmaları bilgi birikiminin zenginleşmesine katkı sunacağı gibi araştırmacıların daha fazla tecrübe kazanması sağlanacaktır.

Kaynaklar

- Aydeniz, A., 1985. Toprak amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 928: 553.
- Bahman, F.N., Ramin, P., Rahmani, A.F., 2022. Assessment of the role of rhizosphere in soil and its relationship with microorganisms and element absorption. In: Soni, R., Suyal, D.C., Goel, R. (Eds.), Plant Protection: From Chemicals to Biologicals. CPI books, Berlin, p. 624.

- Bandyopadhyay, K.K., Lal, R., 2014. Effect of land use management on greenhouse gas emissions from water stable aggregates. *Geoderma* 232: 363-372.
- Benzian, B., Lane, P.W., 1986. Protein-concentration of grain in relation to some weather and soil factors during 17 years of English winter-wheat experiments. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 37: 435-444.
- Blake, L., Mercik, S., Koerschens, M., Moskal, S., Poulton, P.R., Goulding, K.W.T., Weigel, A., Powlson, D.S., 2000. Phosphorus content in soil, uptake by plants and

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

- balance in three European long-term field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 263-275.
- Bolinder, M.A., Katterer, T., Andren, O., Ericson, L., Parent, L.E., Kirchmann, H., 2010. Long-term soil organic carbon and nitrogen dynamics in forage-based crop rotations in Northern Sweden (63-64 degrees N). *Agriculture Ecosystems & Environment* 138: 335-342.
- Brandao, M., Canals, L.M.I., Clift, R., 2011. Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implications for GHG balances and soil quality for use in LCA. *Biomass & Bioenergy* 35: 2323-2336.
- Chmielewski, F.M., Kohn, W., 1999. The long-term agrometeorological field experiment at Berlin-Dahlem, Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 96: 39-48.
- Ci, E., Zhu, J., Peng, J., Fu, Z.W., 2011. Effect of conservation cultivation on accumulation and distribution of soil organic carbon in paddy fields located in Southwest China. *International Conference on Smart Materials and Intelligent Systems (SMIS 2011)*. Trans Tech Publications Ltd, Chongqing, PEOPLES R CHINA, pp. 40-44.
- Daynes, C.N., Field, D.J., Saleeba, J.A., Cole, M.A., McGee, P.A., 2013. Development and stabilisation of soil structure via interactions between organic matter, arbuscular mycorrhizal fungi and plant roots. *Soil Biology & Biochemistry* 57: 683-694.
- Debreczeni, K., Körschens, M., 2003. Long-term field experiments of the world. *Archives of agronomy and soil science* 49: 465-483.
- Donmez, C., Blanchy, G., Svoboda, N., D'Hose, T., Hoffmann, C., Hierold, W., Klumpp, K., 2022. Provision of metadata of European agricultural long-term experiments through BonaRes and EJP SOIL collaboration. *Data Brief* 42: 9.
- Eswaran, H., Van Den Berg, E., Reich, P., 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil science society of America journal* 57: 192-194.
- Farhan, M.J., Khairo, A.M., Islam, K.R., Ortas, I., 2021. Impact of Several Levels of Calcium Phosphate Fertilization on Distribution, Partitioning, and Lability of Soil Phosphorus under Corn-Wheat System. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 52: 712-723.
- Ginaldi, F., Bindi, M., Dalla Marta, A., Ferrise, R., Orlandini, S., Danuso, F., 2016. Interoperability of agronomic long term experiment databases and crop model intercomparison: the Italian experience. *European Journal of Agronomy* 77: 209-222.
- Grace, P.R., Oades, J.M., Keith, H., Hancock, T.W., 1995. Trends in wheat yields and soil organic carbon in the permanent rotation trial at the Waite Agricultural Research Institute, South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35: 857-864.
- Grosse, M., Ahlborn, M.C., Hierold, W., 2021. Metadata of agricultural long-term experiments in Europe exclusive of Germany. *Data Brief* 38: 6.
- Grosse, M., Hierold, W., Ahlborn, M.C., Piepho, H.P., Helming, K., 2020. Long-term field experiments in Germany: classification and spatial representation. *Soil* 6: 579-596.
- Gustafson, A.F., 1948. *Using and managing soils*, McGraw-Hill Book Company. inc. London. UK.
- Hillel, D., 1994. *Rivers of Eden. The struggle for Water and the quest for Peace in the Middle East*. Oxford University Press, New York, USA.
- Ipsilantis, I., Samourelis, C., Karpouzas, D.G., 2012. The impact of biological pesticides on arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology & Biochemistry* 45: 147-155.
- Jenkinson, D.S., Hart, P.B.S., Rayner, J.H., Parry, L.C., 1987. Modelling the turnover of organic matter in long-term experiments at Rothamsted.
- Johnston, A., Poulton, P., Coleman, K., Macdonald, A., White, R., 2017. Changes in soil organic matter over 70 years in continuous arable and ley-arable rotations on a sandy loam soil in England. *European journal of soil science* 68: 305-316.

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

- Johnston, A.E., 1997. The value of long-term field experiments in agricultural, ecological, and environmental research. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, Vol 59. Elsevier Academic Press Inc, San Diego, pp. 291-333.
- Johnston, A.E., Poulton, P.R., 2018. The importance of long-term experiments in agriculture: their management to ensure continued crop production and soil fertility; the Rothamsted experience. *European Journal of Soil Science* 69: 113-125.
- Johnston, A.E., Poulton, P.R., Coleman, K., 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in agronomy* 101: 1-57.
- Johnston, A.E., Powelson, D.S., 1992. The setting-up, conduct and applicability of long-term, continuing field experiments in agricultural-research. Symposium on Soil Resilience and Sustainable Land Use, including the 2nd Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable Agriculture (WEFSA II). C a B International, Budapest, Hungary, pp. 395-421.
- Jones, K.C., De Voogt, P., 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental pollution* 100: 209-221.
- Kang, B.T., Balasubramanian, V., 1990. Long term fertilizer trials on Alfisols in West Africa. *Transactions 14th International Congress of Soil Science, Kyoto, Japan, August 1990, Volume IV*, pp. 20-25.
- Korschens, M., 1996. Soil organic matter and sustainable land use. 9th Conference of the International-Soil-Conservation-Organisation. Catena Verlag, Bonn, Germany, pp. 423-430.
- Korschens, M., Albert, E., Armbruster, M., Barkusky, D., Baumecker, M., Behle-Schalk, L., Bischoff, R., Cergan, Z., Ellmer, F., Herbst, F., Hoffmann, S., Hofmann, B., Kismanyoky, T., Kubat, J., Kunzova, E., Lopez-Fando, C., Merbach, I., Merbach, W., Pardor, M.T., Rogasik, J., Ruuhlmann, J., Spiegel, H., Schulz, E., Tajnsek, A., Toth, Z., Wegener, H., Zorn, W., 2013. Effect of mineral and organic fertilization on crop yield, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: results from 20 European long-term field experiments of the twenty-first century (vol 59, pg 1017, 2013). *Archives of Agronomy and Soil Science* 59: 1305-1305.
- Lal, R., Monger, C., Nave, L., Smith, P., 2021. The role of soil in regulation of climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 376.
- Le Mare, P.H., 1972. A long term experiment on soil fertility and cotton yield in Tanzania. *Experimental Agriculture* 8: 299-310.
- Lockeretz, W., 1988. Agricultural diversification by crop introduction: The US experience with the soybean. *Food Policy* 13: 154-166.
- Lopez-Bellido, R.J., Lal, R., Owens, L.B., Lopez-Bellido, L., 2010. Does North Appalachian agriculture contribute to soil carbon sequestration? *Agriculture Ecosystems & Environment* 137: 373-376.
- Marschner, H., 2011. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Masto, R.E., Chhonkar, P.K., Singh, D., Patra, A.K., 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisol. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 1577-1582.
- Miller, R.M., Jastrow, J.D., Allen, M.F., 1992. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. En: *Mycorrhizal Functioning an Integrative Plant-Fungal Process*: 488-517.
- Nambiar, S., 1990. Interplay between nutrients, water, root growth and productivity in young plantations. *Forest Ecology and Management* 30: 213-232.
- Ortas, I., 2003. Effect of selected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition* 26: 1-17.

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

- Ortas, I., 2022. The role of mycorrhiza in food security and the challenge of climate change. *International Journal of Agricultural and Applied Sciences* 3: 11.
- Ortas, I., 2023. Çukurova Üniversitesinin Uzun Süreli (Çakılı) Tarla Denemeleri ve Araştırma Çıktıları. *Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences* yayında.
- Ortas, I., Islam, K.R., 2018. Phosphorus Fertilization Impacts on Corn Yield and Soil Fertility. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49: 1684-1694.
- Ortas, I., Kaya, Z., Ercan, S., 2014. Effect of Pyrite Application on Wheat-Maize Growth and Nutrient Uptake Under Diverse Soil Conditions. *Journal of Plant Nutrition* 38: 295-309.
- Ortas, I., Lal, R., 2014. Long-Term Fertilization Effect on Agronomic Yield and Soil Organic Carbon under Semi-Arid Mediterranean Region. *American Journal of Experimental Agriculture* 4: 1086-1102.
- Ortaş, İ., Güzel, N., 1989. Harran Ovasının Kimi Toprak Serilerinde Depo (rezerv) Potasyumun Extraksiyon Yöntemleri., *Toprak İlmi Derneği 11. Bilimsel Toplantı Bildirileri*. Toprak İlmi Derneği, Antalya.
- Pang, J., Wen, Z., Kidd, D.R., Ryan, M.H., Yu, R.-P., Li, L., Cong, W.-F., Siddique, K.H.M., Lambers, H., 2021. Advances in understanding plant root uptake of phosphorus. *Understanding and improving crop root function*: 321-372.
- Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G., 1982. Soil Carbon Pools and World Life Zones. *Nature* 298: 156-159.
- Powlson, D.S., Johnston, A.E., 1992. Long-term field experiments - their importance in understanding sustainable land-use. *Symposium on Soil Resilience and Sustainable Land Use, including the 2nd Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable Agriculture (WEFSA II)*. C a B International, Budapest, Hungary, pp. 367-394.
- Powlson, D.S., Smith, P., Smith, J.U., 2013. Evaluation of soil organic matter models: using existing long-term datasets. *Springer Science & Business Media*.
- Russell, E.W., 1977. *Soil conditions and plant growth*. Cran Green And Co; Toronto, London.
- Sandén, T., Spiegel, H., Stüger, H.P., Schlatter, N., Haslmayr, H.P., Zavattaro, L., Grignani, C., Bechini, L., D' hose, T., Molendijk, L., 2018. European long-term field experiments: knowledge gained about alternative management practices. *Soil Use and Management* 34: 167-176.
- Schulz, E., Korschens, M., Rogasik, J., Merbach, I., 2011. Turning the Lessons of Long-Term Field Trials into a 'Humus Balance' Tool Box for Farmers. *1st International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture*. Int Soc Horticultural Science, Adelaide, Australia, pp. 27-38.
- Shiel, R., 1986. Variation in amounts of carbon and nitrogen associated with particle size fractions of soils from the Palace Leas meadow hay plots. *Journal of Soil Science* 37: 249-257.
- Shiel, R., 1995. long term benefits of manuring grassland with animal wastes. *Soil Use and management*.
- Thompson, J.P., 1987. Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizae in long fallow disorder of field crops and its expression in phosphorus deficiency of sunflower. *Australian Journal of Agricultural Research* 38: 847-867.
- Van Kernebeek, H.R., Oosting, S.J., Van Ittersum, M.K., Bikker, P., De Boer, I.J., 2016. Saving land to feed a growing population: consequences for consumption of crop and livestock products. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21: 677-687.
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N., Newig, J., 2015. What is sustainable agriculture? A systematic review. *Sustainability* 7: 7833-7865.
- Wang, R.Q., Qu, C.K., Li, M., Shi, C.H., Li, W.P., Zhang, J.Q., Qi, S.H., 2021. Health risks of exposure to soil-borne dichlorodiphenyltrichloroethanes (DDTs): A preliminary probabilistic

İklim Değişimlerinin ve Gıda Talebinin Tarımı Üzerinde Yaratacağı Olumsuz Etkileri Belirlemek İçin Çakılı Denemelerin Önemi

- assessment and spatial visualization. *Science of the Total Environment* 772: 11.
- Wild, S.R., Obbard, J.P., Munn, C.I., Berrow, M.L., Jones, K.C., 1991. The long-term persistence of polynuclear aromatic-hydrocarbons (pahs) in an agricultural soil amended with metal-contaminated sewage sludges. *Science of the Total Environment* 101: 235-253.
- Xu, X.H., Chen, C., Zhang, Z., Sun, Z.H., Chen, Y.H., Jiang, J.D., Shen, Z.G., 2017. The influence of environmental factors on communities of arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Chenopodium ambrosioides* revealed by MiSeq sequencing investigation. *Scientific Reports* 7: 11.
- Yang, X.Y., Li, P.R., Zhang, S.L., Sun, B.H., Chen, X.P., 2011. Long-term-fertilization effects on soil organic carbon, physical properties, and wheat yield of a loess soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 174: 775-784.



Research Article

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

Harun Kemal OZTURK^{1*}, Hande MUTLU OZTURK²

ABSTRACT

Food can be dried and stored safely. There are many different methods developed for drying. By drying, the amount of free water in the food is reduced and microbial growth can be stopped or slowed down completely. Since the volume of the dried product decreases, the storage volume decreases, and transportation becomes easier. One of the most used methods in drying is drying with solar energy. In this study, apricots were dried in a cabin type dryer. Three different types of drying cabinets were used experimentally to dry the products. The dried products were weighed for a certain period of time and the drying rate was controlled. The relative humidity and temperature values of the air circulating in the drying cabinets were measured. In the study, it has been observed that the drying cabinet supported by the air collector is much more efficient than the others. It has been seen that the drying process took about 75 hours for ambient air drying system, about 50 hours for solar water collector assisted drying system and about 35 hours for solar air collector assisted drying system. The effective moisture diffusion coefficient (D_{eff}) was calculated as 4.59×10^{-6} m²/s for drying system with ambient air, 7.83×10^{-6} m²/s for solar water collector assisted drying system and 8.32×10^{-6} m²/s for solar air collector assisted drying system.

Keywords: Apricot; Food Drying; Microbial Growth; Solar Energy

Kabin Tipi Kurutucularda Güneş Enerjisi ile Kayısı Kurutulması

ÖZ

Yiyecekler kurutulabilir ve güvenle saklanabilir. Kurutma için geliştirilmiş birçok farklı yöntem vardır. Kurutma ile gıdadaki serbest su miktarı azaltılır ve mikrobiyal büyüme durdurulabilir veya tamamen yavaşlatılabilir. Kurutulan ürünün hacmi azaldığı için depolama hacmi azalır, nakliyesi kolaylaşır. Kurutmada en çok kullanılan yöntemlerden biri güneş enerjisi ile kurutmadır. Bu çalışmada kayısılar kabin tipi kurutucuda kurutulmuştur. Ürünlerin kurutulmasında deneysel olarak üç farklı tipte kurutma kabini kullanılmıştır. Kurutulan ürünler belirli bir süre tartılarak kuruma hızı kontrol edilmiştir. Kurutma kabinlerinde dolaşan havanın bağıl nem ve sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Çalışmada hava kollektörü ile desteklenen kurutma kabininin diğerlerine göre çok daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. Kurutma işleminin ortam havası kurutma sistemi için yaklaşık 75 saat, güneş enerjili su toplayıcı destekli kurutma sistemi için yaklaşık 50 saat ve güneş hava kollektörü destekli kurutma sistemi için yaklaşık 35 saat sürdüğü görülmüştür. Etkili nem difüzyon katsayısı (D_{eff}), ortam havası ile kurutma sistemi için $4,59 \times 10^{-6}$ m²/s, güneş enerjili su kollektörü destekli kurutma sistemi için $7,83 \times 10^{-6}$ m²/s ve havalı güneş kollektörü destekli kurutma sistemi için $8,32 \times 10^{-6}$ m²/s olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kayısı; Gıda Kurutma; Mikrobik Büyüme; Güneş Enerjisi

ORCID ID (yazar sırasına göre)

0000-0003-4831-1118, 0000-0002-4404-0106

Yayın Kuruluma Geliş Tarihi: 11.10.2022

Kabul Tarihi: 27.12.2022

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pamukkale University, Denizli, Turkey

²Tourism and Gastronomy Department, Faculty of Tourism, Pamukkale University, Denizli, Turkey

*E-posta: hkozturk@pau.edu.tr

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

Introduction

Drying can be used for reducing the moisture content of 80-95% in fresh fruits and vegetables (Santos et al. 2022; Prosapio and Norton, 2018; Waghmare, 2021). In order to safe storage, final moisture content of the fruits and vegetables should be reduced to less than 20% and 10 % respectively (Afolabi, 2014). The drying process ensures that the dried product remains unspoil for a longer time. The purpose of drying food is to remove the free water from the wet products and to stop the growth of biochemical reactions and microorganisms in the products. By drying, it is possible to reduce the volume and weight of the products. Thus, with drying, transport and storage costs can be reduced.

The drying process starts with the solution of the bonding forces between the water and the dry matter in the product. This requires a certain amount of energy. This energy must be continuously supplied to the drying material as heat energy. This heat evaporates the moisture present in the surface and pores of the layer to the air. In this sense, it may be said that drying is a mass and heat transfer process. In order to ensure the consumption of agricultural products such as vegetables, fruits and cereals outside the harvest seasons, drying is becoming more and more important. As the water activities of the foods can be brought to the desired values in the drying process, it becomes possible to store the dried products for a long time.

The purpose of drying for the food industry, is mainly to store fruits and vegetables for a long time without losing their nutritional value. The quality of the drying process depends on whether the dried product retains its colour, smell, taste, nutritional value and shape prior to the drying process. Another criterion is the ability to rehydrate. That is, when the dried product is put back in a humid environment, it can reach its original moisture content.

Solar energy is an abundant, continuous, renewable and free energy source. As a clean and free energy source, solar energy is one of the most common drying methods. Sun drying has some negative effects such as being open to pests, unwanted foreign substances such as dust, and soil, interruption of drying and prolongation of drying time in cases such as rain and extreme

wind. Because of these negative effects, it is more advantageous to use solar dryers to eliminate the disadvantages of outdoor sun drying. The development of drying systems using solar energy is also important for food quality and cleanliness of the products. Reliable drying air temperature for agricultural products varies between 35°C-77°C. This is an important point in the design of solar energy systems (Orikasa et al. 2008; Simal et al. 2005; Korese and Achaglinkame, 2022).

A sun dryer consists of a heater in which solar energy is collected in terms of structure and storage areas where the material to be dried. In some dryers, the heater and the storage are made as a whole, but they are often separate from each other. However, no matter which type dryer used, the material to be dried is completely isolated from the external environment and drying is provided in closed places. The dryers that use the direct solar radiation, the sun-facing surface are made of glass or permeable plastic covers. Greenhouses that are idle in summer can be also used for drying, which can be considered as dryers that directly benefit from solar energy. Cabin-type dryers can be considered as a heat box where fruits, vegetables and other agricultural products are dried in a tray. Its upper surface (the sun-facing surface) is covered with a transparent cover to get the solar radiation. The air usually enters the dryer from the bottom part, passes through shelves and left from the top of the dryer. One of the important feature for the solar dryer is the operating costs which are low and it can be made with local materials and workmanship. Figure 1 shows the cabin-type solar energy drying system used in this study. Many studies have been done about drying of vegetables and fruits with solar energy. Timoumi et al. (2004) showed the thermal behaviour of a solar energy as an energy source for drying of foods. Vijaya Venkata Raman et al. (2012) gave information about solar drying technologies for food producer countries. They have done different designs, types and performance analysis for solar dryers. Belessiotis and Delyannis (2011) mentioned different indirect and direct solar dryers. Gallali et al. (2000) examined the solar drying of figs, grapes, onions

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

and tomatoes by comparing the chemical and sensory analysis data.



Figure 1: Ambient air drying, solar water collector assisted drying and solar air collector assisted drying cabin-type dryers used for experiments in the study.

Mengeş (2001), studied the sour cherry and apricot grown in the Konya region and tried to decide to the drying characteristics of different air temperatures and air speed conditions. The air temperatures were 60 °C, 70 °C and 80 °C, and air velocity were 1.0 m/s, 2.0 m/s and 3.0 m/s. The effect of air temperature and air speed on the drying rate of the products was determined. He stated that as the air temperature and speed increases for the drying, the amount of moisture away from the products increases and as a result, the drying time of the products is shortened.

Toğrul and Pehlivan (2002) examined the drying of apricot grown in Elazığ in a drying cabinet. They used the solar heater. The air heated in the solar air heater was passed through the drying cabinet. Changes in the mass and drying parameters of apricots in the cabinet were recorded daily during the experiment. The drying curves obtained from the data were adapted to a series of mathematical models and the effects of drying air temperature, velocity and relative humidity on the model constants and coefficients were evaluated by multiple regression. They reported that apricot, whose

correlation coefficient (R^2) was 0.994, described the solar drying curve satisfactorily as compared to the previously given models.

Şahin and Öztürk (2016) carried out the process of drying unpeeled and sliced figs by osmotic dehydration.

Hacıseferoğulları et al. (2007) made a study on 6 apricot varieties. In this study, physical and chemical properties of apricot varieties were determined. In their study, Karabulut et al.2007 dried apricots with 50-60-70 and 80 °C temperature and examined the effects of drying temperature on color and β carotene levels of apricots. Al-Sebai. (2002) dried seedless grapes, figs, apples, tomatoes, onions and peas in the indirect solar energy-powered dryer. Gallali et al. (2000) evaluated the results of chemical and sensory analysis of grapes, figs, tomatoes and onions for solar drying and natural drying.

Pavon-Melendez et al. (2002) in their study, dried mango slices and developed a dimensional analysis for detailed equations of heat and mass transfer during drying. Krokida et al. (2003), have carried out some studies on the drying of potatoes, carrots, peppers, garlic, onions,

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

mushrooms, corn, peas, celery, squash and tomatoes.

Materials and Methods

This study was carried out in the Clean Energy House with three type solar dryer systems (Figure 2), located between the 37°46' north latitude and 29°06' east longitude within the campus area of Pamukkale University.

Fig. 3 and Fig. 4 illustrate the drying system. Cabinet type dryers are assembled at a fixed angle of 45 ° in accordance with the latitude of Denizli province where the study is carried out. There are 3 types of drying cabinets. One of the cabinet-type dryers is supported by a solar air collector (Figure 3-a), the other cabin type is drying with hot air taken from directly from the environment (Figure 3-b). Another cabinet is supported with a solar water collector (Figure 3-c). Working with solar water collector; provides heating of the ambient air in the solar water collector and then air is heated through the air/water heat exchanger, and heated air sending inside the drying cabinet. The other two cabinets are separated from each other by means of a valve. In this way, one of the cabinets performs the drying process by sending only the ambient air through the shelves and the other cabinet is supported with a solar air collector. In this dryer,

environmental air passed through the solar air collector and after heated in the solar air collector, it sends into the cabinet. In this way, three different drying system has been studied and results were compared.

The drying process was carried out in the drying cabinets shown in Figure 4. Experiments were carried out during 12-15 June 2016. The apricots to be used in the experiments were obtained from the market. Apricots with masses close to each other were selected and used in drying process. The geometric mean diameter of wet apricots was assumed to be about 60 mm (Ozturk and Sahin, 2018a). However, the average weight of fresh apricots was measured to be about 37 g. Before drying, the initial moisture content of the wet apricots was measured to be about 81% (wet basis). Fresh apricots were placed on a 50 cmx70 cm perforated shelf inside the drying cabinet. Throughout the drying process, the weights of the apricots were measured with precision scales and the drying process was continued until the final moisture content of the apricots was about 19% (wet basis). In addition, the temperature and humidity values in the drying chamber were measured during the drying process using a moisture meter and a thermocouple.

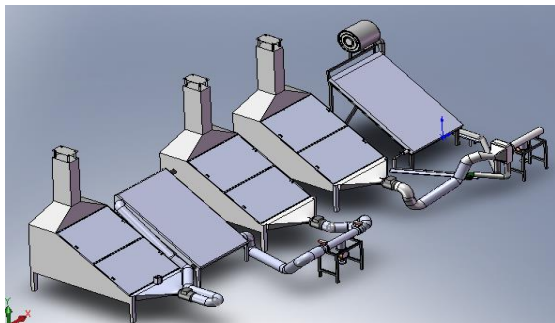


Figure 2. Ambient air drying, solar water collector assisted drying and solar air collector assisted drying cabinet type dryers connections



Figure 3. Laying food products in a solar drying system

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

2.1. Drying Kinetics

Moisture content of apricots during drying (MR) can be calculated with Equ. (1) (Doymaz, 2005).

$$MR = (M - M_e)/(M_o - M_e) \quad 1$$

Here; M indicates the moisture content at any time (kg/kg), M_o the initial moisture content (kg/kg) and M_e the moisture content at the time of equilibrium (kg/kg). Due to forced convection, the value is neglected in the calculations and the moisture content (MR) may be written as simplified as in Equ. (2).

$$MR = M/M_o \quad 2$$

The moisture content of apricots during drying was compared with 10 different drying models was shown in Table 1. The regression coefficient (R^2) is calculated by calculating the square root of the mean error (RMSE) and the reduced chi-square (χ^2) values.

Regression coefficient (R^2), square root of error mean (RMSE) and reduced chi-square (χ^2) values can be calculated by the following equations. Determination of the model closest to the experimental data is determined according to the criterion that R^2 is the highest RMSE and χ^2 is the lowest.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \left((MR_{deneysel ,i} - \overline{MR_{deneysel ,i}})^2 - (MR_{tahmin ,i} - MR_{deneysel ,i})^2 \right)}{\sum_{i=1}^N (MR_{deneysel ,i} - \overline{MR_{deneysel ,i}})^2} \quad 3$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{deneysel ,i} - MR_{tahmin ,i})^2}{N}} \quad 4$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{deneysel ,i} - MR_{tahmin ,i})^2}{N - n} \quad 5$$



Figure 4. Solar drying system. a) Air type solar collector supported. b) Working with ambient air. c) Water type solar collector supported.

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

Table 1. Drying models used for moisture content of apricots

Model Number	Drying Model	Model Equations
1.	Lewis	$MR = \exp(-kt)$
2.	Page	$MR = \exp(-kt^n)$
3.	Modified Page	$MR = a \exp[-(kt^n)]$
4.	Henderson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
5.	Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + c$
6.	Binomial	$MR = a \exp(-k_0 t) + b \exp(-k_1 t)$
7.	Two-term	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kat)$
8.	Wang and Singh	$MR = 1 + at + bt^2$
9.	Verma et al.	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-gt)$
10.	Weibull distribution	$MR = a - b \exp[-(kt^n)]$

Source: (Doymaz, 2005; Babalis et al. 2006; Mujic et al. 2014; Ozturk et al. 2018)

Here; experimental $MR_{deneysel,i}$ moisture rate, $\overline{MR}_{deneysel,i}$ average of experimental moisture rate, $MR_{tahmin,i}$ estimated humidity rate, n the number of constants in the drying model and N the number of experimental data.

The effective moisture diffusion coefficient (D_{eff}), which is one of the important parameters in drying kinetics, is equal to Eq. (6) which is obtained from the slope of the logarithm of the moisture content over time (Ozturk and Sahin 2018b).

Here; the radius of the product and the drying time. In this study, it has been assumed that the geometric shape of dried apricots is spheres and the diameter of the product during drying is 60mm. Spouse. (6) by regulating the effective moisture diffusion coefficient Eq. (7) (Ozturk and Sahin, 2018a).

Here; d_e the diameter (m) of the product and D_{eff} the effective moisture diffusion coefficient (m^2 / s).

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{6}{\pi^2}\right) - \frac{\pi^2 D_{eff}}{r^2} \cdot t \quad 6$$

$$D_{eff} = \frac{(d_e/2)^2}{\pi^2} \cdot \frac{\partial(\ln(MR))}{\partial t} \quad 7$$

Result and Discussion

Apricots are dried in 3 different types of solar drier as described above and the results are given below. Figure 5 shows the change in temperature and humidity during the day for 3 different drying cabin types. As can be seen from Figure 5, the highest temperature is in the solar air collector supported cabinet dryer, while the lowest temperature is in the collector operating with ambient air. At the same time, the lowest humidity measured in the cabin was in the solar

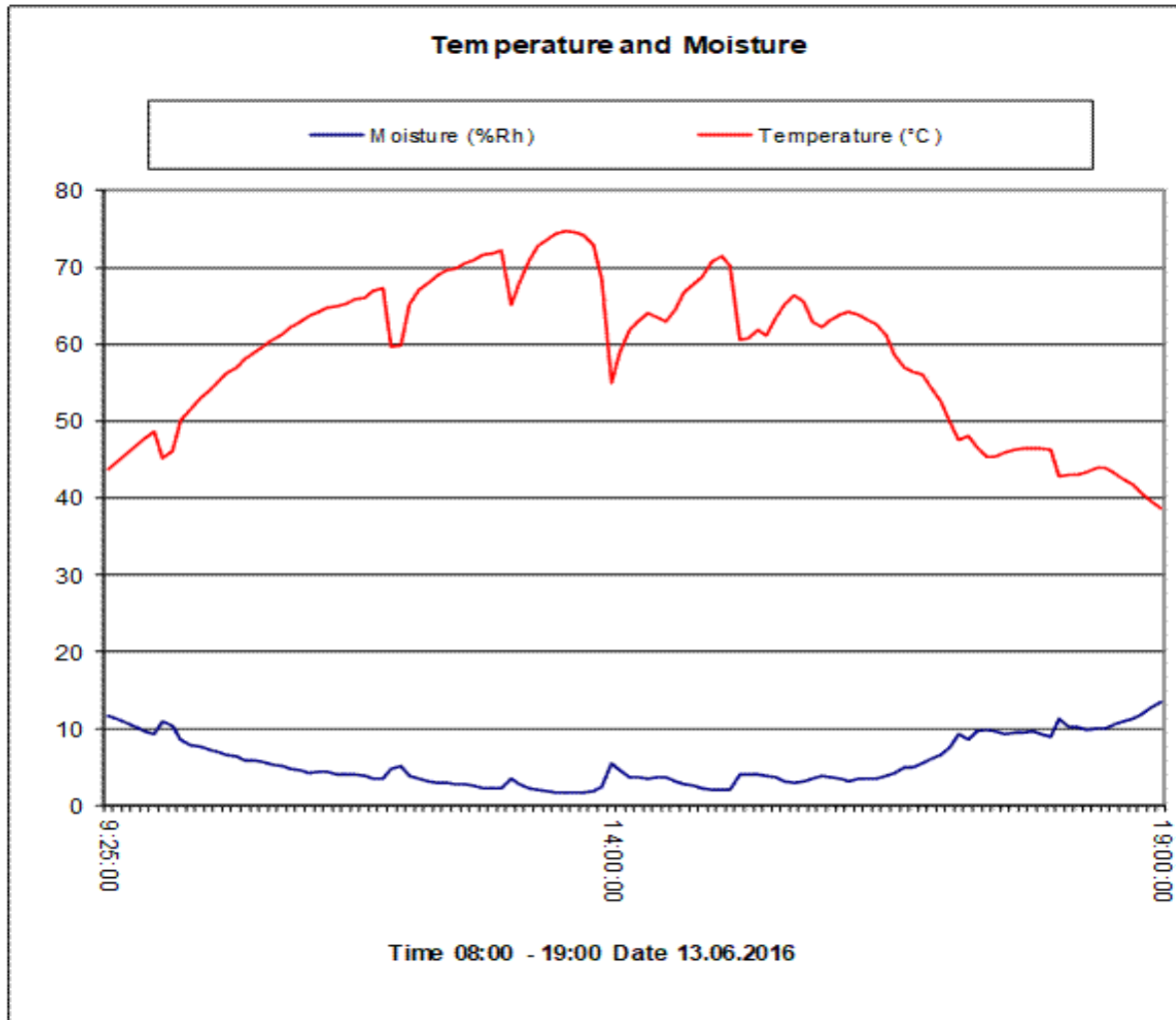
air collector assisted cabinet, while the highest humidity occurred in the cabinet with ambient air drying.

Variation of the moisture content and temperature of air during drying of apricots for different type dryers (ambient air, solar water collector assisted drying system and solar air collector assisted drying system) are given in Figures 6, 7 and 8, respectively. For all three systems, the drying process was

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

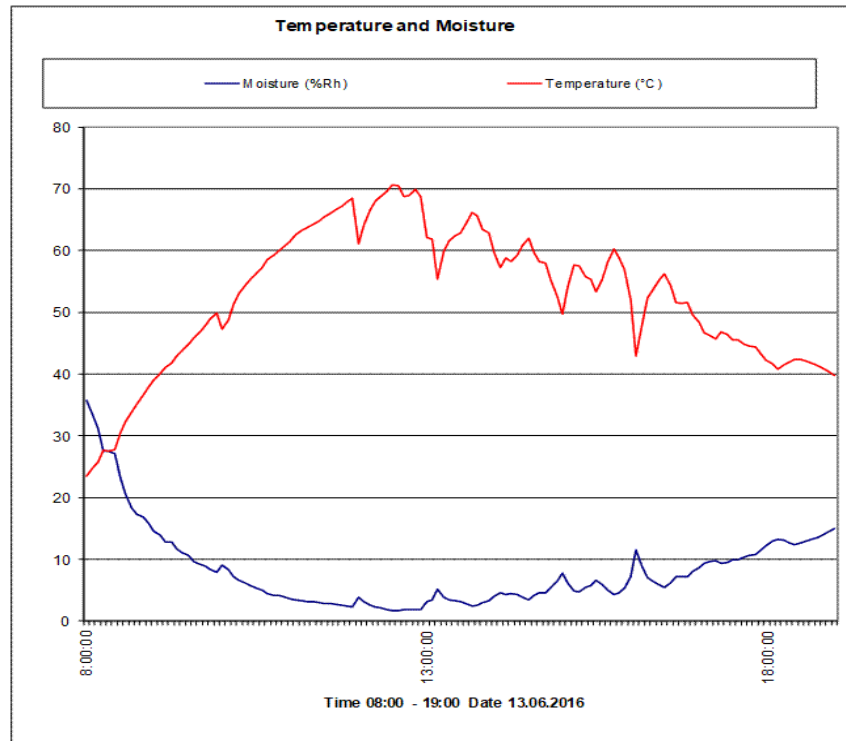
completed when the final moisture content of apricots reached about 19%. Accordingly, the drying process took about 75 hours for ambient air-drying system, about 50 hours for solar water collector assisted drying system and about 35 hours for solar air collector assisted drying system.

The variation of the moisture content given in Figures 6, 7 and 8 during drying was tested with the drying models given in Table 1 and the results are given in Table 2. The results show that the Weibull distribution model is the model that gives the closest results to the experimental moisture content data.

