

# BAHRİ DAĞDAŞ

## Bitkisel Araştırma Dergisi



Journal of Bahri Dagdas Crop Research

Cilt / Volume: 11 Sayı / Issue: 2 Yıl / Year: 2022  
e-ISSN : 2687 - 3753; ISSN : 2148 - 3205

**Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi**  
Journal of Bahri Dagdas Crop Research



**Cilt / Volume: 11, Sayı / Issue: 2, Yıl / Year: 2022**  
**e-ISSN: 2687 – 3753; ISSN: 2148 – 3205**

**Yayımlayan**

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya, TÜRKİYE

**Sahibi**

Dr. Fatih ÖZDEMİR

**Editör**

Emre ÖZDEMİR

**Editör Yardımcısı**

İlker TOPAL

**Teknik Editör - Sekreteryası**

Candan KARAKURT

**Editör Kurulu** (Soyisimlere göre alfabetik olarak sıralanmıştır)

Dr. Luthfi AHMADDANİ - Endonezya Üniversitesi Makine Mühendisliği, ENDONEZYA  
Prof. Dr. Ahmed Mohamed AHMED - Tanta Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, MISIR  
Prof. Dr. Mahmoud F. AHMED - Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarımsal Araştırmalar Fakültesi, SUDAN  
Dr. Asghar ALİ - Ziraat Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi, PAKİSTAN  
R. Zafer ARISOY - Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TÜRKİYE  
Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ - Tarım Üniversitesi Tarım ve Kaynak Ekonomisi Enstitüsü, PAKİSTAN  
Doç. Dr. Muhammad Khalid BASHİR - Tarım Üniversitesi Tarım ve Kaynak Ekonomisi Enst., PAKİSTAN  
Dr. Anissa GARA - Tunus Ulusal Agronomik Araştırma Enstitüsü, TUNUS  
Prof. Dr. Midhat JAZİC - Tuzla Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, BOSNA-HERSEK  
Dr. Öğ. Üy. Cumadilhan KERİMBEK - Kazak Ulusal Tarım Üni. Ekoloji ve Tarla Bitk. Böl., KAZAKISTAN  
Dr. Mohamed Abdelmalek KHEMGANİ - Kasdi Merbah Üniversitesi Ziraat Bilimleri Bölümü, CEZAYİR  
Dr. Öğ. Üy. Eapen P. KOSHY - Sam Higginbottom Tarım Üni. Mühendislik ve Teknoloji Fak., HİNDİSTAN  
Murat KÜÇÜKÇONGAR - Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TÜRKİYE  
Dr. Illiassou NAROU - Boubakar Bâ Tillabéri Üniversitesi Tarım Bilimleri Fakültesi, NIJER  
Dr. Emel ÖZER - Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TÜRKİYE  
Dr. Dibyabhaba PRADHAN - ICMR Sayısal Genomik Merkezi, HİNDİSTAN  
Prof. Majeti Narasimha Vara PRASAD - Haydarabad Üniversitesi Yaşam Bilimleri Fakültesi, HİNDİSTAN  
Doç. Dr. Hela Chikh ROUHOU - Bahçe Bitkileri ve Organik Tarım Araştırma Merkezi, TUNUS  
Mehmet ŞAHİN - Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TÜRKİYE  
Mehmet TEZEL - Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TÜRKİYE  
Prof. Dr. George THOMAS - Sam Higginbottom Tarım Üni. Mühendislik ve Teknoloji Fak., HİNDİSTAN

**Yayın Türü**

Yaygın Süreli Yayın

**İletişim Bilgileri**

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
Ereğli yolu üzeri 2. Km. PK: 125 42020 Karatay / KONYA  
Telefon : +90 332 355 12 90; Faks: +90 332 355 12 88  
E-posta: jbdcr42@gmail.com  
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad>

Cilt: 11, Sayı: 2, Yıl: 2022  
e-ISSN: 2687-3753; ISSN: 2148-3205

Aralık 2022

**Publisher**

Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, Konya, TURKEY

**Owner**

Dr. Fatih OZDEMIR

**Editor-in-Chief**

Emre ÖZDEMİR

**Deputy Editor**

İlker TOPAL

**Technical Editor - Secretariat**

Candan KARAKURT

**Editorial Board** (Arranged alphabetically according to surnames)

Dr. Luthfi AHMADDANI - University of Indonesia, Mechanical Engineering, INDONESIA  
Prof. Dr. Ahmed Mohamed AHMED - Tanta University, Faculty of Engineering, EGYPT  
Prof. Dr. Mahmoud F. AHMED - University of Science and Technology, College of Agri. Studies SUDAN  
Dr. Asghar ALI - University of Agriculture, Faculty of Social Sciences, PAKISTAN  
R. Zafer ARISOY - Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, TURKEY  
Prof. Dr. Muhammed ASHFAQ - University of Agri., Institute of Agri. and Resource Eco., PAKISTAN  
Asst. Prof. M. Khalid BASHIR - University of Agriculture, Institute of Agri. and Resource Eco., PAKISTAN  
Dr. Anissa GARA - Tunisia National Agronomic Research Institute, TUNISIA  
Prof. Dr. Midhat JAZIC - Tuzla University, Faculty of Tecnology, BOSNA-HERSEK  
Asst. Prof. Cumadilhan KERIMBEK - Kazakh National Agrarian Uni., Dep. of Ecol., Field Crops, KAZAKISTAN  
Dr. M. Abdelmalek KHEMGANI - University Kasdi Merbah Ouargla, Dep. of Agri. Sciences, ALGERIA  
Asst. Prof. Dr. Eapen P. KOSHY - Sam Higginbottom University of Agri., Faculty of Engin. & Tech., INDIA  
Murat KUCUKCONGAR - Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, TURKEY  
Dr. Illiassou NAROU - Boubakar Bâ Tillabéri University, Faculty of Agronomic Sciences, NIGER  
Dr. Emel OZER - Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, TURKEY  
Dr. Dibyabhaha PRADHAN - ICMR Computational Genomics Centre, INDIA  
Prof. Majeti Narasimha Vara PRASAD - University of Hyderabad, School of Life Sciences, INDIA  
Associate Prof. Dr. Hela Chikh ROUHOU - Horticulture and Organic Agri. Research Center, TUNISIA  
Mehmet SAHİN - Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, TURKEY  
Mehmet TEZEL - Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, TURKEY  
Prof. Dr. George THOMAS - Sam Higginbottom University of Agri., Faculty of Engin. & Tech., INDIA

**Type of Publication**

Widely Distributed Periodical

**Contact Information**

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü  
Ereğli yolu üzeri 2. Km. PK: 125 42020 Karatay / KONYA / TURKEY  
Tel: +90 332 355 12 90; Faks: +90 332 355 12 88  
E-mail: jbdcr42@gmail.com  
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad>

Volume: 11, Issue: 2, Year: 2022  
e-ISSN: 2687-3753; ISSN: 2148-3205

December 2022

Bu Sayının Hakem Listesi / List of Refrees on This Volume

(İsimler Unvanlara Göre Alfabetik Sıra ile Yazılmıştır) (Names are Sorted by Alphabetically, After the Titles)

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞAVCIOĞLU	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Aziz KARAKAYA	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Cengiz SAYIN	Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Fadul ÖNEMLİ	Namık Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Gürsel KARACA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. Halil İbrahim OĞUZ	Adıyaman Üniversitesi
Prof. Dr. Nuh BOYRAZ	Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan DOĞAN	Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman SOYLU	Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Doç. Dr. Cengiz KARACA	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Doç. Dr. İrfan ERDEMCİ	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Doç. Dr. Mustafa KAN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU	Siirt Üniversitesi
Doç. Dr. Ümit GİRĞEL	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Çetin PALTA	Necmettin Erbakan Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nuran TAPKI	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Dr. Esra ALIM	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Dr. Özen MERKEN	Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Arşt. Enst.
Dr. Oguz ÖNDER	Geçit Kuşuğu Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Dr. Tülin PEKCAN	İzmir Zeytencilik Araştırma Enstitüsü
Hasan ASLANCAN	Meyvecilik Araştırma Enstitüsü

Dergiye gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez.

Articles submitted to the journal are not retroceded whether published or not.

Yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)a aittir./ Any responsibility for the article are those of the author(s).

Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından altı ayda bir yayınlanan uluslararası dergidir.

This journal is a peer-reviewed international published every six months by Konya Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute.

***Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi / Journal of Bahri Dagdas Crop Research***

TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik tarafından yayımlanmaktadır.

Published by TÜBİTAK-ULAKBİM Turkish Journal Park Academic Database.

Google Scholar'da taranmaktadır. / Indexed by Google Scholar.

ASOS İndeks'te taranmaktadır. / Indexed by ASOS Index.

Cilt / Volume: 11, Sayı / Issue: 2, Yıl / Year: 2022

e-ISSN: 2687-3753; ISSN: 2148-3205

Aralık / December 2022

**Araştırma Makaleleri / Research Articles**

Bazı Organik Preparatların “Viking” Aronya ( <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot) Çeşidi Fidanlarının Gelişimi Üzerine Etkileri Effects of Some Organic Preparations on the Development of Saplings of Viking Aronia ( <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot) Cultivar Alperen ÖZDİZ, Lütfi PIRLAK	87-92
Dallı darının ( <i>Panicum virgatum</i> L.) Farklı Organik Çözücü Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslar Karşı Antifungal Aktiviteleri Antifungal Activities of Different Organic Solvent Extracts of Switchgrass ( <i>Panicum virgatum</i> L.) Against Some Plant Pathogenic Fungi Abdurrahman ONARAN, Tamer YAVUZ, Yusuf BAYAR	93-101
Konya ve Karaman’daki Yabani Bitkilerden Faydalı Rizobakterilerin İzole Edilmesi ve Bazı Etki Mekanizmalarının Belirlenmesi Isolation of Beneficial Rhizobacteria from Wild Plants in Konya and Karaman and Determination of Some Mechanisms of Action Osman YENER, Ahmet EŞİTKEN	102-111
Konya İlinin Toplanabilir Bitkisel Artık ve Hayvansal Atık Kaynaklı Metan Potansiyeli Methane Potential of Collectable Vegetable Residue and Animal Waste in Konya Province Fatma Didem TUNÇEZ, Süleyman SOYLU	112-127
Farklı Azot Kaynaklarının Yabani Hardal ( <i>Sinapis Arvensis</i> L.)’ In Tarımsal ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi Study on Effect of Different Nitrogen Sources on Agronomic and Quality Parameters of Wild Mustard ( <i>Sinapis Arvensis</i> L.) Rüveyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK	128-136
Kırşehir İli Şeker Pancarı Üretim Alanlarında <i>Cercospora</i> Yaprak Lekesi ( <i>Cercospora beticola</i> ) Hastalığının Bulunma Oranı ve Yaygınlığı İle Şiddetinin Belirlenmesi Determination of <i>Cercospora</i> Leaf Spot ( <i>Cercospora beticola</i> ) Presence, Prevalence And Severity in Sugar Beet Production Areas of Kırşehir Province Yusuf BAYAR, Melih YILAR, Kadir AKAN	137-144
Orta Anadolu Şartlarında Farklı Silaj Sorgum Genotiplerinde Su Stresinin Biyokütle Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Determination of Forage Yield and Some Quality Characteristics of Silage Sorghum Genotypes at Different Water Stress Levels Ramazan Çağatay ARICI, Mehmet Ali AVCI	145-156
Farklı Lokasyonlarda Doğal Olarak Yetişen Sarı Kantaron ( <i>Hypericum perforatum</i> L.) Bitki Kısımlarının Toplam Polifenol, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktiviteleri Total Polyphenol, Total Flavonoid and Antioxidant Activities of St. John's Wort ( <i>Hypericum perforatum</i> L.) Plant Parts, Naturally Grown in Different Locations Betül GIDIK, Zehra Can, Bayram Yurtvermez, Gülay Aksoy Üçüncü	157-164
Ekim Şekline Göre Tohum Sıklıklarının Yağışa Bağımlı Şartlarda Buğday Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi The Effect of Seed Density Depending on Sowing Methods on Wheat Grain Yield and Some Yield Components in Rainfed Conditions	165-172

---

Seyfi TANERİ

---

Midyat/Mardin İlçesinde Tarımsal Faaliyetlerin SWOT Analizi  
SWOT Analysis of Agricultural Activities in Midyat/Mardin District 173-179  
Veysi ACIBUCA , Serap DOĞAN , Yusuf DOĞAN

---

Mevsimlik Tarım İşçilerinin Asgari Yaşam Maliyetlerinin Hesaplanması  
Estimation of Minimum Cost of Living for Seasonal Agricultural Workers 180-189  
Merve BOZDEMİR AKÇİL, Zeki BAYRAMOĞLU

---

Biyostimulant Olarak Bitki Ekstraktları ve Çimlenmiş Buğday Tohumu Ekstraktı  
Plant Extracts and Sprouted Wheat Extract as Biostimulant 190-200  
Muhammet KARAŞAHİN

---

Optimum Şartlarda Tanelik Mısır Üretiminde Radyasyon Verilerine Dayalı  
Ulaşılabilecek Maksimum Ürün Miktarı Belirleme: Konya Örneği  
Determining The Attainable Maximum Grain Yield Amount Based on Radiation Data 201-211  
in Corn Production Under Optimum Growing Conditions: The Case of Konya  
Muhammet KARAŞAHİN

---

# Effects of Some Organic Preparations on the Development of Saplings of Viking Aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) Cultivar

Alperen ÖZDİZ<sup>1</sup>, Lütfi PIRLAK<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Turkey.

**\* Corresponding Author**

Tel.: -

pirlak@selcuk.edu.tr

**Article History:**

date of arrival: 19.04.2022

date of acceptance: 27.05.2022

**Anahtar kelimeler:** Aronya (*Aronia melanocarpa*), Melas, Solucan Gübresi, Vinas

**Keywords:** Aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot), Molasses, Vinasse, Worm Manure

**Abstract**

Aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) is a perennial shrub in the form of perennial shrubs, belonging to the Rosacea family, growing in the southeast of North America and Canada. It's fruit contains very high amounts of anthocyanin and flavonoids. It is known as "super fruit" because of its contribution to human health.

The aim of this study was to investigate the effects of some organic preparations on the development of saplings of aronia cv "Viking". In the study, molasses (2%, 4%, 6%, 8% and 10%), vinasse (2%, 4%, 6%, 8% and 10%) and worm manure (2%, 4%, 6%, 8% and 10%) and the saplings which have not been subjected to any application and saplings treated with commercial compound fertilizers. Average shoot length (cm), average shoot diameter (mm), average stem diameter (mm), average leaf area (cm<sup>2</sup>), average root length (cm), fresh stem weight, dry stem weight, fresh root weight, dry root weight and SPAD values measured at the end of sapling development.

The positive effects of vinasse and molasses applications in terms of the development of the shoots were determined. In terms of the number of shoot, the highest value was obtained with 7.56 pieces in the vinasse application of 2%. The maximum average shoot length was determined as 19.93 cm in vinasse 10% dose application. The maximum average shoot diameter was determined as 6.88 cm in 6% molasses application.