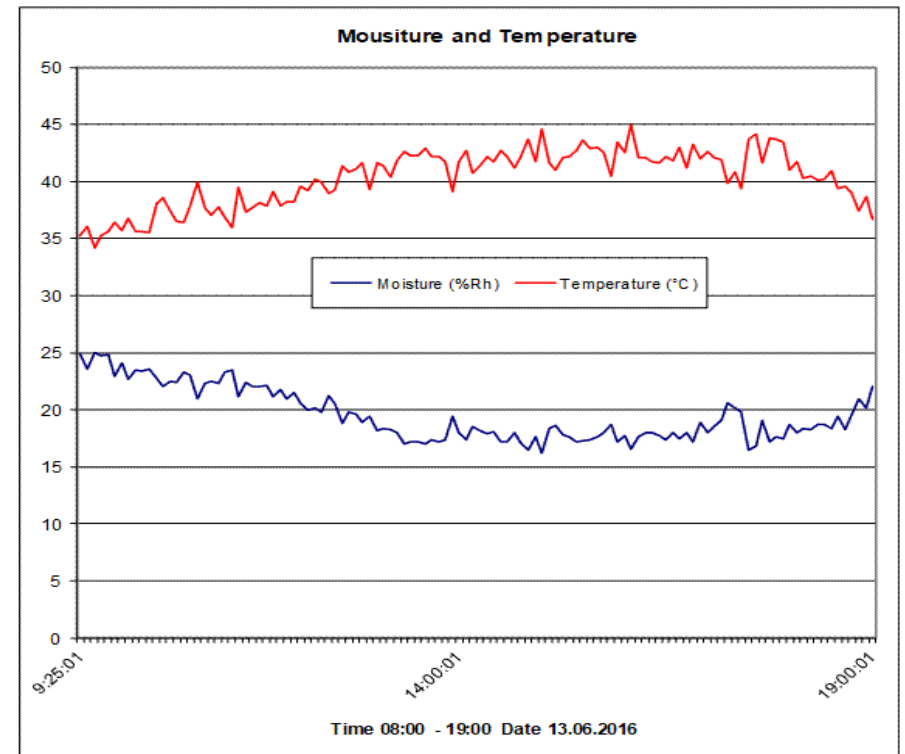


a. Solar air collector assisted drying system

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System



b. Solar water collector assisted drying system



c..Ambient air drying system

Figure 5. (a,b,c) Variation of temperature and humidity for three different dryer cabinets

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

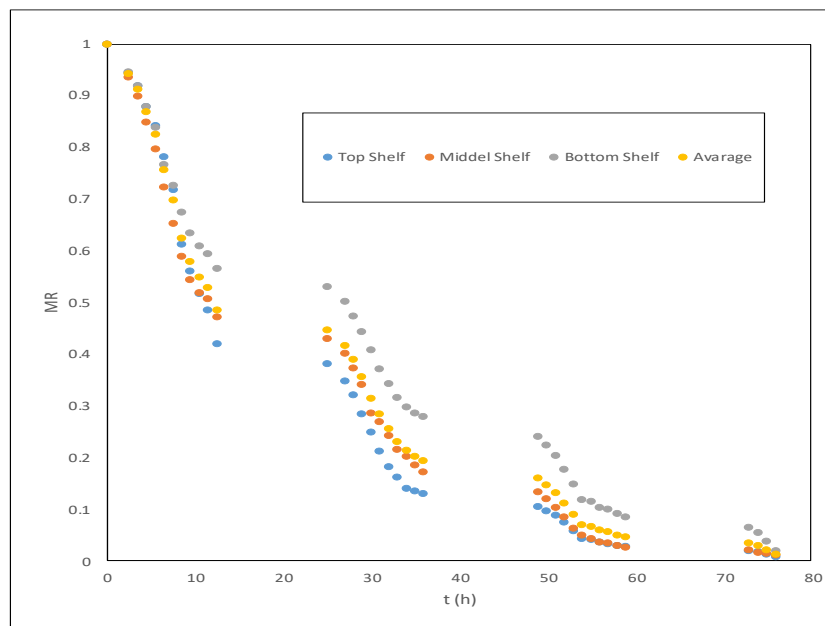
In order to calculate the effective moisture diffusion coefficient, $\ln(MR)$ -time relationship is given in Figure 9 for 3 different drying systems. The slope of $\ln(MR)$ respect to time as given in Eq. (6) is -0.0503 for ambient air-drying system, -0,0858 for solar water collector assisted drying system and -0.0912 for solar air collector

assisted drying system. When obtained slope substitute in Eq.(7), the effective moisture diffusion coefficient (D_{eff}) can be calculated as $4.59 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ for drying system with ambient air, $7.83 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ for solar water collector assisted drying system and $8.32 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ for solar air collector assisted drying system.

Table 2. Equation coefficients and statistical results of mathematical models obtained for apricot drying.

Model Name	Model Constant	R^2	$RMSE$	χ^2
Lewis	$k = 0.0417$	0.9759	0.0440	1.99E-03
Page	$k = 0.0507, n = 0.9408$	0.9775	0.0425	1.91E-03
Modified Page	$a = 1.0320, k = 0.0602, n = 0.8992$	0.9780	0.0420	1.93E-03
Henderson and Pabis	$a = 0.9848, k = 0.0409$	0.9763	0.0437	2.02E-03
Logarithmic	$a = 0.9798, c = 0.0087, k = 0.0420$	0.9763	0.0436	2.08E-03
Binomial	$a = 0.9835, b = -2.47E - 05, k_0 = 0.0407, k_1 = -0.0775$	0.9763	0.0436	2.14E-03
Two-term exponential	$a = 0.4887, k = 0.0616$	0.9771	0.0429	1.95E-03
Wang and Singh	$a = -0.0310, b = 2.58E - 04$	0.9504	0.0632	4.22E-03
Verma et al..	$a = 0.9022, g = 0.1599, k = 0.0379$	0.9783	0.0418	1.91E-03
Weibull distribution	$a = -0.0754, b = -1.1199, k = 0.0679, n = 0.8202$	0.9791	0.0410	1.89E-03

Source: Ozturk et al. 2018.



Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

Figure 6. Variation of MR with time for ambient air drying system

In the literature, in recent studies for drying of apricot using different drying techniques, effective moisture diffusion coefficient values was calculated as 1.62×10^{-9} - 4.36×10^{-9} m²/s (Faal et al. 2015), 2.37×10^{-9} - 6.23×10^{-9} m²/s (Kayran

and Doymaz, 2017) and 6.75×10^{-10} - 2.56×10^{-9} m²/s (Horuz et al. 2017) were found to be in the range. Therefore, it can be said that the results of this study are consistent with the values in the literature.

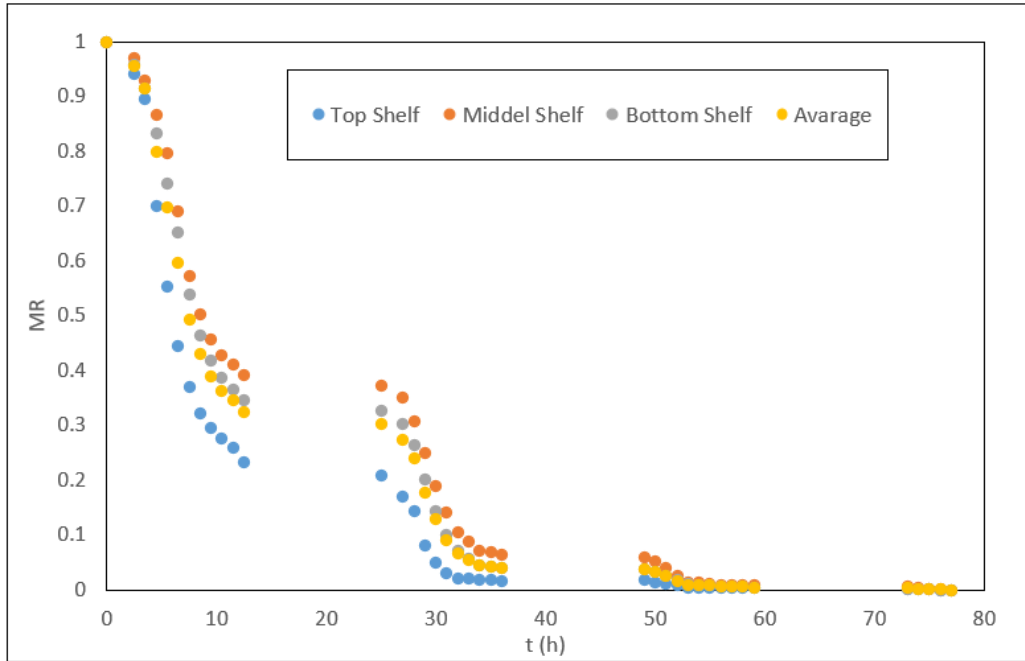
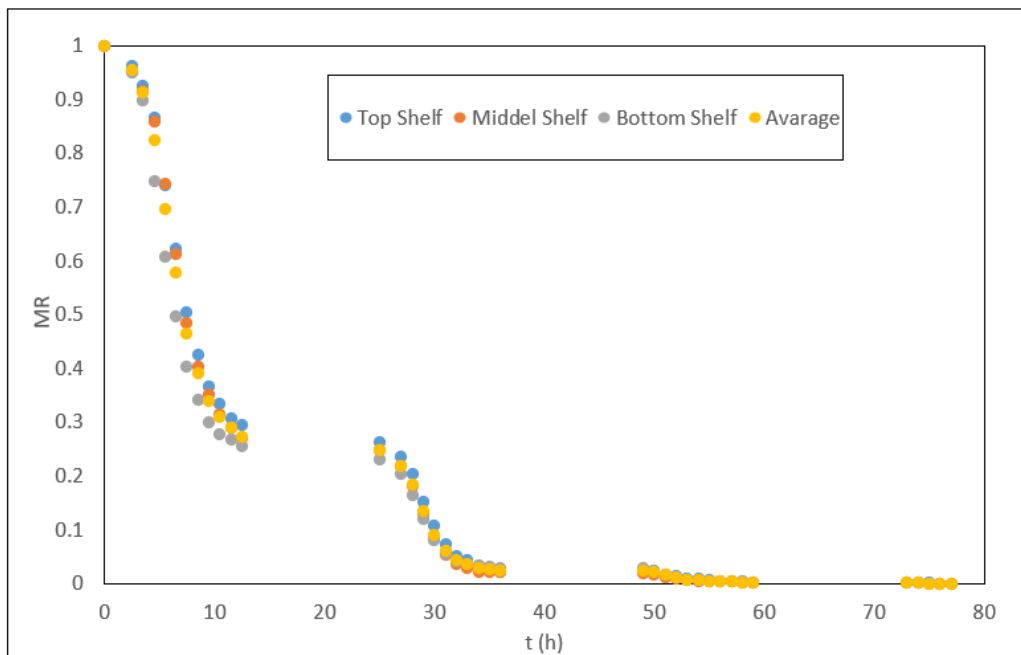


Figure 7. Variation of MR with time for solar water collector assisted drying system



Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

Figure 8. Variation of MR with time for solar air collector assisted drying system

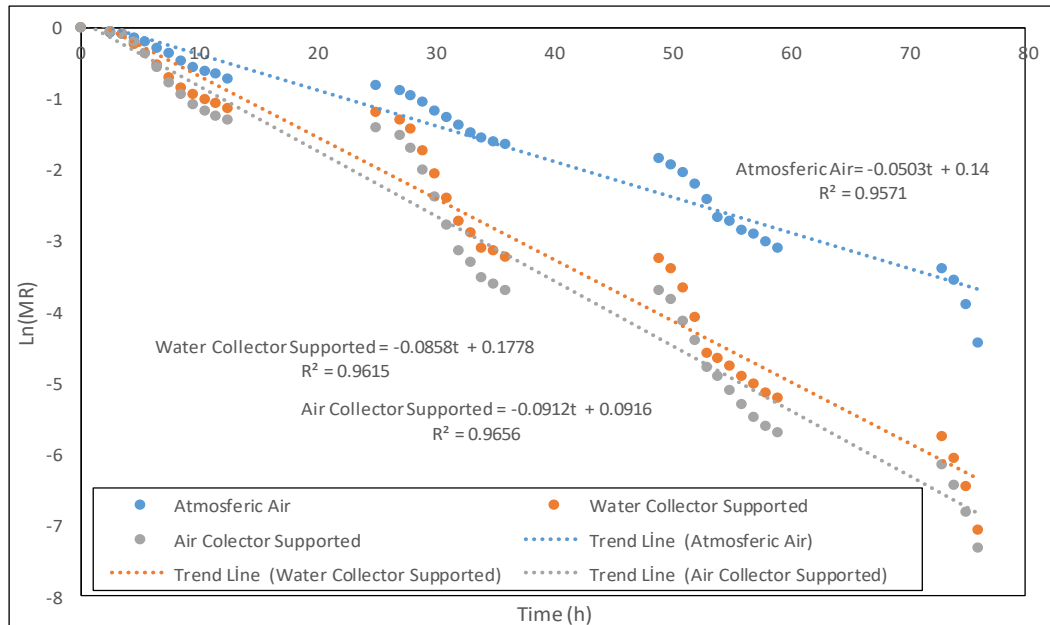


Figure 9. Relationship between Ln (MR) and drying time linear equation for different drying systems

Conclusion

Within the scope of the study, the efficiencies of different types of sun drying systems were experimentally studied for drying apricots in 3 different sun drying systems. The results of the study were reported the effect of using different types of solar energy systems on drying times. In the study, the change in moisture content of the products on the shelves in the drying cabinet was also studied.

At the end of the study, it was observed that drying was the slowest in the case of drying by passing atmospheric air through the cabinet. On the other hand, even if there is a very small difference between them, the air collector supported solar energy drying system can dry the apricot faster than the water collector supported solar energy drying system. The results of the study is agree with the studies in the literature. Tugrul and Pehlivan (2002), in their study, dried apricots by laying them in the sun and applying different airflow rates in the cabin. The results revealed that drying by laying in the sun is the slowest, and the drying rate increases as the air flow rate increases. Drying kinetics are also discussed in the study. Stegou–Sagia and Fragkou (2018) also dried apricots at 50, 60 and

70 °C temperatures and 0.5, 1, 1.5 and 2 m/s speeds with a solar drying system and reduced the moisture content of apricots from 80% to 10%. It has been observed that the drying time is shorter at high operating speeds and high temperatures. As a result, it has been observed that the drying cabinets supported by air collectors shorten the drying time for drying of fruits. In addition, it would be appropriate to change the shelves during drying, as the lower shelves dry out in a shorter time than the upper shelves.

Notes:

This paper was presented at the 5th International Conference on Modern Approaches in Science, Technology & Engineering and abstract was published.

Acknowledgment

This study was supported by the Pamukkale University Scientist Performance Support Project (BİPDEP) 2019KRM004-057(2019KRM004). The authors would like to thank to Pamukkale University for their support.

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

References

- Afolabi, I. S. (2014). Moisture migration and bulk nutrients interaction in a drying food systems: a review. *Food and Nutrition Sciences*, 2014.
- Babalıs, S.J., Papanicolaou, E., Kyriakis, N., Belessiotis, V.G., 2006. Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (*Ficus carica*). *Journal of Food Engineering*, 75, 2, 205-214.
- Belessiotis, V., Delyannis, E., "Solar Drying", *Solar Energy*, 85 (8), 1665-1691, (2011).
- Chen, S., Mulgrew, B. and Granta, P. M. (1993). "A clustering technique for digital communications channel equalization using radial basis function networks," *IEEE Trans. on Neural Networks*, vol. 4, pp. 570-578.
- Chen, W. K. (1993). *Linear Networks and Systems*, Belmont, CA: Wadsworth, pp. 123-135.
- Cichocki, A. and Unbehaven, R., (1993). *Neural Networks for Optimization and Signal Processing*, 1st ed. Chichester, U.K.: Wiley.
- Doymaz, İ., 2005. Sun drying of figs: an experimental study. *Journal of Food Engineering*, 71, 403-407.
- El-Sebaıı A A, Aboul-Eneın S, Ramadan, M R I & El-Gohary H G (2002). Empirical correlations for drying kinetics of some fruits and vegetables, *Energy* 27(9): 845-859.
- Faal, S., Tavakoli, T., Ghobadian, B., 2015. Mathematical modelling of thin layer hot air drying of apricot with combined heat and power dryer, *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2950-2957.
- Gallalı, Y. M., Abujnah, Y. S., Bannani, F. K., "Preservation of fruits and vegetables using solar dryer: A comparative study of natural and solar drying, III; Chemical analysis and sensory evaluation data of the dried samples (grapes, figs, tomatoes and onions)", *Renewable Energy*, doi:10.1016/S0960-1481(99)00032-4, (2000).
- Hacıseferoğulları, H., Gezer, İ., Musa, Ö., Asma, B. M., 2007. Post harvest chemical and of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering* 79, 364-373.
- Hill, R. M. (1997). The single-vendor single-buyer integrated production-inventory model with a generalized policy, *European Journal of Operational Research*, vol. 97, pp. 493-499.
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H., Maskan, M., 2017. Drying kinetics of apricot halves in a microwave hot air hybrid oven, *Heat and Mass transfer*, 53, 2117-2127.
- Karabulut I., Topcu A., Durana A., Turan S., Ozturk B., 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armenical.*)
- Kayran, S., Doymaz, İ., 2017. Infrared Drying and Effective Moisture Diffusivity of Apricot Halves: Influence of Pretreatment and Infrared Power, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 1-8.
- Korese, J. K., & Achaglinkame, M. A. (2022). Exploring effects of slice thickness, pretreatment and drying air temperature on nutritional, functional and pasting properties of *Gardenia erubescens* Stapf. & Hutch. fruit powder. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, 100283.
- Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D., "Drying kinetics of some vegetables", *Journal of Food Engineering*, 59 (4), 391-403, (2003).
- Mengeş H O (2001). Konya bölgesinde yetiştirilen vişne ve kayısıların kontrollü şartlar altında kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi, *Tarımsal Mekanizasyon* 20. Ulusal Kongresi, Şanlıurfa.
- Mujic, I., Kralj, M.B., Jokic, S., Jug, T., Subaric, D., Vidovic, S., Zivkovic, J., Jarni, K., 2014. Characterisation of volatiles in dried white varieties figs (*Ficus carica* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 51, 9, 1837-1846.
- Orikasa, T., Wu, L., Shiina, T. and Tagawa, A. 2008. Drying characteristics of kiwifruit during hot air drying. *Journal of Food Engineering*. 85: 303-308.
- Öztürk, H.K., Şahin U., Öztürk, H.M., 2018, Comparison Of Drying Kinetics and Mathematical Modelling of Apricots in a Solar Dryer, V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, p.p. 556-563.

Drying of Apricot Using Ambient Air, Solar Water Collector Assisted Drying System and Solar Air Collector Assisted Drying System

- Pavon-Melendez, G., Hernandez, J. A., Salgado, M. A., Garcia, M. A., "Dimensionless analysis of the simultaneous heat and mass transfer in food drying", *Journal of Food Engineering*, 51 (4), 347-353, (2002).
- Prosapio, V., and Norton, I. (2018). Simultaneous application of ultrasounds and firming agents to improve the quality properties of osmotic + freeze-dried foods. *LWT*, 96, 402-410. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.068>.
- Şahin, U., Öztürk, H. K., "Effects of pulsed vacuum osmotic dehydration (PVOD) on drying kinetics of figs (*Ficus carica* L)", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 36, 104-111, (2016).
- Şahin, U., Öztürk, H.K., 2018. Comparison between Artificial Neural Network (ANN) model and mathematical models for drying kinetics of osmotically dehydrated and fresh figs under open sun drying, *Journal of Food Process Engineering*.
- Santos, V. C. S., Souza, R. L., Figueiredo, R. T., & Alsina, O. L. S. (2022). A review on refractance window, drying process of fruits and vegetables: its integration with renewable energies. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, e2021153.
- Simal, S., Femenia, A., Carcel, J.A. and Rosello, C. 2005. Mathematical modelling of the drying curves of kiwi fruits: influence of the ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 425-432
- Stegou-Sagia, A. S. S. and Fragkou, D.V. (2018). Thin layer drying modeling of apples and apricots in a solar-assisted drying system. *Journal of Thermal Engineering*, 4(1), 1680-1691.
- Timoumi, S., Mihoubi, D., Zagrouba, F., "Simulation model for a solar drying process", *Desalination*, 168, 111-115, (2004).
- Toğrul, İ. T., & Pehlivan, D. (2002). Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers. *Journal of Food Engineering*, 55(3), 209-216.
- Toğrul, İ. T., Pehlivan, D., "Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers", *Journal of Food Drying*, 55 (3), 209-216, (2002).
- Vijaya Venkata Raman, S., Iniyan, S., Goic, R., "A review of solar drying Technologies", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (5), 2652-2670, (2012).
- Waghmare, R. (2021). Refractance window drying: A cohort review on quality characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 652-662.



Araştırma Makalesi

Tohuma Uygulanan Bakteriye Antagonistlerin Biberde Bakteriye Leke Hastalığına Etkisi

İrem Buse TÜMEN¹, Benian Pınar AKTEPE², Yeşim AYSAN^{1*}

ÖZ

Xanthomonas euvesicatoria'nın neden olduğu Bakteriye Leke Hastalığı biberde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmada biber tohumlarına uygulanan yerel antagonist bakteriyel izolatların hastalığın biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeli araştırılmıştır. Yedi farklı ilden yapılan izolasyonlarda 488 aday antagonist bakteri izolatları saflaştırılmıştır. Bu aday antagonistlerin *in vitro* denemeleriyle 9 adeti *in vitro* ikili kültür testinde besi yeri üzerinde 3.0-9.0 mm arasında engelleme zonu oluşturmuştur. Bu antagonistlerin uygulandığı tohumlarda, yedi yerel antagonistik bakteri izolatının fidelerdeki hastalık şiddetini %29-84 oranında azalttığı belirlenmiştir. Bakteri izolatlarının uygulandığı tohumlarda çimlenme oranları incelendiğinde, YL 4-3 ve Suruç 6-1 kodlu iki farklı izolatın başarılı olduğu belirlenmiştir. Tanı çalışmalarına göre YL 4-3 kodlu izolat *Bacillus subtilis* ve Suruç 6-1 kodlu izolat *Bacillus amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biber, *Xanthomonas euvesicatoria*, Antagonist, *Bacillus* spp., Biyolojik Tohum Uygulamaları

Effect of Bacterial Antagonists Applied to Seed on Bacterial Spot Disease in Pepper

ABSTRACT

Bacterial Spot Disease caused by *Xanthomonas euvesicatoria* causes significant yield losses in pepper. In this study, the effect of seed applications on the biological control of the disease was investigated by using local bacterial antagonists. A total of 488 bacterial colonies were purified from isolations from seven different provinces. By *in vitro* dual culture test studies, 9 different isolates formed inhibition zones between 3.0 and 9.0 mm. When the biological seed treatments with 9 local antagonists were applied to pepper seeds, seven local antagonistic isolates reduced the disease severity in seedlings by 29-84%. When the effect of these applications on seed germination was also examined, it was determined that the YL 4-3 and Suruç 6-1 strain were successful. According to diagnostic studies, YL 4-3 and Suruç 6-1 isolates were determined as *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* ssp. *plantarum*, respectively.

Keywords: Pepper, *Xanthomonas euvesicatoria*, Antagonist, *Bacillus* spp., Biological Seed Treatments

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-4004-2796, 0000-0002-4731-9954, 0000-0003-2647-5111

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 05.10.2022

Kabul Tarihi: 27.12.2022

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana

² Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Kadirli, Osmaniye

*E-posta: aysanys@gmail.com

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

Giriş

Solanaceae familyasına ait olan biber (*Capsicum annuum* L.), sebze olarak tüketilen önemli bir kültür bitkisidir. Türkiye’de üretimi en çok yapılan sebzelerden biri olan biber Tarım Orman Bakanlığı’nın verilerine göre 2021 yılında 3.091.295 ton üretilmiştir (Anonim, 2022). Farklı *Xanthomonas* türleri (*Xanthomonas vesicatoria*, *X. euvesicatoria*, *X. gardneri*, *X. perforans*) tarafından neden olunan Bakteriyel Leke Hastalığı ülkemiz için önemli gelir ve besin kaynağı olan domates ve biberin önemli bakteriyel hastalıklarından biridir. Domates ve biber yetiştiriciliğinin yapıldığı pek çok ülkede bu hastalık sıklıkla görülüp verim ve kalite kaybına neden olmaktadır (Aysan ve Şahin, 2003). Hastalık belirtileri öncelikle yapraklarda küçük, etrafı sarı bir hale ile çevrili lekeler şeklinde görülmektedir, daha sonra lekeler birleşerek merkezde kahverengimsi siyah şekilde genel bir sarılık meydana gelir. Gövde üzerinde ise derin çatlaklar oluşturur. Meyvelerdeki lekeler başlangıçta küçük ve kabarıktır, daha sonra kahverengileşerek siğilimsi bir görünüm alır ve meyve şeklinde bozukluklara neden olur. Bakteriyel Leke Hastalığı bitki büyümesini yavaşlatarak meyvede verim ve kaliteyi düşürür, ayrıca tohumda da zarar meydana getirir (Aysan ve ark., 2019). Hastalık, tohum ve toprak kökenli olmasından dolayı tohumda, çevrede kendiliğinden büyüyen konukçu bitkiler üzerinde, patlıcangiller familyasından yabancı otlarda, bitki artıklarında ve toprakta canlılığını bir sonraki mevsime kadar sürdürebilmektedir. Kimyasal mücadele de kullanılan bakır ve bakır içeren bileşikler, hastalığı 20 yıldan fazla bir süredir kontrol etmek için rutin olarak uygulanmaktadır. Patojenin bu kimyasallara karşı direnç geliştirme sorunu nedeniyle kimyasal mücadele uygulaması zorlaşmaktadır. *Xanthomonas* için bakır bileşiklerine karşı direnç sorunu, Meksika’da (Adaskaveg ve Hine, 1984), ABD’de (Ritchie ve Dittapongpitch 1991) ve ülkemizde (Mirik ve ark., 2007) de rapor edilmiştir. Özellikle bakıra direnç geliştirmiş *Xanthomonas* popülasyonu ile mücadelede, antagonist mikroorganizmaları kullanarak biyolojik mücadele olanakları ve

kültürel önlemleri içeren entegre hastalık yönetimi oldukça önemlidir (Stall, 1993; Kotan, 1998; Tokmak, 2020; Kayaaslan, 2021).

Bu çalışmada *Xanthomonas euvesicatoria*’nın neden olduğu biberde Bakteriyel Leke Hastalığının mücadelesinde antagonist bakteri izolatlarının biyolojik mücadele etmeni olarak kullanıma potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan daha önce yapılan çalışmalar kapsamında geleneksel testler ve moleküler testlere göre *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanımlanan YA-611 kodlu biber izolatu (Horuz ve ark., 2019) patojen bakteri izolatu olarak kullanılmıştır. Patojenite çalışmasında Yalçın F1 çeşidi 3-5 yapraklı dönemdeki biber fideleri kullanılmıştır. Tohum denemelerinde ise kimyasal uygulanmamış yöresel bir çeşit olan Karaisalı Salçalık çeşidine ait standart biber tohumu kullanılmıştır.

Yaprak Lekesine Neden Olan *Xanthomonas euvesicatoria* İzolatının Virülensliğinin Artırılması

Oda sıcaklığında, steril vida kapaklı tüplerde %0.85’lik NaCl içerisinde saklanan YA-611 kodlu *Xanthomonas euvesicatoria* izolatu Tryptic Soy Agar (TSA) besi yerinde 28°C’de 48 saat inkübe edilerek geliştirilmiştir. Uzun süre oda sıcaklığında saklanan *Xanthomonas euvesicatoria* izolatının virülensliğinde artış sağlamak için söz konusu olan bakteriyel etmen yarılarından giriş yapma yeteneğine sahip olmasından dolayı biber yapraklarına püskürtülerek patojenite testi yapılmıştır. Gelişen kültürden saf suyla dansiyometrede 1.27 ölçüm değerinde hazırlanan süspansiyon (2.9x 10⁶ hücre/ml), 3-5 yapraklı dönemdeki biber fidelerinin alt yapraklarına püskürtülmüştür (Mirik, 2005). İklim odasında (28°C’de, %75 nem, 8/16 saat aydınlık/karanlık) muhafaza edilen biber bitkilerinin yapraklarında sarı haleli veya halesiz kahverengi leke belirtileri gözlemlendikten sonra bakteriyolojik tekniklere göre tek bir lekeden patojen bakteri izolasyonu

Tohuma Uygulanan Bakteriye Antagonistlerin Biberde Bakteriye Leke Hastalığına Etkisi

yapılmış ve Koch postulatı aşamaları tamamlanmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). Geri izole edilen YA-611 kodlu izolatin farklı kolonileri steril vida kapaklı tüplerde %0.85'lik NaCl içeren sıvı besi yerinde karanlıkta oda sıcaklığında saklanmıştır.

Aday Antagonist Bakterilerin İzolasyonu ve Saflaştırılması

Özellikle hastalığın çok görülmediği ve kimyasal uygulamaların hiç yapılmadığı veya sınırlı sayıda yapılan alanlardan toprak örnekleri almaya dikkat edilerek örneklemeler yapılmıştır. Adana, Adıyaman, Antalya, Gaziantep, Mersin, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde ticari olarak biber yetiştiriciliği yapılan 92 farklı tarla Temmuz-Ekim 2020 arasında ziyaret edilmiştir. Biber üretim alanlarında diğerlerine göre gelişimi daha iyi olan bitkiler sökülmuş ve kök ile kök bölgesi toprağı kese kağıtlarına yerleştirilerek Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakterioloji laboratuvarına getirilmiştir. Biber kök bölgesindeki toprak partikülleri temizlenip kılcal köklerden 10 gr parça alınmış ve izolasyonlar için kullanılmıştır. Benzer şekilde, kök bölgesine yakın alandan alınan toprak örnekleri gazete kâğıdı üzerinde oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 0.2 mm'lik porluk elekten geçirilerek elenmiştir. Her bir alandan elde edilen 10'ar gr kılcal kök ve toprak örneği 90 ml Saline Buffer (%0.85 NaCl çözeltisi) içerisinde oda sıcaklığında 200 dev/dk'da çalışan çalkalayıcıda en az 3 saat çalkalanmıştır. Çalkalanan örneklerden 1 ml alınarak 9 ml salin buffer içeren tüplere seyreltme serileri hazırlanmış ve her bir seyretmeden 100 µl alınarak iki tekrarlı olacak şekilde TSA besi yerine bagetle yayma yapılmıştır. Petriler 25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra gelişen koloniler incelenmiş ve farklı morfolojik gelişim (şekil ve renk olarak) gösteren kolonilerden TSA besi yerine saflaştırmalar yapılmıştır. Aday antagonistler eğik olarak hazırlanmış Yeast Dextrose Chalk Agar (YDCA) besi yerine çizilerek 25°C'deki inkübatörde 48 saat geliştirildikten sonra 4°C'deki buzdolabında kullanılıncaya kadar saklanmıştır (Kayaaslan, 2021).

Aday Antagonist Bakteri İzolatlarının *Xanthomonas euvesicatoria*'ya Karşı Antibakteriyel Etkisinin Belirlenmesi

Biber yetiştirilen alanlardan izole edilen 488 adet aday antagonistin patojen bakteri *Xanthomonas euvesicatoria*'ya antibakteriyel etkisi *in vitro* ikili kültür petri denemeleriyle araştırılmıştır. Aday antagonistler TSA besi yerine üç nokta ekim yöntemiyle bulaştırıldıktan sonra (Mitchell, 1992; Duman ve Soylu, 2019) petriler inkübatör dolaplarında 25°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. TSA besi yerinde 48 saat geliştirilen patojen bakteri *Xanthomonas euvesicatoria* dansiyometre yardımıyla 2.9×10^6 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu hazırlanmıştır. Besi yerinde gelişmiş olan aday antagonistlerin üzerine 15 cm uzaklıktan el pülverizatörüyle patojen bakteri süspansiyonu püskürtülmüştür. Karşılaştırma amacıyla TSA besi yeri içeren bir petriye herhangi bir aday antagonist bakteri aşılması yapılmamış sadece *Xanthomonas euvesicatoria* püskürtülmüştür. Petriler 25°C'deki inkübatörde 72 saat bekletilmiş ve petrilerde oluşan engelleme zonları mm olarak ölçülerek kaydedilmiştir. Bu deneme üç tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür. İkili kültür testlerinde engelleme zonu oluşturan aday antagonist bakteriler *in vivo* tohum denemeleri için seçilmiştir.

Antagonist Bakteri İzolatlarının Bakteriye Leke Hastalığının Gelişimi Üzerine Etkisi

In vitro koşullarda yapılan petri denemeleri sonuçlarına göre *Xanthomonas euvesicatoria*'ya antibakteriyel etkisi saptanmış 9 adet bakteriye antagonist izolatu çalışmanın *in vivo* etkinlik denemelerinde kullanılmıştır. YA-611 kodlu *Xanthomonas euvesicatoria* izolatu TSA besi yerinde 28°C'de 48 saat geliştirildikten sonra 2.9×10^6 hücre/ml (dansiyometre 1.27 değerinde) yoğunluğunda bir süspansiyon hazırlanmıştır. Karaisalı salçalık biber tohumları hazırlanan bu patojen bakteri süspansiyonuna 30 dakika süreyle daldırılarak bulaştırılmıştır (Horuz ve ark., 2018). Tohumlar bulaştırıldıktan sonra tülbentten geçirilerek süzölmüş ve kurumaya bırakılmıştır. Negatif kontrol uygulaması olarak sadece steril suya daldırılmış pozitif kontrol olarak ise sadece patojenle bulaştırılmış biber tohumlarının ekimi yapılmıştır. Antagonistlerin

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

48 saatlik taze kültüründen dansiyometreyle (2.0 değerinde) süspansiyonları ayrı ayrı hazırlanmıştır. Yaklaşık bir saat önce patojenle bulaştırılmış biber tohumları hazırlanan antagonist süspansiyonuna 30 dakika süre ile daldırılarak muamele edilmiştir. Bu süre sonunda süzgeçle süzülen antagonistlerle uygulama görmüş patojenle bulaşık tohumlar kuruduktan sonra steril torfla dolu plastik küvetlere ekilmiştir. Denemede, her bir antagonist uygulaması için 3 tekrar ve her tekrarda 50 tohum olacak şekilde deneme kurulmuştur. Uygulama görmüş tohumların ekildiği küvetler %75 nem ve $28\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Çimlenen tohumlardan gelişen fidelerin kotiledon yaprakları günlük olarak incelenerek pozitif kontrole ait uygulamada gözle görülür Bakteriyel Leke Hastalığı belirtileri oluştuğunda değerlendirme yapılmıştır. Her bir antagonist bakteri uygulamasında hasta bitki sayıları çimlenen bitki sayılarına bölünerek her tekrardaki hastalık oranı % olarak hesaplanmıştır. Bu veriden yararlanılarak antagonist bakterinin hastalığı baskılama oranı yani % etki Abbott formülüne ($\% \text{ etki} = (\text{kontrol} - \text{uygulama}) / \text{kontrol} \times 100$) göre hesaplanmıştır (Karman, 1971). Aday antagonistlerin hastalık şiddetine etkisi 0-3 skalasıyla (0: kotiledon yapraklarda leke yok, 1: kotiledon yapraklarda 1 leke, 2: kotiledon yapraklarda 2-3 leke, 3: Kotiledon yapraklarda 4 ve 4'ten fazla leke) değerlendirilmiştir (Horuz ve ark., 2018). Antagonist bakterilerin hastalık şiddetini azaltma oranı Abbott formülüne % etkisi hesaplanmıştır.