In terms of root development, the effects of vinasse and worm fertilizers were found to be statistically significant. The highest root dry weight vinasse 2% (30.51 g), the highest average root length was found in 6% application of worm manure (106 cm).

According to the results of the research, the use of vinasse (4-6%) and molasses (6-8%) can be recommended in the production of aronia saplings.

## Bazı Organik Preparatların "Viking" Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) Çeşidi Fidanlarının Gelişimi Üzerine Etkileri

**Öz**

Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot), Rosacea familyasına ait, Kuzey Amerika ve Kanada'nın güneydoğusunda yetişen, kışın yapraklarını döken çok yıllık çalı formunda, uzun ömürlü, üzümü meyveler grubuna ait bir bitkidir. Meyvesi yüksek miktarda antosiyanin ve flavanoidler içermektedir. İnsan sağlığına katkısından dolayı 'süper meyve' olarak bilinmektedir.

Bu çalışmada Viking aronya çeşidi fidanlarının gelişimi üzerine bazı organik kökenli preparatların etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada, fidanlara melas (%2, %4, %6, %8 ve %10), vinas (%2, %4, %6, %8 ve %10) ve solucan gübresi (%2, %4, %6, %8 ve %10) uygulanmıştır. Fidan gelişme dönemi sonunda bitkilerde ortalama sürgün uzunluğu (cm), ortalama sürgün çapı (mm), ortalama gövde çapı (mm), ortalama yaprak alanı (cm<sup>2</sup>), ortalama kök uzunluğu (cm), yaş gövde ağırlığı (g), kuru gövde ağırlığı (g), yaş kök ağırlığı (g), kuru kök ağırlığı (g) ve yaprak alanı ölçülmüştür.

Sürgünlerin gelişimi açısından vinas ve melas uygulamalarının olumlu etkileri belirlenmiştir. Bitki başına sürgün sayısında en iyi sonuç %2'lik vinas uygulamasından (7.56 adet/bitki) elde edilmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu yönünden en yüksek değer vinas'ın %10 doz uygulamasında (19.93 cm) belirlenmiştir. Ortalama sürgün çapı melas'ın %6'lık uygulamasında (6.88 cm) en iyi sonucu vermiştir.

Kök gelişimi açısından vinas ve solucan gübrelere uygulamalarının etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığı yönünden vinas'ın %2'lik uygulaması (30,51 g) en iyi sonucu verirken, ortalama kök uzunluğu bakımından en iyi sonucu solucan gübresinin %6'lık uygulaması (106 cm) vermiştir.

Araştırma sonuçlarına göre aronya fidanı üretiminde vinas (% 4-6) ve melas (% 6-8) kullanımı tavsiye edilebilir.



## Introduction

Aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) is a perennial shrub in the form of deciduous berries, a plant belonging to the Rosaceae family, growing in the southeast of North America and Canada. Its fruit contains high amounts of anthocyanins and flavonoids. It is also called 'super fruit' due to its contribution to human health (Snebergrova et al., 2014).

Aronia fruits began to be consumed starting from the middle of the 20th century. It is also grown as an ornamental plant, especially in European and Asian countries, due to its red leaves in autumn (Hirvi and Honkanen, 1985). The 3 most well-known species of aronia are *Aronia arbutifolia* L. Persian (with red fruit), *Aronia prunifolia* Marsh. Rehd. (Purple fruit) and *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot (Black fruit) (Fidancı, 2015).

Aronia is very important for food scientists as it has intense phenolic compounds. Anthocyanins are water-soluble polyphenols responsible for purple, blue and some red colors in many plant tissues. Regular consumption of anthocyanin-rich foods has been associated with a decrease in hypertension and a reduced risk of cardiovascular disease in humans (Hakkinen et al., 1999).

Aronia is one of the fruits with the most antioxidants in the world. Aronia fruit contains an antioxidant polyphenolic natural mixture that fights against free radicals that damage cells caused by environmental pollution, stress and daily life activities (Seidemann, 1993).

Aronia is also rich in phenols, antioxidants, vitamins and minerals. It has been stated that these chemicals contain prevent cancer and heart diseases. Bioflavonoids, which are found in record amounts in aronia, have been reported to be a more effective neutralizer than classical antioxidants such as vitamin C and beta carotene. Today, it is stated that the main cause of most diseases is the damage caused by free radicals (Dilas et al., 2012).

Studies on its benefits to human health, its importance in human nutrition and cell culture have increased the importance of aronia. Many studies have been conducted to evaluate the composition and pharmacological properties of aronia fruit. This has enabled thousands of hectares of aronia to be planted in Europe and America in recent years (Fidancı, 2015).

The use of aronia in both food and health sectors has made it a promising fruit. Some researchers have stated that aronia fruit is rich in protein, fiber, minerals, vitamins and organic acids apart from high phenolic compounds and carotenoids (Wawer et al., 2006; Koponen et al., 2007; Chrubasik et al., 2010; Snebergrova et al. et al., 2014). Aronia berries are also consumed fresh, but they are not preferred much because of their taste. Aronia is generally consumed by mixing it with pear and apple juice. In addition, due to the

high anthocyanin it contains, aronia concentrate is also used in the pharmaceutical and food industry to give food products their natural red color. In industry, it is mostly used in the production of fruit juice, tea, sauce, syrup, wine, alcoholic beverages (Benvenuti et al., 2004). It is also used for coloring food and as a nutritional supplement (Tolic et al., 2015).

The first studies on the aronia species in Turkey started in 2012, commercial culture studies started in 2017 and the first large aronia orchards were established in Manisa with 50 da and 60 da in Kırklareli. Apart from these, small gardens have started to be established in Yalova, Samsun, Çanakkale, İstanbul, Bursa and Antalya. In 2018 and 2019, aronia orchards continued to be established in Kırklareli, Bolu, Bursa, Ankara, İzmir, Çanakkale, Trabzon, Kırşehir, Giresun, Tekirdağ and Konya.

Recently, the use of organic fertilizers has become widespread due to the increase in the costs of the use of synthetic fertilizers and the damage they cause to nature. The use of vermicompost in Turkey and in the world is getting more and more common.

Earthworms feed on plant and animal waste. Accordingly, in farms; organic materials such as animal excrement, plant production residues and domestic waste are given to earthworms as food and organic fertilizer called "vermicompost" is obtained. Vermicompost regulates plant growth with humic acid and growth hormones it contains, improves soil structure and increases plant production by adding nutrients to the soil (Ay, 2016).

Vermicompost can be easily applied to all plants with its effect on improving soil properties and providing nutrients to the plants it is applied to. Vermicompost plays an important role in plant nutrition and it is thought that it can make serious contributions in the future of organic agriculture.

Molasses is a preparation that contains abundant organic matter, macro and micro trace elements, which is released as a by-product from the processes carried out in the sugar factory to turn sugar beet into sugar. Molasses applications are known to have positive effects on vegetative growth in plants (Ulusu and Yavuzaslanoğlu, 2017). Molasses meets the nutrients needed by plants. It contributes greatly to the rapid growth of plants and the development of fruits.

Vinas comes out as a by-product of sugar beet processing in sugar factories to turn it into sugar. Then, the vinas obtained as a by-product is also processed in yeast factories and made usable by minimizing the amount of potassium available. Vinas is a substance that contains a large amount of organic matter, micro and macro trace elements. Gel organic fertilizers and liquid organic fertilizers are produced in the Vinastan fertilizer industry (Türker et al., 2015).

The rapid increase in fruit growing in the world also increases the demand for saplings. Due

to its contributions to human health and nutrition, the demand for aronia fruit is increasing rapidly in Turkey. As a result of this, the interest in aronia production increases, so the need for aronia saplings arises. It is known that the production of aronia saplings in Turkey is still far from meeting the demand. In this study, the effects of vermicompost, molasses and vinas organic preparations on the growth of aronia saplings were investigated.

## Material and Methods

This study was carried out in Selcuk University Faculty of Agriculture, Horticulture Department Research and Application greenhouses in 2020.

In the research, saplings of the "Viking" aronia cultivar, which were propagated by tissue culture methods, were used as material. Viking aronia cultivar has a gray-brown branch and shoot color, oval-shaped, pointed and thin margins, alternating leaf arrangement. The upper surface of the leaves is dark green, the lower surface is light green and has a hairy structure (Fidancı, 2015).

In the research, vermicompost, molasses and vinas applications were made to aronia saplings. Vermicompost 'BSK Tarım Ürünleri Hayvancılık Gıda San. ve Tic. Ltd. Sti.', vinas 'Integro Gıda San. ve Tic. A.Ş.' molasses was obtained from 'Konya Şeker A.Ş.'.

Vermicompost contents;

Total amount of organic matter: 67.94%

Total humic-fulvic acid amount: 4.47%

Nitrate nitrogen amount: 0.56%

Water-soluble potassium oxide amount:  
5.26%

EC : 22.2  $\mu$ mos

pH : 7.36

Molasses contents;

Total nitrogen amount: 7%

Total amount of phosphorus: 7%

Total potassium amount: 7%

Dry matter amount: 80%

Amount of water: 10%

Amount of sugar: 50%

Density: 1.35 gr / cm<sup>3</sup>

Vinas contents;

Total nitrogen content: 18%

Total amount of amino acids: 8.8%

Total potassium amount: 55%

Total magnesium amount: 18.6%

Total amount of phosphorus: 14.8%

Crude protein: 41.8%

Raw ash: 6.3%

The saplings included in the experiment were planted in 9 liter pots containing a mixture of soil, burnt farm manure and sand prepared at a ratio of 2:1:1. Root and shoot pruning was done before planting in saplings. The applications, which started with the bud burst in the saplings, were carried out with irrigation water once a month between April and August.

In the study, 2%, 4%, 6%, 8% and 10% concentrations of molasses, vinas and vermicompost were applied. No application was made to the control group saplings. Irrigation and fertilization were done in the seedlings used in the experiment as in normal nursery conditions.

The experiment was established according to the randomized plot design with 3 replications and 3 saplings in each replication, and a total of 144 saplings were used.

The following measurements and observations were made by removing the saplings during the period when they were shedding leaves and resting.

Shoot length (cm): At the end of the experiment, annual shoot lengths were measured with a ruler.

Shoot diameter (mm): At the end of the experiment, the diameters of the annual shoots were measured with a caliper.

Plant fresh and dry weight (g): At the end of the experiment, the parts of the saplings removed except for the root part were weighed and the fresh weights of the above-ground parts were determined. Then, after keeping the above-ground components in an oven at 72°C for 48 hours, their dry weights were determined.

Root fresh and dry weight (g): At the end of the experiment, the roots of the uprooted plants were weighed and the root fresh weight was determined. Then, after these roots were kept in an oven at 72°C for 48 hours, their dry weights were determined.

Sapling length (cm): At the end of the trial, the length of the saplings was measured with a ruler.

Leaf area (cm<sup>2</sup>): The area of mature leaves taken from seedlings at the end of the growing season was measured using Adobe Photoshop program.

Root length (cm): After removal, the root lengths of the plants were measured with a ruler.

Number of shoots (number/plant): At the end of the experiment, the shoots on the plants were counted.

Each treatment was carried out three trees in completely randomized plots with three replicates. All data in the present study were subjected by analysis of variance (ANOVA) and means were separated by Duncan's multiple range tests.

## Results and Discussion

The effects of the applications on sapling growth in Viking aronia cultivar are given in Table 1. The effects of the applications were found to be statistically significant.

**Table 1.** Effects of applications on sapling shoot and stem properties

Application	Shoot number (unit)	Shoot length (cm)	Stem diameter (mm)	Sapling length (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )
Control	6.00 b*	11.89 d	5.54 bc	47.67 c	1.62 g
%2 Vinas	7.56 a	14.67 c	5.75 bc	45.33 d	2.78 e
%4 Vinas	6.56 ab	18.44 ab	6.59 a	46.89 cd	3.82 de
%6 Vinas	6.22 b	19.08 a	6.43 ab	48.44 b	4.55 c
%8 Vinas	5.33 c	18.00 ab	6.26 ab	51.33 a	2.22 f
%10 Vinas	7.22 a	19.93 a	6.06 b	45.89 d	2.65 e
%2 Molasses	6.22 b	10.56 d	5.86 b	46.67 cd	4.46 c
%4 Molasses	6.56 ab	13.70 c	5.76 bc	46.22 cd	4.32 c
%6 Molasses	6.44 ab	13.59 c	6.88 a	47.56 c	5.39 b
%8 Molasses	6.22 b	15.24 c	6.28 ab	46.22 cd	6.01 a
%10 Molasses	6.89 a	13.99 c	5.65 bc	43.67 d	6.16 a
%2 Vermikompost	5.33 c	14.73 c	5.45 bc	44.11 de	4.19 c
%4 Vermikompost	5.89 b	13.70 c	5.80 b	45.89 d	3.00 e
%6 Vermikompost	6.11 b	14.32 c	6.02 b	43.56 e	3.83 de
%8 Vermikompost	6.89 a	17.17 b	5.60 bc	41.78 f	3.15 e

\*: There is no difference between the averages shown with the same letter in the same column

While some applications increased the average number of shoots compared to the control, in some applications, decreases were determined compared to the control. While the number of shoots increased in 2% vinas and 10% vinas applications, a decrease was detected in 8% vinas application. In molasses applications, an increase was determined only at 10% dose compared to the control, and the effects of other applications were found to be statistically insignificant. In vermicompost applications, an increase was observed only at the 8% dose compared to the control, while a decrease was determined at the 2% dose compared to the control. When the applications were evaluated collectively, the highest increases were observed in 2% vinas, 10% vinas, 10% molasses and 8% vermicompost, respectively.

In general, it was determined that there was a statistically increase in the average shoot length in all applications compared to the control, but vinas applications were more effective than molasses and vermicompost. The applications that increased the shoot length the most compared to the control were 10% vinas, 6% vinas, 4% vinas, 8% vinas and 8% vermicompost. Of these, 10% vinas increased the shoot length by 67.6%, 6% vinas 60.5% and 4% vinas 55.1% compared to the control, these rates are very important for plant development. It is thought that the positive effect of vinas applications on the shoot length is due to the very rich plant

nutrient content. Vermicompost applications were also found to be statistically significant compared to the control group. 8% dose vermicompost application showed an increase of 44% compared to the control. Similarly, in a study examining the effects of vermicompost on vine seedlings, it was determined that 10% dose vermicompost application increased the shoot length 2.5 times compared to the control group (Açıkbaş, 2016). Again, in the study conducted by Bellitürk et al., (2017) on olive saplings, 10% dose vermicompost application increased the sapling height. Although molasses applications increased compared to control, it was not statistically significant.

The effects of the applications on the stem diameter were not found to be significant in general. It was determined that an increase was achieved in all vinas applications compared to the control, but only 4% vinas and 6% molasses applications showed a significant increase in shoot diameters compared to the control. In other applications, it remained at the same level as the control. Similarly, Bellitürk et al. (2017), the effects of vermicompost applications on olive saplings on trunk diameter were not found significant.

In general, the treatments did not cause a significant increase in the length of the saplings compared to the control. Only in vinas 8% and vinas 6% applications, the sapling lengths increased

compared to the control, and in other applications, it was statistically in the same group as the control. In a study examining the effects of vermicompost on the development of olive saplings, applications significantly increased the height of the saplings (Bellitürk et al., 2017). This situation can be explained by the bush form of the aronia plant.