Yapılan uygulamalar arasındaki istatistikî farklar ANOVA istatistikî programında LSD testi ile ($p \leq 0.05$) uygulamalar arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. Değerlendirme yapıldıktan sonra her uygulamanın bir tekrâründeki hasta bitkilerden bir adet hastalıklı yaprak örneği alınarak bakteri izolasyonu yapılmış ve hastalık belirtilerinin *Xanthomonas euvesicatoria*'dan kaynaklandığı teyit edilmiştir.

Antagonist Bakteri İzolatlarının Tohum Çimlenmesine Etkisi

YA-611 kodlu *Xanthomonas euvesicatoria* izolatu TSA besi yerinde geliştirildikten sonra

2.9×10^6 hücre/ml (dansiyometre 1.27 değerinde) yoğunluğunda bir süspansiyon hazırlanmıştır. Karaisalı salçalık biber tohumları hazırlanan bu patojen bakteri süspansiyonuna 30 dakika süreyle daldırılarak bulaştırılmıştır (Horuz ve ark., 2018). Patojen bulaştırılmış biber tohumları, içerisinde steril torf koyulan küvetlerde uygun ortam koşullarında çimlendirilmiştir. Çimlenme gerçekleşmez, fidelerin kotiledon yaprakları oluştuktan sonra çimlenen fide sayıları not edilmiştir. Antagonistler ile muamele edilmiş tohumların çimlenme %'si ile sadece patojen bakteri uygulanmış tohumların çimlenme yüzdesi karşılaştırılmıştır. Antagonistlerin çimlenmeye % etkisi Abbott formülüne göre hesaplanmıştır. Anova istatistik programında LSD çoklu karşılaştırma testinde $p \leq 0.05$ önem düzeyinde uygulamalar arasındaki istatistikî farklar hesaplanmıştır.

Antagonist Bakteri İzolatlarının Tanısı

Antagonist bakteri izolatlarının tanısı son yıllarda mikroorganizmaların çok daha kolay, güvenilirliği yüksek ve hızlı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan MALDI-TOF MS teknolojisi ile Prof. Dr. Soner SOYLU'nun katkılarıyla Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde

(http://www.mku.edu.tr/departments.aspx?biri_m=218) yapılmıştır. MALDI-TOF MS yönteminin kullanılmasının amacı; mikroorganizmaların protein yapılarının kütle spektrometresindeki izolasyonu ve m/z değerlerine göre bulunan spektraların grafiksel görüntülerinin sistemin kendi veri tabanındaki referans organizmalara uyumuna göre mikroorganizmaların cins ve türlerini tanımlanması ve kısa sürede verilerin elde edilmesidir. (Pavlovic ve ark., 2012). MALDI-TOF MS'de mikroorganizmalara ait biyomoleküllerin (protein, şeker) ve büyük organik moleküllerin (polimer, dendrimer, makromolekül) iyonizasyonundan sonra manyetik alandan geçirilmesiyle protein profillerinin çıkarılmaktadır (Yılmaz ve ark., 2014). MALDI-TOF MS skor değerleri ≥ 2 ise tür düzeyinde tanı, 1.7 ve 1.9 arasında ise cins düzeyinde tanı ve skor değeri < 1.7 ise güvensiz

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

tanı olarak değerlendirilmiştir (Pavlovic ve ark., 2012; Uysal ve ark., 2019).

Bulgular ve Tartışma

Yaprak Lekesine Neden Olan *Xanthomonas* İzolatının Virülensliğinin Artırılması

YA-611 kodlu *Xanthomonas euvesicatoria* izolatının 2.9×10^6 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu ile yapılan patojenite testinde biber yapraklarında tipik hastalık belirtisi olan sarı haleli kahverengi yaprak lekeleri inokulasyondan 20 gün sonra gözlenmiştir. Koch postulatları tamamlanan YA-611 kodlu izolatın farklı kolonileri ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere steril vida kapaklı tüplerde %0.85'lik NaCl içeren sıvı besi yerinde karanlıkta oda sıcaklığında saklanmıştır.

Aday Antagonist Bakterilerin İzolasyonu

Çizelge 1.'de görüldüğü gibi, 35 adet biber yetiştirilen toprak örneği, 17 adet biber kök örneği, 9 adet yeşil aksam ve 32 adeti tohum örneği olmak üzere Türkiye'nin biber yetiştiriciliğinin yapıldığı önemli illerinden olan Adana'dan 38 adet, Adıyaman'dan 3, Antalya'dan 8, Gaziantep'ten 7, Mersin'den 18 adet, Osmaniye ve Şanlıurfa'dan da 9 örnek olmak üzere yedi farklı ilden aday antagonist bakteri izolasyonu için 92 farklı bitki/toprak örneği toplanmıştır.

Çizelge 1. Aday antagonist izolasyonu için toplanan örnek sayıları

Yer	Toprak	Kök	Yeşil Aksam	Tohum	Toplam
Adana	12	1	7	18	38
Adıyaman	2	1	0	0	3
Antalya	4	0	0	4	8
Gaziantep	0	0	0	7	7
Mersin	8	8	2	1	18
Osmaniye	5	4	0	0	9
Şanlıurfa	4	3	0	2	9
TOPLAM	35	17	9	32	92

Yedi farklı ilden ticari olarak biber yetiştiriciliği yapılan alandan toplanan 92 farklı örnekten yapılan aday antagonist izolasyonunda farklı morfolojik gelişim (şekil ve renk olarak) gösteren 488 adet bakteri elde edilmiştir.

Bu aday antagonistlerin 208 adeti Adana'dan, 152 adeti Mersin'den, 55 adeti Şanlıurfa'dan, 25 adeti Antalya'dan, 22 adeti Osmaniye'den, 20 adeti Adıyaman'dan ve 6 adeti Gaziantep'ten alınan örneklerden izole edilmiştir. İzole edilen aday antagonistlerin 140 adeti topraktan, 161 adeti kökten, 44 adeti yeşil aksamdan ve 143 adeti tohumdan izole edilmiştir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Farklı İllerden ve Biber Bitki Kısımlarından Elde Edilen İzolat Sayıları

Yer	Toprak	Kök	Yeşil Aksam	Tohum	Toplam
Adana	88	10	30	80	208
Adıyaman	6	14	0	0	20
Antalya	0	0	0	25	25
Gaziantep	0	0	0	6	6
Mersin	16	122	14	0	152
Osmaniye	19	3	0	0	22
Şanlıurfa	11	12	0	32	55
TOPLAM	140	161	44	143	488

Aday Antagonistlerin *Xanthomonas euvesicatoria*'ya Antibakteriyel Etkisinin Belirlenmesi

Biber köklerinden ve biber yetiştirilen topraktan izole edilen 488 adet aday antagonistin patojen bakteri *Xanthomonas euvesicatoria*'ya antibakteriyel etkisi *in vitro* ikili kültür petri denemeleriyle araştırıldığında 9 adet aday antagonist TSA içeren petrilerde 3-9 mm arasında engelleme zonu oluşturmuştur. Antimikrobiyal madde üretme yeteneğindeki 9 adet antagonist biyolojik tohum uygulamaları için seçilmiştir.

Bakteriyel Antagonistlerin Tohum Kökenli Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

Şekil 4'te görüldüğü gibi herhangi bir uygulamanın yapılmadığı pozitif kontrol uygulamasındaki hastalık oranı %98.3 iken hastalığı baskı altına almada başarı gösteren yedi biyolojik tohum uygulamasında hastalık oranı %83.4 ile %43.5 arasında olduğu saptanmıştır. Adıyaman 6-1, Hsf 4-2, Suruç 4-2, AE 10-6, YL 4-3, Suruç 6-1 ve Sumbas 4-2 kodlu antagonist izolatlarla yapılan tohum uygulamaları hastalık oluşumunu baskılamada başarılı izolatlar olarak belirlenmiştir. Adıyaman ilinde biber yetiştirilen tarla toprağından izole edilen Adıyaman 6-2 ve Adıyaman 4-2 kodlu antagonist izolatlar her ne kadar *in vitro* petri denemelerinde başarılı

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

bulunsalar da istatistiksel olarak pozitif kontrolle aynı grupta yer aldığından hastalığı *in vivo* koşullarda baskılamada başarısız olarak değerlendirilmiştir. *In vitro* koşullarda etkinlik gösteren izolatların *in vivo* koşullarda başarısız olduğuna yönelik araştırma bulguları daha önceden yapılmış birçok biyolojik mücadele çalışmalarında bildirilmiştir (Horuz, 2014; Aktepe, 2018). Dokuz izolat içerisinde YL 4-3, Suruç 6-1 ve Sumbas 4-2 kodlu antagonistik bakteri izolatları hastalığı *in vivo* koşullarda etkili engelleyen izolatlar olmuştur. Çizelge 3'te görüldüğü gibi, *Xanthomonas euvesicatoria* ile suni olarak bulaştırılmış biber tohumlarına, yerel antagonistlerle biyolojik tohum uygulamaları yapıldığında, fidelerdeki hastalık %7.63-55.75 oranında baskılarken hastalık şiddeti %9.23-83.69 oranında azalmıştır.

Çizelge 3. Antagonist bakteri izolatlarının biberde bakteriyel leke hastalığına etkisi

İzolat Kodu	Hastalık Oranı (%)	% Etki	Hastalık Şiddeti (Skala değeri Ort.)	% Etki
Pozitif Kontrol	98.3 a	0	2.6 a	0
Adıyaman 6-2	100.0 a	-1.73	2.8 a	-5.69
Adıyaman 4-2	90.8 ab	7.63	2.4 a	9.23
Adıyaman 6-1	83.4 bc	15.16	1.8 b	28.57
Hsf 4-2	81.1 bc	17.50	1.9 b	32.87
Suruç 4-2	80.3 c	18.31	1.5 bc	32.87
AE 10-6	78.2 c	20.45	1.6 bc	40.33
YL 4-3	67.9 d	30.93	1.8 b	45.01
Suruç 6-1	63.1 d	35.81	1.1 c	57.65
Sumbas 4-2	43.5 e	55.75	0.4 d	83.69

Negatif kontrol olarak sadece steril suya uygulaması yapılmış fidelerde herhangi bir hastalık tespit edilmemiştir. Bu durum denemede kullanılan biber tohumlarının Bakteriyel Leke Hastalığı yönünden bulaşık olmadığına göstergesidir. Pozitif kontrol olarak, sadece patojenle bulaştırılmış herhangi bir biyolojik tohum uygulamasının yapılmadığı biber tohumları yetiştirildiğinde, gelişen fidelerin %98.3'ünde tipik Bakteriyel Leke Hastalığının varlığı saptanmıştır. Hasta fidelerin kotiledon yapraklarındaki lekeler 0-3 skalasına göre değerlendirildiğinde, hastalık şiddetinin ortalama 2.8 değerinde olduğu belirlenmiştir. Bu lekelerden yapılan izolasyonlarda TSA besiyerinde mukoid ve sarı renkli koloniler

gelişmiş ve patojenite testiyle hastalık yapma yeteneğinde oldukları belirlenmiştir. Sonuçta kotiledon lekelerinin *Xanthomonas euvesicatoria* ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır.

Adıyaman 6-2 ve Adıyaman 4-2 kodlu antagonistler hariç yedi adet yerel antagonist (Adıyaman 6-1, Hsf 4-2, Suruç 4-2, AE 10-6, YL 4-3, Suruç 6-1 ve Sumbas 4-2) hastalığı engellemede etkili tohum uygulamaları olarak belirlenmiştir.

Osmaniye ili Sunbas ilçesinde yetiştirilen biber tarla toprağından izole edilen Sumbas 4-2 kodlu yerel antagonistin uygulandığı tohumlardan gelişen fidelerin %43.5'in hasta olduğu hastalık şiddetinin de ortalama 0.4 skala değerinde olduğu saptanmıştır. Bu verilere göre, tohum kökenli *Xanthomonas euvesicatoria*'nın neden olduğu Bakteriyel Leke Hastalığını %55.75 oranında baskılanmış ve hastalık şiddetinde %83.69 oranında azalış meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, Sumbas 4-2 kodlu yerel antagonist uygulaması ayrı bir istatistik grupta yer alan etkili tohum uygulaması olarak belirlenmiştir.

Diğer bir başarılı biyolojik tohum uygulaması da Şanlıurfa ili Suruç ilçesinde biber tarla toprağından izole edilen Suruç 6-1 kodlu ve biber tarla toprağından izole edilen YL 4-3 kodlu yerel antagonist uygulamasında saptanmıştır. Bu antagonistlerle muamele görmüş tohumlardan gelişen fidelerin %63.1 ve %67.9'unda hastalık saptanmış ve hastalığın engelleme oranı %35.81 ve %30.93 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde hastalık şiddetinde %57.65 ve %45.01 azalış belirlenmiş ve bu başarı istatistik analizleriyle doğrulanmıştır.

Adana ilinden biber yetiştirilen tarla toprağından izole edilen AE 10-6 kodlu ve Şanlıurfa ili Suruç ilçesinde biber tarla toprağından izole edilen Suruç 4-2 kodlu antagonist izolatlar istatistik analizlerinde ayrı bir gruba oluşturan diğer başarılı tohum uygulamaları olmuştur. AE 10-6 ve Suruç 4-2 kodlu yerel antagonistler hastalığı %20.45-18.31 oranında, hastalık şiddetini %40.33-32.87 oranında baskılamıştır.

Adıyaman ilinden biber yetiştirilen tarla toprağından izole edilen Hsf 4-2 kodlu ve Adıyaman 6-1 kodlu antagonist izolatlar *Xanthomonas euvesicatoria*'nın neden olduğu Bakteriyel Leke Hastalığını %17.50-15.16

Tohuma Uygulanan Bakteriye Antagonistlerin Biberde Bakteriye Leke Hastalığına Etkisi

oranında baskılanmış ve hastalık şiddetinde %32.87-28.57 oranında azalış sağlamıştır. İstatistiksel olarak ayrı bir grupta yer alan etkili tohum uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Farklı *Xanthomonas* türleri (*Xanthomonas vesicatoria*, *X. euvesicatoria*, *X. gardneri*, *X. perforans*) tarafından neden olunan Bakteriye Leke Hastalığı domates ve biberin önemli bakteriye hastalıklarından biridir. Bu hastalığın mücadelesinde yeşil aksama püskürtülen bakır ve bakır içeren bileşiklere *Xanthomonas* türlerinin ülkemizde direnç geliştirme problemi (Mirik ve ark., 2007) nedeniyle kimyasal mücadele kullanılamaz hale gelmektedir. Yeşil aksama bakırlı preparatlar uygulanmadığında iki önemli mücadele şekli ön plana çıkmaktadır. Bunlardan biribiyojik mücadelenin kullanımı, diğeri ise tohumdaki patojen miktarını baskılayarak fidelerdeki hastalık oranını azaltan tohum uygulamalarının kullanımınıdır. Bu çalışmada tohumdaki patojen popülasyonu, yerel bakteriye antagonistlerle biyolojik tohum uygulamalarıyla baskılanarak fidelerdeki hastalık oranını azaltmak hedeflenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ülkemizden izole edilen yerel antagonist bakteri izolatlarının ülkemiz ekolojik koşullarına adapte olmuş izolatlar olmaları nedeniyle kültür bitkilerinde sorun bakteriye ve fungal kökenli hastalıkların baskılanmasında başarıyla kullanılabilmesi hem bu çalışmada hem de daha önce yapılan biyolojik mücadele çalışmalarında (Kotan, 1998; Soylu ve ark., 2005; Mirik ve ark., 2007; Bozkurt ve Soylu, 2019; Duman ve Soylu, 2019; Kayaaslan, 2021; Soylu ve ark., 2021; Soylu ve Kara, 2022) ortaya konulmuştur. Ayrıca ticari bazı biyolojik mücadele preparatlarının da ülkemizde biber bakteriye leke hastalığını baskı altına aldığını gösteren araştırma sonuçları (Tokmak, 2020) da biyolojik mücadelenin başarısını kanıtlamaktadır.

Bakteriye Antagonistlerin Tohum Çimlenmesine Etkisi

Çizelge 4'te görüldüğü üzere, *Xanthomonas euvesicatoria* ile suni olarak bulaştırılmış biber tohumlarının %71.3'ü çimlenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, pozitif kontrol, Adıyaman 6-2, Adıyaman 4-2, Adıyaman 6-1, Hsf 4-2, Suruç 4-2, AE 10-6, YL 4-3 ve Suruç

6-1 uygulamaları kontrol ile aynı grupta yer almış ve çimlenmeye olumsuz bir etki yapmadıkları belirlenmiştir. Sadece Sumbas 4-2 kodlu antagonist ile muamele görmüş biber tohumlarında çimlenme oranı %37.4 düzeyinde azalmış ve istatistiksel olarak da çimlenmedeki azalış farklı olarak bulunmuştur. Sumbas 4-2 kodlu antagonist hastalığı baskılamada en etkili uygulama olsa da çimlenmeyi azalttığı için başarılı bir biyolojik tohum uygulaması olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Biyolojik Tohum Uygulamalarının Çimlenmeye Etkisi

İzolat Kodu	Çimlenme Oranı (%)	Çimlenmedeki Değişim (%)
Pozitif Kontrol	71.3 a	0.0
Adıyaman 6-2	60.3 ab	15.4
Adıyaman 4-2	58.7 ab	17.7
Adıyaman 6-1	68.3 a	4.2
Hsf 4-2	75.0 a	-5.2
Suruç 4-2	74.7 a	-4.7
AE 10-6	69.0 a	3.3
YL 4-3	74.3 a	-4.2
Suruç 6-1	73.0 a	-2.3
Sumbas 4-2	44.7 b	37.4

Antagonistlerin tanısı

MALDI TOF MS ile yapılan tanı sonucunda, YL 4-3 kodlu izolat 1.976 indeks değeri ile *Bacillus subtilis* ile tür düzeyinde tam eşleşme sağlanmıştır. Suruç 6-1 kodlu izolat ve Sumbas 4-2 kodlu izolat 2 indeks değeri ile *Bacillus amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* olarak tanılanmıştır. Bu bakteri türlerinin antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu gösteren farklı çalışmalar bulunmaktadır (Aktepe, 2018; Duman ve Soylu, 2019; Soylu ve Kara, 2022; Djatmiko ve ark., 2022). Mikroorganizmaları içeren biyolojik preparatlar, kimyasal pestisitlerden farklı etki mekanizmalarına sahip hastalık yönetimi alternatifleri sunarak dünya pestisit pazarında oldukça önemli bir yere sahiptirler. Örneğin lipopeptid metabolizma üretmek antimikrobiyal aktivite gösteren *Bacillus subtilis* QST 713 (AgraQuest, USA), çürükler ve yanıklıklara neden olan patojenler ve yaprak patojenlerine karşı birçok ülkede yaygın olarak kullanılan ruhsatlı bir biyolojik preparattır (Fravel, 2005; Alexandrova ve ark., 2002).

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

Sonuç

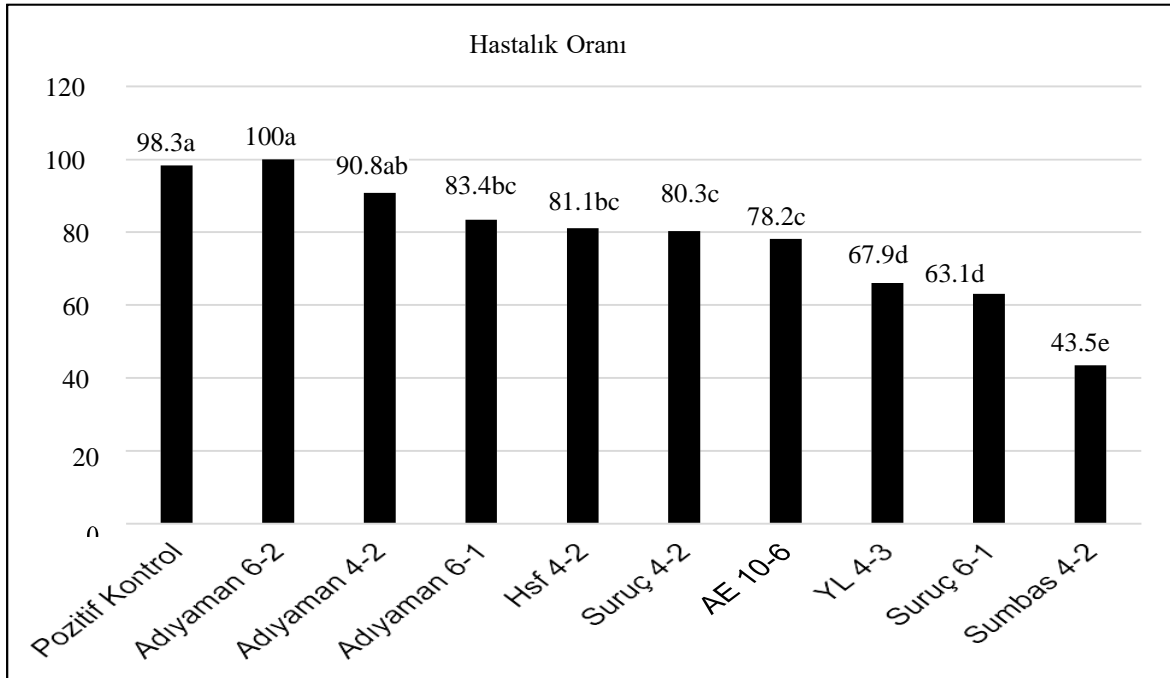
Bu çalışma, *Xanthomonas euvesicatoria*'nın tohum kaynaklı bulaşıklığını azaltmak için yerel antagonistler kullanılarak yapılan biyolojik tohum uygulamalarını kapsamaktadır.

Yedi farklı ilde (Adana, Adıyaman, Antalya, Gaziantep, Mersin, Osmaniye ve Şanlıurfa) biber yetiştirilen topraktan, biber köklerinden, yeşil aksamından ve tohumdan izole edilen 488 adet aday antagonist bakteriyle yapılan *in vitro* petri denemelerinde, dokuz izolatan *Xanthomonas euvesicatoria*'ya antibakteriyel etkisi saptanmıştır. Patojenle suni olarak bulaştırılmış biber tohumlarına dokuz bakteriyel antagonisten uygulandığı denemede, Bakteriyel Leke Hastalığı, yedi antagonist (Adıyaman 6-1, Hsf 4-2, Suruç 4-2, AE 10-6, YL 4-3, Suruç 6-1 ve Sumbas 4-2 kodlu) tarafından %15-56 oranında baskılanırken hastalık şiddeti %29-84 oranında engellenmiştir. Çimlendirme denemeleri de değerlendirildiğinde, YL 4-3 ve Suruç 6-1 kodlu antagonistler en başarılı olarak saptanmıştır. MALDI TOF MS ile yapılan tanı sonucunda, YL 4-3 ve Suruç 6-1 kodlu izolatlarda *Bacillus subtilis*, ve *Bacillus amyloliquefaciens* ssp. *plantarum* olarak tanılanmıştır.

Bu hastalığın mücadelesinde yeşil aksama püskürtülen bakır ve bakır içeren bileşiklere *Xanthomonas* türlerinin direnç geliştirme problemi nedeniyle biyolojik mücadele ön plana çıkmaktadır. Ülkemizden izole edilen yerel antagonistler ülkemiz ekolojik koşullarına uyum sağlamış izolatlardan olmaları nedeniyle başarıyla kullanılabilirliği bu araştırma ile kanıtlanmıştır. Biber tohumlarındaki *Xanthomonas euvesicatoria* popülasyonunu azaltmak için gelecekte YL 4-3 ve Suruç 6-1 kodlu yerel antagonistlerle biyolojik tohum uygulamaları başarılı olacaktır. Bu antagonistlerin sadece biberde değil domatesteki etkisi ve pratikte kullanımı ile ilgili daha detaylı yapılacak araştırmalara (diğer antagonistlere, patojenlere, insanlara etkisi, kitle üretimleri, uygulama dozu ve zamanı ruhsat ve patent alma vb) gereksinim olduğu açıktır.

Teşekkür

Antagonist bakteri izolatlarının MALDI-TOF MS ile tanısını yapılmasında katkı sağlayan Prof. Dr. Soner SOYLU'ya ve FYL-2021-13395 nolu projeye maddi desteğinden dolayı Çukurova Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.



Şekil 4. Biyolojik tohum uygulamaları sonucu oluşan hastalık oranları

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

Kaynaklar

- Adaskaveg J.E., Hine R.B., 1984. Resistance of field strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* to copper bactericides. *Phytopathology* 74: 858.
- Aktepe, B.P. 2018. *Erwinia amylovora*'nın biyolojik mücadelesinde epifitik bakteri ve mayaların etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alexandrova, M., Bazzi, C. and Lameri, P. 2002. *Bacillus subtilis* strain Bs-F3: colonization of pear organs and its action as a biocontrol agent. *Acta Horticulturae*, 590: 291-297.
- Anonim, 2022. https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/SUBELER/bitkisel_uretim_ve_bitki_sagligi_sube_mudurlugu/sebze_yetistiriciligi_ve_mucadelesi/Domates.pdf. Erişim Tarihi: 06.06.2022.
- Aysan, Y. and F. Sahin, 2003. Occurrence of Bacterial Spot Disease, Caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, on Pepper in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Plant Pathology*, 52 (6), 781.
- Aysan Y., Üstün, N., Mirik, M., Saygılı, H., ve Şahin, F., 2019. Domates Bakteriyel Benek Hastalığı, sayfa 159-165. In: Bitki Bakteri Hastalıkları (Ed: Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M.), Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ. 382 sayfa.
- Bozkurt, İ.A., Soylu S. 2019. Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 348-361.
- Djatkiko, H. A., Kurniawan, D. W., and Prihatiningsih, N. (2022). Potential of *Bacillus subtilis* potato isolate as biocontrol agent of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and candidate for nanosuspension formula. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23 (7) 3313-3317.
- Duman, K., Soylu, S. 2019. Characterization of plant growth-promoting traits and antagonistic potentials of endophytic bacteria from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Bitki Koruma Bülteni* 59, 59-69.
- Fravel, D. R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Reviews. Phytopathology*, 43:337–59.
- Horuz, S., 2014. Karpuzda Bakteriyel Meyve Lekesi Hastalığı Etmeni *Acidovorax citrulli*'nin Tanısı, Moleküler Karakterizasyonu ve Bakteriyel Antagonistlerle Biyolojik Mücadelesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 203s
- Horuz, S., Ocal, A. and Aysan, Y. 2018. Efficacy of hot water and chemical seed treatments on bacterial speck of tomato in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3185-3190p.
- Horuz, S., Aktepe, B.P., and Aysan, Y. 2019. Identification of bacterial spot (*Xanthomonas euvesicatoria*) on pepper and tomatoes. 1st International Molecular Plant Protection Congress, Adana, Turkey.92.
- Kara, M., ve Soylu, S., 2022. Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their in vitro antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 36-46.
- Karman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Demelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T. C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, 279 s
- Kayaaslan, Z. 2021. Tokat İli Biber Üretim Alanlarında Bakteriyel Leke Hastalığı Etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nın Tanılanması, Epidemiyolojisi ve Biyolojik Mücadelesi. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 148s
- Kotan R., 1998. Biber ve Domatesteki Bakteriyel Leke Hastalığı (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.)'nın Biyolojik ve Kimyasal Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47 s.
- Lelliott, R.A., and Stead, D.E., 1987. Methods for The Diagnosis of Bacterial Diseases of

Tohuma Uygulanan Bakteriyel Antagonistlerin Biberde Bakteriyel Leke Hastalığına Etkisi

- Plants. Methods in Plant Pathology, (T. F. Preece, Series editor), Volume 2, Published on behalf of the British Society for Plant Pathology by Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK., 219p
- Mirik, M., 2005. Biberde Bakteriyel Leke Etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın Tanılanması ve Bitki Büyüme Düzenleyici Rizobakterilerle Biyolojik Mücadele Olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 162s.
- Mirik, M., Aysan, Y., and Cinar, O. 2007. Copper-resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye in the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89(1), 153-154
- Mitchell, R. E., 1992. Metabolites from pseudomonads that inhibit the growth of *Erwinia amylovora*. Sixth Int. Workshop on Fire Blight, Athens, Greece 21
- Pavlovic, N., Zdravkovic, J., Cvikic, D., Zdravkovic, M., Adzic, S., Pavlovic, S., and Surlan-Momirovic, G., 2012. Characterization of onion genotypes by use of RAPD markers. *Genetika*, 2, 269-278
- Ritchie, D.F., and Dittapongpitch, V. 1991. Copper- and Streptomycin-Resistant Strains and Host Differentiated Races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in North Carolina. *Plant Dis.*, 75:733-736.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Kurt, Ş. and Ekici, Ö.K. 2005. Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8, 43-48.
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş. Soylu, E.M., 2021. Determination of antagonistic potential of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Zemdirbyste-Agriculture*, 108, 303-312.
- Stall, R.E., 1993. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*: cause of bacterial spot of tomato and pepper. In: *Xanthomonas* (Edts; J.G. Swing and E.L. Civerelo. Great Britain by St.
- Tokmak, A.T. 2020. Bazı Biyopreparatların Domateste Bakteriyel Leke (*Xanthomonas euvesicatoria*) ve Bakteriyel Benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) Hastalık Etmenlerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 46s.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Soylu, E. M., ve Kara, M. 2019. Yaprığı Yenen Sebzelelerdeki Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) Tekniği Kullanılarak Tanılanması. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29 (4), 595-603.
- Yılmaz, S., Duyan, S., Artuk, C., Diktaş, H. 2014. Mikrobiyolojik tanımlamada MALDI-TOF MS uygulamaları. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 13(5), 421-426.



Research Article

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

M. Rifat ULUSOY^{1*}, Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE¹, Burcu ÖZBEK ÇATAL²

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the biodiversity parameters at the upper taxon level of epigeal species in lemon agro-ecosystems with different applications between 2019 and 2022. Field studies were carried out on the land of Çukurova University, Faculty of Agriculture Revolving Fund, on a 50-decare Mayer lemon variety orchard. For this purpose, four parcels were chosen: (i) **Chemical** (herbicide was applied periodically for weed control and weed growth was not allowed), (ii) **Weed cutting** (in-row mulching and inter-row weed cutting applications are made), (iii) **Vetch** (in-row mulching and inter-rows covering the plant with vetch (*Vicia sativa* L. (*Fabaceae: Leguminosae*)), and (iv) **Control** (where conventional agriculture is applied). The pitfall trap sampling method was used to measure the biodiversity parameters at the upper taxon level of the epigeal (epigeal) species. Arthropoda, Chordata, Mollusca (3 phylum), and Amphibia, Arachnida, Insecta, Gastropoda, Malacostraca, and Reptilia (6 classes) were sampled over 3 years in the study. When the data were evaluated together with all the study years it was seen that the highest Shannon-Wiener diversity value was calculated in the vetch plot as 1.9981. The dominance value increasing or decreasing inversely with the diversity was calculated highest in the control (0.2746), weed cutting (0.2290), chemical (0.2172), and vetch (0.1686) plots, respectively. It was determined that the habitat with the lowest dominance was the vetch parcel. According to percent similarity, the most similar parcel was found in weed cutting and control parcels, and this similarity rate was calculated as 83.879 %. Vetch parcel was found 71.688 % similar to the group formed by control and weed-cutting parcels. Besides chemical parcel was found %52.04 similar to the group formed by the rest of the study areas. Although vetch and chemical parcels were within the same garden boundaries, they were found to be only 58.012 % similar to each other. According to the results of this study; it can be said that the biodiversity in the agro-ecosystems where cover crops are applied, may have a higher biodiversity value than the diversity of conventional agricultural lands. In addition, when these two different application methods are compared in terms of similarity, the dissimilarity rate may increase due to the difference in epigeal species living in those agro-ecosystems.

Keywords: epigeal species, conventional agriculture, pesticide application, weed cutting, cover plant, Shannon-Wiener, Simpson diversity, similarity, dominance

ORCID ID

0000-0001-6610-1398, 0000-0002-9330-1958, 0000-0003-0029-6190

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 18.10.2022

Kabul Tarihi: 30.12.2022

¹ Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 01330, Adana, Turkey

² Çukurova University, Pozantı Vocational School, Department of Plant and Animal Production, 01470, Pozantı, Adana, Turkey

* E-posta: mrulusoy@cu.edu.tr

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

Farklı Uygulamalar Kullanılan Mayer Limon Agro-Ekosistemlerinde Epigeal Türlerin Biyolojik Çeşitlilik Parametrelerinin üst Takson Seviyesinde Değerlendirilmesi

ÖZ

Bu çalışma, 2019-2022 yılları arasında farklı uygulamaların yapıldığı limon agro-ekosistemlerinde epigeal türlerinin biyoçeşitlilik parametrelerinin üst takson seviyesinde değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi sınırları içerisinde bulunan 50 dekarlık Mayer limon bahçesi seçilmiştir. Bu amaca ulaşmak için bahçede dört parsel belirlenmiştir. Bunlar; (i) **Kimyasal** (yabancı ot kontrolü için periyodik olarak herbisit uygulanmış ve yabancı ot büyümesine izin verilmemiştir), (ii) **Yabancı ot kesimi** (sıra içi malçlama ve sıra arası yabancı ot kesim uygulamaları yapılmıştır), (iii) **Fiğ** (sıra içi malçlama ve fiğ bitkisi (*Vicia sativa* L. (Fabaceae: Leguminosae) ekimi) ve (iv) **Kontrol** (geleneksel tarımın uygulaması) parselleri olarak belirlenmiştir. Örtücü bitkinin etkinliğini belirlemek amacı ile çukur tuzak örnekleme yöntemi epigeal türlerin üst takson seviyesinde değerlendirilmesi amacı için kullanılmıştır. Çalışma süresince Arthropoda, Chordata, Mollusca Şubelerine bağlı Amphibia, Arachnida, Insecta, Gastropoda, Malacostraca ve Reptilia sınıfa ait epigeal türler örneklenmiştir. Veriler tüm çalışma yılları ile birlikte değerlendirildiğinde en yüksek Shannon-Wiener çeşitlilik değerinin 1.9981 olarak fiğ parselinde hesaplandığı görülmüştür. Çeşitlilik ile ters orantılı olarak artan veya azalan dominantlık değeri en yüksek sırasıyla kontrol (0.2746), yabancı ot biçme (0.2290), kimyasal (0.2172) ve fiğ (0.1686) parsellerinde hesaplanmıştır. Dominantlığın en düşük olduğu habitatın fiğ parseli olduğu belirlenmiştir. Yüzde benzerliğe göre birbirine en çok benzeyen parsellerin yabancı ot biçme ve kontrol parselleri olduğu ve bu benzerlik oranının % 83.879 olarak hesaplandığı görülmüştür. Fiğ parseli, kontrol ve yabancı ot kesme parsellerinin oluşturduğu gruba % 71.688 oranında benzer bulunmuştur. Ayrıca kimyasal parsel, çalışma alanlarının geri kalanının oluşturduğu gruba % 52.04 oranında benzer olarak hesaplanmıştır. Fiğ ve kimyasal uygulanan parseller aynı bahçe sınırları içinde olmasına rağmen sadece % 58.012 oranında birbirine benzer bulunmuşlardır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; örtücü bitkilerinin uygulandığı agro-ekosistemlerdeki biyolojik çeşitliliğin, konvansiyonel tarım uygulamasının olduğu agro-ekosistemlere göre daha yüksek bir biyolojik çeşitlilik değerine sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca bu iki farklı uygulama yöntemi benzerlik açısından karşılaştırıldığında, o agro-ekosistemlerde yaşayan epigeal türlerinin farklılığından dolayı benzerlik oranlarının artabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Epigeal türler, geleneksel tarım, pestisit uygulamaları, yabancı ot kesimi, bitki örtüsü, Shannon-Wiener, Simpson çeşitlilik, benzerlik, dominantlık

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

Introduction

The rapid progress of science and technology in the 19th century, along with industrialization, developed urbanization in an extraordinary way (Ho-Fung & Zhan, 2013). While the developed industrial societies meet most of the energy needs of the growing population from fossil fuels, they have also contributed to the pollution of the environment they live in. While the rate of fossil fuel consumption is increasing, the above-ground resources are rapidly decreasing in order to meet the food needs of people. The destruction of natural resources in this way brings the danger of drought and desertification (Perera, 2017; Mirzabaev et al., 2019). Approximately 5 billion hectares of land in the world are faced with drought and desertification and 1.5 billion people are directly affected by this event (UNCCD., 1995). In recent years, the soil characteristics and climate of our country have changed and the sensitivity to drought and desertification has increased gradually (Kapur et al., 2008). Not to mention the transformation of agricultural lands into urban areas (Unfortunately, agricultural lands are now obtained by the destruction of natural ecosystems). It has become a necessity to fight against drought, desertification, global warming, and the destruction of arable land all over the world. Otherwise, in this context, the planet will eventually become uninhabitable as a result of the increasing natural slaughter all over the world. Negativities such as "the lack of a sustainable agricultural policy", "wrong agricultural practices", "excessive use of pesticides (including increased use of herbicides) and chemical fertilizers", "mismanagement of land and water resources", and "inappropriate land use with the increase of mechanized agriculture" in existing agricultural areas disrupt the natural functioning of agro-ecosystems and negatively affect biological diversity (Aktar et al., 2009).

Biodiversity refers to the level of organization of all living species on Earth and the diversity of life. Biological diversity is examined in three different dimensions genetic diversity, species diversity, and ecosystem diversity. Genetic diversity refers to the intraspecific difference between populations that are somehow

geographically isolated from each other and between individuals of a population of a species while Species diversity refers to the difference that exists between species in a particular region. Ecosystem diversity encompasses the entirety of interacting organisms as an ecological unit and their physical environment.

The concept of "agricultural biodiversity" refers to biodiversity at all stages of all kinds of agricultural production. Agricultural biodiversity supports the basic functions, structure, food production, and food security of the agro-ecosystem (Aydın, 2021, a, b). The multi-faceted complex network of relationships within the food chain of an ecosystem shows that that ecosystem is very strong in terms of ecological balance, while it is very sensitive to changes (Karaca ve ark., 1993; Aydın & Şen, 2020; Aydın & Demir, 2020).

Ecological deterioration observed in all living organisms living in freshwater, saltwater, and terrestrial ecosystems and even in the inanimate environment adversely affects the species living in these areas and harms biological diversity. Ecological destruction observed in all living organisms living in freshwater, saltwater, and terrestrial ecosystems and even in the inanimate environment adversely affects the species living in these areas and harms biological diversity. There have been many studies conducted abroad on the negative effects of human activities on biodiversity nowadays (Abudulai, et al., 2022; Ballal, et al., 2022; Franson & Tekla, 2022; Markl et al., 2022; Marschalek & Deutschman, 2022; Outhwaite, et al., 2022; Ríos-Touma, et al., 2022; Shane, et al., 2022; Soler, et al., 2022; Storch, et al., 2022). As an example of the studies on "insect biodiversity and investigating the possibilities of using insects as biological indicators in sustainable land use", the first scientific study in our country can be cited as the doctoral thesis of Dr. Gökhan Aydın under the supervision of Prof. Dr. Erdal Şekeroğlu and Prof. Dr. Cengiz Kazak (Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Adana) (Aydın, 2006). In our country, from this date to the present many scientific studies have been carried out on "calculation of biodiversity parameters of insects

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

in different habitats", "investigating the possibilities of using insects as bioindicators for habitat description and destruction", "the use of insects as biological indicators to ensure the sustainability of protected areas", "calculation of biodiversity in cave ecosystems and determination of biological indicator species", "testing predictors of species richness used in biodiversity calculations on the adequacy of sampling methods", etc., but multidisciplinary studies or the studies of different authors have not been encountered frequently (Aydın, Şekeroğlu & Arndt, 2005; Aydın & Kazak, 2007; Aydın & Kazak, 2010; Aydın, 2011; Aydın & Karaca, 2018; Aydın & Demir, 2020; Aydın & Şen, 2020; Aydın, 2021a; Aydın, 2021b; Aydın, 2022).

Citrus, one of the agro-ecosystems, has an important share among the fruits grown in Turkey. The eastern Mediterranean region has a 70% share of citrus cultivation in Turkey. Citrus orchards, as in many agricultural fields, have many negative reasons such as inaccurate agricultural practices, excessive pesticide use, monoculture agriculture without using cover crops, etc. affect negatively human health and nature. There are many scientific types of research supporting organic agriculture or good agricultural practices versus conventional agriculture in Turkey (Ortaç et al., 2015; Aydın & Karaca, 2018; Gülbarış, et al., 2021; Silay, et al., 2021; Aydın, 2022).

Cover plant application is made to increase biological diversity. Advantages of cover crops include nitrogen fixation in the soil, preventing erosion, increasing the amount of organic matter in the soil, protecting soil moisture, creating a habitat for predators and/or parasitoid insects, and controlling weeds. Some of the cover plants used in biodiversity studies in agricultural ecosystems are; *Arachis hypogaea*, *Avena sativa*, *Crotalaria juncea*, *Enchinochloa frumentacea*, *Fagopyrum esculentum*, *Glycine max*, *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Mucuna deeringiana*, *Paspalum notatum* cv. *competidor*, *Pennisetum glaucum*, *Pisum sativum arvense*, *Secale cereale*, *Setaria italica*, *Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense*, *Trifolium incarnatum*, *Trifolium repens*,

Trifolium subterraneum, *Triticum aestivum*, *Vigna unguiculata*, *Visia sativa*, *Visia villosa*. In a habitat, including agricultural areas, plant biodiversity, and insect biodiversity increase or decrease in direct proportion (Aydın, 2011). Insects, especially epigeal species (e.g. some species of Carabidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, and Staphylinidae families) have been often used as indicators for habitat identification and habitat degradation purpose of the sustainability of protected areas and/or for improvement of an agro-ecosystem (Aydın, et al., 2005; Arndt, et al., 2005; Aydın & Kazak, 2007; Aydın & Kazak, 2010).

The study was aimed to evaluate the biodiversity parameters at the upper taxon level in Mayer lemon agro-ecosystems, with using and without using cover plants affiliated to Çukurova University, Revolving Fund Management Directorate.

Material and Methods

Study areas

Field studies were carried out between 2019 and 2022 on the land of Çukurova University, Faculty of Agriculture Revolving Fund, on a 50-decare Mayer lemon variety orchard. Mayer lemon orchard was divided into four parcels of 10 decare each with three rows of safety strips between them. The first parcel was chosen as the plot where herbicide applications were made for weed control” (**Chemical**). Chemical plot, herbicide was applied periodically for weed control, and weed growth was not allowed. The second parcel was chosen as “the parcel where in-row mulching and inter-row weed cutting applications are made” (**Weed cutting**) Grasses were mown about 5 cm above the weeds with line mowers. No herbicide application was made in the mentioned plot. The third plot was chosen as “in-row mulching and inter-rows covering plant with vetch, (*Vicia sativa* L. (Fabaceae: Leguminosae)” (**Vetch**). Cover crop, vetch, was inter-row planted by plowing the soil. Vetch is planted twice a year (march and september) as a cover plant and when the vetch is blooming, it was mixed into the soil. The control plot was evaluated as the area where conventional agriculture is applied (**Control**).

Sampling method

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

The pitfall trap sampling method was used to measure the biodiversity parameters at the upper taxon level of the epigeal (epigeal) species, living above the soil, in four different habitats where field studies were carried out. Totally 80 pitfall traps (20 traps for each plots) were placed in the Mayer lemon orchard. Plastic pitfall trap containers, 15 cm in diameter and 20 cm in depth, were buried in the soil in all plots, with 20 pieces at approximately 10 meters intervals, with the open parts at the soil level (New, 1998). Pitfall traps were placed in locations that represent plots. Traps were checked once a week throughout the year. Captured species from each plots were collected with appropriate techniques; counted separately and recorded in the prepared charts and evaluated at the upper taxon level.

In the first year of the study, 2020, it was possible to collect the samples caught with pitfall traps in a healthy way in March, May, June, July, August and September. In 2021, samples were collected between January and July. The epigeal species were sampled by pitfall traps between April and August in the last year of the study. Data obtained from pitfall traps were used to calculate biodiversity parameters.

Statistical analysis (Measurement of Biodiversity parametres)

The biodiversity parameters of plots were calculated using the EvenDiv 1.1 program (Heimann, 2004), the parameters used and their calculation methods are given below:

for species diversity;

- Shannon-Wiener diversity index (H')

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

p_i : the importance value of a species as a proportion of all species

\ln : the natural logarithm

- Simpson diversity index (S)

$$S = 1 - \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$$

i : number of species

n_i : the importance value of a species as a proportion of all species

N : s the sum of the number of individuals for species dominancy;

- Simpson dominance index (S_d)

$$S = \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$$

i : number of species

n_i : the importance value of a species as a proportion of all species

N : the sum of the number of individuals for species evenness;

- Shannon Evenness index (EH')

$$EH' = H'/\ln(N)$$

H' : Shannon-Wiener diversity

\ln : the natural logarithm

N : the sum of the number of individuals

- Simpson Evenness index (ES_m)

$$ES_m = S/N$$

S : Simpson diversity

N : the sum of the number of individuals (Magurran, 1988; 2004)

MVSP (Multi Variate Statistical Package) 3.11c program was used to classify selected plots (Kovach, 1999).

for similarity;

- Percentage similarity index ($\%S$)

$$\%S = \sum \min(a, b, \dots, x)$$

$\sum \min$: the sum of the smallest values whose percentages are calculated in the habitat with the smallest values in the other habitat whose similarity is calculated (Krebs, 1999).

Results and Discussion

A total of 1287 individuals belonging to 3 phylum (Arthropoda, Chordata, Mollusca) and 6 classes (Amphibia, Arachnida, Insecta, Gastropoda, Malacostraca and Reptilia) were sampled over 3 years in the study.

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

When the biodiversity results of 2020 in the all pilots are evaluated on a weekly basis; it seen that the expected result from the pitfall traps could not be obtained because of the many reasons such as removal and damage of traps by human and animals, weed cutting, pesticide application, ecological/climatic factors (rain, the wind carries the soil to cover the traps, etc) on 12 and 26 May, 25 June, 16 and 22 July, 6 August, 10, 17, and 24 September and 1, 7, 14, and 21 October in chemical; on 26 May, 4, 11, and 25 June, 9, 16, and 28 July, 13, 20, and 27 August, 10, 17, and 24 September, 1, 7, 14, and 21 October in control; on 18 and 25 June, 6 August, 3 and 10 September, 7 and 14 October in vetch; and on 12, 19, and 26 May, 25 June, 9 July, 3, 10, and 24 September, 1, 7, and 14 October in weed cutting. However, Shannon-Wiener was found with the highest values on 27 March with

1,3322 in Chemical Plot, 13 March with 1,5498 in the control plot, 9 July with 1,7479 in vetch, and 6 March with 1,7046 in the weed cutting plot. Shannon-Wiener diversity value were unexpectedly high in cold period (March) in all experimental areas except cover crop, vetch plot (July, as expected) (Figure 1).

Except when traps were unusable, Shannon-Wiener diversity result showed high and a balanced distribution in Vetch Plot if compared to others. Control and weed cutting sampling areas were seen an increasingly decrease diversity curve on graphs. It was observed that the diversity curve increased even more during the warmer season which the active periods of epigeal species in the vetch sampling area (Figure 1).

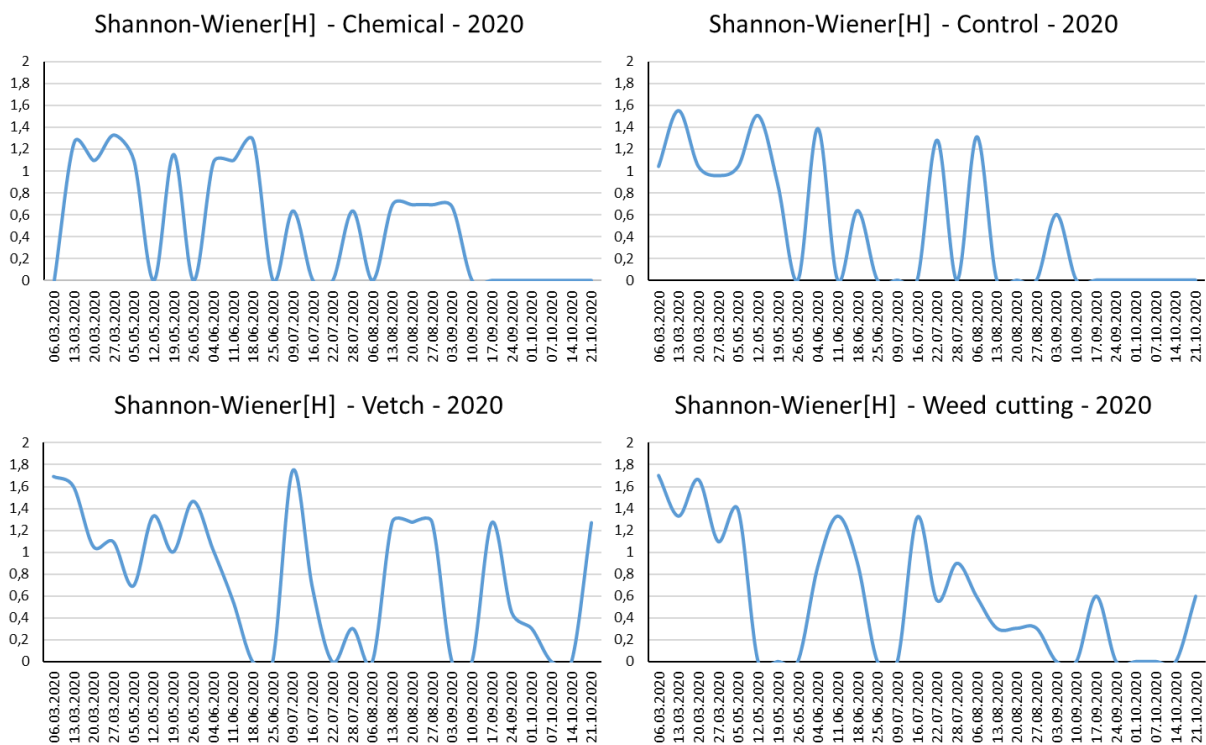


Figure 1. Weekly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2020.

Due to the reasons stated above, sample cannot be made in some weeks in the study areas. It has been revealed that the biodiversity values are so

low that they can hardly be measured in the chemical applied area. Shannon-Wiener diversity result showed that March, May, and

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigean Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

June were the most diverse in Vetch sampling area while only April and May were the most

diverse in control and weed cutting areas, respectively. (Figure 2).

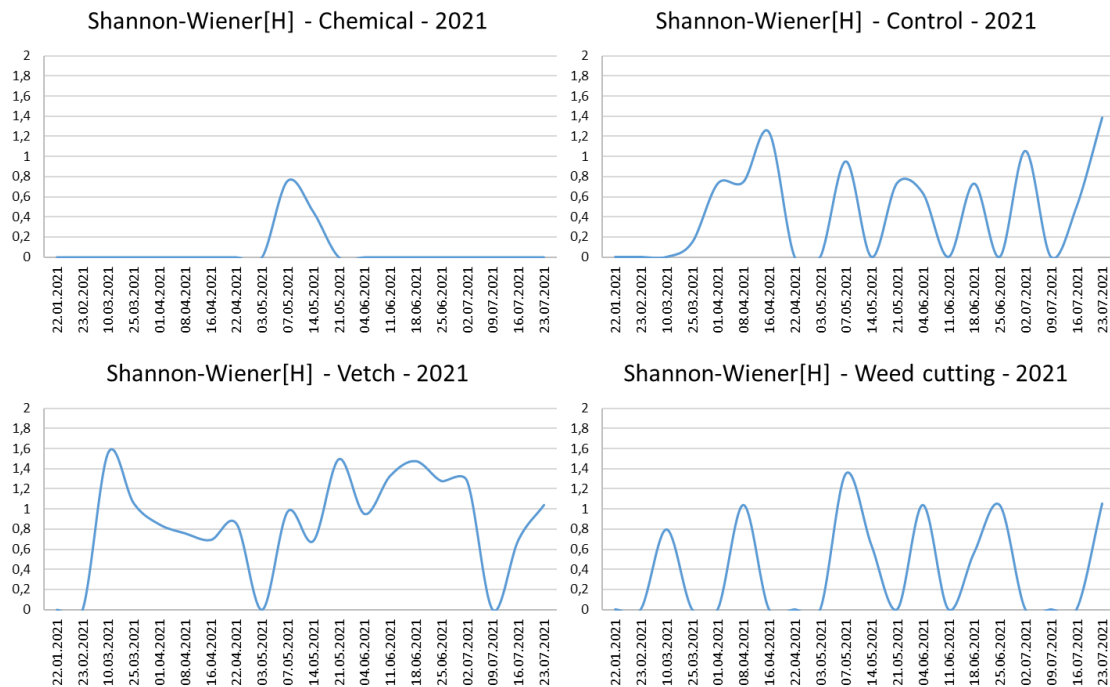


Figure 2. Weekly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2021.

Based on the data obtained from the pitfall traps set up in the areas where chemicals are applied and cover crops are used, it was seen that the diversity of these areas could be measured between April and June. Biodiversity data obtained in the region with vetch cover crop application during this time period showed that it was more diverse compared with other regions. Average of Shannon-Wiener diversity results from beg. of April to beg. of June were calculated as 0.7545 in the vetch parcel, 0.5452 in the control parcel, 0.2706 in the weed cutting parcel, and 0.2186 in the chemical parcel. Shannon-Wiener diversity results were measured until August, 11 in both control and weed cutting areas. The highest diversity result was found in weed cutting as 1.4328 while the

lowest one was found in control at 1.3031 (Figure 3).

It was observed that Shannon-Wiener biodiversity values unexpectedly decreased over time. Biodiversity values were found to be the highest in all plots except the chemical parcel in March, when the activities of Epigean species were just beginning. Although similar curves in chemical parcel observed in March the highest value was calculated on June in mentioned parcel. When the plots were compared with each other in terms of diversity, they were found in vetch (1.9426), weed cutting (1.8467), chemical (1.5858), and control (1.5659) plots, from highest to lowest, respectively (Figure 4).

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

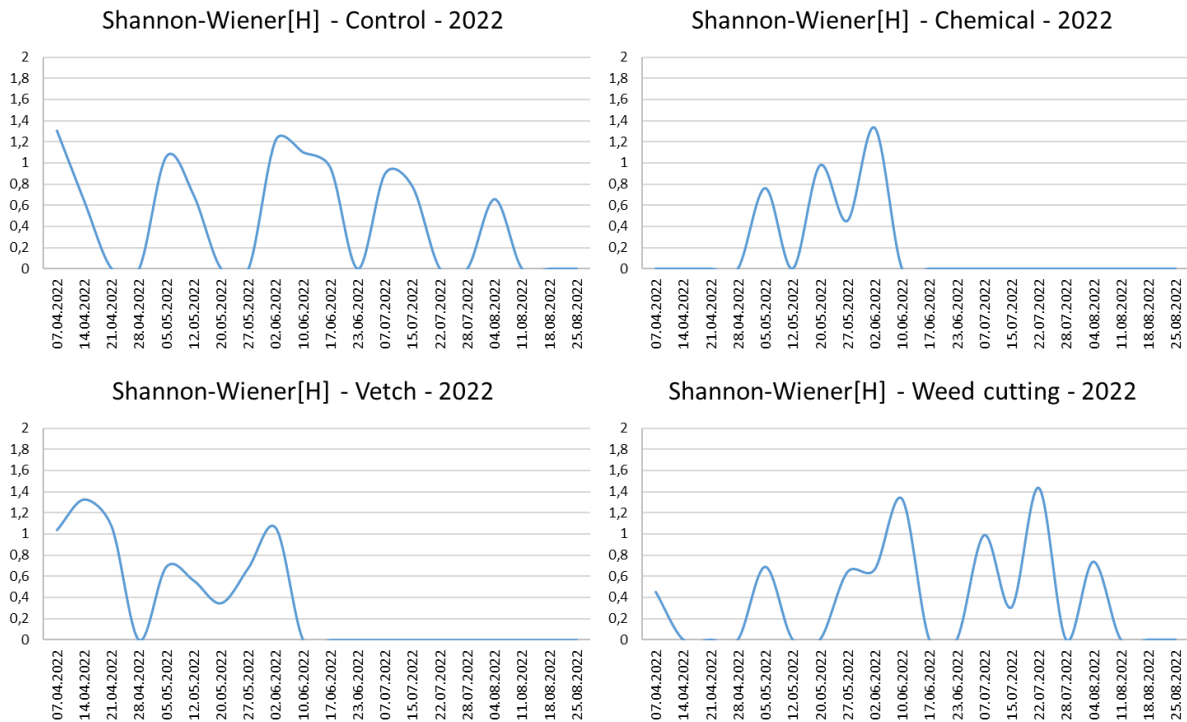


Figure 3. Weekly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2022.

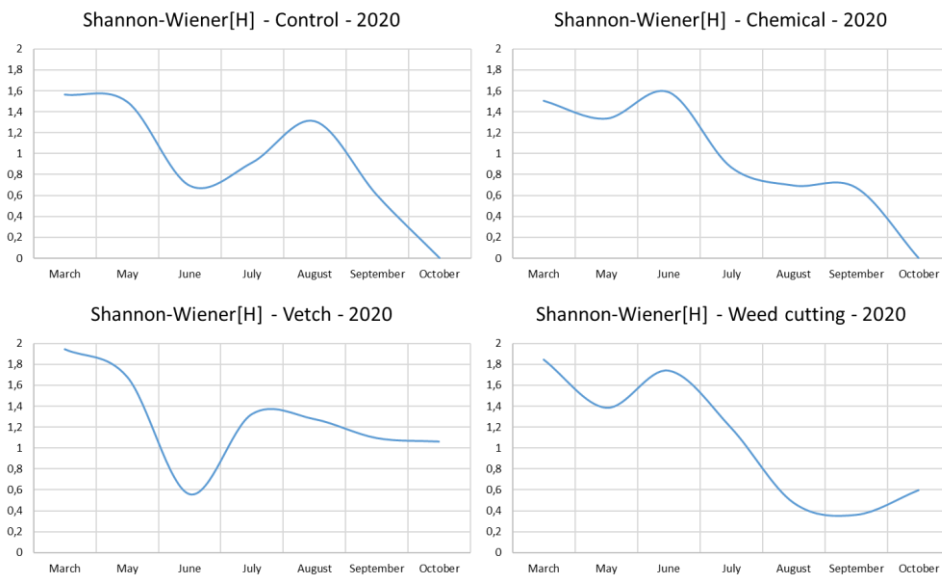


Figure 4. Monthly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2020.

At the upper taxon level, the most diverse parcel was found in vetch with 1.6731. Shannon-Wiener diversity results were found lowest in chemical parcel with 0.8169. Shannon-Wiener

diversity results in weed cutting and control parcels were found between highest and lowest values with 1.5171 and 1.6731, respectively (Figure 5).

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

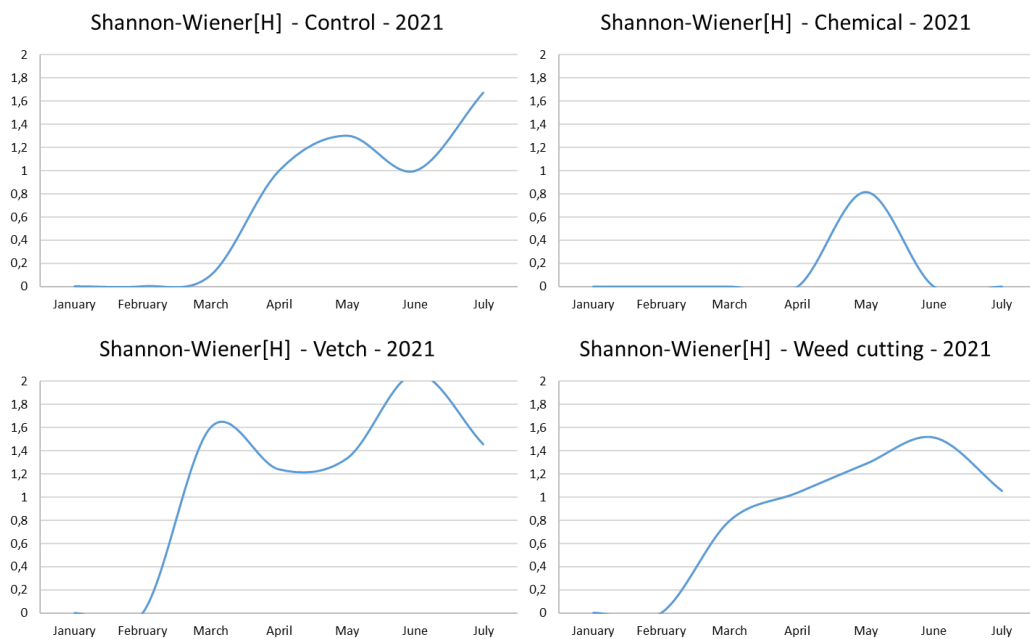


Figure 5. Monthly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2021.

The highest Shannon-Wiener diversity results were found in both vetch and control parcels in April however a sudden decrease was observed in nearly all parcels thereafter, the except chemical parcel. The biodiversity values in the

chemical parcel only showed a rising and falling curve between April and June. The reason for sudden decrease of this curve is thought to be chemical application (Figure 6).

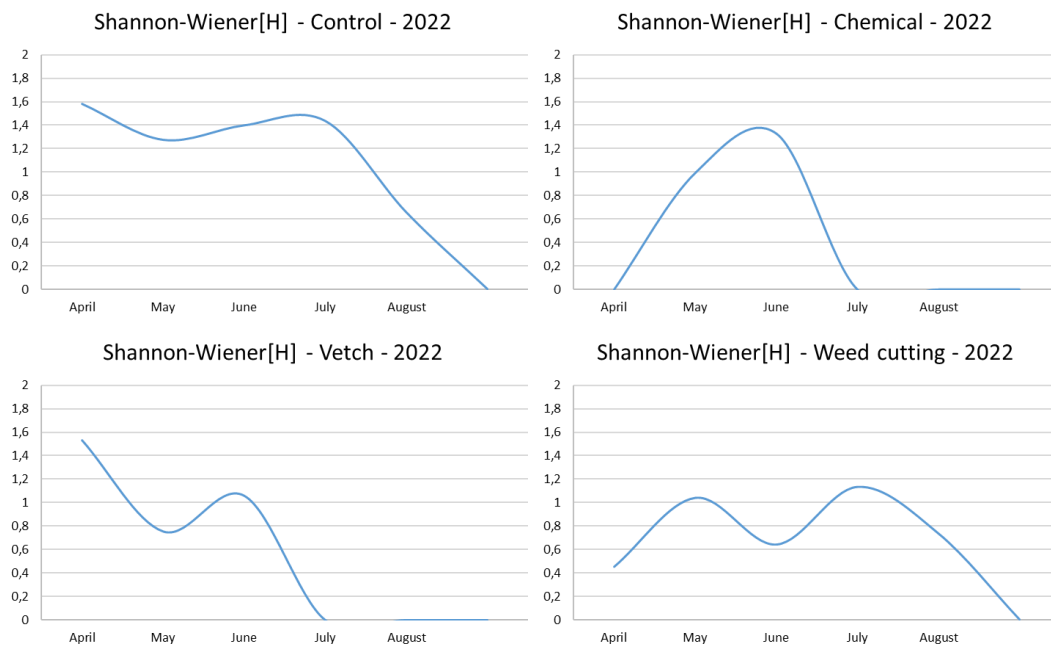


Figure 6. Monthly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2022.

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

The Shannon-Wiener biodiversity values calculated with the data obtained from the pitfall trap sampling method differ from each other when compared with each other over the years (Figure 7; upper left; upper right; lower left). However, when the graphic curve showing all the years together was examined seen that the

highest Shannon-Wiener diversity value was found in vetch parcel (with 1.9981) (Figure 7; lower right). The lowest diversity value was determined in the control plot with 1.5957. Weed cutting and chemical parcels were calculated between highest and lowest values with 1.8413 and 1.8176, respectively.

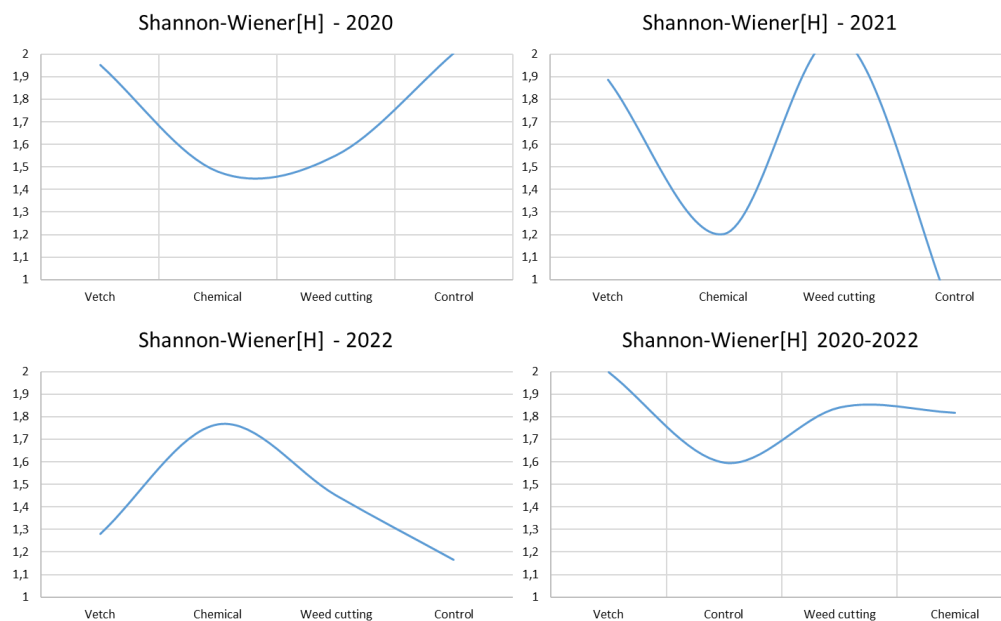


Figure 7. Yearly measured Shannon-Wiener diversity parameter values with the data obtained from the pitfall traps in chemical, control, vetch, and weed cutting areas in 2020 (upper left), 2021 (upper right), 2022 (lower left), and all years/sum of years (lower right).

Table 1 showed that the highest diversity value was found generally in the vetch plot both in 2020 and 2021 although the result of Shannon-Wiener diversity was found almost lowest in mentioned habitat when it compared with others in the year of 2022 (Table 1).

Simpson dominance with the highest value were calculated in the control parcel with 2.5476 in 2022. The highest values of Simpson dominancy were calculated in weed cutting and chemical plots in 2020 and 2021, respectively. Vetch plot was never calculated at the highest dominance value in any study year (Table 1).

Table 1. Biological diversity parameter values in vetch, control, weed cutting, and chemical parcels in 2020, 2021, and 2022 (separately).

	2020			
	Vetch	Control	Weed cutting	Chemical
Diversity indices				
Shannon-Wiener[H]	1.9531	1.478	1.5503	2.0047
Simpson Index[D]	0.1877	0.2922	0.3502	0.151
Simpson Diversity[1-D]	0.8123	0.7078	0.6498	0.849
Evenness indices				
Shannon-Evenness[E _H]	0.7615	0.7595	0.6733	0.9124

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

Simpson-Evenness [ESm]	0.4098	0.4889	0.2856	0.7358
2021				
Diversity indices				
Shannon-Wiener[H]	1.8865	1.2023	2.0764	0.8169
Simpson Index[D]	0.1843	0.4552	0.1769	0.5291
Simpson Diversity[1-D]	0.8157	0.5448	0.8231	0.4709
Evenness indices				
Shannon-Evenness[Eh]	0.8193	0.5782	0.8659	0.7436
Simpson-Evenness [ESm]	0.5426	0.2746	0.5139	0.63
2022				
Diversity indices				
Shannon-Wiener[H]	1.2812	1.7659	1.4521	1.1667
Simpson Index[D]	1.8484	2.5476	2.095	1.6831
Simpson Diversity[1-D]	0.6639	0.7932	0.6919	0.6038
Evenness indices				
Shannon-Evenness[Eh]	0.7961	0.8037	0.6983	0.7249
Simpson-Evenness [ESm]	0.5951	0.5373	0.4057	0.5048

When the data were evaluated together with all the study years it was seen that the highest Shannon-Wiener diversity value was calculated in the vetch plot as 1.9981 (Table 2). The dominance value increasing or decreasing

inversely with the diversity was calculated highest in the control (0.2746), weed cutting (0.2290), chemical (0.2172), and vetch (0.1686) plots, respectively. It was determined that the habitat with the lowest dominance was the vetch parcel (Table 2)

Table 2. Biological diversity parameter values in vetch, control, weed cutting, and chemical parcels evaluated together in all study years.

	All study years (2020, 2021, and 2022)			
	Vetch	Control	Weed cutting	Chemical
Diversity indices				
Shannon-Wiener[H]	1.9981	1.5957	1.8413	1.8176
Simpson Index[D]	0.1686	0.2746	0.229	0.2172
Simpson Diversity[1-D]	0.8314	0.7254	0.771	0.7828
Evenness Indices				
Shannon-Evenness[Eh]	0.7571	0.6655	0.7679	0.8272
Simpson-Evenness [ESm]	0.4237	0.3311	0.397	0.5116

Aydın & Karaca (2018) have compared conventional and organic apple orchards in terms of insect biodiversity. Shannon-Wiener diversity result has showed that the diversity measured in the May period, when insects became active in both years, is found the same in organic and conventional gardens (Shannon-Wiener: 1.8486 organic; 1.8586 conventional). However, it has seen on the manuscript that the

biodiversity values measured in the conventional garden suddenly decreased after May in both study years (Shannon-Wiener: 2.2696 organic; 1.6631 conventional). Similar results were obtained in our study, and it was revealed that the diversity was lower in the conventional agriculture and pesticide-applied plots compared to weed cutting and vetch parcels. Šlachta and Vokoun (2011) have studied on impact of an

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

insecticide, application on the non-target insect on one of the agro-ecosystem and declared that there has been no effect of the insecticide treatment on the carabid assemblages. They predicted that pesticide application does not cause toxic effects to the soil and therefore to epigeal species by covering the soil surface of ground cover plants. We agree with Šlachta and Vokoun that vetch even weed cutting may protect the epigeal species against pesticide application. According to same authors Shannon-Wiener diversity index has calculated as 1.5, and 1.6 before and after the insecticide application, respectively (Šlachta & Vokoun,

2011). We do not agree with this result. Because biological diversity can effect with many biotic and abiotic factor, especially in time. Sometimes a biodiversity result measured too early can mislead you.