The effects of the applications on the leaf area were found to be statistically significant. In all of the applied organic preparations, positive results were obtained compared to the control. Molasses

applications increased the leaf area the most compared to control, followed by vermicompost and vinas. The applications that increased the leaf area the most compared to the control were found to be 10%, 8%, 6% and 6% of vinas, respectively. The effect of organic preparations on increasing leaf areas is a result of the high content of nutrients such as nitrogen and phosphorus.

Results related to the effects of vermicompost, molasses and vinas applications on stem fresh weight in aronia saplings Table 2. has also been given.

**Table 2.** Effects of applications on some stem and root properties of sapling

Application	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Root length (cm)
Control	13.03 b*	12.16 d	33.10 f	18.95 b	67.6 d
%2 Vinas	10.47 b	9.73 f	62.37 a	30.51 a	77.0 c
%4 Vinas	15.40 ab	14.31 b	61.50 a	27.03 ab	85.0 b
%6 Vinas	19.50 a	16.06 a	58.03 b	25.35 ab	80.6 c
%8 Vinas	15.60 ab	12.95 c	45.53 d	24.28 ab	59.6 e
%10 Vinas	15.03 ab	13.98 c	51.70 c	22.63 ab	61.3 e
%2 Molasses	11.53 b	10.35 e	38.00 e	18.74 b	85.6 b
%4 Molasses	14.47 ab	11.64 de	50.83 c	22.87 ab	77.6 c
%6 Molasses	14.43 ab	12.30 d	46.50 d	21.69 ab	68.3 d
%8 Molasses	15.03 ab	11.42 d	56.60 b	22.87 ab	54.6 f
%10 Molasses	13.03 b	11.02 de	37.83 e	18.06 b	88.0 b
%2 Vermikompost	14.47 ab	10.14 e	51.57 c	23.31 ab	77.6 c
%4 Vermikompost	12.53 b	10.80 e	55.90 b	25.93 ab	73.0 d
%6 Vermikompost	14.93 ab	12.17 d	63.90 a	24.68 ab	106.0 a
%8 Vermikompost	11.43 b	10.33 e	47.53 d	25.10 ab	80.0 c
%10 Vermikompost	10.90 b	8.82 g	45.70 d	21.91 ab	96.3 a

\*: There is no difference between the averages shown with the same letter in the same column

The effects of the applications on stem fresh weight were not found to be significant in general. Compared to the control, only 6% increase in vinas application was detected. In this application, stem fresh wet weight increased by 66% compared to the control. Similarly, Bellitürk et al. (2017), the application of vermicompost in olive saplings did not have a significant effect on the dry weight of the plant.

Differences were determined between the effects of applications on stem dry weight. While vinas applications increased the stem dry weight compared to the control except 2% dose, the stem dry weights were generally decreased in molasses and vermicompost applications compared to the control. The highest stem dry weights occurred in 6%, 4%, 10% and 8% vinas applications, respectively. This effect of vinas applications can be explained by its rich nutrient content. All doses of

molasses, vinas and vermicompost increased the root fresh weight statistically compared to the control. The applications that increased the root fresh weight the most compared to the control were determined as 6% vermicompost, 2%, 4% and 6% vinas, respectively. Increases in 6% vermicompost, 2% and 4% vinas applications compared to control were calculated as 93.1%, 88.4% and 85.8%, respectively. Similarly, Açıkbaş (2016) found that vermicompost application in vine saplings increased the root fresh weight by 58% compared to the control. Again, Bellitürk et al. (2017) also determined that the application of 10% dose vermicompost on olive saplings increased the root fresh weight by 25% compared to the control.

Although the average root dry weight results increased in most of the applications compared to the control, these increases were not found to be statistically significant, only 2% of vinas

application increased the root dry weight statistically significantly compared to the control. Root dry weight of 18.95 g in the control vinas 2% dose was determined as 30.51 g in this application. In the study conducted by Sax and Scharebroch, (2017), the effect of vermicompost application on aronia saplings on root dry weight was not found significant. On the other hand, in Açıkbaz (2016) grape saplings, Bellitürk et al. (2017) also determined that the application of vermicompost in olive saplings increased the root dry weight.

Differences were determined between the effects of the applications on the root length of the saplings. In some applications, while the root length increased significantly compared to the control, in some applications a decrease was determined. The applications with the highest increase compared to the control were determined as 6% vermicompost, 10% vermicompost, 10% molasses, 2% molasses and 4% vinas, respectively. Of these, the increase in 6% vermicompost compared to the control was calculated as 56.8%. On the other hand, root lengths decreased in 8% molasses, 8% vinase and 10% vinas applications compared to the control.

## Conclusions

The effects of vinas, molasses and vermicompost applications on the development of aronia saplings were generally positive. The highest values were obtained in the application of 2% vinas in the number of shoots, 10% vinas in the shoot length, 6 and 8% in the plant length, 10% molasses in the leaf area, and 6% molasses in the stem diameter. In general, it has been determined that the positive effects of vinas and molasses applications on plant development are more than vermicompost. Vinas and vermicompost applications had a significant effect on root development compared to other applications. In general, molasses (6-8 %) and vinas (4-6 %) applications can be recommended in growing aronia saplings.

## References

- Açıkbaz, B., (2016). Vermikompostun Trakya İlkeren/5BB aşısı kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13, (4), 131-138.
- Ay, T., (2016). Çevre odaklı üretim ve tarımsal girişimcilik bağlamında: Vermikültür. *Journal of Life Economics*, 3, (2), 1-18.
- Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M., Bertelli, D., (2004). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *Journal of Food Science*, 69, (3), 164-169.
- Chrubasik, C., Li, G., Chrubasik, S., (2010). The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 24, (8), 1107-1114.
- Dilas, S., Knez, Z., Cetojevic-Simin, D., Tumbas, V., Skerget, M., Canadanovic-Brunet, J., Cetkovic, G., (2012). In vitro antioxidant and antiproliferative activity of three rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract formulations. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, (10), 2052-2062.
- Fidancı, A., (2015). Türkiye için yeni bir minör meyve: Aronia bitkisi ve yetiştirme teknikleri, VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 25-29 Ağustos 2015, Çanakkale.
- Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Heinonen, I.M., Mykkanen, H.M., Torronen, A.R., (1999). Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, (6), 2274-2279.
- Hirvi, T., Honkanen, E., (1985). Analysis of the volatile constituents of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* Ell). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36, (9), 808-810.
- Koponen, J.M., Happonen, A.M., Mattila, P.H., Torronen, A.R., (2007). Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, (4), 1612-1619.
- Sax, M.S., Scharenbroch, B.C., (2017). Assessing alternative organic amendments as horticultural substrates for growing trees in containers. *Journal of Environmental Horticulture*, 35, (2), 66-78.
- Seidemann, J., (1993). Die Aroniafrucht eine bisher wenig bekannte Obstart. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 89, (5), 149-151.
- Snebergrova, J., Cizkova, H., Neradova, E., Kapci, B., Rajchl, A., Voldrich, M., (2014). Variability of characteristic components of aronia. *Czech Journal of Food Sciences*, 32, (1), 25-30.
- Tolic, M.T., Jurcevic, I.L., Krbavcic, I.P., Markovic, K., Vahcic, N., (2015). Phenolic content, antioxidant capacity and quality of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Food Technology and Biotechnology*, 53, (2), 171-179.
- Türker, M., Karadağ, S., Işık, Y., (2015). Pakmaya Çevre Teknolojileri: 30 Yıllık Deneyim, 6. Ulusal Hava Kirliliği Kontrolü Sempozyumu.
- Ulus, F., Yavuzaslanoğlu, E., (2017). The effect of different fertilizer applications on plant and fruit yield in greenhouse organic tomato growing. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5, (13), 1757-1761.
- Wawer, I., Wolniak, M., Paradowska, K., (2006). Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*, 30, (2), 106-113.

# Antifungal Activities of Different Organic Solvent Extracts of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Against Some Plant Pathogenic Fungi

Abdurrahman ONARAN<sup>1</sup>, Tamer YAVUZ<sup>2</sup>, Yusuf BAYAR<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant and Animal Production, Kumluca Vocational School of Higher Education, Akdeniz University, Antalya, Turkey

<sup>2</sup> Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Kırşehir,40100, Turkey

<sup>3</sup> Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Kırşehir,40100, Turkey

\* Corresponding Author

yusuf.bayar@ahievran.edu.tr

Article History:

Geliş tarihi: 19.10.2022

Kabul Tarihi: 21.12.2022

**Anahtar kelimeler:** Antifungal aktivite, Bitki ekstraktı, Bitki patojenleri, *Panicum virgatum*, Öldürücü konsantrasyon

**Keywords:** Antifungal activities, Plant extract, Plant pathogens, *Panicum virgatum*, Lethal concentration

## Abstract

This study was carried out to determine the antifungal activities of different organic solvent (acetone, ethyl acetate, chloroform and methanol) extracts of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) against the plant pathogens *Sclerotinia sclerotiorum* (Ss), *Alternaria solani* (As), *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) and *Verticillium dahliae* (Vd). In the research, Trailblazer (PI 549094) variety of Nebraska origin and 70 SG 081 numbered line (PI 642267) of North Dakota origin of switchgrass were used as plant material. 100 g of *P. virgatum* plant samples were weighed and put into 1 liter glass jars. Extraction was carried out by adding organic solvents; acetone, ethyl acetate, chloroform and methanol in separate jars, enough to cover the plant parts. Antifungal activities of the extracts were determined by using food poisoning method. In addition, LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> doses of the extracts of switchgrass PV1cultivar and PV2 line. In general, it was determined that Ss was the most sensitive pathogen to PV1 and PV2 extracts, followed by Vd, Forl and As. As a result of the dose-effect study, the lowest LC value for PV1 was 0.66 mg/mL against Vd with acetone extract. Among different organic extracts of PV2, the lowest LC<sub>50</sub> value was determined against Ss as 0.48 mg/ml with methanol extract.

## Dallı darının (*Panicum virgatum* L.) Farklı Organik Çözücü Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslar Karşı Antifungal Aktiviteleri

### Özet

Bu çalışma, dallı darının (*Panicum virgatum* L.) farklı organik çözücü (aseton, etil asetat, kloroform ve metanol) ekstraktlarının bitki patojeni *Sclerotinia sclerotiorum* (Ss), *Alternaria solani* (As), *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) ve *Verticillium dahliae* (Vd) üzerine antifungal aktivitelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada dallı darının Nebraska orijinli Trailblazer (PI 549094) çeşidi ve Kuzey Dakota orijinli 70 SG 081 numaralı hattı (PI 642267) bitki materyali olarak kullanılmıştır. *P. virgatum* bitkilerinden 100'er g tartılarak, 1 litrelik cam kavanozlara konulmuştur. Bitki örneklerinin üzerini kapatacak kadar aseton, etil asetat, kloroform ve metanol organik çözücüleri ayrı ayrı kavanozlarda ilave edilerek ekstraksiyon yapılmıştır. Farklı organik çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların antifungal aktiviteleri gıda zehirlenmesi metodu kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, PV1 çeşit ve PV2 hattan elde edilen ekstraktların doz-etki denemeleri ile LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> etkili dozları hesaplanmıştır. Genel olarak PV1 ve PV2 ekstraktlarına en hassas patojenin Ss olduğu, bunu Vd, Forl ve As'nin izlediği belirlenmiştir. Doz etki sonuçlarına göre PV1'de en düşük LC değeri Vd'ya karşı aseton ekstraktında 0.66 mg/mL olarak belirlenmiştir. PV2'nin farklı organik ekstraktları içerisinde ise en düşük LC<sub>50</sub> değeri 0.48 mg/ml olarak metanol ekstraktı ile Ss'a karşı belirlenmiştir.

## Introduction

Plant pathogenic fungi cause widespread damage in agricultural areas where vegetable cultivation is carried out worldwide. The causative agent of white mold disease on cucumbers worldwide is *Sclerotinia sclerotiorum* Lib.De Bary. This pathogen causes intense damage in the areas where cucumber production is made (Purdy, 1979). *Alternaria solani* is the causative agent of early blight disease on tomatoes. The pathogen causes significant yield losses in tomato production areas in Turkey (Yazıcı et al., 2011). *Verticillium* wilt is a worldwide disease caused by the pathogen *Verticillium dahliae* Kleb (Bhat and Subbarao, 1999). *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* is the causative agent of root rot disease of tomatoes (Lagopodi et al., 2002).

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) is a North American perennial C4 forage crop that responds well to fertilization, has a high biomass yield, wide adaptability, and can use marginal areas (Vogel et al., 1985; Monti et al., 2001; Parrish and Fike, 2005; Wright and Turhollow, 2010). In addition, it is a high-energy plant species used in cellulosic ethanol and biofuel production (Schmer et al., 2008).

Switchgrass has been used as a folk remedy, and is suggested to have a variety of biological functions derived from its phytochemical properties. Switchgrass extracts contain bioactive phenolic compounds of different classes vanillic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, rutin, and quercitrin (Hu et al., 2010; Ho et al., 2022). Known to provide various health benefits, such as antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory and anticancer activities (Tao et al., 2019; Ho et al., 2022).

Due to the harmful effects of pesticides used today, scientists are making great efforts to develop alternative control methods that are harmless to the environment and human health. Some of these methods are the use of plant extracts (Kordali et al., 2009), plant essential oils (Soylu et al., 2005), biological control agents (Onaran and Yanar, 2011)

and entomopathogens against diseases and harmful organisms (Atay and Kepenekçi, 2016). Plant extracts, which have a broad effect, come first among these methods. It was determined in various studies that plant extracts had antifungal (Yanar et al., 2011), antibacterial (Yıldırım et al., 2003), insecticidal (Gökçe et al., 2007), nematocidal (Kepenekçi and Sağlam, 2015), and herbicidal effects (Yılar et al., 2020). However, each study provides a new source for science, since each plant contains different antifungal metabolites and compounds.

In this study, it was aimed to (1) determine the antifungal activity differences between switchgrass variety and line, (2) investigate the antifungal activity of extracts obtained in different organic solvents, and (3) determine the antifungal activity against different plant pathogens.

## Materials and Methods

### Fungi Culture

Plant pathogenic fungi used in the study were *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, and *Verticillium dahliae*. They were isolated from cucumber and tomato plants in greenhouse cultivation areas in Antalya province. Plant pathogenic fungi (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and *Verticillium dahliae*) were obtained from stock cultures in Plant Pathology laboratory, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Ahi Evran University. Pathogens were grown in PDA (Potato dextrose agar) medium at 22±2°C for seven days.

### Plant materials

In the study, Trailblazer (PI 549094) variety of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) from Nebraska and 70 SG 081 line from North Dakota (PI 642267) were used as plant materials. The plant materials were washed with sterile distilled water and dried in the shade at room temperature. The dried plant materials were passed through a grinder (Waring Group, Model 8011 EB) and separated into small pieces.