The most dissimilar parcel was calculated vetch to the group formed by control, chemical and weed cutting parcels with 0.848 by Sørensen's Coefficient analysis. When examined separately, it was seen that the vetch plot was 0.783 dissimilar to the chemical plot and 0.880 to the weed cut and the control plots (Figure 8).

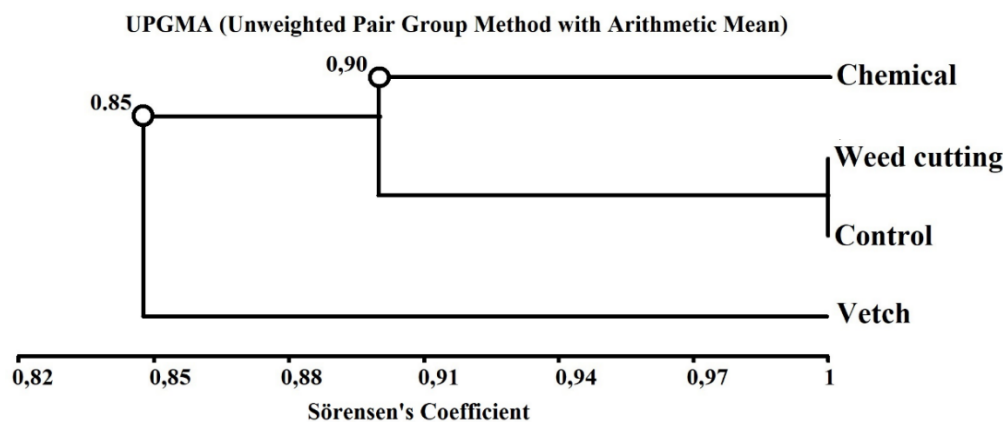


Figure 8. Sørensen's Coefficient analysis calculated considering the epigeal species sampled in chemical, control, Vetch, and weed cutting parcels.

According to percent similarity the most similar parcel was found weed cutting and control parcels to each other and this similarity rate was calculated as 83,879 %. Vetch parcel was found 71,688 % similar to the group formed by control and weed cutting parcels. Besides chemical

parcel was found %52.04 similar to the group formed by the rest of the study areas. Although vetch and chemical parcels were within the same garden boundaries, they were found to be only 58.012 % similar to each other (Figure 9).

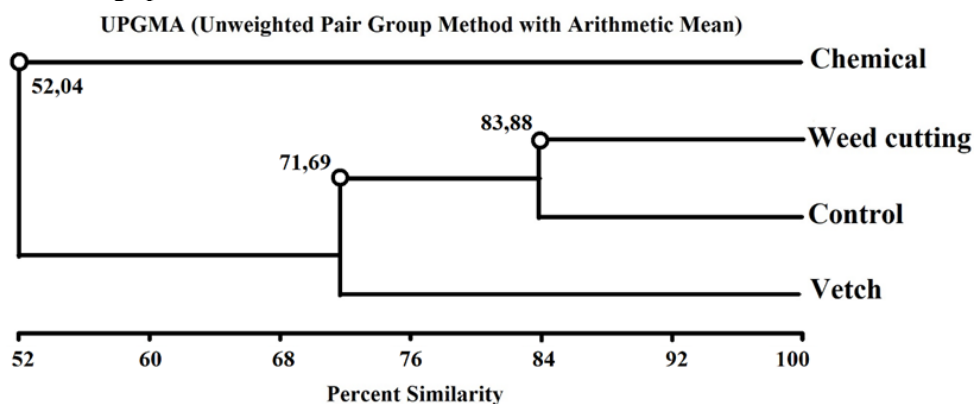


Figure 9. Percent Similarity analysis calculated considering the epigeal species sampled in chemical, control, Vetch, and weed cutting parcels.

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

According to Aydın & Karaca (2018), dendrogram based on a cluster analysis using the Sørensen Coefficient of the carabid assemblages with the pooled data of Organic and conventional apple orchards between 2016 and 2017 has showed that every time a pesticide is applied, the similarity of organic and conventional gardens is negatively affected (Aydın & Karaca, 2018).

Similar to our study result, many scientific studies show that the measured biodiversity values in natural areas are higher than in non-natural areas (Aydın, 2006; Aydın & Kazak, 2007; Aydın & Kazak, 2010; Aydın & Karaca, 2018; Aydın, 2021a; Aydın & Demir, 2020; Aydın, 2022; Ballal et al., 2022; Din. Et al., 2015; Fransson & Tekla, 2022; Karaca et al., 1993; Marschalek & Deutschman, 2022; Outhwaite et al., 2022; Shane et al., 2022; Silay et al., 2021; Storch et al., 2022).

Conclusion

There are numerous studies about the comparison of biodiversity in organic and conventional farming, also include using orchards cover crop. Since the results obtained from some part of the previous studies have been made without considering the time factor, it is quite natural that they do not show similar results to our present study. However, there are large quantity of studies about conventional agriculture reducing biodiversity is quite remarkable. The results obtained from the study are given below:

- i) Plant diversity in agricultural areas is effective in terms of increase or decrease in insect biological diversity.
- ii) Epigeal species that spend their lives on the soil in the pesticide-applied agro-ecosystem can be saved from the toxic effect of the pesticide by the vegetation covering the soil.
- iii) Although the upper taxon evaluation is easy to interpret in biological diversity studies, the species-based evaluations will make it easier to find indicator species that are one step ahead of biological diversity.
- iv) The results of the study showed that; long-term application of cover plant to an agro-ecosystem may increase biodiversity.

References

- Abudulai, M., Nboyine, J. A., Quandahor, P., Seidu, A., & Traore, F. 2022. Agricultural Intensification Causes Decline in Insect Biodiversity. In (Ed.), *Global Decline of Insects*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101360>
- Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Arndt E., Aydın N., Aydın G., 2005. Tourism impairs tiger beetle Cicindela populations a case study in a Mediterranean beach habitat. *Journal of Insect Conservation*, 9(3), 201–206., Doi: 10.1007/S10841-005-6609-9
- Aydın, 2006. Evaluation of Insects As Bio-Indicators for Sustainable Land Use In Çukurova Delta. Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Plant Protection. PhD Thesis. 307 p.
- Aydın G., 2011. Plant-Insect Interaction in Biological Diversity: Agro-ecosystems, Natural and Semi-Natural Habitats. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sci.* 15 (3), 178-185.
- Aydın, G., 2021a. Comparison of Insect Biological Diversity Parameters in Natural and Degraded Habitats in Gölcük Nature Park Forest (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 362-365
- Aydın G., 2021b. What's Difference Between Faunistic and Biodiversity Studies? *Journal of Biosystems Engineering*. 2(2), 110-118
- Aydın, G. 2022. An Alternative Agriculture Method Versus Conventional Agriculture that have Negative Effects on Protected Areas: Organic Agriculture. E. Arabacı (Ed.), *Science and Engineering Studies: Multidisciplinary Evaluations* (p. 1-8). Klaipeda: SRA Academic Publishing

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

- Aydın G. & Demir Ü., 2020. Investigation of Antropogenic Effect on Insect Biological Diversity in Antalya Kurşunlu Waterfall Natural Park. Turkish Journal of Forestry. 21(4), 349-354.
- Aydın G. & Karaca İ., 2018. The Effects of pesticide application on biological diversity of ground beetle (Ceoloptera: Carabidae). Fresenius Environmental Bulletin, 27(12), 9112-9118
- Aydın G. & Kazak C., 2007. Evaluation of insect as bio-indicators for human activities in biotopes of Çukurova Delta (Adana). Turkish Journal of Entomology, 31(2), 111-128.
- Aydın G. & Kazak C., 2010. Selecting Indicator Species Habitat Description and Sustainable Land Utilization: A Case Study in a Mediterranean Delta. International Journal of Agriculture Biology, 12(6), 931-934
- Aydın G., Şekeroğlu E. & Arndt E., 2005. Tiger beetles as bioindicators of habitat degradation in the Çukurova Delta Southern Turkey. Zoology in the Middle East, 36(1), 51-58., Doi: 10.1080/09397140.2005.10638127
- Aydın G. & Şen İ., 2020. Determination of arthropod biodiversity and some ecological parameters of Erdal Şekeroğlu (Isparta, Turkey) and Kadiini (Antalya, Turkey) cave ecosystems with evaluation of usability of insects in cave mapping. Turkish Journal of Entomology. 44(4), 539-557.
- Ballal, C.R., Sreedevi, K., Salini, S., Gupta, A., Amala, U., Varshney, R. 2022. Biodiversity of Agriculturally Important Insects: Status, Issues, and Challenges. In: Kaur, S., Batish, D., Singh, H., Kohli, R. (eds) Biodiversity in India: Status, Issues and Challenges. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9777-7_12
- Dinç, O.Ö., Yaşar B. & Aydın G., 2015. Organik ve Konvansiyonel Yağ Gülü *Rosa damascena* Miller Rosales Rosaceae Yetiştirilen Alanlarda Böcek Biyolojik Çeşitlilik Değerlerinin Karşılaştırılması Isparta Örneği. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2), 161-173
- Fransson, E., & Tekla, T. 2022. Exploring the biodiversity of aquatic insects in wetlands near conventional and organic agriculture areas: A descriptive pilot study with field- and laboratory work conducted in rice crop areas in the southern Brazilian Pampas biome. A study with aquatic insects used as bioindicators together with water parameters, to discuss future sustainable agriculture and the Agenda 2030 goals. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hh:diva-46908>
- Heimann, D., 2004, EvenDiv 1.1. Based on a DBase Program Code Supplied by Jörg Perner and Martin Schnitter. Institute of Ecology, University of Jena.
- Ho-Fung, H. & Zhan, S., 2013. 'Industrialization and the City: East and West', in Peter Clark (ed.), The Oxford Handbook of Cities in World History (2013; online edn, Oxford Academic, 2 Apr. 2013), <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199589531.013.0034>, Accessed 16 Oct. 2022.
- Kapur, S., Mermut, A.R. Stoops, G., 2008. New Trends in Soil Micromorphology. Springer. 290 P.
- Karaca, İ., N. Uygun & E. Şekeroğlu, 1993. Farklı ekosistemlerin çeşitlilik ve benzerliklerinin karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3): 141-150.
- Kovach, W. L., 1999. A Multi variate Statistical Package. United Kingdom: Kovach Computing Services.
- Krebs, C. J., 1999. Ecological Methodology. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc., 620 p.
- Magurran, A. E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press., 179 p.

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

- Magurran, A. E., 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd., 256 p.
- Marschalek, D.A & Deutschman, D.H., 2022. Differing insect communities and reduced decomposition rates suggest compromised ecosystem functioning in urban preserves of southern California. *Global Ecology and Conservation*. 33: e01996, ISSN 2351-9894, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01996>.
- Markl, G., Hinneberg, H. and Tarmann, G., 2022. Drastic decline of extensive grassland species in Central Europe since 1950: Forester moths of the genus *Jordanita* (Lepidoptera, Zygaenidae) as a type example. *Ecology and Evolution*, 12(9): e9291. <https://doi.org/10.1002/ece3.9291>
- Mirzabaei, A., J. Wu, J. Evans, F. García-Oliva, I.A.G. Hussein, M.H. Iqbal, J. Kimutai, T. Knowles, F. Meza, D. Nedjraoui, F. Tena, M. Türkeş, R.J. Vázquez, M. Weltz, 2019. Desertification. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Shear, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. 343 p.
- New, T.R., 1998. *Invertebrate Surveys for Conservation*. Oxford Uni. Press. 240 p.
- Oğuz, G., Aydın G. & Ulusoy M. R., 2021. Balcalı (Adana)'da Farklı Ekosistemlerde Yaşamını Toprak Yüzeyinde Sürdüren Epigeal Hexapoda Türlerinin Biyolojik Çeşitlik Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Türk Bilim ve Müh. Derg.*, 3(2), 69-76.
- Outhwaite, C.L., McCann, P. & Newbold, T. 2022. Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605, 97–102. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
- Perera, F. 2017. Pollution from Fossil-Fuel Combustion is the Leading Environmental Threat to Global Pediatric Health and Equity: Solutions Exist. *International journal of environmental research and public health*, 15(1), 16. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010016>
- Shane, A. Blowes, Gergana N. Daskalova, Maria Dornelas, Thore Engel, Nicholas J. Gotelli, Anne E. Magurran, Inês S. Martins, Brian McGill, Daniel J. McGlinn, Alban Sagouis, Hideyasu Shimadzu, Sarah R. Supp, Jonathan M. Chase, 2022. Local biodiversity change reflects interactions among changing abundance, evenness, and richness. *Ecology*, 10.1002/ecy.3820.
- Silay, S., Aydın G., Karaca İ., 2021. Isparta İli Elma Bahçelerinde Çukur Tuzak Örnekleme Yöntemi İle Yakalanan Carabidae Familyasına Ait Biyoçeşitlilik Parametrelerinin Hesaplanması. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 50-56
- Soler, R., Benítez, J., Sola, F., Lencinas, M.V. 2022. Biodiversity Islands at the World's Southernmost City: Plant, Bird and Insect Conservation in Urban Forests and Peatlands of Ushuaia, Argentina. In: Montagnini, F. (eds) *Biodiversity Islands: Strategies for Conservation in Human-Dominated Environments*. Topics in Biodiversity and Conservation, vol 20. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92234-4_16
- Storch, D., Šimová, I., Smyčka, J., Bohdalková, E., Toszogyova, A., Okie, J.G., 2022. Biodiversity dynamics in the anthropocene: how human activities change equilibria of species richness. *Ecography*, 4 (2022), pp. 1-19
- Šlachta, M. and Vokoun, J. 2011. Impact of a Pyrethroid Insecticide Application on Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Winter Rape Stand. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.* 22(3), 179- 184.
- Ríos-Touma, B., Villamarín, C., Jijón, G., Checa, J., Granda-Albuja, G., Bonifaz, E. & Guerrero-Latorre, L., 2022. Aquatic

Evaluation at The Upper Taxon Level of Biological Diversity Parameters of Epigeal Species in Mayer Lemon Agro-Ecosystems Used Different Application

biodiversity loss in Andean urban streams.
Urban Ecosyst. [https://doi.org/10.1007/
s11252-022-01248-1](https://doi.org/10.1007/s11252-022-01248-1)

UNCCD, 1995. 'The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, Text with Annexes'. Geneva: United Nations Environment Programme (UNEP).



Araştırma Makalesi

Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae)

Murat HELVACI^{1*} Seyda ALDAĞ¹ Mehmet Rifat ULUSOY²

ABSTRACT

During this research, *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) was observed as a new insect pest in Turkish Republic of Northern Cyprus. Samples were collected from olive orchards which are located in Lefke, Değirmenlik, Güzelyurt, Girne and İskele districts between end of April and May 2022. With the diagnosis of this pest, the existence of an important olive pest in the Turkish Republic of Northern Cyprus was revealed for the first time with this study.

Keywords: *Omophlus nasreddini*, pest, olive, TRNC

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Zeytin Bahçelerinde Yeni Zararlının Varlığının Gözlemlenmesi: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae)

ÖZ

Bu çalışma sırasında, *Omophlus nasreddini* Reitter (Coleoptera: Alleculidae) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yeni bir zararlı olarak gözlemlenmiştir. Nisan sonu ve Mayıs 2022 tarihleri arasında Lefke, Değirmenlik, Güzelyurt, Girne ve İskele ilçelerinde bulunan zeytin bahçelerinden örnekler toplanmıştır. Bu zararlının teşhisi ile Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde önemli bir zeytin zararlısının varlığı ilk kez bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Omophlus nasreddini*, zararlı, zeytin, KKTC

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-0539-8030, 0000-0001-7434-076X, 0000-0001-6610-1398

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 18.11.2022

Kabul Tarihi: 30.12.2022

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, Lefke, Northern Cyprus

² Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Cukurova University, Adana, 01330, (Turkey)

* E-posta: mhelvacı@eul.edu.tr

Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae)

Introduction

The olive tree (*Olea europaea* L.) is a member of the Oleaceae family reported to originate from Mesopotamia (including Southeast Anatolia). Traditionally, olives are known to be beneficial to human health. It is also consumed as table olives and oil. The majority of olive trees, about ninety-eight percent, are located in the Mediterranean climate (Işık,2010).

It is known that the origin of the olive tree is historically based on the islands of Cyprus and Crete. Although many olive tree varieties are grown in Cyprus, the most grown cultivars are the local cultivars and the Gemlik cultivars. Olive trees can host many different beneficial and harmful insects (Helvacı et al., 2018). Harmful organisms include more than 255 species. Losses in production due to harmful insects are estimated to be 15%. Among these pests, the most common species are Olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) (Diptera: Tephritidae), Olive moth, *Prays oleae* (Bernard, 1788) (Lepidoptera: Hyponomeutidae) and Mediterranean land scale, *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae) (Helvacı and Özden, 2020).

Along with these pests, *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) causes significant damages in olive cultivation. Although it was previously considered as a such as cherries, sour cherries, apples and olives, and their larvae feed on the roots and tubers of different plants. However, it is noted that it is an important pest feeding on potato tubers and olive blossoms. Feeding on olive blossoms in the early spring months, *O. nasreddini*, feeding on the pollens in olive flowers and other parts, harms the productivity of olives (Bulak et al., 2013; Samin et al., 2014).

genus, belonging to the Alleculidae family, cause damage to various plants in Russia and Europe. It is very common in Southern Europe and its adults are fed with pollen in the flowers of many forest trees, especially cultivated plants Kaçar et al. (2010), *O. nasreddini* has been recorded as a new pest for olive groves/trees in Gaziantep and Kilis provinces in Turkey. olive

separate family (Alleculidae), it has recently been identified as a subfamily of Tenebrionidae by many authors.

Adults of species of the Cteniopodini tribe are mostly short-lived and may occur on vegetation and flowers where they can feed on pollen. *O. nasreddini* is one of the species belonging to the In this study, it was aimed to identify *O. nasreddini* as a new species in Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC) and to determine its distribution.

Material and Method

During the spring of 2022, this research was realized on TRNC olive orchards. Non-periodic land surveys were made between end of April and May and samples were collected from olive orchards which are located in Çamlıköy and Yedidalga of the district of Lefke; Kuzucuk and Mehmetçik of the Iskele district; Gökhan and Meriç of Değirmenlik district; Lapta, Alsancak, Karşiyaka, Akdeniz and Çamlıbel in the district of Girne; Güneşköy, Yayla, Kalkanlı and Zümürüköy villages of Güzelyurt district and observations were made (**Table 1**). Collected adult samples were killed and labeled in tubes containing 70% ethanol. Later, these tubes were sent to Çukurova University Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Biological Control Laboratory to be identified.

flowers in the first months of spring, decreases the yield of olives by feeding on pollen on olive flowers and other parts. Alleculidae family (Coleoptera) which feeds on Balachowsky (1962) stated that many species of the *Omophlus* There are no studies on this pest in the Turkish Republic of Northern Cyprus.

Results and Discussion

During this study, *O. nasreddini* was determined firstly as an important olive pest in the Turkish Republic of Northern Cyprus and the adults of this species were identified by Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY. The study was carried out in the spring of 2022 sampling was accomplished in 16 olive groves in 5 districts and 15 villages of these districts (**Table 1**). During the surveys, nearly 20

Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae)

adult specimens were collected from each orchard and identified (**Fig. 1**). The olive tree is damaged by several insect pests, which can cause considerable yield losses (Helvacı and Özden, 2020). As a result of this study, determination the existence of *O. nasreddini*, especially between late April and May by moving to olive trees in groups. This harmful insect basically causes damage during the flowering period of all olive varieties. From late April to May, samples were collected from each olive orchard to observe the existence of *O. nasreddini* and detection of this insect pest in Lefke, İskele, Değirmenlik, Girne and

Güzelyurt, where olive is intensely cultivated in the areas of the TRNC. Based on the fly's high spread potential and its confirmed presence in Lefke, İskele, Değirmenlik, Girne and Güzelyurt and there is a serious threat of its further dispersion, particularly to other parts of the country. To date, published research is not found on existence of *O. nasreddini*. The effect of this pest on flowers of olives in Northern Cyprus exists. During this research, determination the existence of *O. nasreddini* on olive production was investigated. With the diagnosis of this pest, determined for the first time an important olive pest in the TRNC.

Table 1. Regions where *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae) pest has been detected

No.	Name	District	Village	Number of Samples
1	Ziya Sezey	Lefke	Çamlıköy	16
2	Serhat Usanmaz	Lefke	Yedidalga	14
3	Tahir Çetinkayalı	İskele	Kuzucuk	16
4	Sevim İncirli	İskele	Mehmetçik	15
5	Tanser Nizam	Değirmenlik	Gökhan	13
6	Nilgün Aydın	Değirmenlik	Meriç	15
7	Gürsel Nizam	Girne	Lapta	20
8	Halil Koral	Girne	Alsancak	17
9	Mehmet Aydoğdu	Girne	Karşıyaka	14
10	Osman Konut	Girne	Akdeniz	16
11	Alper Yalçın	Girne	Çamlıbel 1	15
12	Osman Arifoğlu	Girne	Çamlıbel 2	15
13	Akın Akın	Güzelyurt	Güneşköy	17
14	İbrahim Kahramanoğlu	Güzelyurt	Yayla	15
15	Ekrem Madenci	Güzelyurt	Kalkanlı	14
16	Ümit Zeki	Güzelyurt	Zümrütköy	16

Observation the Existence of New Pest on Olive Orchards in Turkish Republic of Northern Cyprus: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae)



Figure 1. Adults of *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae).

Conclusion

As a result of this study, the presence of *O. nasreddini* was determined for the first time in the TRNC. It has been observed that especially between the end of April and the end of May, it has been moved to olive trees in groups, affecting the olive fruit and yield negatively since the flowers are fed with male and female organs. It has been concluded that it will cause yield losses. At the same time, this pest can damage basically all olive varieties during the flowering period. Samples were collected for each olive orchard and presence from March to May. As a result of these samples, the insect *O. nasreddini* was detected. Although the *O. nasreddini* is most concentrated in Lapta and Kyrenia, the lowest population in the Lefke region compared to other regions. As a result of these determinations, it has been concluded that it is a potential pest for the Turkish Republic of Northern Cyprus. On the other hand, there is a need for detailed studies on the biology and damage rate of this species

References

- Balachowsky, A. S. (1962) Entomologie Appliquée à L' Agriculture Tome I. Coléoptère Mason et Cie, Paris, Primer Vol., 564 pp.
- Bulak, Y., Yıldırım, E., Kadej, M., Háva, J. (2013) Contribution to the knowledge of the Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey.

- Turkish Journal of Zoology*, 37(5), 621–626. <https://doi.org/10.3906/zoo-1212-8>
- Helvacı, M., Aktaş, M., Özden, Ö. (2018) Occurrence, damage, and population dynamics of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) in the Turkish Republic of Northern Cyprus. *Turk J Agric For* 42: 453-458.
- Helvacı, M., Özden, Ö. (2020). Population fluctuation of Olive moth, *Prays oleae* (bern.) (Lepidoptera: Hyponomeutidae) in Turkish Republic of Northern Cyprus. *Int J Agric For Life Sci* (2020) 4(1):147-154.
- Işık, S., (2010). Biyoteknolojik yönden önemli tıbbi bitkiler ve bitkisel ürünlerde kalitenin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara, 1-108.
- Kaçar, G., Yıldırım, E., Ulusoy, M., R. (2010) Türkiye'de Gaziantep ve Kilis yöresinden yeni bir zeytin (*Olea europaea* Linnaeus, 1758) zararlısı: *Omophlus nasreddini* Reitter, 1890 (Coleoptera: Alleculidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34(3), 383–390. <https://doi.org/10.16970/ted.75684>.
- Samin, N., Chelav, H., S., Hawkeswood, T., J. (2014) A preliminary study on Iranian Alleculidae (Coleoptera). *Calodema*, 300: 1-3.



Araştırma Makalesi

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

Ali ENDES^{1*}, Sevim ATMACA¹

ÖZ

Nohut antraknoz hastalığına karşı yaygın kullanılan Nativo®, Bellis®, Altis® Premier, Thiovit Jet®, Pomarsol Forte®, Dikotan ®M45, Dikotan ®M22 adlı fungusitlerin *in vitro* koşullarda *Ascochyta rabiei*'nin dokuz (9) izolatına karşı direnç durumunun yanı sıra fungusitlerin *A. rabiei* ile doğal enfekteli nohut tohumlarının çimlenme ve hastalık çıkışları üzerine etkisi iklim odasında *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Fungisitlere karşı YBUAr1, YBUAr2, YBUAr3, YBUAr8 ve YBUAr9 kodlu fungus izolatlarının hassas; YBUAr4, YBUAr5, YBUAr6 ve YBUAr7 kodlu izolatların ise direnç geliştirdiği saptanmıştır. Enfekteli bitkilerden toplanan semptomatik tohumların (%74), asimptomatik tohumlara (%11) göre daha düşük *A. rabiei* infeksiyonuna sahip olduğu ve asimptomatik tohumların %96'sının ve semptomatik tohumların %70'inin çimlendiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Ascochyta rabiei*, Nohut, Hastalık şiddeti, Fungisitlere dayanıklılık

Determination of the Resistance of *Ascochyta rabiei* to Some Commercial Fungicides in Chickpeas

ABSTRACT

The resistance of the commonly used fungicides Nativo®, Bellis®, Altis® Premier, Thiovit Jet®, Pomarsol Forte®, Dikotan ®M45, Dikotan ®M22 against Chickpea anthracnose disease caused by nine (9) isolates of *Ascochyta rabiei* was investigated *in vitro* conditions. In addition, the effects of fungicides on germination and disease emergence of naturally infected with *A. rabiei* chickpea seeds were investigated in climate room *in vivo* conditions. The fungal isolates YBUAr1, YBUAr2, YBUAr3, YBUAr8 and YBUAr9 were susceptible to fungicides; whereas, the isolates YBUAr4, YBUAr5, YBUAr6 and YBUAr7 were resistant to chemicals. Symptomatic seeds collected from infected plants (74%) had lower *Ascochyta rabiei* infection than asymptomatic seeds (11%). It was determined that 96% of asymptomatic seeds and 70% of symptomatic seeds germinated.

Keywords: *Ascochyta rabiei*, Chickpea, Disease severity, Resistance to fungicides

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-4815-5864, 0000-0001-8568-3469

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.11.2022

Kabul Tarihi: 30.12.2022

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yozgat

*E-posta: ali.endes@yobu.edu.tr

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

Giriş

Dünyada nohutun (*Cicer arietinum* L.), ekiliş alanı 14.844.996 ha, üretim miktarı ise 15.100.239 ton olup üretimin çoğunluğu gelişmekte olan ülkelere aittir. Türkiye'de en yaygın olarak yetiştirilen baklagillerden biri olan nohut, 511.493 ha ile dördüncü sırada ve 630.000 ton üretim miktarı ile dünyada ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Türkiye'de Yozgat ili nohut üretiminde 657.372 ha ekilen alan ve 68.433 ton üretim miktarı ile ikinci sıradadır (TÜİK, 2021). Dünya genelinde nohut verimini etkileyen en önemli biyolojik stres faktörü *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. [teleomorf, *Didymella rabiei* (Kov.) var. Arx] neden olduğu Ascochyta yanıklığı başka bir deyişle antraknoz hastalığıdır (Nene, 1982). Bu hastalık nohut yetiştiriciliğinde ürün miktarında azalmalara, kalitenin düşmesine ve ürünün daha ucuza satılmasına neden olmaktadır (Arıcı ve Evsen, 2018). Hastalıklı tohumlardan ve tarlada kalan hastalıklı bitki artıklarından kaynaklanan hastalık, esas olarak bitkilerin tüm toprak üstü kısımlarını etkiler, çoğunlukla gövde lezyonları, gövde kırılmalarına neden olur (Pande ve ark., 2005; Trapero-Casas ve Kaiser, 1992a). Bugüne kadar nohut üretimi açısından son derece zararlı olan bu fungal hastalığa karşı, kültürel mücadele olarak, temiz tohumluk ve münavebe önerilmektedir. Dayanıklı nohut çeşidi kullanıldığında bir süre sonra hastalık etmeni dayanıklılığı kırmaktadır (Zewdie ve Tadesse, 2018). Kültürel önlemler tekniğine uygun ve yetersiz yapıldığından dolayı daha çok kimyasal mücadeleye başvurulmaktadır. Ancak hastalığa karşı kesin net bir ilaçlama programı ortaya konulamamıştır (Anonim 2011). Bunun en önemli nedeni; hastalığa neden olan etmenin, kullanılan fungusitlere karşı sürekli direnç geliştirmesinden kaynaklıdır. Ayrıca fungusun heterothallik olmasından dolayı oluşacak farklı genotiplere karşı ticari fungusitler zamanla etki etmemektedir (Demirci ve ark., 2003; Trapero-Casas ve Kaiser, 1992b). Bu nedenle hastalık ile mücadelede kullanılan ilaçlar bir süre sonra etkilerini kayıp etmektedir. Hastalığın kimyasal kontrolüne dair; tohum ilaçlaması (Kaiser, 1973; Maden, 1987; Reddy ve Kababeh, 1983), tarla püskürtme (Gaur ve Singh, 1985; Kader ve ark., 1990; Singh ve Singh, 1990), ya da her

ikisi (Tripathi ve ark., 1987) olarak önerilen pek çok araştırma vardır. Ancak bunlar ya yasaklanmıştır ya da aşamalı olarak kaldırılmıştır. Uzun süreli fungusit kullanımı ile hastalık etmeni, fungusitlere karşı direnç geliştirmiş ve etkili mücadele yapılamamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de en çok nohut üretilen ikinci bölge olan Yozgat ilinden izole edilen yerel *A. rabiei* izolatlarının, *in vitro* koşullarda, mevcut ve yeni nesil fungusitlere karşı direnç oluşturup oluşturmadığını ve *A. rabiei* ile enfekteli nohut tohumlarında, *in vivo* koşullarda, tohum çimlenme ve hastalık çıkış oranlarını belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Fungisitler ve Dozları

Çalışmada *A. rabiei* izolatlarının Nativo®, Bellis®, Altis® Premier, Thiovit Jet®, Pomarsol Forte®, Dikotan ®M45, Dikotan ®M22 olmak üzere yedi adet ticari fungusite karşı direnç durumları *in vitro* ve *in vivo* koşullarda denenmiştir. *A. rabiei* izolatlarına karşı kontrol dahil dokuz farklı dozun (0 (kontrol), 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100 µg mL⁻¹) etkinliği *in vitro* koşullarda testlenmiştir. Yozgat ili ve çevresinde yoğun olarak kullanılan Nativo®, Bellis®, Dikotan ®M45 ve Thiovit Jet® fungusitleri, üretici firmalarının etiket bilgilerine göre, *in vivo*'da saksı çalışmalarında kullanılmıştır.

Fungal İzolatlar

Yozgat ilinin Merkez, Sorgun, Yerköy, Sarıkaya ve Boğazlayan ilçelerindeki nohut ekim alanlarında hastalık belirtisi gösteren bitkilerden izole edilen dokuz *A. rabiei* izolatı oluşturmaktadır (Endes, 2021). Tüm izolatlar daha önceki çalışmalarda yer alan morfolojik ve kültürel özelliklerine göre tanımlanmıştır (Aveskamp ve ark., 2010; Endes, 2021)

Fungisitlerin *in vitro*'da miseliyal büyüme üzerine etkileri

Önceden belirlenen fungusit konsantrasyonları patates dekstroza agar (PDA) ortamına ilave edilmiştir. İzole edilen yerel virulent izolatlardan (9 adet) alınan diskler fungusit içeren ve içermeyen kontrol petrilere ekilmiştir. Denemeler, dört tekerrürlü olarak kurulmuş ve bir kez tekrar edilmiştir. Petrilere, ekim yapıldıktan sonra 22±1 °C sıcaklık ve ışısız

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

inkubatorde 21 gün bekletilmiştir (Demirci vd. 2003). Daha sonra her izolat için kontrole göre fungusit dozlarındaki yüzde gelişim oranları bulunmuş olup, söz konusu oranlar kullanılarak, SPSS (versiyon 25) istatistik yazılım programında yer alan Probit analizi ile fungusitlerin ED₅₀ değerleri hesaplanmıştır. İzolatlara fungusitlerin etki farklılıklarını ortaya koymak amacıyla, istatistiksel değerlendirmeler, Tukey'in Önemli Fark [Tukey's HSD ($\alpha = 0.05$)] testine göre yapılmıştır.

Fungisitlerin *A. rabiei* ile enfekteli nohut tohumu üzerine etkileri

Doğal olarak ağır enfekte olmuş nohut baklaları, 2021 yılı nohut üretim sezonunda, Yozgat ilinin Merkez ilçesine bağlı Sarıınören Köyü'ndeki yaklaşık 80 dekar büyüklüğündeki nohut (Çeşit: Azkan) tarlasından toplanmıştır. Tohumlar baklalardan ayrılmış ve görsel gözlemlere dayalı olarak simptomatik (Piknidli, Buruşuk ve Düzensiz Kahverengi renkli) ve asimptomatik (Sağlıklı) tohumlar olmak üzere 2 kategoride gruplandırılmıştır (Wise ve ark., 2009). *A. rabiei* enfeksiyon düzeylerini belirlemek için bir agar plaka yöntemi kullanılarak laboratuvarında değerlendirilmiştir. Nohut tohumlarından patojen izolasyonu için Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA)'nin önerdiği yüzey dezenfeksiyon yöntemi kullanılmıştır. Her tohum kategorisi için toplam 100 tohum olacak şekilde patates dekstroza agar içeren petri (Çap = 90 mm) kaplarında kültüre alınmıştır. Tohumlar 22±2 °C'de karanlıkta 4 gün, ardından 3 gün aynı sıcaklıkta bir günlük ışık döngüsü (12 saat aydınlık/12 saat karanlık) altında inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda bir (1) mm kökçük oluşturan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve buna göre çimlenme oranları hesaplanmıştır. Çimlenen her tohum *A. rabiei* enfeksiyonu açısından değerlendirilmiştir. *A. rabiei* ile enfekte olan tohumlar, simptomatik örneklerin konidilerinin mikroskop altında 40X ya da 100X büyütmede incelenmesiyle doğrulanmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi açısı transformasyonundan (ArcSIN(KAREKÖK(G2))) sonra yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre tasarlanmış ve bir kez tekrarlanmıştır.

Simptomatik ve asimptomatik nohut tohumlarının bulaşıklık ve çimlenme oranları belirlendikten sonra Dikotan ®M45 ve (200g/100L), Thiovit Jet® (300g/100L), Bellis®(150g/100L) ve Nativo®(75g/100L) fungusitlere 2 dakika boyunca tabi tutulmuşlardır. Tohumlar, steril tarla toprağı torf ve perlit (1:1:1 v/v/v) karışımı içeren 15 cm çaplı saksılara (saksı başına beş tohum) ekilmiş ve bir bitki büyüme odası (İklim odası)'nda, bir günlük ışık döngüsü (12 saat aydınlık (Fluoresan)/12 saat karanlık) ile 22±2 °C'ye inkübe edilmiştir. Dikimden önce saksıların dibine drenaj delikleri açılmış ve deneme boyunca kaplar gerektiği kadar dipten sulanmıştır. Her saksı, tek bir kategorideki tohumu içermiştir. Saksılar, tohum ekimi ve sulamadan sonra şeffaf plastik naylonlar ile üzeri kapatılmış ve böylece hastalık gelişimini destekleyen tek tip ve yüksek düzeyde bir bağıl nemin mevcut olması sağlamıştır. Bitkiler, antraknoz lezyonlarının gelişimi için 21 gün boyunca günlük olarak değerlendirilmiş ve lezyonların ilk gözlemlendiği gün sayısı kaydedilmiştir. Lezyon oluşturmeyen bitkiler ekimden sonraki 22. gün lezyonlu gün olarak kaydedilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre tasarlanmış ve bir kez tekrarlanmıştır. Denemede her fungusit uygulaması için 100 tohum kullanılmıştır. Kontrol olarak steril damıtılmış su kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

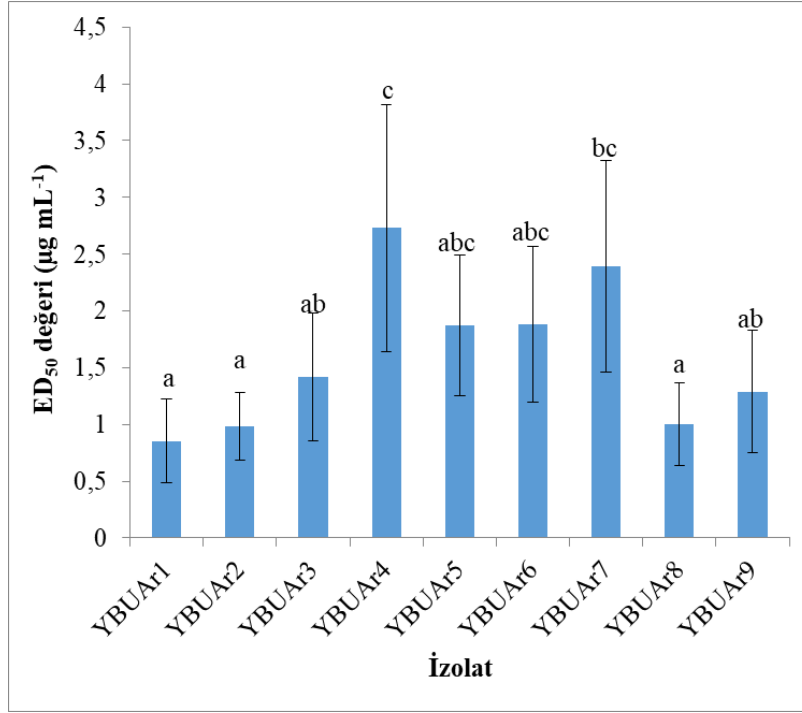
Fungisitlerin *in vitro*'da misel büyüme üzerine etkileri

ED₅₀ değerleri üzerine *A. rabiei* izolatlarının ana etkisine bakıldığında, izolatlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($F_{(8-126, 0,05)}=5,412$; $P<0,0001$). *A. rabiei* izolatlarının fungusitlere karşı gösterdiği reaksiyon açısından ayırıcı konsantrasyon olarak 1.0 µg mL⁻¹ esas alındığında, antraknoz hastalığının mücadelesinde kullanılan fungusitlere en hassas *A. rabiei* izolatlarının YBUAr1, YBUAr2 ve YBUAr8 nolu izolatlar, ve bunları orta düzeyde hassasiyet geliştiren YBUAr3 ve YBUAr9 izolatları ile en dirençli YBUAr4, YBUAr5, YBUAr6 ve YBUAr7 nolu izolatlar izlemiştir (Şekil 1).

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

A. rabiei izolatlarının tamamı Nativo®ve Bellis®'e karşı hiç biri direnç geliştirmemiştir. YBUAr5 nolu izolat Altis® Premier etkili maddeli fungusite direnç geliştirirken diğer 8 izolat hassasiyet durumlarını koruduğu Çizelge 1 ve Çizelge 2'de görülmektedir. Bu durumun

tam aksine YBUAr3 nolu izolat hariç, diğer tüm izolatlar Thiovit Jet®'e karşı direnç geliştirmiştir.



Şekil 1. *A. rabiei* izolatlarının miselyal gelişimleri üzerine ana etkisi. Barlar, her izolatın ED₅₀ değeri için her izolatın üç tekrarının ortalamasını temsil eder. Dikey çizgiler standart hataları temsil eder. Aynı harfe sahip barlar, Tukey'HSD ($\alpha=0,05$) çoklu karşılaştırma testine göre, önemli ölçüde farklı değildir.

Çizelge 1. *A. rabiei* izolatlarının fungusitlere göre ED₅₀ değerleri (µg mL⁻¹)

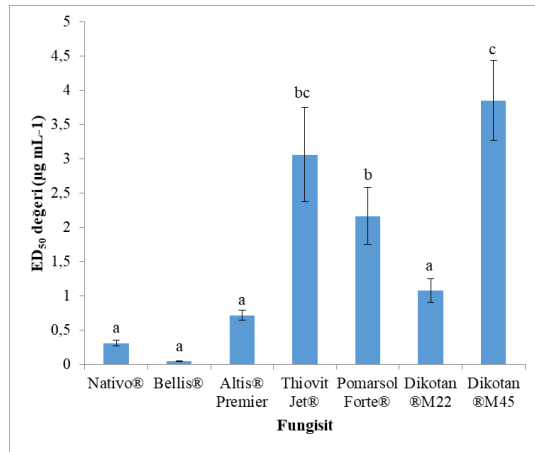
Fungisit	İzolat								
	YBUAr1	YBUAr2	YBUAr3	YBUAr4	YBUAr5	YBUAr6	YBUAr7	YBUAr8	YBUAr9
Nativo	0,220	0,447	0,418	0,233	0,305	0,184	0,513	0,159	0,309
Bellis	0,045	0,049	0,043	0,043	0,035	0,051	0,049	0,043	0,052
Altis Premier	0,466	0,990	0,635	0,617	1,114	0,558	0,574	0,655	0,826
Thiovit Jet	1,228	1,400	0,833	5,423	3,183	3,208	7,107	2,172	2,963
Pomarsol Forte	0,615	2,410	2,210	4,057	2,993	2,675	3,099	1,021	0,358
Dikotan M22	0,498	0,439	1,375	1,419	1,135	1,544	1,903	0,500	0,879
Dikotan M45	2,910	1,154	4,403	7,329	4,352	4,937	3,472	2,456	3,643
Ortalama	0,855	0,984	1,417	2,732	1,874	1,880	2,388	1,001	1,290

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

Çizelge 2. *A. rabiei* izolatlarının ED₅₀ değerlerine ($\mu\text{g mL}^{-1}$) göre izolatların sayısal ve oransal dağılımları

Fungisit	İzolot	ED ₅₀ değerlerine göre izolatların sayısal ve oransal dağılımları (%)				
		0.051-0.10	0.11-0.50	0.51-1.0	1.1-5.0	5.1-10.0
Nativo	9	0	8 (%88.9)	1 (%11.1)	0	0
Bellis	9	9 (%100.0)	0	0	0	0
Altis Premier	9	0	1 (%11.1)	7 (%77.8)	1(%11.1)	0
Thiovit Jet	9	0	0	1 (%11.1)	6 (%66.7)	2 (%22.2)
Pomarsol Forte	9	0	1 (%11.1)	1 (%11.1)	7 (%77.8)	0
Dikotan M22	9	0	3 (%33.3)	1 (%11.1)	5 (%55.6)	0
Dikotan M45	9	0	0	0	8 (%88.9)	1 (%11.1)

Bellis® ve Nativo®, *A. rabiei* izolatlarının miselyal gelişimini engellemeye yönelik etkili fungisitler olmuştur. ED₅₀ değerleri üzerine fungisitlerin ana etkisine bakıldığında, fungisitler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($F_{(6-126, 0,05)}=33,709$; $P<0,0001$). *A. rabiei* izolatlarının miselyal gelişimleri üzerine etkili fungisitler Bellis®, Nativo®, Altis® Premier ve Dikotan ®M22 olarak belirlenmiştir. Orta düzeyde etkinliğe sahip fungisitler Pomarsol Forte® ve Thiovit Jet® olarak saptanmıştır. Dikotan ®M45 daha az etkili fungisitir (Şekil 2).



Şekil 2. *A. rabiei* izolatlarının miselyal gelişimleri üzerine fungisitlerin ana etkisi.

Barlar, her izolatın ED₅₀ değeri için her izolatın üç tekrarının ortalamasını temsil eder. Dikey çizgiler standart hataları temsil eder. Aynı harfe sahip barlar, Tukey'HSD ($\alpha=0,05$) çoklu karşılaştırma testine göre, önemli ölçüde farklı değildir. *Ascochyta rabiei* izolatlarının

fungisitlere karşı gösterdiği reaksiyon açısından çalışmalarda kullanılan tüm fungisitler hastalığın kontrolünde etkili bulunmuştur. Ancak, ayırıcı konsantrasyon olarak $1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ esas alındığında, etmenin misel gelişimi engellemesi yönünden Bellis® ve Nativo®, adlı ticari fungisitler diğer fungisitlere göre başarılıdır. Diğer taraftan, Altis® Premier'e karşı sadece 1 izolatın (YBUAr5) önemli ölçüde dayanıklılık kazandığı belirlenmiştir. Bu durumun tam aksine, Thiovit Jet®'e karşı ise 1 izolat (YBUAr3) hariç olmak üzere geri kalan tüm izolatların direnç geliştirdiği saptanmıştır. Yozgat ili genelinde çiftçiler tarafından gerek ucuz maliyeti gerek kolay ulaşım imkanından dolayı oldukça fazla tercih edilen Pomarsol Forte®'a karşı 7 izolatın (YBUAr2, YBUAr3, YBUAr4, YBUAr5, YBUAr6, YBUAr7, YBUAr8) önemli ölçüde direnç geliştirdiği belirlenmiştir.

Dikotan ®M22 Yozgat ve çevresinde genelde cevizlerde antraknoz hastalığı için kullanılan bir fungisitir ve bu fungisit nohutta antraknoz hastalığının mücadelesinde de kullanımına yönelik ruhsatı bulunmaktadır. Bu fungisite karşı 4 izolatın (YBUAr1, YBUAr2, YBUAr8, YBUAr9) halen duyarlılık düzeylerini koruduğu fakat diğer 5 izolatın dirençli hale geldiği saptanmıştır. Dikotan ®M45 adlı fungisite karşı tüm izolatların önemli ölçüde direnç kazandığı saptanmıştır. Bellis® ve Nativo® *A. rabiei* izolatlarının miselyal gelişimi en yüksek düzeyde engelleyen fungisitler olmuştur. Bellis 0.051-0.10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ doz aralığında izolatların%100'ünü; Nativo

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

0.11-0.50 µg mL⁻¹ doz aralığında izolatların %88,9'unu engellemiştir.

Demirci ve arkadaşları (2003) *in vitro* ve *in vivo* da bazı fungusitlerin *A. rabiei*'ye karşı etkinliklerini araştırmak için yapmış oldukları çalışmada spor çimlenmesi üzerine en etkili fungusidin diniconazole olduğunu, bunu difenoconazole, tebuconazole ve carbendazim'in izlediğini, patojenin tohum enfeksiyonuna karşı test edilen on üç fungusitten benomyl + thiram, carbendazim ve carbendazim + chlorothalonil uygulamasının en etkili olduğunu, tarla uygulamalarında ise azoxystrobin, chlorothalonil ve mancozeb fungusitlerinin en yüksek koruyuculuk sağladıklarını tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada mancozeb (Dikotan ®M45) etkili maddeli fungusit en etkisiz bulunmuştur. Zamanla ilaca karşı fungus dayanıklılık kazanmış ve duyarlılığı azalmıştır.

Arıcı ve Evsen (2018) yaptıkları çalışmada dayanıklı ve duyarlı olan Koçbaşı (duyarlı) ve Sarı 98 (toleranslı) nohut çeşitleri kullanılarak Mancozeb, Thiram ve Boscalid + Pyraclostrobin etken maddeli ilaçlarla farklı ilaçlama programının (tohum, yeşil aksam, tohum + yeşil aksam uygulamaları) *A. rabiei*'ya etkisi araştırılmışlardır. Çalışma sonucunda Sarı 98 çeşidi üzerinde en uygun ilaçlama uygulamasının %27,4 hastalık şiddeti ile tohum + yeşil aksam ilaç uygulaması olduğu tespit edilmiştir. En etkili fungusitin ise, Sarı 98 nohut çeşidinde %21,8 hastalık şiddeti ile Boscalid + Pyraclostrobin olduğu belirlenmiştir. Aynı uygulamada, Koçbaşı nohut çeşidinde hastalık şiddeti %36,3 olarak belirlenmiştir. İlaç uygulamalarının ve fungusitlerin aynı anda değerlendirilmesi sonucu, Sarı 98 çeşidinde, Boscalid + Pyraclostrobin etken maddeli fungusitin, hem tohumdan hem de yeşil aksamdan uygulanması neticesinde hastalık şiddetinin % 12.6 seviyesine indiği belirlenmiştir.

Fungisitlerin tohum enfeksiyonu üzerine etkileri

Laboratuvar çalışma sonuçları, simptomatik tohumlara (%74) kıyasla, asimptomatik

tohumların (%11) önemli ölçüde daha düşük *A. rabiei* enfeksiyonuna sahip olduğunu göstermiştir ($t(38; 0,05) = 8,659; P<0,0001$). Asimptomatik tohumların çimlenmesi (%96), simptomatik tohumlardan (%70) önemli ölçüde daha fazla gerçekleşmiştir ($t(38; 0,05) = -5,272; P<0,0001$).

In vivo saksı denemelerinde, asimptomatik tohumlara karşı simptomatik tohumların t testi, asimptomatik tohum (%97)'lerin simptomatik tohum (%71)'lerden önemli ölçüde, topraktan daha fazla ortaya çıkmasına neden olduğunu göstermiştir ($t(158,1; 0,05) = -5,420; P<0,0001$) (Çizelge 3). Asimptomatik tohum kategorisi içinde, tohum çıkışına yönelik, fungusit uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmemiştir. Simptomatik tohum kategorisinde, Bellis® (%87) ve Nativo® (%83) ile uygulama gören tohumlar, Dikotan ®M45 (%70) ve Thiovit Jet® (%72) ile uygulama gören tohumlardan önemli ölçüde daha fazla çıkış gerçekleştirmiştir.

In vivo saksı denemelerinde, asimptomatik tohumlara karşı simptomatik tohumların t testi, simptomatik tohumlardan elde edilen lezyonların, asimptomatik tohumlardan elde edilen lezyonlara göre önemli ölçüde daha sonra geliştiğini göstermiştir ($t(888,2; 0,05) = -27,972; P<0,0001$) (Çizelge 3). Asemptomatik tohum kategorisindeki kontrol (22,0. Gün), Bellis® (21,9. Gün) ve Nativo® (21,7. Gün) fungusit uygulamaları arasında, antraknoz hastalık lezyonlarının başlangıcında önemli farklılıklar yoktur. Ancak Dikotan ®M45 (19,8. Gün) ve Thiovit Jet® (18,8. Gün) fungusitleri ile uygulama görmüş asimptomatik tohumlar, kontrol, Bellis® ve Nativo® fungusitlerine göre daha önce lezyon geliştirmiştir (Çizelge 3). Simptomatik tohum kategorisindeki uygulamalar arasında, kontrol (12,3. Gün) ve Thiovit Jet® (13,5. Gün) ile işlem görmüş tohumlardan gelişen bitkiler, Bellis® (19,1. Gün), Nativo® (18,2. Gün) ve Dikotan ®M45 (15,6. Gün) ile işlem görmüş tohumlardan gelişen bitkilere göre daha önce lezyon geliştirmiştir (Çizelge 3).

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

Çizelge 3. *In Vivo* koşullarda, *A. rabiei* enfeksiyonu olan nohut bitkilerinin fide çıkışı ve enfeksiyonu üzerine fungusitlerin tohum üzerine etkileri

Tohumda ^a Hastalık Belirtisi	Fungisit ^b	Tohum Çıkışı (%)	Lezyon Gelişimi ^c (Ekimden sonraki gün)
Asimptomatik	Kontrol	97 a ^w	22,0 a
	Bellis [®]	94 ab	21,9 a
	Nativo [®]	94 abc	21,7 a
	Dikotan [®] M45	95 ab	19,8 b
	Thiovet Jet [®]	88 abcd	18,8 c
Simptomatik	Kontrol	71 bcd	12,3 f
	Bellis [®]	87 abcd	19,1 bc
	Nativo [®]	83 abcd	18,2 c
	Dikotan [®] M45	70 d	15,6 d
	Thiovet Jet [®]	72 cd	13,5 e

^a Asimptomatik tohumlar, renk ve boyut olarak sağlıklı ve üniform görünmüştür, ancak %11 *A. rabiei* enfeksiyonuna sahiptir. Simptomatik tohumlar lezyon içermektedir ve %74 *A. rabiei* enfeksiyonuna sahiptir

^b Bellis[®] (150g / 100L), Nativo[®] (75g / 100L), Dikotan[®]M45 (200g / 100L) ve Thiovet Jet[®] (300g / 100L)

^c Bitkinin yer üstü kısımlarında gelişen ilk lezyonun kaydedildiği gün sunulmuştur.

^w Sütun içinde aynı harf bulunduran değerler, Tukey's HSD testine göre önemli ölçüde farklı değildir ($\alpha = 0.05$)

Tarlaya ekim sırasında hastalıktan arı yani asimptomatik tohum ekildiğinde bitkiler, hem hastalık şiddeti daha az olmakta hem de hastalıklara karşı daha dayanıklı olmaktadır. İnokulum seviyeleri yüksek olduğunda, duyarlı bir çeşit yetiştirildiğinde ve koşullar salgın gelişimi için uygun olduğunda, *ascochyta* yanıklığını kontrol etmek için çoklu fungusit uygulamaları gerekir (Reddy ve Singh, 1990; Singh, 1990; Reddy, 1992; Akem ve ark., 2004; Ahmed ve ark., 2006). Laboratuvar çalışma sonuçları, simptomatik tohumlara (%74) kıyasla, asimptomatik tohumların (%11) önemli ölçüde daha düşük *A. rabiei* enfeksiyonuna sahip olduğunu göstermiştir. Asimptomatik tohumların çimlenmesi (%96), simptomatik tohumlardan (%70) önemli ölçüde daha fazla gerçekleşmiştir. Araştırma denemelerimizde görünüşte sağlıklı tohumlar üzerinde *A. rabiei*

enfeksiyonunun varlığı, bir *ascochyta* yanıklığı yönetim programının bir parçası olarak sağlıklı tohum ihtiyacını güçlendirmektedir (Chongo ve Gossen, 2003; Gan ve ark., 2006). Benzer sonuçlar Dey ve Singh (1994), Maden ve arkadaşları (1975) ve Wise ve arkadaşları (2008) tarafından rapor edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Ascochyta yanıklığı enfeksiyonunu azaltmak için; entegre bir hastalık yönetimi stratejisi, tarladaki inokulumu azaltmak için en az 4 yıllık rotasyon, temiz tohum kullanımını içermelidir. Bu önemli faktörlerin tümü ele alınsa bile, hava koşulları yanık gelişimini desteklediğinde yanıklığı kontrol etmek için yaprak fungusitlerine hala ihtiyaç duyulabilir. Fungisitlerin zamanında uygulanmasını sağlamak için saha keşifleri de gereklidir.

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

Teşekkür

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 6602c-ZF/18-231 proje kodu ile desteklenmiştir. Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahmed, H. U., Chang, K. F., Hwang, S. F., Gossen, B. D., Howard, R. J. and Warkentin, T. D. (2006) Components of disease resistance in desi and kabuli chickpea varieties against ascochyta blight. *Plant Pathol. J.* 5: 336–342.
- Akem, C., S. Kabbabeh, and Ahmed S. (2004) Integrating cultivar resistance with a single fungicide spray to manage ascochyta blight for increased chickpea yields. *Plant Pathol. J.* 3:105–110.
- Anonim. (2011). Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Mercimek Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Ankara.
- Arıcı, Ş. E., Evsen, M.A (2018) Nohut Antraknozu (*Ascochyta rabiei*)'nin Entegre Hastalık Yönetimi. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2018, 11(3), 488-498.
- Aveskamp, M. M. Gruyter J de, Woudenberg JHC, Verkley GJM, Crous PW. (2010) Highlights of the Didymellaceae: A polyphasic approach to characterise Phoma and related pleosporalean genera. *Studies in Mycology*, 65, 1-60.
- Chongo, G. and Gossen, B. D. (2003) Diseases of chickpea. Pages 185–190 in K. L. Bailey, B. D. Gossen, R. Gugel, and R. A. A. Morrall, eds. Diseases of field crops in Canada. *Canadian Phytopathological Society*, Saskatoon, SK. 290 pp.
- Demirci, F., H. Bayraktar, I. Babaliogullu, F.S. Dolar, and S. Maden. (2003) In vitro and in vivo effects of some fungicides against the chickpea blight pathogen, *Ascochyta rabiei*. *J. Phytopathol.* 151:519-524.
- Dey, S.K. and G. Singh. (1994) Seedborne infection of *Ascochyta rabiei* in chickpea and its transmission to aerial plant parts. *Phytoparasitica* 22:31–37.
- Endes, A (2021) Influence of culture media, temperature, pH and light regime on mycelial growth of *Ascochyta rabiei*. *Int J Agric For Life Sci* 5(1): 87-93.
- FAO 2020. Food And Agriculture Organization Of The United Nations Rome. 2018. (Erişim tarihi: 10.11.2022).
- Gan, Y. T., Siddique, K. H. M., Macleod, W. J. and Javakumar, P. (2006) Management options for minimizing the damage by ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crop Res.* 97: 121 – 143.
- Gaur, R. B., Singh, R. D. (1985) Control of *Ascochyta* blight of chickpea through foliar spray. ICPN 13, 22--24. in Syria ve Lebanon. *Phytopath. Medit.* 24:265-266.
- Kader, D. A. A., El-Vakil, A., Tohami, M. R., Ghoniem, M. I. (1990) Effect of some agricultural practices and chemical control on the incidence of *Ascochyta* blight of chickpea. *Egyptian J. Phytopathol.* 21, 31-43.
- Kaiser, W., J. (1973) Factors affecting growth sporulation, pathogenicity and survival of *Ascochyta rabiei*. *Mycologia*, 65: 444-457.
- Maden , S. (1987) Seed borne Fungal Disease Of Chickpea in Turkey . *J . Turkish Phytopath .* 16 (1): 1-8.
- Maden, S., D. Singh, S.B. Mathur, and P. Neergaard. (1975) Detection and location of seed-borne inoculum of *Ascochyta rabiei* and its transmission in chickpea (*Cicer arietinum*). *Seed Sci. Technol.* 3:667–681.
- Nene, Y., L. (1982) A review of *Ascochyta* blight of chickpea. *Trop. Pest Manage.*,28: 61-70.
- Pande, S., Siddique, K. H. M., Kishore, G. K., Bayaa, B., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Bretag, T.W. & Crouch, J. H. (2005) *Ascochyta* blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review of biology, pathogenicity, and disease management.

Nohutlarda *Ascochyta rabiei*'nin Bazı Ticari Fungisitlere Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi

- Australian Journal of Agricultural Research*, 56(4), 317-332.
- Reddy, M. V. (1992) Rate-reducing resistance to ascochyta blight in chickpea. *Plant Dis.* 77: 231–233.
- Reddy, M. V. and Singh, K. B. (1990) Management of ascochyta blight of chickpea through integration of host plant tolerance and foliar spraying of chlorothalonil. *Ind. J. Plant Protect.* 18: 65–69.
- Reddy, M., V. and Kabbabeh, S., (1983) Pathogenic variability in *Ascochyta rabiei* in Syria ve Lebanon. *Phytopath. Medit.* 24:265-266.
- Singh, G., Singh, M. (1990) Chemical control of *Ascochyta* blight of chickpea. *Indian Phytopathol.* 43, 59-63.
- Singh, K. B. (1990) Patterns of resistance and susceptibility to races of *Ascochyta rabiei* among germplasm accessions and breeding lines of chickpea. *Plant Dis.* 74: 127–129.
- Trapero-Casas, A., and Kaiser, W.J. (1992a) Development of *Didymella rabiei*, the telemorph of *Ascochyta rabiei*, on chickpea straw. *Phytopathology.* 82: 1261- 1266.
- Trapero-Casas, A., and Kaiser, W. J. (1992b) Influence of temperature, wetness, period, plant age, and inoculum concentration on infection and development of *Ascochyta* blight of chickpea. *Phytopathology*,82, 589-596.
- Tripathi, H. S., R. S. Singh, H. S. Chaube. (1987) Effect of fungicidal seed and foliar applications on chickpea. *Indian Phytopathol.* 40, 63-66.
- TÜİK (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. 2022. (Erişim tarihi:10.11.2022).
- Wise, K. A., Bradley, C. A., Pasche, J. S., Gudmestad, N. C., Dugan, F. M., and Chen, W. (2008) Baseline sensitivity of *Ascochyta rabiei* to azoxystrobin, pyraclostrobin, and boscalid. *Plant Dis.* 92:295-300.
- Wise, K., Henson, R. A., Bradley, C. A (2009) Fungicide Seed Treatment Effects on Seed-borne *Ascochyta rabiei* in Chickpea. *Horttechnology*, July-September 2009 19 (3).
- Zewdie, A., Tadesse, N (2018) Screening of chickpea for resistance to *Ascochyta* blight (*Didymella rabies*)under Field Conditions. *Ethiop. J. Crop Sci.* Vol 6 (Special Issue) No. 2.



Araştırma Makalesi

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi¹

Bahar ÖZÇELİK¹, Cengiz KAZAK^{2*}

ÖZ

Bu çalışma 2019-2020 yıllarında Adana ili yerfıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) kırmızı formun zarar durumu ve yaygınlığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar periyodik ve periyodik olmayan arazi çıkışları şeklinde yürütülmüştür. Periyodik olmayan arazi çıkışları Ceyhan, Yumurtalık, Yüreğir ve Karataş ilçelerinde survey çalışmaları şeklinde yapılmıştır. Periyodik arazi çıkışları her iki yılda da yerfıstığı ekimlerinin en yoğun yapıldığı Ceyhan ilçesinde üretici koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar her iki yılda da 1. ürün yerfıstığı üretim sezonunu içeren Mayıs – Eylül ayları arasında yürütülmüştür. Çalışma sonucunda survey yapılan arazilerin %18'inde *T. urticae* varlığı saptanmıştır. Genel olarak *T. urticae* yoğunluğunun 0.2 ile 2 akar/yaprakçık arasında değiştiği belirlenmiştir. Survey sonuçlarına bağlı olarak en fazla *T. urticae* ile bulaşık tarla yoğunluğu %33 ile Yumurtalık'ta yer alırken bunu %13 ile Ceyhan ilçesi izlemiştir. Örnekleme alanlarında en sık karşılaşılan avcı akar türü ise *Neoseiulus sharonensis* (Rivnay & Swirski) (Acari: Phytoseiidae) olmuştur. Bulgulara bağlı olarak Adana ilinde yer fıstığı yetiştiriciliğinde *T. urticae* yoğunluğunun düşük saptanması ile birlikte tür potansiyel zararlı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, yer fıstığı, popülasyon gelişmesi, Adana.

Determination of the Prevalence and Damage of Red Spider *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in Peanut in Adana¹

ABSTRACT

This study was carried out to determine the damage status and prevalence of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) red form in peanut growing areas in Adana province in 2019-2020. The studies were conducted in periodic and non-periodic field surveys. Non-periodic field studies were revealed as survey studies in Ceyhan, Yumurtalık, Yüreğir and Karataş districts. In both years, periodic field surveys were conducted under grower conditions in Ceyhan district, where peanut cultivation was the most prevalent. The studies were carried out between May and September, which includes the first crop peanut production season in both years. As a result of the study, the presence of *T. urticae* was detected in 18% of the surveyed fields. In general, it was determined that the density of *T. urticae* varied between 0.2 and 2 mites/leaflet. Depending on the survey results, the highest density of fields infested with *T. urticae* was in Yumurtalık with 33%, followed by Ceyhan district with 13%. The most common predatory mite species in the sampling areas was *Neoseiulus sharonensis* (Rivnay & Swirski) (Acari: Phytoseiidae). Depending on the findings, the species was evaluated as a potential pest with the low density of *T. urticae* in peanut cultivation in Adana province.

Keywords: *Tetranychus urticae*, peanut, population development, Adana.

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-8855-1485, 0000-0002-2810-0244

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 07.09.2022

Kabul Tarihi: 30.12.2022

¹Özçelik Tarımsal Mühendislik, Süleyman Oğuz Cerit Bulvarı No:69, 01960 Ceyhan/ADANA

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam/ADANA

^{1*}Bu makale birinci yazarın Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümü olup, "Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi" tarafından desteklenmiştir (FDK- 2019-11711)

*E-posta: ckazak@cu.edu.tr

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi

Giriş

Baklagiller familyasının değerli bir yağ bitkisi olan yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L. (Fabaceae)), bezelye, bakla ve fasulye ile akrabadır. İçerdiği yağ, protein, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeler nedeniyle insanlar ve hayvanlar için değerli bir besin kaynağıdır. Yerfıstığı çeşitlerine göre değişmekle birlikte %44-56 oranında yağ içermektedir. Üretildikten sonra depolanması ve pazara sunumu öncesinde kolaylık sağlaması için; yerfıstığına kurutma, kabuktan ayırma ve kavurma-tuzlama gibi işlemler yapılmaktadır (Anonim, 2015).

Yerfıstığı tropikal bölgelerden, orta enlemlere kadar yetiştirilmekte olup 40° kuzey ile 30° güney enlemleri arasında geniş bir ekiliş alanına sahiptir. Vejetasyon süresi tropik bölgelerde 100 - 140 gün; subtropik iklimine sahip yerlerde ise 180 güne kadar çıkmaktadır. Dünya ve Türkiye yerfıstığı üretim miktarı ve alanları incelendiğinde Çin 17.519.600 ton ile ilk sırada, Hindistan 6.727.180 ton ile ikinci sırada, Nijerya 4.450.050 ton ile üçüncü sırada, A.B.D ise 2.492.980 ton ile dördüncü sırada yer almaktadır (Yılmaz ve ark., 2022). Yerfıstığının Türkiye'de bölgelere göre üretim alanları incelendiğinde ise en fazla üretim alanı %85 ile Akdeniz Bölgesinde yer almakta bunu %13 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi, %2 ile de Ege Bölgesi izlemektedir. Türkiye'de yerfıstığı üretimi il bazında incelendiğinde ise en fazla üretim %48 ile Adana ilinde gerçekleştirilmekte bunu %27 ile Osmaniye izlemektedir (Yılmaz ve ark. 2022). Diğer tüm ürünlerde olduğu gibi ülkemizde de yerfıstığı yetiştiriciliğinde ürün kayıplarına neden olan zararlı, hastalık ve yabancı otlar bulunmaktadır. Bu hastalıkların başında kökboğazı çürüklüğü (*Aspergillus niger* Tiegh.), sap çürüklüğü (*Sclerotium rolfsii* Sacc.), yaprak leke (*Cercospora arachidicola* Hori) hastalıkları gelmektedir. Yabancıot türleri ise; kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), kırmızı köklü tilki kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.), semiz otu (*Portulaca oleracea* L.)'dur (Kadiroğlu, 2018).

Yerfıstığında sorun olan böcek ve akar türleri arasında ise; toprakaltı ve üstü zararlıları olarak

bozkurtlar (*Agrotis ipsilon* (Hufnagel)), telkurtları (*Agriotes lineatus* L.), danaburnu (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), kırmızıörümcek (*Tetranychus* spp.), yeşil Kurt (*Helicoverpa armigera* (Hübner) ve pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* (Boisduval)) dikkati çekmektedir (Kadiroğlu, 2018). Osmaniye'de gerçekleştirilen bir çalışmada işletme grupları 0-30 da, 30-60 da ve 60 da ve üzeri olarak üç sınıfa ayrıldığında, bu işletmelerin en çok şikayetçi oldukları zararlı %40 ile kırmızıörümcek olarak bildirilmiştir (Parlakay, 2011). Yurtdışında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde de Kuzey Karolina (A.B.D)'da *Frankliniella fusca* Hinds., kök kurdu *Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim ve kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch'nin yerfıstığın üç önemli zararlısı olduğunu bildirmiştir. Takvime bağlı olarak iki haftada bir yapılan fungusit uygulamalarının, iklim koşullarına bağlı olarak yapılan uygulamalar ile karşılaştırıldığında *T. urticae* popülasyon yoğunluğunu daha fazla arttırdığı saptanmıştır (Jordan ve ark., 1999). Adana ili Türkiye'de en fazla yerfıstığı üretimi yapılan alan olmasına karşın en önemli zararlılardan biri olarak gösterilen *T. urticae*'nin yaygınlık ve zarar durumu konusunda bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada Adana'da yerfıstığında *T. urticae*'nin zarar durumu ve yaygınlığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2019-2020 yılları yerfıstığı üretim sezonunda, Adana ilinde 1. ürün yerfıstığı ekiliş alanlarında yürütülmüştür. Yerfıstığı üretimi yapılan alanlarda zararlı olarak bildirilen *T. urticae* ile olası diğer fitofag ve avcı akar türlerini belirlemek için bu alanlara periyodik olmayan arazi surveyleri düzenlenmiştir. Ayrıca her iki üretim sezonunda da yerfıstığı yetiştirilen sabit tarlalarda üretici koşullarında *T. urticae* ve avcı akar popülasyon gelişmeleri izlenmiştir.

Periyodik Olmayan Survey Amaçlı Örneklem Çalışmaları

Survey amaçlı periyodik olmayan arazi çıkışları yerfıstığı yetiştiriciliğinin il bazında yoğun olarak yapıldığı Ceyhan, Karataş, Yüreğir ve

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi

Yumurtalık ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Survey çalışmalarının gerçekleştirildiği 2019 yılında 55 yerfıstığı tarlasından örnek alınmıştır. 2020 yılında ise 32 yerfıstığı tarlası fitofag ve avcı akar yoğunlukları açısından örneklenmiştir. Her iki yılda farklı büyüklükte toplam 87 adet yerfıstığı tarlasında örnekleme yapılmıştır. Survey çalışmalarında yerfıstığı yetiştirilen alan sıklığına bağlı olarak en fazla tarla 42 adet ile Ceyhan ilçesinde örneklenmiş bunu Yumurtalık, Yüreğir ve Karataş ilçeleri izlemiştir.

Survey çalışmalarında örnek alınacak tarlalarda öncelikle akar bulaşmalarının ilk başladığı yerler olarak bilinen tarla kenarları kontrol edilmiş ve akar bulaşıklığının olup olmadığı belirlenmiştir. Bu ön inceleme sonrasında aynı arazi içinde yer alan bitkilerde bölgesel olarak fitofag akar beslenmesine bağlı renk değişiminin olup olmadığı gözlenmiştir. Akar bulaşıklığı olasılığına karşı öncelikle bu alanlarda bulunan bitkiler incelenerek tarlada akar bulaşıklığının olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Örnekleme tesadüfi örnekleme yöntemine göre yapılmış bu amaçla tarla içinde zikzaklar çizilerek dolaşılmış ve 6 noktadan 5'er adet olmak üzere toplam 30 adet yaprak örneği (120 yaprakçık) alınmıştır. Daha sonra alınan yaprak örnekleri kese kâğıtlarına sarılmış ve etiketlenerek, polietilen torbaların içine konulmuş ve buz kutuları içinde laboratuvara getirilmiştir. Örnek alınan her tarlanın koordinatları GPS (küresel konumlama sistemi) yardımı ile işaretlenerek kaydedilmiştir. Survey amaçlı arazi çıkışlarında alınan yaprak örneklerinde akarların hem yaprak alt hem de yaprak üst yüzeylerinde popülasyon oluşturmaları nedeni ile 90 adet yaprakçığın her iki yüzeyinde bulunan fitofag ve avcı akar yumurta ve hareketli dönemleri sayılmıştır.