**Table 1.** Plant materials used in the study.

Plant extracts no	USDA /ARS Registration Name	USDA /ARS PLANT ID	Origin
PV1	PI 549094	TRAILBLAZER (Variety)	ABD Nebraska
PV2	PI 642267	70 SG 081 (Line)	ABD North Dakota

### Plant extracts

100 g of *Panicum virgatum* plants were weighed and put into 1 liter glass jars. Organic solvents; acetone, ethyl acetate, chloroform and methanol organic solvents were added in separate jars to cover the plant parts. Samples were shaken for 3 days at 120 rpm in an orbital shaker (Lab. Corporation Group, Model SI-300) for 72 hours (30 °C). Methanol was removed by evaporation at 40°C with a rotary evaporator (Heildolph Group, Model Hei-Vap-Presicion). Obtained dry extracts were dissolved in 5% dimethyl sulfoxide (DMSO).

### Determination of the antifungal activities of the extracts

The antifungal activities of the plant extracts (PV1 and PV2) were determined by agar plate method (Nwosu and Okafor, 1995). Extracts were added to PDA at 40°C to give the final concentration of positive control (Thiram 80%), 0, (negative control) 0.5, 1, and 2 mg/mL for each extract and then the PDA with extracts were poured (~10 ml plate<sup>-1</sup>) each alone in petri plates (60 mm in diameter). Agar discs (5mm in diameter) from the seven-day-old cultures of the desired fungus were transferred into the petri plates. These fungus cultures were incubated at 22±2°C for 10 days. Fungus mycelial growth was recorded daily. Thiram 80% (w/v) (Commercial fungicide) was used as positive control. DMSO 5% (v/v) was used as negative control. Experiment was set up in 4 replications and repeated 2 times.

The percentage of mycelial growth inhibition was calculated according to the formula mentioned by (Pandey et al., 1982).

$$I = 100 \times (dc - dt) / dc$$

I: mycelial growth inhibition

dc: mycelial growth in control

dt: mycelial growth in treatment

**Statistical analysis.** All statistical data were performed by SPSS 15.0 software (SPSS,

Chicago, IL). Comparison of means was analyzed by Tukey's multiple range test analyzed the comparison of means, and differences were considered significant when P<0.05.

### Results and Discussion

As a result of the study, differences in antifungal activity were determined between switchgrass variety and line. The effects of different solvent extracts of *Panicum virgatum*, cultivar PV1 and line PV2 on mycelial growth of the test fungi are given in Figure 1, 2, 3, and Table 2, 3, 4.

It was observed that the effects of the acetone, ethyl acetate, chloroform and methanol extracts of *Panicum virgatum*, PV1 cultivar and PV2 line, on the plant pathogen Forl were different from each other. It is found that the 2 mg/ml dose of PV1 variety and PV2 line acetone extract inhibited the mycelial development of Forl by 73% and 100%, respectively. Ethyl acetate, chloroform, and methanol extracts were found to inhibit mycelial growth of the fungus at different rates.

2 mg/ml dose of acetone, ethyl acetate, chloroform, and methanol extracts obtained from PV1 cultivar and PV2 line showed different levels of inhibitory activity on the mycelial growth of *V. dahliae*. The highest inhibition on the mycelial growth of *V. dahliae* was observed in the acetone extract of the PV1 variety and 88% in the methanol extract of the PV2 line.

Different plant extracts from PV1 cultivar and PV2 line gave different responses to *A. solani* depending on the dose. At the highest dose used, it was determined that the most effective effect on mycelium growth of the fungus was in methanol extracts of PV2 and acetone extracts of PV1. Methanol of PV2 and acetone extracts of PV1 inhibited mycelium growth of the fungus by 73.73% and 73.15%, respectively.

It was determined that the extracts obtained from PV1 cultivar and PV2 line were the most affected fungus species *S. sclerotiorum*. Except for PV1 Ethyl acetate, methanol, and PV2 acetone, all other



extracts inhibited mycelium growth of the plant pathogen 100% (Table 2). Considering all the extracts, it was determined that the acetone extract obtained from the PV1 variety and the PV2 line were the most effective on plant pathogens. The

pathogen most sensitive to extracts is *S. sclerotiorum*, while the most tolerant is *A. solani*. In addition, plant extracts with different solvents obtained from both plants showed high activity on different plant pathogens.

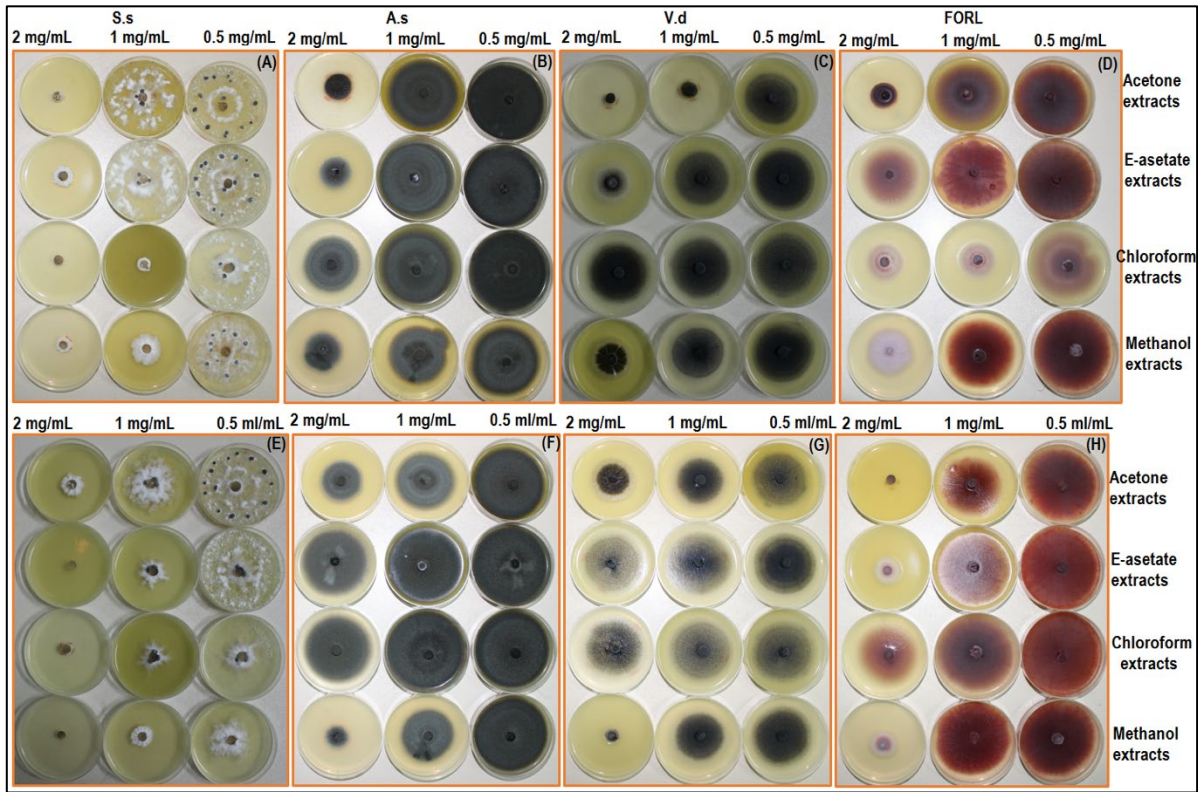


Figure: 1. *Panicum virgatum*'un Mycelium growth against test fungi of PV1 cultivar extracts (A,B,C,D), and PV2 line (E,F,G,H). S.s.=*S. sclerotiorum*, A.s.= *A. solani*, V.d= *V. dahliae*, Forl=*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Photographs were taken at 10 days after inoculation.

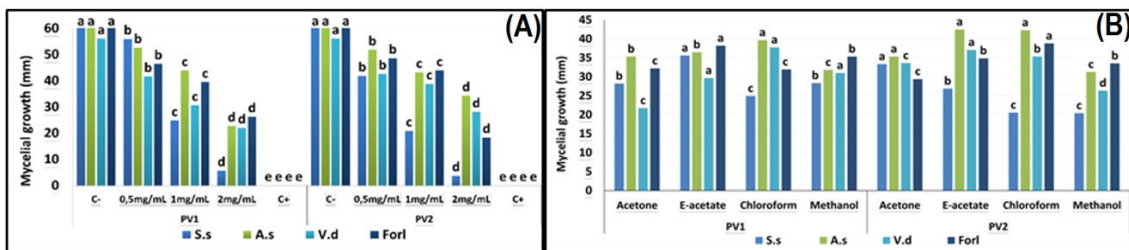


Figure 2: Evaluation of the doses of PV1 and PV2 against test fungi were shown in (A), and evaluation of organic solvents in (B)

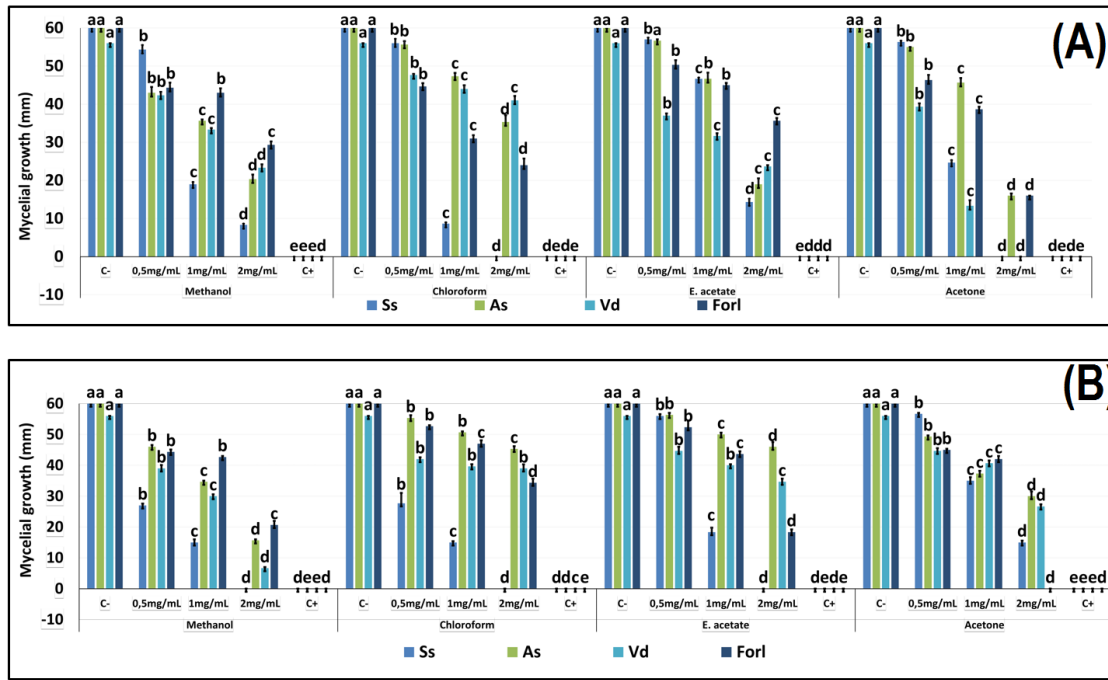


Figure 3. Mycelial growth means of PV1 (A) and PV2 (B) four different extracts (Acetone, E-acetate, Chloroform and Methanol) against test fungi

**Table 2.** Percent mycelium growth inhibition of PV1 and PV2 four different extracts (Acetone, E-acetate, Chloroform and Methanol) against test fungi

	Doses (mg/mL)	Methanol		Chloroform		Ethyl acetate		Acetone	
		PV1	PV2	PV1	PV2	PV1	PV2	PV1	PV2
		Ss	C-	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
	0.5	9.00±2.06 <sup>d</sup>	54.85±1.15 <sup>c</sup>	6.80±1.68 <sup>c</sup>	54.20±5.72 <sup>c</sup>	8.22±0.46 <sup>d</sup>	6.63±1.01 <sup>c</sup>	6.54±0.49 <sup>c</sup>	6.25±0.45 <sup>d</sup>
	1	68.80±0.72 <sup>c</sup>	75.25±1.47 <sup>b</sup>	85.20±0.59 <sup>b</sup>	74.62±0.19 <sup>b</sup>	22.60±0.83 <sup>c</sup>	69.08±2.52 <sup>b</sup>	58.89±1.30 <sup>b</sup>	42.14±1.77 <sup>c</sup>
	2	86.16±0.76 <sup>b</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	75.84±1.53 <sup>b</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	75.18±1.00 <sup>b</sup>
	C+	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>
As	C-	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>
	0.5	28.69±2.31 <sup>d</sup>	23.30±0.89 <sup>d</sup>	3.2±3.20 <sup>d</sup>	7.89±1.06 <sup>cd</sup>	2.32±2.32 <sup>d</sup>	6.74±0.94 <sup>d</sup>	7.73±0.18 <sup>d</sup>	17.50±0.33 <sup>d</sup>
	1	40.47±0.98 <sup>c</sup>	42.01±0.49 <sup>c</sup>	21.01±1.11 <sup>c</sup>	15.88±0.76 <sup>bc</sup>	22.75±4.34 <sup>c</sup>	16.66±0.77 <sup>c</sup>	23.91±1.74 <sup>c</sup>	37.96±1.26 <sup>c</sup>
	2	65.87±1.74 <sup>b</sup>	73.73±0.47 <sup>b</sup>	41.35±2.80 <sup>b</sup>	24.32±6.22 <sup>b</sup>	68.27±2.48 <sup>b</sup>	23.82±2.62 <sup>b</sup>	73.15±0.87 <sup>b</sup>	50.01±2.57 <sup>b</sup>
	C+	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>
Vd	C-	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>
	0.5	29.26±0.99 <sup>c</sup>	35.01±3.77 <sup>d</sup>	20.98±5.47 <sup>b</sup>	30.44±0.87 <sup>b</sup>	38.38±1.06 <sup>b</sup>	24.95±2.33 <sup>c</sup>	34.59±1.25 <sup>c</sup>	25.31±1.61 <sup>d</sup>
	1	43.97±7.44 <sup>c</sup>	50.46±0.92 <sup>c</sup>	26.76±1.44 <sup>b</sup>	33.79±1.33 <sup>b</sup>	47.15±6.28 <sup>b</sup>	25.78±0.74 <sup>c</sup>	77.68±2.34 <sup>b</sup>	32.02±1.55 <sup>c</sup>
	2	61.44±1.61 <sup>b</sup>	88.57±0.51 <sup>b</sup>	31.43±1.61 <sup>b</sup>	35.29±3.89 <sup>b</sup>	60.2±12.29 <sup>b</sup>	33.67±1.43 <sup>b</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	55.06±1.18 <sup>b</sup>
	C+	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>
Forl	C-	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
	0.5	25.92±1.89 <sup>c</sup>	25.63±2.95 <sup>c</sup>	25.63±4.87 <sup>d</sup>	12.32±2.31 <sup>c</sup>	16.43±2.06 <sup>c</sup>	12.76±3.69 <sup>d</sup>	22.74±2.19 <sup>d</sup>	24.91±0.14 <sup>c</sup>
	1	28.21±1.55 <sup>c</sup>	29.01±0.26 <sup>c</sup>	48.06±0.29 <sup>c</sup>	21.89±3.57 <sup>c</sup>	25.34±1.07 <sup>c</sup>	26.94±1.21 <sup>c</sup>	35.55±1.07 <sup>c</sup>	30.47±1.92 <sup>b</sup>
	2	51.1±1.22 <sup>b</sup>	65.66±4.13 <sup>b</sup>	59.80±2.79 <sup>b</sup>	42.87±3.70 <sup>b</sup>	40.91±6.35 <sup>b</sup>	69.49±1.21 <sup>b</sup>	72.79±0.24 <sup>b</sup>	100.0±0.00 <sup>a</sup>
	C+	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100±0.00 <sup>a</sup>	100.0±0.00 <sup>a</sup>

Tukey's multiple range test was used to compare means and differences were considered significant when P<0.05. C+= Positive control; C-= Negative control; Ss= *Sclerotinia sclerotiorum*, As=*Alternaria solani*, Vd=*Verticillium dahlia*, Forl= *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*,

The study also performed dose-effect trials of different solvent extracts from PV1 cultivar and PV2 line. As a result of the dose-effect research, the effective doses of LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub>, and LC<sub>90</sub> were calculated and given in Tables 3 and 4. The LC<sub>50</sub> values on Ss of the PV1 variety, ethyl acetate, methanol, acetone and chloroform extract are 1.38, 0.92, 0.90 and 0.75, respectively. The LC<sub>50</sub> values of methanol, Acetone, Ethyl acetate and chloroform

extracts on As were determined as 1.21, 1.41, 1.52 and 2.36 (mg/mL), respectively. The LC<sub>50</sub> values of Acetone, Ethyl acetate, chloroform and methanol extracts on Vd were calculated as 0.66, 0.90, 1.37 and 1.57 (mg/mL). In the dose effect study of the PV1 variety on Forl, the LC<sub>50</sub> values of Acetone, chloroform, methanol and ethyl acetate extracts were 1.21, 1.25, 1.40 and 2.41 (mg/mL), respectively (Table 3).