Her iki yılda da örnekleme yerfıstığının çimlenmesi ve yaprak oluşturmalarını izleyen Mayıs ayı ortasından itibaren başlanmış ve hasat dönemi olan Ağustos ayı sonuna kadar devam edilmiştir. Sayımlarda fitofag akarların tamamının *T. urticae* kırmızı form olarak belirlenmesi nedeni ile bu örnekler dışında kalan diğer akarlar (avcı) daha sonra preparatları yapılarak teşhis için hazırlanmak üzere %70 alkol içeren ortama alınarak saklanmıştır.

Elde edilen veriler yaprak başına (alt ve üst yüzey) ortalama toplam akar yoğunluğu olarak sunulmuştur. Örnekleme tamamı Virjinya grubu "yarı dik gelişen" yerfıstığı olarak bilinen NC-7 çeşidi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Üretici Koşullarında *Tetranychus urticae*'nin Popülasyon Gelişmesinin İzlenmesine İlişkin Çalışmalar

Bu çalışmada 2019 ve 2020 yıllarında Ceyhan ilçesinde her iki yılda da ayrı ayrı üçer adet olmak üzere toplam 6 adet tarlada 1. ürün yerfıstığı ekimi yapılan alanda üretici koşullarında fitofag akar popülasyon gelişmesi izlenmiştir. Çalışmalar 2019 yılında Kılıçkaya, Ekinyazı ve Dikilitaş köylerinde; 2020 yılında ise Ceyhanbekirli, Köşreli ve Mercimek köylerinde yer alan arazilerde yürütülmüştür. Çalışmalar en az 30 da büyüklüğünde olan arazilerde gerçekleştirilmiştir.

Denemelerin gerçekleştirileceği arazilere her iki yılda da Nisan ayı ortasından itibaren Virjinya grubu "yarı dik gelişen" yerfıstığı olarak bilinen NC-7 çeşidi yerfıstığı ekimi yapılmıştır. Ekimler mibzer ile 75-80 cm sıra arası, 25-30 cm sıra üzeri genişlik ve 5 cm derinlik olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Denemeler süresince tüm kültürel işlemler üretici koşullarında yapılmıştır. Her iki yılda da tüm deneme alanlarında kullanılan pestisit uygulamaları benzer olmuş ve 1 Mayıs ile 18 Ağustos tarihleri arasında fungusit, insektisit ve karışımları olmak üzere 8 ayrı uygulama yapılmıştır.

Belirlenen arazilerde yerfıstığı çıkışını izleyen haftadan itibaren örnekleme başlanmıştır. Örnekleme her iki yılda da 10 gün ara ile yapılmıştır. Örneklerin alınması ve sayımında survey çalışmalarında bildirilen yöntem kullanılmış alınan yaprak örneklerinin alt ve üst yüzeylerinde izlenen fitofag ve avcı akar yumurta ve hareketli dönemleri sayılmıştır. Elde edilen veriler yaprak başına toplam ortalama *T. urticae* (tüm dönem) olarak sunulmuştur. Avcı akar türlerinin teşhisinde Jeppson ve ark. (1975), Bolland ve ark. (1998) Chant ve McMurtry (2007), Döker ve ark. (2016) yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi

Periyodik Olmayan Survey Amaçlı Örneklemeye Çalışmaları

Adana ilinde yerfıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda yapılan çalışmalar sonucunda fitofag akar türü olarak yalnızca *T. urticae* kırmızı form saptanmıştır.

2019 ve 2020 yıllarında örneklenen toplam 87 adet yerfıstığı tarlasının 32 adedinde farklı yoğunluklarda *T. urticae* varlığına rastlanmıştır. 2019 yılında Ceyhan, Yumurtalık, Yüreğir ve Karataş ilçelerinde sırası ile 34, 11, 9 ve 2 adet olmak üzere toplam 55 adet yer fıstığı tarlası örneklenmiştir. Örneklemeler sonucunda Ceyhan ilçesinde örnek alınan 34 tarlanın 6 ve Yumurtalık ilçesinde bir yerfıstığı tarlası olmak üzere toplam 7 tarlada *T. urticae* varlığı saptanmıştır. Örneklemeye yapılan Yüreğir ve Karataş ilçelerinde yer alan tarlalardan alınan yaprak örneklerinde akar popülasyonlarına rastlanmamıştır.

Yapılan örneklemelerde ilk *T. urticae* varlığına 19 Mayıs tarihinde rastlanmıştır. Yaprak örneklerinde belirlenen en yüksek *T. urticae* yoğunluğu ise Yumurtalık ilçesinden alınan örneklerde yaprakçık başına 185 adet *T. urticae* olarak bulunmuştur. Alınan diğer örneklerde belirlenen *T. urticae* yoğunlukları yukarıda bildirilen değerin çok altında gerçekleşmiştir.

2020 yılında Ceyhan, Yumurtalık, Yüreğir ve Karataş ilçelerinde sırası ile 9, 7, 8 ve 8 adet olmak üzere toplam 32 adet yer fıstığı tarlası örneklenmiştir. Örneklemeler sonucunda 2019 yılında elde edilen sonuçların aksine tüm örneklenen alanlarda *T. urticae* varlığı saptanmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak Ceyhan; Yüreğir, Yumurtalık ve Karataş ilçelerinde sırası ile 5, 7, 4 ve 3 adet olmak üzere toplam 19 tarlada *T. urticae* varlığı belirlenmiştir.

Yapılan örneklemelerde ilk *T. urticae* varlığına 6 Temmuz tarihinde rastlanmıştır. Örneklerde belirlenen en yüksek *T. urticae* yoğunluğu ise bir önceki yıla benzer şekilde Yumurtalık ilçesinden

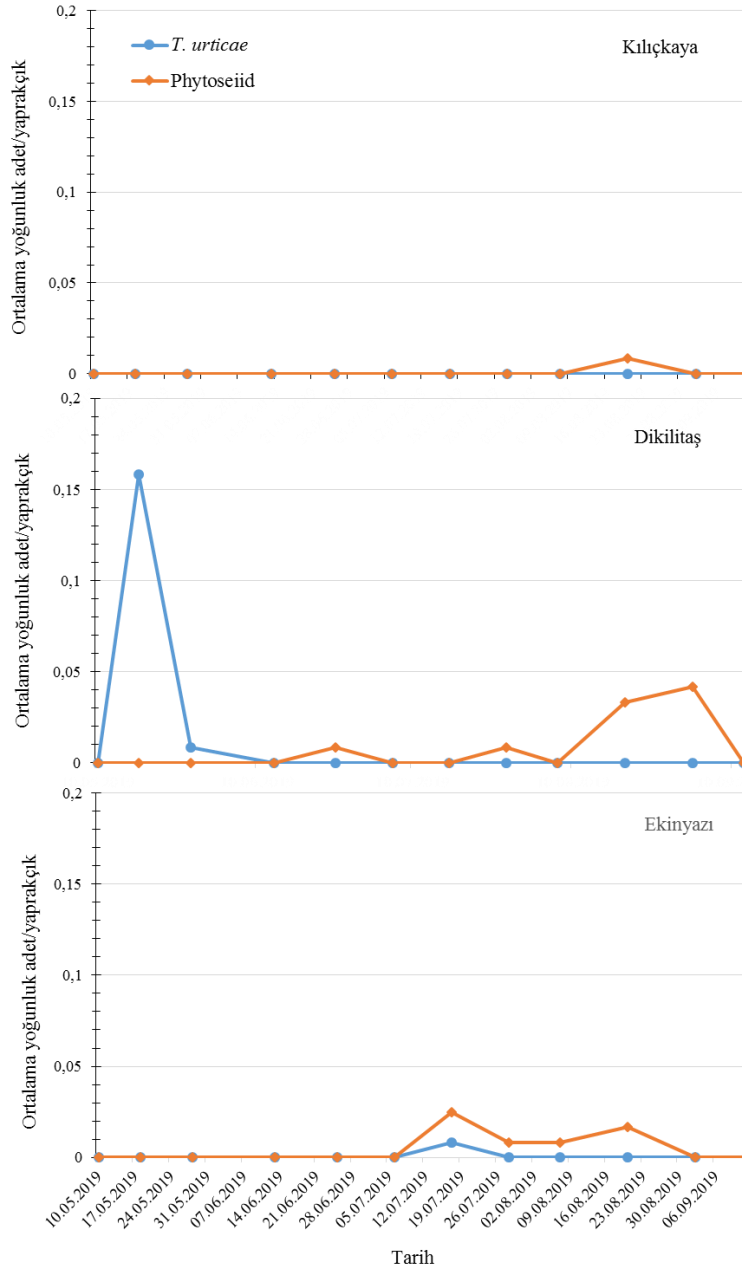
alınan örneklerde yaprakçık başına 72 adet *T. urticae* ergin dişi olarak bulunmuştur. Alınan diğer örneklerde belirlenen *T. urticae* yoğunlukları yukarıda bildirilen değerin çok altında gerçekleşmiştir.

Her iki yılda gerçekleştirilen surveylere bağlı olarak düşük yoğunlukta Phytoseiidae familyasına bağlı 3 avcı akar türü saptanmıştır. Avcı akar türleri *Neoseiulus sharonensis* (Rivnay & Swirski), *N. barkeri* Hughes ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot olarak tanımlanmıştır. Toplanan avcı akar türlerinin %64'ünü *N. sharonensis* oluşturmuş bunu *N. barkeri* (%29) ve *A. swirskii* (%6) izlemiştir (n = 31).

Üretici Koşullarında Fitofag ve Avcı Akar Popülasyon Gelişmesinin İzlenmesine İlişkin Çalışmalar

2019 yılında Kılıçkaya köyünde periyodik olarak örneklenen yerfıstığı tarlasında sezon süresince *T. urticae* varlığına rastlanmamıştır (Şekil 1). Bu örneklemeye alanında 9-30 Ağustos tarihleri arasında yine çok düşük yoğunlukta phytoseiid avcı akar yoğunluğuna rastlanmıştır. Aynı yıl Dikilitaş Köyü'nde periyodik olarak örneklenen yerfıstığı tarlasında saptanan ortalama *T. urticae* ve avcı akar popülasyon gelişmesine ait sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Bu alanda yürütülen çalışmalarda ilk *T. urticae* bireylerine 10 Mayıs tarihinde rastlanmış, zararlı 17 Mayıs tarihinde gösterdiği artışın ardından 14 Haziran tarihinde tamamen yok olmuştur. En yüksek *T. urticae* popülasyon yoğunluğu tüm dönemler dahil olmak üzere 0.16 akar/yaprakçık olarak saptanmıştır.

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi



Şekil 1. Kılıçkaya, Dikilitaş ve Ekinyazı (Ceyhan-Adana)'da 2019 yılında yerfıstığına *Tetranychus urticae* ve phytoseiid avcı akarların popülasyon gelişmesi

Bu örnekleme alanında 14 Haziran tarihinden itibaren her iki zararlı tür popülasyon yoğunluğundan çok daha düşük yoğunlukta phytoseiid avcı akar popülasyonu izlenmiştir. En yüksek avcı akar popülasyon yoğunluğu

ortalama 0.04 akar/yaprakçık olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Ekinyazı (Ceyhan) köyünde yine periyodik olarak örneklenen bir diğer yerfıstığı tarlasında ilk *T. urticae* yoğunluğuna 5 Temmuz tarihinde rastlanmıştır. Zararının ilk belirlenışinden 2

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfistiğinde Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi

hafta sonra 26 Temmuz tarihinde tamamen yok olmuştur. En yüksek *T. urticae* populasyon yoğunluğu tüm dönemler dahil olmak üzere 0.01 akar/yaprakçık olarak belirlenmiştir. Bu örnekleme alanında En yüksek avcı akar populasyon yoğunluğu ortalama 0.03 akar/yaprakçık olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

2020 yılında periyodik olarak örnekleme yapılan tarlalarda saptanan populasyon yoğunlukları düşük olsa da 2019 yılına göre daha belirgin bir *T. urticae* populasyon gelişmesi izlenmiştir.

Aynı yıl Ceyhanbekirli'de periyodik olarak örneklenen yerfistiği tarlasında saptanan ortalama *T. urticae* ve avcı akar gelişmesine ait sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Bu alanda yürütülen çalışmalarda ilk *T. urticae* yoğunluğuna 11 Haziran tarihinde rastlanmıştır. Zararlı ilk saptanışından sonra 2. populasyon gelişmesini ise 21 Ağustos – 21 Eylül tarihleri arasında göstermiştir. En yüksek *T. urticae* populasyon yoğunluğu tüm dönemler dahil olmak üzere 0.54 akar/yaprakçık olarak saptanmıştır. Ayrıca aynı alanda belirgin olmayan yoğunlukta avcı akara varlığına rastlanmıştır.

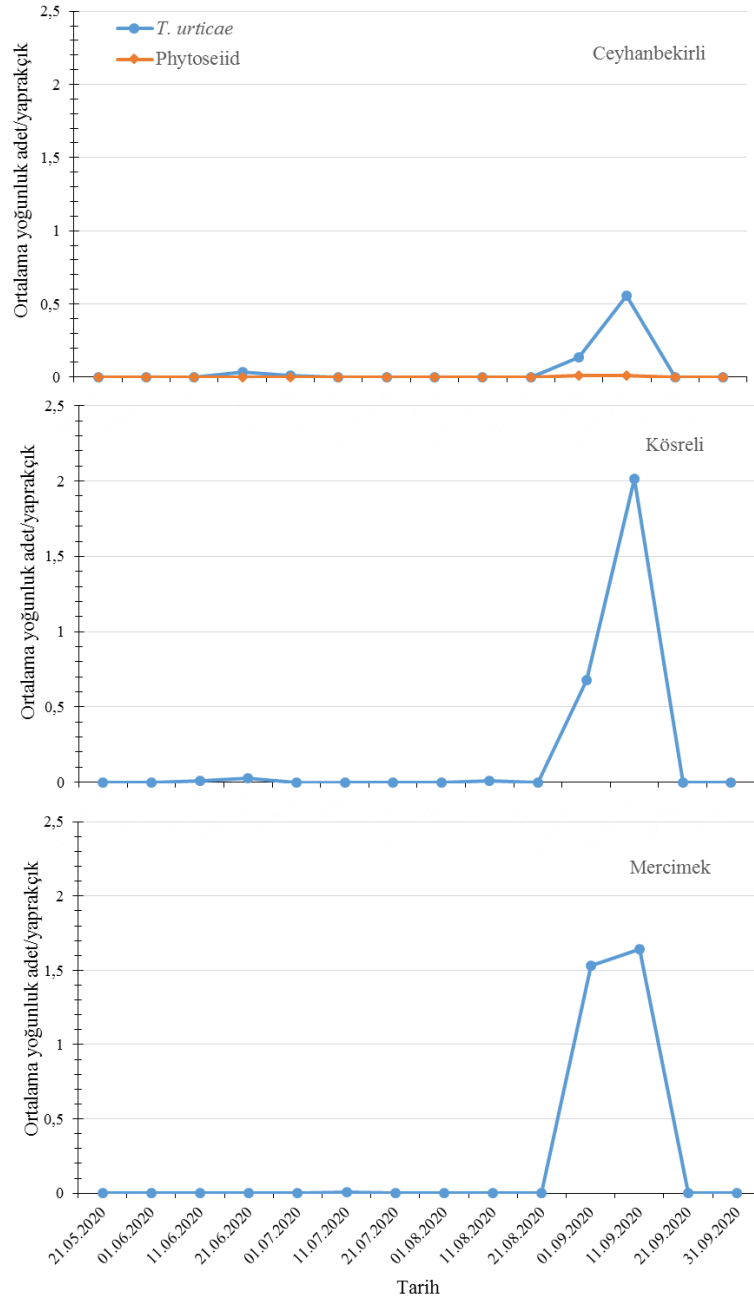
Kösreli'de gerçekleştirilen örnekleme sonuçlarında elde edilen veriler Şekil 2'de sunulmuştur. Bu tarlada ilk olarak 11 Haziran – 1 Temmuz tarihleri arasında çok düşük yoğunlukta bir *T. urticae* yoğunluğu izlenmiştir. Esas belirgin *T. urticae* populasyon gelişmesi ise ilk olarak 21 Ağustos tarihinde saptanmıştır. Zararlı yoğunluğu 11 Eylül tarihinde tepe noktasına ulaştıktan sonra 21 Eylül tarihinde tamamen yok olmuştur. *T. urticae* yoğunluğu en yüksek değer olarak 2 akar/yaprakçık olarak saptanmıştır. Bu tarlada avcı akar populasyonuna rastlanmamıştır.

Mercimek köyünde yerfistiğinde saptanan *T. urticae* populasyon gelişmesi Şekil 2'de verilmiştir. Bu örnekleme alanında izlenen populasyon gelişmesi aynı yıl Ceyhanbekirli'de belirlenen populasyon gelişmelerine benzer bulunmuştur. *T. urticae* örnekleme alanında ilk olarak 21 Ağustos tarihinde görülmüş, 11 Eylül tarihinde 1.60 akar/yaprakçık toplam yoğunluk değeri ile tepe noktasına ulaşmıştır.

Adana ilinde 2019 ve 2020 yıllarında yerfistiğinde gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda fitofag akar olarak yalnızca *T. urticae*'nin varlığına rastlanmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yerfistiği yetiştiriciliğinde sorun olan zararlıların belirlenmesine ilişkin kapsamlı bir çalışma yapılmamış olup veriler genel olarak anket çalışmalarına bağlı olarak elde edilmeye çalışılmıştır. Bu anket çalışmalarının birinde Parlakay (2011) Adana ve Osmaniye illerinde işletme gruplarının 0-30 da, 30-60 da ve 60 da üzeri olarak üç sınıfa ayrıldığında, bu işletmelerin en çok şikayetçi oldukları zararlının %40 ortalama ile kırmızıörümcek (*Tetranychus* sp.) olduğunu bildirmiştir (Parlakay, 2011). Yine İşler ve Gözüyeşil (2016),'de benzer şekilde Osmaniye ilinde yerfistiği yetiştiriciliğinde üreticilerin en fazla kırmızı örümcek zararından şikayet ettiklerini belirtmiştir. Aynı şekilde Aydın ilinde gerçekleştirilen yerfistiği yetiştiriciliğinde en önemli zararlı olarak "kırmızı örümcek" gösterilmiştir (Deniz ve Ayaydın, 2015).

Tetranychus urticae bu çalışmada düşük yoğunlukta belirlenmesine karşın Dünyada başta A.B.D. olmak üzere Hindistan ve Brezilya gibi yerfistiği yetiştirilen ülkelerde de yerfistiğinin en önemli zararlılarından biri olarak bildirilmiştir (Gianessi 2009; Gay ve Abney 2016; Da Silva 2016). Bu türe ek olarak Brezilya'da ayrıca kasava yeşilörümceği *Mononychellus planki* (McGregor), domates kırmızı örümceği *T. evansi* Baker & Pritchard ve yerfistiği kırmızıörümceği *T. ogmophallos* Ferreira & Flechtmann türlerinin zararlı olduğu saptanmıştır (Da Silva, 2016). Türlerden *M. planki* ve *T. ogmophallos* potansiyel zararlı olarak bildirilmiştir. Bir diğer tür olan *T. neocaledonicus* ise gözlenmesi gerektiğini belirtmiştir (Da Silva, 2016). Önceki anket çalışmaları özelinde genel olarak *Tetranychus* sp. çok önemli bir zararlı olarak bildirilse de belirtildiği gibi her iki yılda da akar yoğunluğu oldukça düşük bulunmuştur.

Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Adana'da Yerfıstığına Yaygınlık ve Zarar Durumunun Belirlenmesi



Şekil 2. Ceyhanbekirli, Köşreli ve Mercimek (Ceyhan-Adana)'de 2020 yılında yerfıstığına *Tetranychus urticae* ve phytoseiid avcı akarların popülasyon gelişmesi

Survey amaçlı örnekleme yapılan tüm alanların yalnızca %17.5'inde *T. urticae* varlığı belirlenmiştir. Örnekleme yapılan ilçeler içinde Yumurtalık'ta örneklenen alanların %33'ünde *T. urticae* varlığı belirlenirken bu oran Ceyhan ilçesinde %13 olarak gerçekleşmiştir. Oransal

olarak her iki alan arasında farklılık bulunmasına karşın belirtildiği gibi zararlı yoğunlukları açısından aralarında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Örnekleme yapılan diğer ilçeler olan Yüreğir ve Karataş'ta ise çok daha

düşük yoğunlukta *T. urticae* bulaşıklığı belirlenmiştir.

Survey çalışmaları gerçekleştirilen alanların dışında periyodik olarak *T. urticae* popülasyon gelişmesinin izlendiği alanlarda da her iki yılda sezon içinde süreklilik göstermeyen ve yine çok düşük popülasyon gelişmesine bağlı olarak varlıkları saptanan *T. urticae* yoğunlukları ile karşılaşılmıştır. Yalnız 2020 yılında gerçekleştirilen çalışmalarda bir önceki yıla göre görece olarak *T. urticae* popülasyon tepe noktaları daha yüksek gerçekleşmiştir.

Genel olarak diğer arthropodlarda olduğu gibi tetranychid akarların popülasyon yoğunlukları üzerine etkili olan faktörler içinde konukçu bitki ve doğal düşmanların önemli bir yeri olmasına karşın sıcaklık ve nem kombinasyonundan oluşan iklim faktöründe önemli bir yeri bulunmaktadır (Jeppson ve ark., 1975; Helle ve Sabelis, 1985). Yalnız fitofag akar popülasyon gelişmesi üzerinde etkili olan bu unsurlara ek olarak çalışmalar sırasında izlenen bir diğer önemli faktörde zararlı varlığı ve yoğunluğundan bağımsız olarak yapılan yoğun insektisit ve insektisit-akarisit etkili tarım ilaçlarının kullanımı olmuştur. Bütün sonuçlar yerfıstığı yetiştiriciliğinde *T. urticae* popülasyonunun ağır bir insektisit ve insektisit – akarisit baskısının etkisi altında olduğu düşüncesini uyandırmaktadır. İlaçlama programları içinde 3 defa uygulanan insektisit – akarisit özellik gösteren gösteren emamectin benzoat uygulamaları bildirilen düşünceyi desteklemektedir (Islam, 2019; Khan, 2021). Bu nedenle *T. urticae*'nin çalışma yapılan alanlarda varlıklarına rastlanıp rastlanılmama durumlarının bildirilen açıklama doğrultusunda değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Çünkü bu çalışmada elde edilen ilaçlama programları özel olarak yalnızca Ceyhan'da yer alan deneme alanlarına özgü olup, diğer ilçelerde yer alan deneme alanları için böyle bir bilgiye ulaşılamamıştır. Yalnız yine de pestisit uygulamaların çoğunluğunun çiftçi davranışları açısından benzer olduğu düşünülmektedir.

Her iki yılda gerçekleştirilen örneklemeler sonucunda *T. urticae* yoğunluklarına benzer şekilde Phytoseiidae familyasına bağlı 3 avcı akar türü saptanmıştır. Bu türler *Neoseiulus sharonensis*, *N. barkeri* ve *A. swirskii* olarak

tanılanmıştır. Toplanan avcı akar türlerinin %64'ünü *N. sharonensis* oluşturmuş bunu *N. barkeri* ve *A. swirskii* izlemiştir. Tanılanan avcı akarların toplandıkları alanlar genel olarak değerlendirildiğinde çoğunluğun Ceyhan ve Yüreğir ilçelerinde örneklenen alanlardan toplandığı belirlenmiştir.

Neoseiulus ve *Amblyseius* cinsi içinde yer alan avcı akar türleri tetranychidlerin önemli avcılarında olup farklı akar türlerine ek olarak diğer küçük arthropod türleri ile de beslenme özelliği göstermektedir (Croft ve ark. 1998; McMurtry ve ark. 2013). Bu bilgilerin dışında *A. swirskii*'nin etkin bir *Bemisia tabaci* Genn. avcısı olarak bilinmektedir. Bu özelliklere bağlı olarak avcı akar *A. swirskii*, *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesinde en fazla tercih edilen doğal düşman türlerinden biri haline gelmiş olup günümüzde dünya genelinde 50 den fazla ülkede ticari olarak kullanılmaktadır (Calvo ve ark. 2009). Her iki yılda gerçekleştirilen çalışmalar sırasında çok düşük yoğunlukta olmakla birlikte hem survey hem de *T. urticae* popülasyon gelişmesinin izlendiği alanlarda *B. tabaci* popülasyon gelişmesi izlenmiştir. Bu zararlıya ek olarak yine trips larvalarının varlığına rastlanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar çok düşük yoğunlukta da olsa bildirilen avcı akar türlerinin popülasyonlarının varlıklarını desteklemektedir. 2020 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Uygulama alanında ilaçlama yapılmayan parselde yapılan örneklemelerde de diğer ilçelerde saptanan sonuçlara benzer şekilde etkili bir *T. urticae* popülasyon gelişmesi saptanamamıştır. Düşük *T. urticae* popülasyon yoğunluğu saptanmasına ilişkin olarak yukarıda açıklanan unsurlar geçerli olmakla birlikte fitofag türlerin popülasyon gelişmesinde etkili olan bir diğer biyotik faktörde konukçu bitkinin hedef zararlıya karşı gösterdiği direnç veya tolerant olma durumudur (Sedaratian ve ark., 2009; Gimenez-Ferrer ve ark., 1994). Yapılan örneklemelerde yukarıda belirtildiği gibi yaprak alt ve üst yüzeyinde *T. urticae* varlığına rastlanmış yalnız ağ oluşturma yoğunluğuna ulaşacak sayıda bir popülasyon izlenmemiştir.

Yapılan çalışmalar diğer konukçu bitkilerde olduğu farklı yerfıstığı çeşitlerinin değişen oranlarda *T. urticae*'ye karşı direnç gösterme

özelliğine sahip olduğunu ortaya koymuştur (Johnson ve ark., 1980). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada yüksek oleik asit içeriğine sahip yerbistığı çeşitlerinin *T. ogmophallos*'a karşı daha dirençli olduğunu ortaya koymuştur (Melville ve ark., 2019).

Bu bölgede genel olarak Virjinya grubu Yarı Dik Gelişen yerbistığı olarak bilinen NC-7 çeşidi üretilmektedir. Dolayısı ile konukçu bitki özelliklerinin de elde edilen düşük akar popülasyon yoğunluğu üzerinde bir etkisinin olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bildirilen çeşit üzerinde *T. urticae*'nin biyolojik özelliklerine ilişkin bir bulguya ulaşılamaması nedeni ile bu konuyu detaylı tartışılmamıştır.

Yukarıda ki bilgiler ışığında yerbistığı yetiştiriciliğinde *T. urticae* varlığı ve zaman zaman yerel olarak yaprakçık başına yüksek yoğunlukta *T. urticae* popülasyonları ile karşılaşılması zararlının kendisi için daha uygun ekolojileri bulduğunda daha yüksek yoğunluklara ulaşarak zarar oluşturabileceği kanısını uyandırmıştır.

Teşekkür

Bu çalışmayı FDK- 2019-11711 proje numarası ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi ile avcı akarların teşhisindeki katkılarından dolayı Dr. İsmail DÖKER'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, (2015) Yerbistığı sektör raporu. https://www.dogaka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/wwwdogakagovtr_620_kb1o20ne_yerbistigi-sektor-raporu-2015.pdf. Erişim Tarihi: 10 Ekim 2021.
- Bolland, H.R., Gutierrez, J., Flechtmann, C. H. (1998) World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Netherlands: Brill. 392 pp.
- Calvo, F. J., Bolckmans, K. Belda, J. E. (2009) Development of a biological control-based IPM method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. *Ent Exp Appl* 133: 9-18.
- Chant, D.A., McMurtry, J. A. (2007) Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). West

Bloomfield: Indira Publishing House. 220 pp.

- Croft, B. A., McMurtry, J.A., Luh, H-K. (1998) Do literature records of predation reflect food specialization and predation types among phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae)? *Exp Appl Acarol* 22:467-480.
- Da Silva, C. A. D., Gondim Jr., M. G. C. (2016) First record and characteristics of damage caused by the spider mite *Tetranychus neocaledonicus* André on peanuts in the State of Paraíba, Brazil. *Bragantia* 75(3): 331-334.
- Deniz, M., Ayaydın, A. (2015) Çine ilçesinde yerbistığı tarımı. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı 21-23 Mayıs, Gazi Üniversitesi, Ankara, 223-233 s.
- Döker, İ., Kazak, C., Karut, K. (2016) Contributions to the Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) fauna of Turkey: morphological variations, twelve new records, re-description of some species and a revised key to the Turkish species. *Sys Appl Acarol* 21(4): 505- 527.
- Gay, W.H., Abney, M.R. (2016) Acaricidal control of two spotted spider mites in peanut. *Arthropod Manag Tests* 42(1):1.
- Gianessi, L. (2009) The benefits of insecticide use: peanuts. Croplife Foundation, Crop Protection Research Institute.
- Gimenez-Ferrer, M. R., Erb, A. W., Bishop, L., Scheerens, J. C. (1994) Host-Pest relationships between the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and strawberry cultivars with differing levels of resistance. *J Econ Entomol* 87(1): 168-175.
- Helle, W., Sabelis, M.W. (eds) (1985) Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, vol. 1A, 403pp.
- Islam, T. (2019) Host plant-induced susceptibility of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to some reduced-risk acaricides. *Am J Agric Biol Sci* 14:11-15.
- İşler, N., Gözüyeşil, R. (2016) Osmaniye ilinde yerbistığı yetiştiriciliği ile ilgili

- sorunların saptanması. *Tarla Bitk Merk Araşt Enst Derg* 25 (2):36-41.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H. Baker, E. W. (1975) Mites Injurious to Economic Plants. Berkeley: University of California Press.
- Johnson, D. R., Campbell, W. V., Wynne, J. C. (1980) Fecundity and feeding preference of the twospotted spider mite on domestic and wild species of peanuts. *J Econ Entomol* 13: 575-576.
- Jordan, D. L., Brandenburg, R. L., Bailey, J. E., Johnson, P. D., Royals, B. M., Curtis, V. L. (1999) Cost effectiveness of pest management strategies in peanut (*Arachis hypogaea* L.) grown in North Carolina. *Peanut Sci* 26: 85-94.
- Kadiroğlu, A. (2018) Yerfıstığı Yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼, Antalya. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/yerfistigi%20yetistiriciligi.pdf>. Erişim Tarihi: 18 Kasım 2021.
- Khan, M.M., Ali, M. W., Hafeez, M., Fan, Z. Y., Ali, S., Qiu, B. L. (2021) Lethal and sublethal effects of emamectin benzoate on life-table and physiological parameters of citrus red mite, *Panonychus citri*. *Exp Appl Acarol* 85: 173–190.
- Melville C.C., Zampa, S.F., Savi, P. J, Michelotto, M. D., Andrade, D. J. (2019) Peanut cultivars display susceptibility by triggering outbreaks of *Tetranychus ogmophallos* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 78:295–314.
- McMurtry, J. A., De Moraes G.J., Sourassou, N. F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst Appl Acarol* 18 297–320.
- Parlakay, O. (2011) T¼rkiye’de Yerfıstığı Tarımında Teknik ve Ekonomik Etkinlik. Doktora Tezi, ¼ukurova niversitesi, Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Adana.
- Sedaratian, A., Fathipour, Y., Moharramipour, S. (2009) Evaluation of resistance in 14 soybean genotypes to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J Pest Sci* 82: 163–170.
- Yılmaz, M., şahin, C. B., Yıldız, D., Demir, G., Yıldız, R., & İşler, N. (2022) D¼nyada ve T¼rkiye’de Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*) retiminin genel durumu, önemli sorunları ve z¼m nerileri. *Muř Alparslan niv Tarım ve Doğa Derg* 2(1): 8-17.



Research Article

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

Omar ALSENJAR^{1*}, Hakan AKSU², Mahmut CETİN¹

ABSTRACT

In this study, Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) were employed for drought characterization by using precipitation and temperature data series at a 3-month timescale. In addition, correlation coefficients between SPEI and SPI were calculated for twenty meteorological stations located over the Black Sea region of Turkey and were assessed to decide the representative nature of drought indices. Results showed that there is a remarkably strong correlation between SPEI and SPI. The correlation coefficient is equal to or greater than 0.93 in coastal areas, but a gradual decrease in relatively dry zones. The highest and lowest correlations were found to be 0.98 and 0.82 for Rize station located by the sea and the Gumushane station away from the sea, i.e., in the inland region, respectively. Research results suggested that data availability and the site-specific conditions of the region should be taken into account when using indices.

Keywords: Drought, Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Black Sea Region

Türkiye'nin Karadeniz Bölgesindeki Meteorolojik Kuraklık Olaylarının Değerlendirilmesinde Bazı Spesifik Kuraklık İndekslerinin Kullanımı

ÖZ

Bu çalışmada, yağış ve sıcaklık veri serileri kullanılarak -üç ay zaman ölçeğinde- kuraklık karakterizasyonu için Standardize Yağış İndeksi (SPI) ve Standardize Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) kullanılmıştır. Ayrıca, Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde yer alan yirmi meteoroloji istasyonu için SPEI ve SPI arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve kuraklık indekslerinin “temsil edebilirlikleri” değerlendirilmiştir. SPEI ve SPI arasında oldukça güçlü bir korelasyon bulunmuştur. Korelasyon katsayısı, kıyı bölgelerinde 0.93'e eşit veya daha büyüktür; korelasyon, iç kesimlere gidildikçe göreceli azalmıştır. Deniz kenarında bulunan Rize istasyonu için en yüksek korelasyon ($r=0.98$) ve denizden uzak ve iç bölgede yer alan Gümüşhane istasyonu için en düşük korelasyon ($r=0.82$) bulunmuştur. Araştırma sonuçları, kuraklık indeksleri seçiminde veri mevcudiyetinin ve bölgenin kendine özgü iklim koşullarının dikkate alınmasının önem arz ettiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Standardize Yağış İndeksi (SPI), Standardize Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI), Karadeniz Bölgesi

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-9471-794X, 0000-0003-4686-7446, 0000-0001-5751-0958

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 29.11.2022

Kabul Tarihi: 27.12.2022

¹Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Adana, Turkey

²Samsun University, Faculty of Özdemir Bayraktar Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorological Engineering, Samsun, Turkey

*Corresponding Author: omarsenjar@yahoo.com

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

1. Introduction

Drought is one of the most serious environmental concerns in arid and semi-arid regions of the world. This phenomenon has become more frequent and more intense in the Mediterranean landscapes over time due to climate change. It affects all the water-demanding sectors, notably agriculture, drinking, hydropower, tourism, etc., and plays an important role to render a change in the plans of agriculture and others. In the last decade, monitoring of drought has been performed regionally and has more practical usage at watershed and local scales (Svoboda et al., 2015). Ojha et al. (2021) indicated that drought evaluation has become more and more essential to establishing adaptation and mitigation strategies for drought types/categories.