**Table 3.** LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> values of 4 different extracts of PV1.

PV1	Effective Doses (mg/mL)	Ss			As			Vd			Forl		
		95% limits			95% limits			95% limits			95% limits		
		LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.
Methanol	LC <sub>10</sub>	0.44	0.29	0.55	0.20	0.11	0.29	0.22	0.11	0.33	0.22	0.11	0.32
	LC <sub>50</sub>	0.92	0.77	1.07	1.21	1.04	1.45	1.57	1.30	2.06	1.40	1.19	1.73
	LC <sub>90</sub>	1.93	1.56	2.73	7.23	4.65	15.5	11.0	6.16	32.1	8.88	5.41	21.2
	LCP9	9.33	5.42	25.4	322.5	92.9	2841.6	679.8	145.9	12494.3	450.4	116.7	5034.8
	Slope	3.969+-0.287			1.648+-0.230			1.517+-0.239			1.594+-0.231		
	Het.	3.16			0.54			0.53			0.59		
	X <sup>2</sup>	22.13			3.75			3.70			4.10		
Chloroform	LC <sub>10</sub>	0.53	0.49	0.57	0.72	0.47	0.91	0.29	0.18	0.38	0.18	0.06	0.29
	LC <sub>50</sub>	0.75	0.72	0.79	2.36	1.84	3.76	1.37	1.18	1.64	1.25	1.02	1.63
	LC <sub>90</sub>	1.06	0.10	1.14	7.72	4.53	24.9	6.56	4.43	12.5	8.93	4.87	32.1
	LCP9	2.21	1.93	2.64	95.6	28.2	1478.2	182.8	63.8	1070.1	578.5	104.6	22964.3
	Slope	8.525+-0.606			2.487+-0.296			1.881+-0.244			1.501+-0.229		
	Het.	0.32			1.88			0.23			1.03		
	X <sup>2</sup>	2.28			13.14			1.61			7.24		
Ethyl acetate	LC <sub>10</sub>	0.62	0.49	0.73	0.75	0.59	0.88	0.18	0.01	0.26	0.37	0.23	0.50
	LC <sub>50</sub>	1.38	1.23	1.59	1.53	1.3.6	1.78	0.90	0.77	1.04	2.41	1.90	3.57
	LC <sub>90</sub>	3.09	2.50	4.27	3.13	2.53	4.43	4.51	3.22	7.85	15.5	8.22	49.9
	LCP9	17.6	10.2	38.6	14.3	8.55	34.03	137.8	49.6	772.7	805.6	172.3	14338.1
	Slope	3.667+-0.288			4.129+-0.335			1.831+-0.241			1.585+-0.245		
	Het.	1.54			1.88			0.56			0.19		
	X <sup>2</sup>	10.80			13.16			3.90			1.36		
Acetone	LC <sub>10</sub>	0.57	0.52	0.62	0.60	0.50	0.70	0.36	0.30	0.40	0.33	0.18	0.44
	LC <sub>50</sub>	0.90	0.85	0.95	1.41	1.27	1.58	0.66	0.62	0.71	1.21	1.01	1.53
	LC <sub>90</sub>	1.40	1.30	1.54	3.29	2.71	4.32	1.24	1.13	1.41	4.48	2.96	9.99
	LCP9	3.63	3.02	4.62	19.9	12.4	39.6	4.68	3.59	6.75	72.6	24.3	635.8
	Slope	6.584+-0.480			3.481+-0.283			4.723+-0.393			2.248+-0.266		
	Het.	0.58			1.01			0.79			1.32		
	X <sup>2</sup>	4.04			7.10			5.53			7.92		

Ss= *Sclerotinia sclerotiorum*, As=*Alternaria solani*, Vd=*Verticillium dahlia*, Forl= *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, LC: Effective dose (Letal concentration) , Low.=Lower bound, Upr.=Upper bound, Het.= Heterogeneity, X<sup>2</sup>= Chi-square

The LC<sub>50</sub> values of PV2 variety, methanol, chloroform, ethyl acetate, and acetone extract on Ss were 0.48, 0.50, 0.83 and 1.24 (mg/mL), respectively. The LC<sub>50</sub> values of methanol, acetone, chloroform and ethyl acetate extracts on As were determined as 1.10, 1.78, 4.53 and 5.04 (mg/mL), respectively. The LC<sub>50</sub> values of methanol, chloroform, acetone, and ethyl acetate extracts on Vd were calculated as 0.87, 1.13, 1.90 and 2.06 (mg/mL). In the dose effect study of the PV2 variety on Forl, the LC<sub>50</sub> values of Acetone, ethyl acetate, methanol and chloroform extracts were 0.86, 1.38, 1.40 and 2.18 (mg/mL), respectively (Table 4).

**Table 4.** LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> values of 4 different extracts of PV2.

PV2	Effective Doses (mg/mL)	Ss			As			Vd			Forl		
		95% limits			95% limits			95% limits			95% limits		
		LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.	LC	Low.	Upr.
Methanol	LC <sub>10</sub>	0.18	0.06	0.28	0.31	0.22	0.38	0.29	0.16	0.41	0.35	0.25	0.44
	LC <sub>50</sub>	0.48	0.32	0.59	1.10	0.98	1.24	0.87	0.72	1.04	1.40	1.24	1.64
	LC <sub>90</sub>	1.28	1.02	1.98	3.95	3.07	5.72	2.58	1.94	4.32	5.61	4.07	9.19
	LCP9	10.5	4.83	65.2	59.7	29.7	170.7	25.9	11.5	123.7	106.1	45.7	395.7
	Slope	2.975+-0.324			2.306+-0.240			2.717+-0.260			2.130+-0.241		
	Het.	2.51			0.31			1.99			0.94		
	X <sup>2</sup>	17.59			2.14			13.95			6.61		
Chloroform	LC <sub>10</sub>	0.20	0.08	0.30	0.64	0.42	0.81	0.23	0.14	0.32	0.55	0.41	0.66
	LC <sub>50</sub>	0.50	0.35	0.62	4.53	3.04	10.1	1.13	0.98	1.32	2.18	1.84	2.80
	LC <sub>90</sub>	1.28	1.03	1.96	32.3	13.2	212.8	5.52	3.84	10.0	8.66	5.76	16.7
	LCP9	9.29	4.46	50.5	207.3	28.4	1411.5	159.6	56.9	898.5	161.7	61.4	785.8
	Slope	3.160+-0.328			1.504+-0.276			1.861+-0.241			2.138+-0.264		
	Het.	2.67			0.21			0.10			0.18		
	X <sup>2</sup>	18.71			1.45			0.70			1.29		
Ethyl acetate	LC <sub>10</sub>	0.55	0.50	0.59	0.69	0.46	0.87	0.35	0.21	0.47	0.50	0.41	0.58
	LC <sub>50</sub>	0.83	0.79	0.88	5.04	3.26	12.6	2.06	1.67	2.86	1.38	1.25	1.54
	LC <sub>90</sub>	1.27	1.18	1.40	37.1	14.2	302.7	12.2	6.90	34.4	3.80	3.10	5.03
	LCP9	3.128	2.63	3.94	255.3	31.4	2654.9	533.2	128.8	7237.3	32.6	19.5	67.6
	Slope	6.967+-0.515			1.479+-0.284			1.658+-0.250			2.911+-0.262		
	Het.	0.37			0.26			0.24			0.43		
	X <sup>2</sup>	2.62			1.80			1.71			3.04		
Acetone	LC <sub>10</sub>	0.55	0.47	0.62	0.28	0.15	0.39	0.32	0.18	0.43	0.39	0.19	0.53
	LC <sub>50</sub>	1.24	1.15	1.35	1.78	1.47	2.36	1.90	1.56	2.59	0.86	0.68	1.09
	LC <sub>90</sub>	2.80	2.43	3.37	11.5	6.58	31.4	11.5	6.56	31.4	1.86	1.37	3.89
	LCP9	15.70	10.98	25.5	603.1	142.3	8421.5	515.9	125.7	6855.3	9.70	4.40	79.5
	Slope	3.632+-0.284			1.581+-0.236			1.644+-0.247			3.792+-0.323		
	Het.	0.65			0.25			0.13			4.86		
	X <sup>2</sup>	4.52			1.74			0.88			29.13		

Ss= *Sclerotinia sclerotiorum*, As=*Alternaria solani*, Vd=*Verticillium dahlia*, FORL= *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, LC: Effective dose (Letal Concentration), Low.=Lower bound, Upr.=Upper bound, Het.= Heterogeneity, X<sup>2</sup>= Chi-square

Many previous studies reported that plant extracts show antifungal activity (Xue-Na et al., 2012; Yilar et al., 2020; Hernández-Ceja et al., 2021). It has been reported that ethanol extracts obtained from the leaves and fruit parts of *Pyrus serikensis* show biofungicide activity against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*,

*Rhizoctonia solani* and *Monillinia fructigena* (Yavuz et al., 2022).

Onaran and Başaran, (2018), *Muscari aucheri* (Boiss) Baker plant methanol extract (Flower + flower stalk) was found to be responsible for five different plant pathogens *Fusarium oxysporum* f.

sp. *cucumerinum*, *Alternaria solani*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, and *Botrytis cinerea* reported that it showed antifungal activity.

Ho et al., (2022) tested different biological activities of Switchgrass in a study they conducted. In addition to the anti-inflammatory properties, they have determined the potential biological activities of Switchgrass extracts anti-bacterial, anti-mycobacterial, anti-proliferative, anti-tyrosinase, and anti-elastase activity in vitro bioassays.

Six (plant age x field) ethanol extracts of a branched millet plant, collected from three different fields at two different ages [56 days (3 fields) and 112 days (3 fields)], against plant pathogenic bacteria (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Xanthomonas perforans*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ve *Pseudomonas mediterranea*) investigated the antibacterial activities. According to these results, different antimicrobial effects were observed in the plants from all fields, and even plants of the same age had a dissimilar impact. The applied extract dose (50%) was more sensitive to *Xanthomonas perforans* (98%) than *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (100%). In addition, 99% percent bacterial growth was observed against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, and 98.5% against *Pseudomonas mediterranea* (Vu, 2011). In a similar study, the effectiveness of branched millet plant extract against plant pathogenic fungi, plant pathogenic bacteria, and foodborne bacteria was determined (Bruce 2016).

## Conclusion

As a result of the study, it was determined that there were differences in antifungal activity of different organic solvent extracts between the switchgrass variety and lines. It is thought that plant pathogenic fungi give different antifungal responses to different organic solvents of switchgrass, resulting from different chemicals dissolved in organic solvents. In addition, LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> values of different solvent extracts of PV1 and PV2 were calculated in the study. The lowest LC<sub>50</sub> value was observed in the methanol extract of PV2 with 0.48 mg/mL versus Ss. This study showed that different organic solvent extracts of switchgrass variety and line had antifungal activity on plant pathogens.

## Acknowledge

The plant material used in this study was obtained from the TUBITAK project numbered 113 O 009. We thank TÜBİTAK for their contribution.

## Declarations

Conflict of interest the authors declare that they have no conflict of interest.

## References

- Atay, T. and Kepenekci, İ., (2016). Biological Control Potential of Turkish Entomopathogenic Nematodes Against *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26 (1): 7-10.
- Bhat, R. G., and Subbarao, K. V. (1999). Host range specificity in *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 89(12), 1218-1225.
- Bruce, Alexander Ian, "Switchgrass Extractives Have Potential as a Value-added Antimicrobial Against Plant Pathogens and Foodborne Pathogens. Master's Thesis, University of Tennessee, 2016.
- Gökçe, A., Whalon, M. E., Çam, H. I. T., Yanar, Y., Dem [idot] rtaş, İ. I. M., and Gören, N. (2007). Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40(6), 441-450.
- Hernández-Ceja, A., Loeza-Lara, P.D., Espinosa-García, F.J., García-Rodríguez, Y.M., Medina-Medrano, J.R., Gutiérrez-Hernández, G.F., Ceja-Torres, L.F. (2021). In Vitro Antifungal Activity of Plant Extracts on Pathogenic Fungi of Blueberry (*Vaccinium* sp.). *Plants*, 10, 852. <https://doi.org/10.3390/plants10050852>
- Ho, K.-V., Efrat, N., Schreiber, K.L., Vo, P.H., De Canha, M.N., van Staden, A.B., Payne, B.D., Oosthuizen, C.B., Twilley, D., Lei, Z. (2022). Assessing Anti-Inflammatory Activities and Compounds in Switchgrass (*Panicum virgatum*). *Agriculture*, 12, 936.
- Hu, Z., Sykes, R., Davis, M.F. (2010). Brummer, E.C.; Ragauskas, A.J. Chemical profiles of switchgrass. *Bioresour. Technol.* 101, 3253–3257.
- Kepenekci, I., and Saglam, H. D. (2015). Extracts of Some Indigenous Plants Affecting Hatching and Mortality in the Root-Knot Nematode [*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood]. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 39.
- Kordali S., Cakir, A., Akcin, TA., Mete, E., Akcin A., Aydin, T. and Kilic, H. 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Ind. Crop Prod.* 29: 562-570.
- Lagopodi, A. L., Ram, A. F., Lamers, G. E., Punt, P. J., Van den Hondel, C. A., Lugtenberg, B. J., and Bloemberg, G. V. (2002). Novel aspects of tomato root colonization and infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* revealed by confocal laser scanning microscopic analysis using the green fluorescent protein as a marker. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 15(2), 172-179.

- Monti, A., Venturi, P. and Elbersen, H.W. 2001. Evaluation of the establishment of lowland and upland switchgrass (*Panicum virgatum* L.) varieties under different tillage and seedbed conditions in northern Italy. *Soil Till. Res.* 63, 75-83.
- Nwosu, M.O. and Okafor, J.I., 1995. Preliminary studies of the antifungal activities of some medicinal plants against *Basidiobolus* and some other pathogenic fungi. *Mycoses* 38, 191-195.
- Onaran, A. and Başaran, M. (2018). Determination Of Antifungal Activity and Phenolic Compounds Of Endemic *Muscari aucheri* (Boiss.) Baker Extract . *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)* , 35 (1) , 60-67 .
- Onaran, A., and Yanar, Y. (2011). Screening bacterial species for antagonistic activities against the *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causal agent of cucumber white mold disease. *African Journal of Biotechnology*, 10(12), 2223-2229.
- Pandey, D.K., Tripathi, N.N., Tripathi, R.D., Dixit, S.N., 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz* 89:344–349.
- Parrish, D. J., and J. H. Fike. 2005. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24:423-459.
- Purdy, L. (1979). *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology*, 69(8), 875-880.
- Schmer, M. R., Vogel, K. P., Mitchell, R. B., and Perrin, R. K. (2008). Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(2), 464-469.
- Soylu, E.M., Yigitbas, H., Tok, F.M., Soylu, S., Kurt, S., Baysal, O. and Kaya, A.D. (2005). Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. against foliar and soil-borne fungal pathogens. *J. Plant Dis. Protect.*, 112: 229-239.
- Tao, J., Rajan, K., Ownley, B., Gwinn, K., D'Souza, D. (2019). Moustaid-Moussa, N.; Tschaplinski, T.J.; Labbé, N. Natural variability and antioxidant properties of commercially cultivated switchgrass extractives. *Ind. Crops Prod.*, 138, 111474.
- Vogel, K. P., Dewald, C. I., Gorz, H. J., and Haskins, F. A. (1985). Development of switchgrass, indiagrass, and eastern gamagrass: Current status and future. Range improvement in Western North America. *Proceedings Range Management*, Salt Lake City, Utah, February 14, 1985, pp. 51-62.
- Vu, Andrea Linh (2011). Identifying Pathogens of Switchgrass and Investigating Antimicrobial Activity of Switchgrass-Derived Extractives. Master's Theses. University of Tennessee, Knoxville. 2011.
- Wright, L. and Turhollow A., (2010). Switchgrass selection as a "model" bioenergy crop: A history of the process. *Biomass and Bioenergy* 34, 851–868,.
- Xue-Na, B., Cheng, J., Liang, W., Lan-Qing, M., Yu-Bo, L., Guang-Lu, S., You-Nian, W. (2012). Antifungal activity of extracts by supercritical carbon dioxide extraction from roots of *Stellera chamaejasme* L. and analysis of their constituents using GC-MS. In *Advances in Intelligent and Soft Computing*; Zhu, E., Sambath, S., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, Volume 134, pp. 653–662.
- Yanar, Y., Kadioglu, I., Gökçe, A., Demirtas, I., Gören, N., Çam, H., and Whalon, M. (2011). In vitro antifungal activities of 26 plant extracts on mycelial growth of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *African Journal of Biotechnology*, 10(14), 2625.
- Yavuz, A. , Onaran, A. ve Bayar, Y. (2022). Endemik Serik Armudu (*Pyrus serikensis*)'nun Yaprak ve Meyve Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslara Karşı Biyofungusidal Aktivitesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (2) , 256-262
- Yazici, S., Yanar, Y., and Karaman, I. (2011). Evaluation of bacteria for biological control of early blight disease of tomato. *African Journal of Biotechnology*, 10(9), 1573-1577.
- Yıldırım, A., Mavi, A. and Kara, A.A. (2003). Antioxidant and antimicrobial activities of *Polygonum cognatum* Meissn extracts. *J. Sci. Food Agric.*, 83:64-69.
- Yılar, M., Bayar, Y., Abaci Bayar, A.A and Genc, N. (2020). Chemical composition of the essential oil of *Salvia bracteata* Banks and the biological activity of its extracts: antioxidant, total phenolic, total flavonoid, antifungal and allelopathic effects. *Botanica serbica.* 44 (1): 71-79.

# Konya ve Karaman'daki Yabani Bitkilerden Faydalı Rizobakterilerin İzole Edilmesi ve Bazı Etki Mekanizmalarının Belirlenmesi

Osman YENER<sup>1\*</sup> Ahmet EŞİTKEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, KONYA, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, KONYA, TÜRKİYE

**\* Sorumlu Yazar**

osmynr@hotmail.com

**Yayın Bilgisi:**

Geliş tarihi: 06.07.2022

Kabul Tarihi: 22.08.2022

**Anahtar kelimeler:** ACC deaminaz,  
Azot Fiksetme, BBAR, Fosfor Çözme,  
Rizobakteri

**Keywords:** ACC deaminase,  
Nitrogen Fixation, PGPR,  
Phosphorus Removal, Rhizobacteria

## Özet

Bu çalışma 2020 yılında Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bitki Sağlığı laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada Konya ve Karaman illerinin muhtelif yörelerinde kültüre alınmamış tamamen doğal şartlarda yetişen ve özellikle de toprak yapısı değişik stres kaynaklı olan (kuraklık, tuz, kireç vb) yörelerdeki farklı bitkilerin kök bölgesinden alınan topraklardaki rizobakterilerin izolasyonu, patojenite testleri, tanımlanması, ACC deaminaz etkinliği, azot fiksetme, fosforu çözme, potasyumu çözme ve kalsiyumu kullanma özellikleri belirlenmiştir. 29 bitkinin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinde toplam 110 bakteri izole edilmiştir. Bakterilerin tamamı potajenite bakımından negatif sonuç vermiştir. ACC deaminaz aktivitesi yönünden 35 bakteri straini kuvvetli pozitif, 16 strain pozitif, 59 strain ise negatif sonuç vermiştir. Azot fikse etme özelliği yönünden 48 strain kuvvetli pozitif, 42 strain pozitif, 18 strain zayıf pozitif, 2 strain ise negatif sonuç vermiştir. Fosforu çözme özelliği yönünden 4 strain kuvvetli pozitif, 21 strain pozitif, 29 strain zayıf pozitif, 56 strain ise negatif sonuç vermiştir. Potasyumu çözme özelliği yönünden 1 strain zayıf pozitif, 109 strain ise negatif sonuç vermiştir. Kalsiyumu kullanma özelliği yönünden bütün strainler negatif sonuç vermiştir. Sonuç olarak izole edilen bakterilerin potasyum çözme ve kalsiyumu kullanma özellikleri bakımından negatif sonuç verip ACC deaminaz etkinliği, azot fiksetme ve fosforu çözme özellikleri bakımından pozitif sonuç vermeleri yaşadıkları ortamda canlılıklarını devam ettirebilmek için ihtiyaç duyulan stratejilerini geliştirdikleri kanaatine varılmıştır. Buna bağlı olarak faydalı rizobakteri izolasyon çalışmalarında bu durumun dikkate alınarak uygun alanlarda çalışmanın detaylandırılmasının daha faydalı olacağı söylenebilir.

## Isolation of Beneficial Rhizobacteria from Wild Plants in Konya and Karaman and Determination of Some Mechanisms of Action

### Abstract

This study was carried out in the Phytosanitary laboratory of the Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute in 2020. In this study, grown under natural conditions in various regions of Konya and Karaman provinces, and especially in different stress induced (drought, salt, lime etc.) of different plants in soil from the root zone soil structure as rizobakteri the isolation of pathogenicity tests, identification, ACC deaminase activity, nitrogen, phosphorus solving, solving potassium and calcium handling properties were determined. A total of 110 bacteria were isolated from the soil samples taken from the rhizosphere region of 29 plants. All of the bacteria gave negative results in terms of photogenicity terms of ACC deaminase activity, 35 bacterial strain showed strong positive results, 16 strain showed positive results, and 59 strain showed negative results. In terms of nitrogen fixing properties, 48 strain were strongly positive, 42 strain were positive, 18 strain were weakly positive, and 2 strain were negative. In terms of phosphorus solubility, 4 strain were strongly positive, 21 strain were positive, 29 strain were weakly positive, and 56 strain were negative. In terms of the ability to dissolve potassium, 1 strain gave a weak positive result, and 109 strain gave a negative result. In terms of the ability to use calcium, all isolates showed a negative result. As a result, potassium and calcium handling properties of the isolated bacteria that give a negative result in terms of solving and ACC deaminase activity, nitrogen and phosphorus fiksetme solving features needed to sustain their vitality in their environment that they produce positive results in terms of the develop their strategies and led to the formation of this opinion. Accordingly, it can be said that it will be more beneficial to work and detailed in appropriate fields by taking this situation into account in the studies of beneficial rhizobacteria isolates.

## Giriş

Bitkilerin kök bölgelerinde bulunan ve kökler ile pozitif ilişki halinde olan, bitkinin büyümesini olumlu yönde etkileyen ve stres etmenlerine karşı bitkiye destek olan organizmalar Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler (BBAR) olarak isimlendirilmektedirler. BBAR'ların en dikkat çekici özelliklerinden bazıları; havanın serbest azotunu bağlayabilmesi, fosforu ve ağır metalleri çözebilmesi, bitki hormonu, siderofor ve antibiyotikler üretebilmesi, suyun alımını artırması ve etkin kullanımını sağlaması, mineral madde alımını artırması, kök ve yeşil aksamın gelişimini desteklemesi, enzim aktivitesini artırması, sistemik dayanıklılığı artırması, yer ve besin yarıışı ile hastalık etmenini baskılayabilmesi gibi etki mekanizmaları ile bitki gelişimine katkı sağlamaktadır (Okon ve Kapulnik, 1986; Djordjevic ve ark., 1987; Ferreira ve ark., 1987; Bashan ve ark., 1993; Glick, 1995; Lucy ve ark., 2004; İmriz ve ark., 2014).

Bitki büyümesini artıran rizobakteriler bitkide olumlu etki gösteren ve bitkinin büyümesi ve gelişimini teşvik eden bakteriler olarak belirlenir. Genel olarak bitkilerin rizosferindeki bakterilerin %2'si ile %5'i arasındakiler BBAR grubu üyeleridir (Antoun ve Prévost, 2005; Barriuso ve ark., 2005). Genellikle kültüre alınmamış yabani bitkilerin rizosfer bölgesinden izole edilen bakteriler bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler olarak kabul edilmektedir (Kloepper ve ark., 1980; García ve ark., 2004). Rizobakteriler enerji ve besin kaynağı olarak bitkilerin rizosfer bölgesinden salgılanan bazı aminoasit ve şekerleri kullanabilmektedirler ve bu bölgeden sızan Karbon (C) ve Azot (N) kaynaklarından etkin bir şekilde faydalanmaktadırlar (Bhattacharyya ve Jha, 2012).

BBAR'lar tarafından da üretilen ACC deaminaz enzimi bitki tarafından üretilen etilen düzeyini dengeleyerek etilenin olumsuz etkilerini azaltmakta ve bitki büyüme ve gelişimine katkı sağlamaktadır (Glick, 1995; Glick ve ark., 1998; Safronova ve ark., 2006). Bitkilerin ürettiği ACC'nin büyük bir kısmı köklerden sızarak rizobakteriler tarafından karbon ve azot kaynağı olarak kullanılmakta (Duan ve ark., 2006) ve ACC deaminaz enzimi sayesinde parçalanmaktadır. Parçalanmış ACC, amonyak ve  $\alpha$ -ketobütirata dönüşmektedir. Bu sayede bitki için olumsuz bir durum oluşturacak olan ACC seviyesi düşürülerek aşırı etilen oluşumu engellenebilmektedir (Glick ve ark., 1998; Grichko ve Glick, 2001; Penrose ve ark., 2001). Ayrıca Bazı BBAR ırklarının tuzluluk ve kuraklık gibi stres şartlarında SOD, POD ve CAT gibi antioksidan enzimler ürettiği de bildirilmiştir (Arora ve ark., 2012).

BBAR'ların ACC deaminaz aktivitesine ilaveten azotu fikse etme, fosforu ve potasyumu çözme, kalsiyumu kullanma gibi özellikleri bitkilerin stres faktörleri ile mücadelelerinde olumlu katkı

sağlamaktadır. Bitkiler havadaki azotu depolama gibi bir yeteneğe sahip olmadıkları için havadaki azotu doğrudan büyüme için kullanamazlar. BBAR'lar havadaki serbest azotu hem simbiyotik hem de simbiyotik olmaksızın bağlayarak bitkilere kullanışlı hale getirerek ve bitki büyüme ve gelişimine katkı sağlıyorlar (Riggs ve ark., 2001; Esitken ve ark., 2006). Topraktaki fosfor bitkiler tarafından  $H_2PO_4^-$  (monobazik) veya  $HPO_4^{2-}$  (diabazik) fosfat anyonları formunda alınmaktadır. Reaktif olan bu anyonlar  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ve  $Al^{3+}$  gibi katyonlar ile çökmesi sebebi ile hareket kabiliyetleri sınırlıdır. Topraktaki inorganik durumdaki fosforun elverişliliğinde ve organik olan fosforun mineralizasyonunda, fosforun bitki kullanımına hazır hale getirilmesinde organik asitler ve fosforik asitler önemli rol oynamaktadırlar. Fosforun kullanılabilir hale getirilmesinde organik asit oluşumuna katkıda bulunan BBAR'lar büyük öneme sahip olmakla beraber bu bakterilerin biyolojik gübre olarak kullanılması ile bitkisel üretimin %10-15 arttığı bildirilmektedir (Yadav ve Dadarwal, 1997; Kumar ve Narula, 1999; Whitelaw, 1999; Ram ve ark., 2013). Potasyum, dünyada en bol bulunan elementler içerisinde olmasına rağmen bitkiler potasyumun sadece %1-2'sini kullanabilmektedir (Sparks ve Huang, 1985). Potasyumun geriye kalan kısmı diğer minerallerle bağlı olduğu için bitkiler tarafından kullanılamaz haldedir. Bu sebeple bitkilerin çoğunda potasyum noksanlığı görülmektedir (Xiao ve ark., 2017). Potasyumun serbest kalmasını sağlayan ve mineralizasyonu etkileyerek toprak verimliliğini arttıran faydalı mikroorganizmaların varlığı yapılan birçok çalışmalar sayesinde ortaya konmuştur (Parmar ve Sindhu, 2013; Meena ve ark., 2014b; Meena ve ark., 2016).