Keskiner et al. (2016) stated clearly that conventional scientific literature has accepted four types of drought: meteorological, hydrological, agricultural, and socioeconomic. Generally, when a meteorological drought hits a region, it is preceded by agricultural and hydrological drought. In this study, we will focus on the meteorological drought. The Standardized Precipitation Index hereinafter referred to as *SPI* (McKee et al., 1993) and the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index hereinafter referred to as *SPEI* (Vicente-Serrano et al., 2010) are the most frequently used indices for meteorological drought assessment.

A myriad of studies has been done to compare drought indices including *SPI* and *SPEI*. Additionally, many studies compare the *SPI* or the *SPEI* and the Palmer drought severity index hereinafter referred to as *PDSI* (Hayes et al., 1999; Szalai et al., 2000; Lloyd-Hughes and Saunders 2002; Brázdil et al., 2008; Paulo et al., 2012). In the same context, there exist some studies assessing correlations among drought indices. For example, Paulo et al. (2012) found that the correlation coefficients between the *SPI* and the *SPEI* increase from the lower values in the high zones to the high values in the humid zone (coastal areas). Both the *SPEI* and *SPI* are used in this research for detecting and mapping droughts and drought monitoring (Yalti and Aksu, 2019; Eris et al., 2019; Eris et al., 2020; Aksu et al., 2022; Yüce et al., 2022). A

comprehensive bibliometric analysis of these studies can be found in Yilmaz and Yilmaz (2022).

Although Turkey is a Mediterranean country, it is also among the countries with a coast to the Black Sea. However, Black Sea Region (hereafter BSR) is prone to natural disasters of climatic character (Aksu et al., 2022), i.e., both droughts and floods, due to its topographical features and different climate patterns. From this point of view, drought analysis in the BSR has been becoming an effective tool to understand the spatiotemporal behaviour of drought episodes. In this regard, acquiring meteorological drought index values is of great importance to determine the likely variability patterns over the region. Determination of the meteorological drought index could help the authority, decision-makers and the end-users understand the risk of drought and take preventive measures for developing tools to mitigate drought hazards.

Considering the variability of precipitation among the seasons, the timescale in this study was determined as a 3-month. The primary objectives of the present study were to: (1) figure out the observed drought frequencies by drought categories for *SPI* and *SPEI* indices at a 3-month timescale over the BSR of Turkey, and (2) assess correlations between *SPI* and *SPEI* for twenty meteorological stations over the BSR. A brief description of the study area, precipitation and temperature data for calculating drought indices, and methodology of *SPI* and *SPEI* has been explained in the “Materials and Methods” section, viz., Section 2. Subsequently, research results and discussion were given in Section 3.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area and Data

This study was carried out in the Black Sea Region (BSR) of Turkey (Figure 1). The total area of the region is 143 537 km² (URL-1). A rainy and temperate climate typically prevails over the coastal part of the BSR (Aksu et al., 2022) while a continental climate dominates in the inland areas. As such, the BSR region is divided into three geographical sub-regions: the eastern sub-region, central sub-region, and

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

western sub-region (Figure 1). Aksu et al. (2021) pointed out that the average annual air temperatures vary between 14°C and 15°C for the eastern and central while from 13°C and 15°C for the western regions. The maximum annual precipitation, on average, is 1000–1500 mm in the western sub-region, 1000–1200 mm in the central sub-region, and 2000–2500 mm over the eastern sub-region. Previous studies have shown increasing trends of extreme meteorological events over the BSR (Drobinski

et al., 2018; Aziz et al., 2020; Aksu et al., 2021; Oruc, 2021). Daily temperature and precipitation data series were used in this study. The length of the series changed between 56- and 92-year as shown in Table 1 were obtained from the twenty meteorological stations belonging to the Turkish State Meteorological Service. All the weather data series have already been subjected to Quality Control (QC) checks to detect outliers, missing values, jumps, duplicates, etc., in the data.

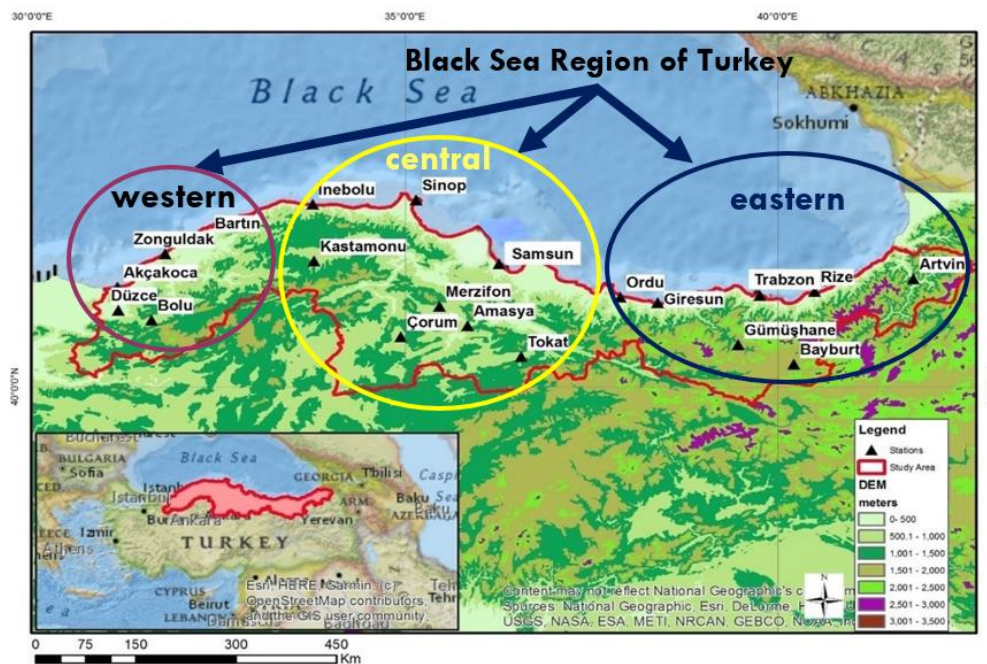


Figure 1. Study area and locations of the meteorological stations over the Black Sea Region of Turkey

Table 1. Some specific characteristics and recording periods of meteorological stations used in the study

Station No	Station Name	Longitude (degree)	Latitude (degree)	Elevation (m)	Data period
17015	Akcakoca	31.14	41.90	10	1959-2019
17085	Amasya	35.84	40.67	412	1961-2019
17045	Artvin	41.82	41.18	597	1948-2019
17020	Bartın	32.36	41.62	30	1961-2019
17089	Bayburt	40.22	40.25	1584	1959-2019
17070	Bolu	31.60	40.73	742	1929-2019
17084	Corum	34.94	40.55	837	1929-2019
17072	Duzce	31.15	40.84	146	1959-2019
17034	Giresun	38.39	40.92	38	1929-2019

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

Table 1. (Cont.)

Station No	Station Name	Longitude (degree)	Latitude (degree)	Elevation (m)	Data period
17088	Gumushane	39.47	40.46	1219	1961-2019
17024	Inebolu	33.76	41.98	58	1951-2019
17074	Kastamonu	33.78	41.37	800	1930-2019
17083	Merzifon	35.46	40.88	759	1930-2019
17033	Ordu	37.89	40.98	4	1959-2019
17040	Rize	40.50	41.04	4	1927-2019
17030	Samsun	36.26	41.34	4	1952-2019
17026	Sinop	35.15	42.03	36	1936-2019
17086	Tokat	36.56	40.33	608	1950-2019
17037	Trabzon	39.76	41.00	30	1927-2019
17022	Zonguldak	31.78	41.45	42	1938-2019

2.2. Standardized Precipitation Index (SPI)

The *SPI* (McKee et al., 1993) is used to quantify the precipitation deficit in meteorological drought characterization. The *SPI* can be calculated for different time scales, i.e., 1-, 3-, 6-month for the short term, and 12-, 24-, and 48-month for the long term (Kumar et al., 2022). In addition, several studies have widely used the *SPI* since it is recommended by the World Meteorological Organization (WMO, 2012) for identifying meteorological drought. However, in our study, the *SPI* values were calculated for a time-scale of 3-month. *SPI* can be calculated by the following equation (Cetin et al., 2018):

$$SPI_{ij.k} = \left(\frac{X_{ij} - \mu_j}{\sigma_j} \right) \quad (1)$$

where, X_{ij} is the observed precipitation (in mm) for the time-scale k in the month j ($j=1, 2, 3, \dots, 12$) of the year i ($i=1, 2, \dots, n$); μ_j and σ_j are population parameters of the precipitation series, i.e., the expected value and the standard deviation of precipitation in month j , respectively.

Since population parameters are never known in Equation (1), the probability approach

is adapted to acquire *SPI* value, and the probability density function of precipitation data series is hence tried to be determined as follows:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad x > 0 \quad (2)$$

where α and β are the parameters of shape and scale. The gamma function is given as:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (3)$$

The optimal values of α and β are estimated as:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

where n indicates the record length of the precipitation series, i.e., year.

The following equation can be used to compute the cumulative probability for a given month j :

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (5a)$$

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (5b)$$

$$SPI = S \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (6)$$

$$t = \begin{cases} \sqrt{\ln\left(\frac{1}{H(x)}\right)^2} & , \text{for } 0 < H(x) \leq 0.5 \\ \sqrt{\ln\left(\frac{1}{1.0 - H(x)}\right)^2} & , \text{for } 0.5 < H(x) < 1.0 \end{cases} \quad (7)$$

where q is the probability of zeroes; $H(x)$ in Equation 5b is cumulative probability; if $H(x) > 0.5$ then $S=1$, else $S=-1$; the constants are $C_0=2.515517$, $C_1=0.802853$, $C_2=0.020328$, $d_1=1.432788$, $d_2=0.189269$, $d_3=0.001308$. By using Equations 6 and 7, the cumulative probability, $H(x)$, is then transformed to the standard normal random variable Z with mean zero and variance of one, which is the value of the SPI . Drought severities are categorized by using the SPI and $SPEI$ values given in Table 2.

Table 2. Drought classification based on SPI and $SPEI$ (McKee et al., 1993; Aksoy et al., 2021)

Drought class/category	SPI and $SPEI$
Mild Drought	(-1.0)- 0.0
Moderate Drought	(-1.5)- (-1.0)
Severe Drought	(- 2.0)- (- 1.5)
Extreme Drought	\leq (- 2.0)

2.3. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index ($SPEI$)

The $SPEI$ has been developed to measure drought conditions (Vicente-Serrano et al., 2010). It is based on both precipitation and potential evapotranspiration (PET). The procedure of the $SPEI$ computation relies on the original SPI calculation but uses the monthly difference between precipitation (P) and PET .

The monthly PET in the same unit of P (usually in mm) is determined by equation (8):

$$PET = 16K \left(\frac{10T}{I} \right)^m \quad (8)$$

where K is a correction coefficient depending on the latitude of the region studied; T is the monthly-mean temperature ($^{\circ}C$); I is the heat index which is the summation of 12 monthly indices, and m is a coefficient given as a third-order polynomial depending on the heat index. The climate-water balance was calculated as follows:

$$D_j = P_j - PET_j \quad (9)$$

where D is the month moisture deficit (mm), P is precipitation (mm) in month j , and PET_j is potential evapotranspiration (mm) in month j .

$SPEI$ can be calculated (Abramowitz and Stegun 1965) as:

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_1 W^2 + d_3 W^3} \quad (10)$$

$$W = \sqrt{-2 \ln(Pr)} \quad \text{for } Pr \leq 0.5 \quad (11)$$

$$Pr = 1 - F(x) \quad (12)$$

where $F(x)$ is the cumulative probability of a determined D value acquired from log-logistic distribution; the constants are $C_0=2.515517$, $C_1=0.802853$, $C_2=0.010328$, $d_1=1.432788$, $d_2=0.189269$, and $d_3=0.001308$ (Vicente-Serrano et al., 2010). Vicente-Serrano et al. (2010) explained that Pr is the probability of exceeding a determined D value, $Pr=1.0-F(x)$. If $Pr > 0.5$, then Pr is replaced by $1.0 - Pr$ and the sign of the resultant $SPEI$ is reversed. In this study, $SPEI$ and SPI indices were acquired from *ClimPACT2*, an *R* software package, developed by Alexander and Herold (2016). Drought severity calculations were based on the calendar year.

2.4. Statistical comparisons

In this study, the correlations between $SPEI$ and SPI , as shown in Equation 13, were statistically assessed by using a simple linear

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

regression approach for all meteorological stations.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (13)$$

where x and y stand for SPI and $SPEI$, respectively. The correlation coefficient, r , varies between -1 and +1. For the case of a linear model with a single independent variable, the coefficient of determination (R^2) is the square of r . R^2 varies between 0 and 1, representing no correlation and perfectly correlated time series, respectively.

3. Results and Discussion

3.1. Monthly Variations and Observed Drought Frequencies of SPI and $SPEI$

Monthly precipitation and temperature data series of each station were acquired from daily data. Then, the SPI and $SPEI$ series for a 3-month timescale were calculated for twenty meteorological stations by using monthly precipitation and temperature data from 1927 to 2019. Figure 2a and Figure 2b shows the temporal variation of SPI and $SPEI$ for Rize station as an example. As seen in Figure 2a and Figure 2b the drought severities were remarkably low, getting closer to -7, in the high 1920s. This behaviour indicates that Rize station and its environs experienced the most severe drought episodes in the late 1920s.

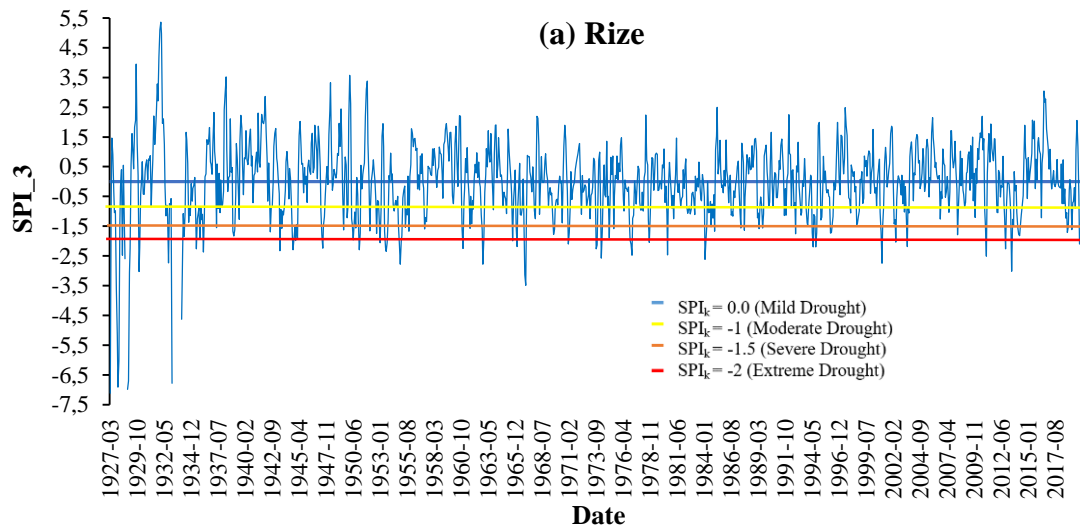


Figure 2a. Temporal variation of SPI and $SPEI$ in Rize station for a 3-month time scale

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

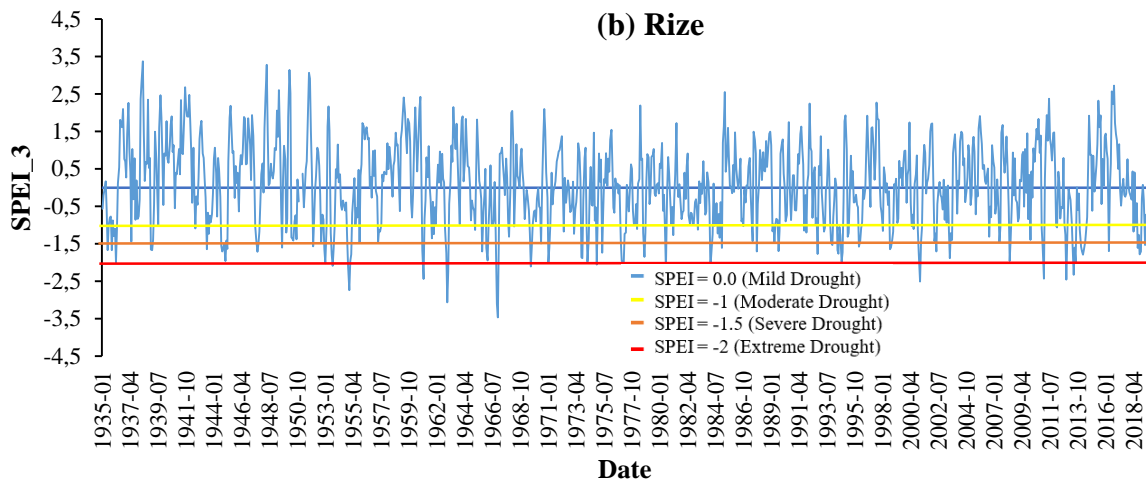


Figure 2b. Temporal variation of *SPI* and *SPEI* in Rize station for a 3-month time scale

To reliably identify drought phenomena, each drought event and drought period were counted from the *SPI* and *SPEI* time series, and then, observed drought frequencies were calculated by utilizing tallies. Drought periods become more evident for the 3-month timescale. Table 3 shows the percentage of the frequencies of observed drought events for the *SPI* and *SPEI* series of all meteorological stations. The frequency of droughts in the “*mild drought*” category is prevalent in the region regardless of drought index calculation technique, i.e., either *SPI* or *SPEI*. However, observed frequencies of “*mild drought*”s in the inner meteorological stations are higher than the ones for the coastal meteorological stations. The highest frequency

for the “*mild drought*” category is 38.6% and 37.6% for *SPI* and *SPEI*, respectively, in Tokat station. It is evident from Table 3 that the lowest value of observed drought frequencies in the category of “*mild drought*” category is 16.5% of the *SPI* index in the Trabzon station indicating that it is the most risk-free station of the BSR in terms of drought. Therefore, Trabzon station and its environs did not witness any other *drought classes*. This can be explained by the availability of more or less homogeneous rainfall throughout the year. On the other hand, the observed drought frequencies by *SPI* in the “*moderate drought*” category are lower than the ones by *SPEI*, and varied in the range of 3 to 4%.

Table 3. Observed drought frequencies of *SPI* and *SPEI* based on the drought categories in Table 2

Station Name	<i>SPI</i>				<i>SPEI</i>			
	Mild	Moderate	Severe	Extreme	Mild	Moderate	Severe	Extreme
Akcakoca	33.1	7.1	3.5	4.4	32.0	9.7	3.7	2.2
Amasya	33.1	7.5	5.5	4.0	31.4	11.5	5.0	0.6
Artvin	33.3	10.6	5.5	4.0	33.1	13.8	5.6	3.6
Bartın	33.1	8.8	3.8	2.6	33.4	11.9	4.3	1.5
Bayburt	35.8	9.7	5.5	3.6	34.6	12.1	7.4	2.8
Bolu	30.9	10.2	4.4	3.2	33.7	12.7	6.7	1.4
Corum	33.6	8.7	4.9	3.6	30.8	8.7	4.8	0.8
Duzce	29.6	8.0	4.9	2.5	32.0	11.6	3.2	2.3

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

Table 3. (Cont.)

Station Name	<i>SPI</i>				<i>SPEI</i>			
	Mild	Moderate	Severe	Extreme	Mild	Moderate	Severe	Extreme
Giresun	31.0	9.0	4.1	3.8	29.8	11.6	6.4	4.6
Gumushane	35.8	9.1	3.5	2.4	36.5	11.2	5.0	0.6
Inebolu	32.4	7.3	5.1	4.0	33.9	9.0	5.0	1.9
Kastamonu	34.3	11.1	5.8	2.8	34.7	12.1	6.7	1.9
Merzifon	38.2	8.9	6.5	4.3	35.3	12.3	6.6	3.2
Ordu	31.9	10.3	4.9	4.0	31.2	14.2	4.1	1.5
Rize	28.9	9.1	5.3	4.3	27.2	10.0	6.2	2.8
Samsun	33.2	5.2	9.1	2.0	30.7	10.3	5.0	2.1
Sinop	34.8	9.7	4.6	2.3	33.0	11.0	4.3	1.3
Tokat	38.6	11.2	7.0	4.7	37.6	12.1	7.4	2.2
Trabzon	16.5	0.1	0.0	0.0	36.5	10.4	6.7	3.6
Zonguldak	32.1	10.7	3.3	4.1	32.8	12.3	4.8	2.8

3.2. Correlation Analysis of *SPI* and *SPEI*

Figure 3 shows the spatial variability of correlation coefficients between the *SPI* and *SPEI* series of each station over the BSR. As understood from Figure 3, there exists a clear spatial behaviour of correlation coefficients between *SPI* and *SPEI* series changing by the direction and topographic conditions on the region. As seen from Figure 3, correlation coefficient values of Akcakoca, Zonguldak, Bartin, Inebolu, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, and Rize meteorological stations are greater than or equal to 0.93 along coastal areas of the BSR, i.e., in the west-east direction. Correlation coefficients tend to decrease gradually from the humid zone of BSR in coastal areas to the mountainous south, i.e., rain shadow of the inland locations of the BSR. Therefore, the correlation coefficient was the lowest (0.82) in

the Gumushane station as shown in Figure 3. A very high correlation ($r=0.98$) was acquired in Rize station, and the lowest correlation coefficient ($r=0.82$) was obtained for the Gumushane station although it may be considered as a high level of relationship ($0.82 < r < 0.89$) between *SPI* and *SPEI* for 3-month time scale. The correlation between the *SPI* and the *SPEI* for a 3-month timescale was high for different stations. The spatial variability behaviour of the correlation coefficients was in good agreement with the results obtained by Paulo et al. (2012). Paulo et al. (2012) found that the correlation coefficients between the *SPI* and the *SPEI* were rather high as well as strong in the meteorological stations located in coastal areas, and correlation tended to decline from medium and lower values in high terrain areas.

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey



Figure 3. Spatial variability in the correlation coefficients (r) between *SPI* and *SPEI* series - acquired for a 3-month timescale- over the BSR, Turkey

3.3. Linear Regression Analysis

The linear regression analysis has been applied to see the relationship between *SPI* and *SPEI* on a 3-month scale (Table 4). Scatter diagrams have been drawn to show the comparison between *SPI* and *SPEI* indices for all meteorological stations. For example, Figure 4a and Figure 4b show the linear regression model in both Rize and Gumushane stations. As seen in Figure 4a and Figure 4b, if the station is located in a rainy area, the distribution of *SPI* versus *SPEI* lies almost on the 1:1 line indicating that the magnitude of drought severity by precipitation-based drought index (*SPI*) is the same size as precipitation and

temperature-based drought index (*SPEI*). Therefore, if temperature and precipitation data are available, Vicente-Serrano et al. (2010) suggested the use of *SPEI* in drier climates for temperature rise markedly affects the severity of droughts. In this context, research results led us to conclude that *SPI* can be considered a suitable tool for drought characterization in the coastal zone of the Black Sea region since it requires only precipitation data. In turn, the supremacy of *SPI* over *SPEI* in drought assessment allows more stations to be used in drought assessment in the coastal zone of the BSR.

Table 4. Linear Regression Analysis of all meteorological stations

Station No	Meteorological Station	Linear Model	Station No	Meteorological Station	Linear Model
17015	Akcakoca	$y = 0.9648x - 0.0474$	17024	Inebolu	$y = 0.989x - 0.0445$
17085	Amasya	$y = 0.9068x - 0.1086$	17074	Kastamonu	$y = 0.9479x + 0.0042$
17045	Artvin	$y = 0.926x + 0.0152$	17083	Merzifon	$y = 0.8613x - 0.0578$
17020	Bartın	$y = 0.9096x + 0.0012$	17033	Ordu	$y = 0.9868x - 0.088$
17089	Bayburt	$y = 0.8701x + 0.0366$	17040	Rize	$y = 1.0039x - 0.0511$
17070	Bolu	$y = 0.9309x + 0.0645$	17030	Samsun	$y = 0.9575x - 0.0183$
17084	Corum	$y = 0.9311x - 0.1303$	17026	Sinop	$y = 0.9595x - 0.0429$
17072	Duzce	$y = 0.9816x + 0.0689$	17086	Tokat	$y = 0.8756x - 0.0893$
17034	Giresun	$y = 0.9816x + 0.0689$	17037	Trabzon	$y = 0.4652x + 0.5441$
17088	Gumushane	$y = 0.7283x - 0.0058$	17022	Zonguldak	$y = 0.9634x + 0.0053$

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

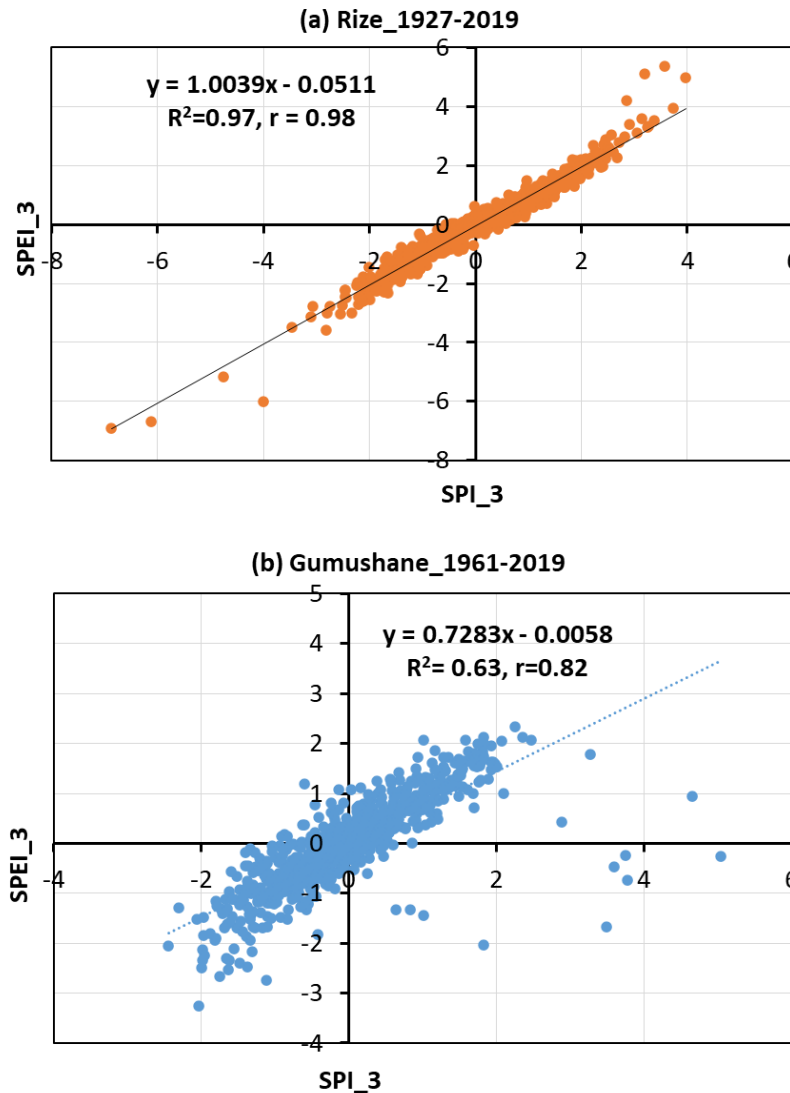


Figure 4. Scatter diagrams of drought indices (*SPI* and *SPEI*) in both Rize and Gumushane stations for a 3-month timescale

4. Conclusions

The novelty of this research is that the research was conducted in a rainy region and the correlation between two different drought indices was investigated to figure out the most representative drought index for the Black Sea Region (BSR). In the current research, *SPI* and *SPEI* values are calculated for twenty meteorological stations over the BSR in Turkey. Precipitation and temperature data series, observed from 1927 to 2019, of stations were used in the study. The frequency of droughts in the “mild drought” category is prevalent in the

BSR regardless of drought index calculation technique, i.e., either *SPI* or *SPEI*. The results of the *SPI* and *SPEI* indices for a 3-month time scale showed that observed drought frequencies are higher for the “mild drought” class than the other drought classes of all meteorological stations. It was found that there existed a strong linear relationship ($r > 0.93$) between the *SPI* and *SPEI* time series of stations located in the coastal zone of the BSR. Surprisingly, correlation coefficients tended to decrease gradually from the humid zone of BSR in coastal areas to the mountainous south, i.e., rain shadow of the

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

inland locations of the BSR. Therefore, the correlation coefficient was the lowest (0.82) in the Gumushane station. A very high correlation ($r=0.98$) was acquired in Rize station, and the lowest correlation coefficient ($r=0.82$) was obtained for the Gumushane station although it may be considered as a high level of relationship ($0.82 < r < 0.89$) between *SPI* and *SPEI* for 3-month time scale. In this context, research results led us to conclude that *SPI* can be considered a suitable tool for drought characterization in the coastal zone of the Black Sea region since it requires only precipitation data. In turn, the supremacy of *SPI* over *SPEI* in drought assessment allows more stations to be used in drought assessment. Furthermore, this research can be repeated in the future by calculating *SPI* and *SPEI* for the longer timescales, i.e 6-, 12- and 24-month, to check long-term persistence in correlations between *SPI* and *SPEI*.

References

- Abramowitz, M., Stegun, A. (1965). Handbook of mathematical formulas, graphs, and mathematical tables. Dover Publications Inc, New York.
- Aksoy, H., Cetin, M., Eris, E., Burgan, H.I., Cavus, Y., Yildirim, I., Sivapalan, M. (2021). Critical drought intensity-duration-frequency curves based on total probability theorem-coupled frequency analysis, Hydrological Sciences Journal, DOI: 10.1080/02626667.2021.1934473.
- Aksu, H., Cavus, Y., Aksoy, H., Akgul, M.A., Turker, S., Eris, E. (2022). Spatiotemporal analysis of drought by CHIRPS precipitation estimates. Theor Appl Climatol. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-03960-6>.
- Aksu, H., Cetin, M., Aksoy, H., Alsenjar, O., Yildirim, I., Yaldiz, S.G. (2021). Climate change-induced variabilities in climate extremes on the Black Sea region of Turkey. In: 55th Canadian Meteorological and Oceanographic Society (CMOS) Congress, Canada.
- Aksu, H., Cetin, M., Aksoy, H., Yaldiz, S.G., Yildirim, I., Keklik, G. (2022). Spatial and temporal characterization of standard duration-maximum precipitation over Black Sea Region in Turkey. *Natural Hazards*, 111(3), 2379–2405. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05141-6>.
- Alexander, L., Herold, N. (2016). ClimPACT2: Indices and Software. A document prepared on behalf of the commission for climatology (CCI) expert team on sector-specific climate indices (ET-SCI).
- Aziz, R., Yucel, I., Yozgatligil, C. (2020). Nonstationarity impacts on frequency analysis of yearly and seasonal extreme temperature in Turkey. *Atmos Res*. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104875>.
- Brázdil, R., Trnka, M., Dobrovolný, P., Chromá, K., Hlavinka, P., Žalud, Z. (2008). Variability of droughts in the Czech Republic, 1881–2006. *Theor Appl Climatol* 97:297–315.
- Cetin, M., Aksoy, H., Onoz, B., Eris, E., Yuce, M.I., Selek, B., Aksu, H., Burgan, H.I., Esit, M., Cavus, Y., Orta, S. (2018). Deriving Accumulated Precipitation Deficits from Drought Severity-Duration-Frequency Curves: A Case Study in Adana Province, Turkey. 1st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation, Proceedings and Abstracts Book, Antalya, Turkey (www.icas2018.com), 26-28 September. 2018, ISBN 978-605-81136-0-2, pp. 39-48.
- Drobinski, P., Silva, N.D, Panthou, G. (2018). Scaling precipitation extremes with temperature in the Mediterranean: past climate assessment and projection in anthropogenic scenarios. *Clim Dyn* 51:1237–1257. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3083-x>.
- Eris E., Aksoy H., Onoz B., Cetin, M., Yuce, M. I., Selek, B., Aksu, H., Burgan, H.I., Esit, M., Yildirim, I., Karakus, E.U. (2019). Frequency analysis of low flows in intermittent and non-intermittent rivers from hydrological basins in Turkey. *Water Supply* 19 (1), 30–39.

The Use of Some Specific Drought Indices to Evaluate Meteorological Drought Events in the Black Sea Region of Turkey

- Eris, E., Cavus, Y., Aksoy, H., Burgan, H.I., Aksu, H. (2020). Spatiotemporal analysis of meteorological drought over Kucuk Menderes River Basin in the Aegean Region of Turkey. *Theor Appl Climatol* 142:1515–1530.
<https://doi.org/10.1007/s00704-020-03384-0>.
- Hayes, M.J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A., Vanyarkho, O.V. (1999). Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bull Am Meteorol Soc* 80:429–438.
- Keskiner, A.D., Çetin, M., Uçan, M., Şimşek, M. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Standardize Yağış İndeksi Yöntemiyle Olasılıklı Meteorolojik Kuraklık Analizi: Seyhan Havzası Örneği. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2): 79-90, Aralık 2016.
- Kumar, U., Singh, N., Meenam S., Jangir, K., Meena, A. (2022). Analysis of Precipitation and Drought (1951-2002) for Rajasthan State, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. 10(3):79-87. doi: 10.12691/aees-10-3-2.
- Lloyd-Hughes, B., Saunders, M.A. (2002). A drought climatology for Europe. *Int J Climato* 1 22:1 57 1–1592.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA.
- Ojha, S. S., Singh, V., Roshni, T. (2021). Comparison of Meteorological Drought using SPI and SPEI, 7(12). *Civil Engineering Journal*, Vol. 7, No. 12.
- Oruc, S. (2021). Non-stationary investigation of extreme rainfall. *Civ Eng J*. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091748>.
- Paulo, A., Rosa, R., Pereira, L. (2012). Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. *Nat Hazard Earth Syst* 12:1481–1491.
- Svoboda, M., Fuchs, B.A., Poulsen, C.C., Nothwehr, J.J. (2015). The drought risk atlas: enhancing decision support for drought risk management in the United States. *J Hydrol* 526:274–286.
- Szalai, S., Szinell, C., Zoboki, J. (2000). Drought monitoring in Hungary. In: Wilhite DA, Sivakumar MVK, Wood DA (eds) 2000. Early warning systems for drought preparedness and drought management, Proceedings of an Expert Group Meeting held in Lisbon, Portugal, 5–7 September 2000.
- URL-1
https://en.wikipedia.org/wiki/Black_Sea_Region Last access date: 01.11.2021.
- Vicente-Serrano, S.M., Begueria, S., Moreno, J.I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *J Clim* 23:1696–1718.
- World Meteorological Organization (WMO). (2012). Standardized precipitation index user guide. WMO-No. 1090. Geneva, Switzerland, WMO.
- Yalti, S., Aksu, H. (2019). Drought Analysis of Iğdır Turkey. *Turk. J. Agric.-Food Sci. Technol.* 2019, 7, 2227–2232.
- Yilmaz, M.U., Yilmaz, H. (2022). An investigation of meteorological drought studies on a global scale using a bibliometric analysis. *Journal of Innovative Science and Engineering*, 6(1), 76–93.
<https://doi.org/10.38088/jise.993473>.
- Yüce, M.İ., Aksoy, H., Aytekin, A., Eşit, M., Uğur, F., Yaşa, İ., Şimşek, A., Deger, İ.H. (2022). SPI ve SPEI ile Samsun İli Kuraklık Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 285-295. DOI: 10.17780/ksujes.1108663.