Bu bağlamda, bitki yetiştiriciliğinde hem daha az girdi ile üretim yapılabilmesini hem de abiyotik stres şartlarından bitkilerin daha az etkilenmesini sağlayacak faydalı rizobakterilerin izole edilmesi ve bunların etki mekanizmalarının belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Konya ve Karaman çevresinde pek çok stres kaynağı barındıran olumsuz toprak şartlarının (tuz, kireç, kuraklık vb.) hakim olduğu alanlar oldukça fazla olup buralarda faydalı rizobakterin izolasyonu ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bundan dolayı bu çalışmada bu alanlardaki yabani bitkilerin rizosfer bölgesinde bulunan faydalı bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve bazı etki mekanizmalarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma 2020 yılında yürütülmüştür. Bitki rizosfer toprak örnekleri, Konya ve Karaman illerinin toprak ve bitki yetiştiriciliği açısından olumsuz abiyotik şartların (tuzlu, kurak ve kireçli) hâkim olduğu bölgelerden kültüre alınmamış



tamamen doğal şartlarda yetişen 29 bitkinin köklerinin yüzey temas alanlarından alınmıştır.

### Bakterilerin izolasyonu

Farklı lokasyonlardan toplanan bitkilerin rizosfer toprağından 10 g tartılarak 250 ml hacmindeki erlene konularak üzerine 90 ml steril su eklenerek 90 ml steril su eklenerek karışım 30 dk çalkalanmıştır. Daha sonra erlenlerdeki karışım steril pipetle 1 ml alınarak içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplere konulup çalkalanmıştır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içinde 9 ml steril su bulunan tüpe aktarılıp çalkalanmıştır. Bu seyreltme işlemi 6 kez tekrarlanmıştır. Son 3 karışımından 0.1 ml alınarak içerisinde Nutrient Agar bulunan petrilere aktararak steril cam bağıtle yayılmıştır. Ekim yapılan petrilere 26 °C'ye ayarlı inkübatöre konulmuştur. İnkübasyon sonrası petrilere gelişen farklı renk ve şekildeki bakteri kolonilerinin her birisi saflaştırılmıştır (De Freitas ve ark., 1997; Rangarajan ve ark., 2003). İzole edilen bakteriler tanımlanma, etki mekanizmalarının belirlenmesi ve ilerideki çalışmalarda kullanılmak üzere Nutrient Agar besiyerinde çoğaltılarak -80°C de %30 gliserol içeren Nutrient Broth ortamında muhafaza edilmiştir.

### Tütünde aşırı duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) testi

Bitki rizosfer toprağından izole edilip saflaştırılan bütün bakteriler patojenite testi için Nutrient Agar besiyerine ekilerek, 24-48 saat 26°C'ye ayarlı inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen bakterilerden sdH<sub>2</sub>O ile konsantrasyonu 10<sup>8</sup> hücre/ml olan solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonlar 3cc'lik plastik enjektörlerle tütün (*Nicotiana tabacum L. Samsun*) yapraklarının alt kısmından damar aralarına enjekte edilmiştir. İnkübe edilen bitkiler en az 8 saat ışıklı bir ortamda bekletilerek inokulasyonun yapıldığı kısımda nekroz oluşup oluşmadığı gözlenmiştir. Ölü doku oluşumu HR pozitif, oluşmaması ise HR negatif olarak değerlendirilmiştir (Klement ve Goodman, 1967; Lelliott ve Stead, 1987).

### Mikroorganizmaların yağ asitleri profillerine göre tanılanması

Çalışmalarda kullanılmak üzere bitki rizosfer toprağından izole edilen ve - 80 °C'de muhafaza edilen bakteri izolatlarının yağ asit metil ester ekstraksiyonu (FAME), izolasyonu, saflaştırılması ve analizi yapılmıştır. Bilgisayar kontrollü gaz kromatografi sistemi olan Mikrobiyal Tanı Sistemi (MIDI, Inc., Newark, DE) kullanılarak kültüre alınan izolatların identifikasyonu yapılmıştır. Pozitif kontrol olarak MFD 120 *Xanthomonas compestris* pv. *phaseoli* (xcp) kullanılmıştır (Sasser, 1990).

### Bakteri izolatlarının ACC deaminaz enzim aktivitesinin belirlenmesi

Bakteri izolatlarının bitkilerde zararlı etilen üretimini baskılayan 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase (ACC-deaminaz) enziminin üretilme yetenekleri Penrose ve Glick (2003)'in belirttiği yöntemle göre DF besiyeri kullanılarak değerlendirilmiştir. Petrilere dökülen DF besiyeri katılaştıktan sonra test edilme istenen strainlerin çizgi ekim metodu ile ekimleri yapılmıştır. Petrilere 26 °C'de 48-72 saat inkübe edilerek koloni gelişimleri gözlemlenmiştir. Gelişim gösteren strainler ACC deaminaz pozitif olarak kabul edilmiştir. Bakterilerin gelişimi Resim 1.'de verilmiştir.

### Bakteri izolatlarının azot fikse etme özelliğinin belirlenmesi

Saflaştırılan bakteri izolatları NA besiyerine ekilerek 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 24-48 saat gelişmeleri için bekletilmiştir. Gelişen bakteri kültürlerinden N-Free Solid Malate-Sucrose besiyeri üzerine çizgi ekim yapılarak petrilere 26°C'ye ayarlı inkübatörde 7 gün bekletilmiş ve 7 günün sonunda besiyerinde gözlemlenen bakteri gelişimi pozitif olarak değerlendirilmiştir (Döbereiner, 1989). Bakterilerin gelişimi Resim 1.'de verilmiştir.

### Bakteri izolatlarının fosfor çözme özelliğinin belirlenmesi

Saflaştırılan bakteri izolatları NA besiyerine ekilerek 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 24-48 saat gelişmeleri için bekletilmiştir. Gelişen bakteri kültürlerinden içinde NBRIP-BPB (National Botanical Research Institutes's Phosphate Growth Medium) sıvı besiyeri bulunan tüplere ekim yapılmıştır. Ekim yapılan tüpler 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 14 gün bekletilmiştir. İnkübasyon sonrası besiyerinde gözlemlenen renk değişimi (sıvı besiyerinin renginin açık maviye dönmesi veya renk açılımı) pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Nautiyal, 1999). Besiyerindeki renk değişimi Resim 1.'de verilmiştir.

### Bakteri izolatlarının potasyumu çözme özelliğinin belirlenmesi

Saflaştırılan bakteri izolatları NA besiyerine ekilerek 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 24-48 saat gelişmeleri için bekletilmiştir. Gelişen bakteri kültürlerinden petri içindeki Aleksandrov besiyeri üzerine nokta ekimi yapılarak petrilere 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 14 gün bekletilmiştir. 14 günün sonunda gelişen bakterilerin etrafında meydana gelen şeffaf zon pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Maurya ve ark., 2014).

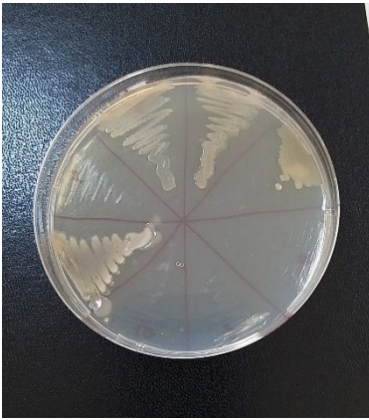
### Bakteri izolatlarının kalsiyumu kullanma özelliğinin belirlenmesi

Saflaştırılan bakteri izolatları NA besiyerine ekilerek 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 24-48 saat gelişmeleri için bekletilmiştir. Gelişen bakteri kültürlerinden petri içindeki YDC besiyeri üzerine nokta ekim yapılarak petri 26 °C'ye ayarlı inkübatörde 14 gün bekletilmiştir. 14 günün sonunda gelişen bakterilerin etrafında meydana gelen şeffaf zon pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Meena ve ark., 2014a).

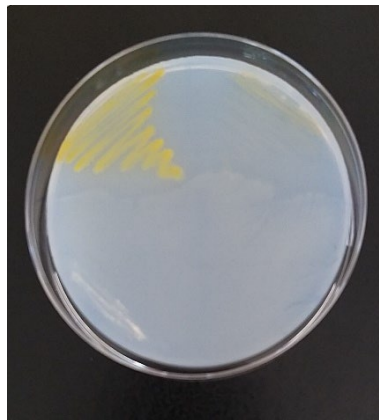
### Araştırma Bulguları

Konya ve Karaman illerinde yoğun stres kaynağı barındıran alanlarda belirlenen toplam 29 bitkiden toplanan rizosfer toprak örneklerinden 110 adet bakteri izole edilmiştir. İzole edilen bakterilere yapılan patojenite testleri sonucu patojen bakteri tespit edilmemiştir. Patojen bakteri tespit edilmediği için izole edilen bütün bakterilerin tanımlanması ve etki mekanizmaları belirlenmiştir. ACC deaminaz aktivitesi yönünden 35 bakteri straini kuvvetli pozitif, 16 strain pozitif, 59 strain ise negatif sonuç

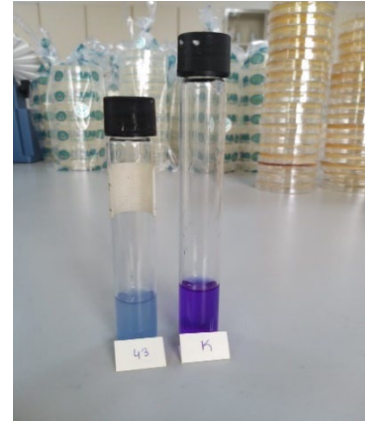
vermiştir. Azot fikse etme özelliği yönünden 48 strain kuvvetli pozitif, 42 strain pozitif, 18 strain zayıf pozitif, 2 strain ise negatif sonuç vermiştir. Fosforu çözme özelliği yönünden 4 strain kuvvetli pozitif, 21 strain pozitif, 29 strain zayıf pozitif, 56 strain ise negatif sonuç vermiştir. Potasyumu çözme özelliği yönünden 1 strain zayıf pozitif, 109 strain ise negatif sonuç vermiştir. Kalsiyumu kullanma özelliği yönünden bütün strainler negatif sonuç vermiştir (Çizelge 1). Bakteri strainlerinden 50 tanesi ACC deaminaz aktivitesi ve azot fikse etme özelliğine, 20 bakteri straini ACC deaminaz aktivitesi ve fosforu çözme özelliğine, 46 bakteri straini azot fikse etme ve fosforu çözme özelliğine, 18 bakteri straini ACC deaminaz aktivitesi, azot fikse etme ve fosforu çözme özelliklerinin hepsine sahipken. 1 strain ise bu sayılan özelliklerin hepsini kuvvetli pozitif olarak sonuç vermiştir. İzole edilen bakterilerin tanımlama işlemi sonucunda *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Chryseobacterium*, *Arthrobacter*, *Herbaspirillum*, *Micrococcus*, *Sphingobacterium*, *Microbacterium*, *Pedobacter*, *Brevibacillus*, *Pantoea* ve *Cedecea* cinslerine ait oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 1).



A



B



C

**Resim 1. A.** ACC deaminaz özelliğine sahip rizobakterilerin besiyerinde gelişmesi **B.** Azot fikse eden rizobakterilerin besiyerinde gelişmesi **C.** Fosforu çözen rizobakterilerin besiyerinde meydana getirdiği renk açılımı

**Çizelge 1.** Rizobakterilerin MIS tanı sonucu ve bazı etki mekanizmaları ile lokasyon bilgileri

Sıra No	Strain Kodu	MIS tanı sonucu	ACC	N	P	K	Ca	HR	Lokasyon
1	OY1	<i>Cedecea netira</i>	K+	+	-	-	-	-	Meke gölü
2	OY2	<i>Pseudomanas pseudoalcaligenes</i>	K+	K+	-	-	-	-	Meke gölü
3	OY3	<i>Bacillus agaradhaerens</i>	K+	K+	-	-	-	-	Meke gölü
4	OY4	<i>Pseudomanas syringae</i>	-	+	-	-	-	-	Meke gölü
5	OY5	<i>Bacillus pumilus GC subgroup B</i>	K+	K+	Z+	-	-	-	Meke gölü
6	OY6	<i>Bacillus pumilus GC subgroup B</i>	K+	K+	Z+	-	-	-	Meke gölü
7	OY7	<i>Pseudomanas fluorenses biotype B</i>	+	Z+	+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
8	OY8	<i>Pseudomanas syringae</i>	-	K+	+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
9	OY9	<i>Pseudomanas syringae</i>	-	+	+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
10	OY10	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	+	Z+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
11	OY11	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Karaman-Yeşildere
12	OY12	<i>Bacillus pumilus GC subgroup B</i>	-	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(kanal içi)
13	OY13	<i>Bacillus pumilus GC subgroup B</i>	-	K+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(kanal içi)
14	OY14	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(kanal içi)
15	OY15	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(kanal içi)
16	OY16	<i>Pantoea agglomerans GC subgroup A</i>	K+	K+	+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
17	OY17	<i>Pseudomanas putida biotype A</i>	+	+	+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
18	OY18	<i>Pseudomanas fluorenses biotype A</i>	+	Z+	K+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
19	OY19	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	K+	Z+	Z+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
20	OY20	<i>Paenibacillus validus</i>	-	Z+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
21	OY21	<i>Pseudomanas syringae</i>	-	+	+	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
22	OY22	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
23	OY23	<i>Bacillus atrophaeus</i>	K+	-	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
24	OY24	<i>Arthrobacter ramosus</i>	+	K+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
25	OY25	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	K+	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü
26	OY26	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü
27	OY27	<i>Flavobacterium johnsonia</i>	-	+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü
28	OY28	Tanımlanamadı	-	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü
29	OY29	<i>Pseudomanas cichorii</i>	-	K+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü
30	OY30	<i>Pseudomanas cichorii</i>	+	Z+	-	-	-	-	Karaman-Yeşildere
31	OY31	<i>Pseudomanas putida biotype B</i>	+	Z+	Z+	-	-	-	Karaman-Yeşildere
32	OY32	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
33	OY33	<i>Pseudomanas putida biotype B</i>	K+	+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
34	OY34	<i>Pseudomanas putida biotype B</i>	K+	+	-	-	-	-	Karaman-Ayrancı-Dokuzyol köyü
35	OY35	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	-	+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
36	OY36	<i>Pseudomanas fluorenses biotype A</i>	-	K+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
37	OY37	<i>Micrococcus luteus GC subgroup B</i>	-	K+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
38	OY38	<i>Sphingobacterium spiritivorum GC subgroup B</i>	-	+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
39	OY39	<i>Micrococcus luteus GC subgroup B</i>	-	+	Z+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)

40	OY40	<i>Pseudomonas savastanoi</i>	-	Z+	+	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
41	OY41	<i>Pseudomonas syringae</i>	-	Z+	+	Z+	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
42	OY42	<i>Pseudomonas fluoresces biotype B</i>	-	+	-	-	-	-	Ereğli-Özgürler köyü(tuzlu)
43	OY43	<i>Pseudomonasputida biotype B</i>	+	K+	K	-	-	-	Ereğli-Çiller(tuzlu-kireçli)
44	OY44	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	-	K+	+	-	-	-	Ereğli-Çiller(tuzlu-kireçli)
45	OY45	<i>Bacillus subtilis</i>	-	K+	-	-	-	-	Ereğli-Çiller(tuzlu-kireçli)
46	OY46	<i>Pseudomonas fluoresces biotype A</i>	-	+	+	-	-	-	Ereğli-Çiller(tuzlu-kireçli)
47	OY47	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	Z+	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
48	OY48	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	+	Z+	-	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
49	OY49	<i>Brevibacillus agri</i>	K+	+	-	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
50	OY50	<i>Bacillus subtilis</i>	+	K+	-	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
51	OY51	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
52	OY52	<i>Bacillus pumilus GC subgroup B</i>	-	K+	+	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
53	OY53	<i>Pseudomonas savastanoi</i>	-	K+	-	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
54	OY54	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	-	Z+	K	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
55	OY55	<i>Pseudomonas fluorescens biotype A</i>	K+	K+	+	-	-	-	Meke gölü(tuzlu)
56	OY56	<i>Bacillus viscosus</i>	-	+	-	-	-	-	Karapınar-Kıtören
57	OY57	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	-	K+	-	-	-	-	Karapınar-Kıtören
58	OY58	<i>Bacillus megaterium</i>	K+	K+	K	-	-	-	Karapınar-Kıtören
59	OY59	<i>Herbaspirillum autotrophicum</i>	+	+	Z+	-	-	-	Karapınar-Akören
60	OY60	<i>Pseudomonas fluorescens biotype B</i>	K+	K+	+	-	-	-	Karapınar-Akören
61	OY61	<i>Bacillus cereus GC subgroup A</i>	-	+	-	-	-	-	Karapınar-Akören
62	OY62	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Karapınar-Akören
63	OY63	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Karapınar-Akören
64	OY64	Tanımlanamadı	-	+	+	-	-	-	Karapınar-Akören
65	OY65	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
66	OY66	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	Z+	+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
67	OY67	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	Z+	-	-	-	-	Karapınar-Kıtören
68	OY68	<i>Arthrobacter aurescens</i>	+	K+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
69	OY69	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	Z+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
70	OY70	<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	+	+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
71	OY71	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	-	Z+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
72	OY72	<i>Bacillus GC group 22</i>	-	K+	-	-	-	-	Karapınar-Kıtören
73	OY73	<i>Bacillus megaterium GC subgrup A</i>	-	+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
74	OY74	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	+	Z+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
75	OY75	<i>Micrococcus luteus GC subgrup B</i>	K+	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
76	OY76	<i>Bacillus pumilus GC subgrup B</i>	-	+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
77	OY77	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	K+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
78	OY78	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	K+	+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
79	OY79	<i>Pseudomonas fluorescens biotype A</i>	-	+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
80	OY80	<i>Pseudomonas fluorescens biotype A</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
81	OY81	<i>Pseudomonas syringae</i>	-	+	+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
82	OY82	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
83	OY83	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	K+	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
84	OY84	<i>Bacillus viscosus</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
85	OY85	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	-	Z+	+	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
86	OY86	<i>Pedobacter heparinus</i>	-	+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
87	OY87	<i>Bacillus viscosus</i>	-	+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
88	OY88	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla

89	OY89	<i>Bacillus atrophaeus</i>	-	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Eskikişla
90	OY90	<i>Bacillus subtilis</i>	-	Z+	+	-	-	-	Karapınar-Akören
91	OY91	<i>Arthrobacter oxydans</i>	-	+	Z+	-	-	-	Karapınar-Akören
92	OY92	Tanımlanamadı	-	-	-	-	-	-	Karapınar-Akören
93	OY93	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	+	+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
94	OY94	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	-	Z+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
95	OY95	<i>Arthrobacter aureescens</i>	-	+	-	-	-	-	Karapınar-Kıtören
96	OY96	<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>	-	+	Z+	-	-	-	Karapınar-Kıtören
97	OY97	<i>Bacillus GC group 22</i>	K+	K+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
98	OY98	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
99	OY99	<i>Arthrobacter aureescens</i>	+	K+	Z+	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
100	OY100	<i>Bacillus subtilis</i>	+	K+	+	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
101	OY101	<i>Pseudomonas putida biotype A</i>	K+	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
102	OY102	<i>Pseudomonas putida biotype B</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
103	OY103	<i>Pseudomonas mucidolens</i>	K+	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
104	OY104	<i>Arthrobacter aureescens</i>	+	+	-	-	-	-	Emirgazi-Eğrikuyu
105	OY105	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Dölek
106	OY106	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Emirgazi-Dölek
107	OY107	<i>Microbacterium liquefaciens</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Dölek
108	OY108	<i>Arthrobacter oxydans</i>	-	+	-	-	-	-	Emirgazi-Dölek
109	OY109	<i>Bacillus subtilis</i>	K+	K+	-	-	-	-	Meke gölü
110	OY110	<i>Sphingobacterium spiritivorum</i>	K+	K+	-	-	-	-	Ereğli-özgürler köyü(tuzlu)

**K+** : Kuvvetli pozitif sonuç, **Z+** : Zayıf pozitif sonuç, **+**: Pozitif sonuç, **-**: Negatif sonuç, **ACC**: ACC deaminaz etkinliği, **N**: Azot fikse etme özelliği, **K**: Potasyum çözme özelliği, **Ca**: Kalsiyum kullanma özelliği, **P**: Fosfor çözme özelliği, **HR**: Tütünde aşırı duyarlılık testi (Patojenite testi)

## Tartışma ve Sonuç

Doğu Karadeniz Bölgesinde asit karakterdeki topraklarda yetişen çay bitkisinin rizosfer bölgesinden izole edilen, azot fiksetme ve fosfat çözme gibi özellikleri belirlenerek çay yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanılabilir. İzole edilen bakterilerin elde edilmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada 413 rizosfer toprak örneği 56 farklı lokasyondan toplanmış ve bu rizosfer toprak örneklerinden 460 adet bakteri izole edilmiştir. İzole edilen bakterilerin 394'ünün serbest N fikse edebildiği, 305'inin P çözebildiği, 265'inin ise hem N fiksedebildiği hem de P çözebildiği belirlenmiştir (Çakmakçı ve ark., 2012). Benzer bir çalışmada Hazar Denizinin Güney kıyılarında asit karakterli topraklardaki çay bitkilerinin rizosfer toprağında azot fiksetme ve fosfat çözme kabiliyetinde bakteri çeşitliliği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda 4 farklı lokasyondan 167 rizosfer toprak örneği alınarak bu toprak örneklerinden 263 bakteri izole edilmiş. İzole edilen bakteriler bitki gelişmesini teşvik etme özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu izolatlardan 216'sının azotu fikse edebildiği, 172'sinin fosforu çözebildiği ve 154'ünün ise hem serbest azot fiksedebildiği hem de fosfor çözebilme kabiliyetinde olduğu belirlenmiştir (Çakmakçı, 2015). Asidik çay topraklarında azot kullanımı ve fosfor alımının

azaldığı ve gübre etkinliğinin oldukça düştüğü (Çakmakçı ve ark., 2017) göz önünde bulundurulduğu zaman çay bitkisinin rizosfer bölgesindeki bakterilerin çoğunun serbest azotu fikse edebildiği ve fosfat çözücü özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Güney Hindistan çay alanlarında yapılan bir başka çalışmada çay bitkisinin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinde rizobakterilerin potasyumu çözme kabiliyetlerine bakılmıştır. Çalışma sonucunda çay bitkilerinin rizosfer bölgelerinden 152 adet bakteri izole edilmiş ve bu bakterilerin 30 adetinin potasyumu çözme kabiliyetine sahip olduğu belirlenmiştir (Bagyalakshmi ve ark., 2017). Çalışmanın yapıldığı bölgelerde topraklar asidik karakterde ve düşük potasyum içeriğine sahiptir (Ma ve ark., 2005). Bu çalışmada göstermektedir ki rizobakteriler potasyumca fakir topraklarda kendisinin ve beraber yaşadığı bitkinin hayatının devam etmesi için kendilerini potasyumu çözme kabiliyeti üzerine geliştirmişlerdir.

Yabani 23 bitkinin farklı kısımlarından (rizosfer toprağı, kök, gövde, yaprak, çiçek) izole edilen 243 rizobakterinin 11 tanesi azot fikse etme

ve fosforu çözme bakımından negatif sonuç vermişken 208 rizobakteri potasyumu çözme yönünden ve 221 rizobakteri ise kalsiyumu kullanma yönünden negatif sonuç vermiştir (Yılmaz ve ark., 2020). Kaya Özdoğan (2020)'nin Azot ve fosfor bakımından fakir ama potasyumca zengin toprak yapısına sahip bölgelerdeki 26 farklı bitkinin rizosfer toprağından 70 adet rizobakteri izole etmişlerdir. Bu rizobakterilerden 56'sının azot fikse ettiği, 46'sının fosfor çözebildiği ve 26'sının ise potasyumu çözebildiği belirlenmiştir. Potasyumu çözen bakterilerin sayısının azot fikse eden ve fosfor çözen bakterilere kıyasla az olması ve ayrıca bakterilerin potasyum çözme miktarlarının düşük olması bakterilerin izole edildiği bölgelerdeki topraklarda potasyum miktarlarının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Konya ve Karaman illerinde yapılan bu çalışmada da rizosfer toprak örneklerinin alındığı bölgeler kurak, tuzlu, kireçli ve organik madde bakımından oldukça fakir toprak yapısına sahiptir. Bu alanlar burada yaşayan bitkiler açısından olduğu kadar mikroorganizmalar için de uygun olmayan şartlara sahiptir. Bu bölgede bulunan faydalı rizobakteriler bitkilerin köklerinden salgılanan organik maddelerdeki C ve N gibi mineralleri kullansalar da hayatlarını devam ettirebilmek için ilave N kaynağı sağlama, topraktaki P gibi mineralleri etkin bir şekilde kullanabilme yeteneği geliştirmeleri gerekli görünmektedir. İzole edilen rizobakterilerin bir tanesi hariç hepsinin potasyumu çözme ve kalsiyumu kullanma özellikleri bakımından negatif olması, ACC deaminaz aktivitesi, azot fikse etme ve fosforu çözme özellikleri bakımından ise yüksek sayıda pozitif sonuç vermesi rizobakteriler hakkında şu kanaatin oluşmasına yol açmıştır. Rizobakteriler etki mekanizmalarını geliştirirken sadece bitkilerin ihtiyaçları doğrultusunda değil kendilerinin de hayatta kalabilmesi için buldukları ortamda stres etkilerini azaltmaya yönelik etki mekanizmalarını geliştirmektedirler. Azot bakımından zayıf bir toprakta yaşayan bakteriler hayatta kalabilmek için azot fikse etme özelliği geliştirmektedirler ya da ACC deaminaz özelliği geliştirerek bitki köklerinden sızan ACC yi amonyum (NH<sub>3</sub>) ve  $\alpha$ -ketobütrata indirgeyerek karbon ve azot kaynağı olarak kullanırken beraber yaşadığı bitkiyi stres şartlarından korumaktadırlar. Ayrıca havanın serbest azotunu tutarak kendisi için ihtiyaç olan azotu karşılamış olup dolaylı olarak da konukçusu olduğu bitkinin azot ihtiyacını karşılamış olmaktadır. Buna karşılık toprakta bol miktarda bulunan K ve Ca gibi elementleri kullanma bakımından zorluk yaşanmaması rizobakterilerin bu elementlerin alımını artırma özelliklerinin gelişmesini teşvik etmemektedir. Rizobakteriler kendi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik özellikler geliştirirken rizosfer bölgesinde yaşadığı bitkilerin de bazı ihtiyaçlarını karşılamış olmaktadır.

Aslında rizobakterilerin öncelikli olarak bitkiler için değil kendileri için çalıştığını söylemek mümkündür. Bundan dolayı rizobakterilerden aranan özelliklere göre izolasyon yapılacak alanların belirlenmesi istenen nitelikte rizobakteri bulma ihtimalini artırma açısından çok önemlidir.

## Kaynaklar

- Antoun, H. ve Prévost, D. (2005). Ecology of plant growth promoting rhizobacteria, In: PGPR: Biocontrol and biofertilization, Eds: Springer, p. 1-38.
- Arora, N. K., Tewari, S., Singh, S., Lal, N. ve Maheshwari, D. K. (2012). PGPR for protection of plant health under saline conditions, *Bacteria in agrobiology: stress management*, 239-258.
- Bagyalakshmi, B., Ponmurugan, P. ve Balamurugan, A. (2017). Potassium solubilization, plant growth promoting substances by potassium solubilizing bacteria (KSB) from southern Indian Tea plantation soil, *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 12, 116-124.
- Barriuso, J., Pereyra, M., García, J. L., Megias, M., Manero, F. G. ve Ramos, B. (2005). Screening for putative PGPR to improve establishment of the symbiosis *Lactarius deliciosus*-*Pinus* sp, *Microbial ecology*, 50 (1), 82-89.
- Bashan, Y., Holguin, G. ve Lifshitz, R. (1993). Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria, *Methods in plant molecular biology and biotechnology*, 331-345.
- Bhattacharyya, P. N. ve Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28 (4), 1327-1350.
- Çakmakçı, D. R. (2015). Bitki gelişmesini teşvik edici bakterilerin çayda gelişme, verim, bazı kalite parametreleri ve enzim aktivitelerine etkilerinin araştırılması.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, M. F., Mustafa, E., Kutlu, M., Sekban, R. ve Haznedar, A. (2012). Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin Muradiye 10 çay klonunda gelişme, verim ve besin alımı üzerine etkisi, *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5 (2), 176-181.
- Çakmakçı, R., Kotan, R., Atasever, A., Mustafa, E., Türkyılmaz, K., Sekban, R. ve Haznedar, A. (2017). Çayda Besin Alımı, Gelişme, Enzim Aktivitesi ve Verimim Artırılması İçin Farklı Bitki Büyümesini Teşvik Edici Bakterilerin Birlikte Aşılmasının Etkinliği, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 86-91.
- De Freitas, J., Banerjee, M. ve Germida, J. (1997). Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.), *Biology and Fertility of Soils*, 24 (4), 358-364.
- Djordjevic, M. A., Gabriel, D. W. ve Rolfe, B. G. (1987). Rhizobium-the refined parasite of legumes, *Annual Review of Phytopathology*, 25 (1), 145-168.
- Döbereiner, J. (1989). Isolation and identification of root associated diazotrophs, In: Nitrogen fixation with non-legumes, Eds: Springer, p. 103-108.
- Duan, J., Müller, K., Charles, T., Vesely, S. ve Glick, B. (2006). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate

- (ACC) deaminase genes in Rhizobia: Isolation, characterization and regulation, *Proceedings of the 7th International PGPR Workshop (50 pp)*. Amsterdam.
- Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M. ve Sahin, F. (2006). Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry, *Scientia Horticulturae*, 110 (4), 324-327.
- Ferreira, M., Fernandes, M. ve Döbereiner, J. (1987). Role of Azospirillum brasilense nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants, *Biology and Fertility of Soils*, 4 (1-2), 47-53.
- García, J. A. L., Domenech, J., Santamaría, C., Camacho, M. a., Daza, A. ve Mañero, F. J. G. (2004). Growth of forest plants (pine and holm-oak) inoculated with rhizobacteria: relationship with microbial community structure and biological activity of its rhizosphere, *Environmental and experimental botany*, 52 (3), 239-251.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria, *Canadian Journal of Microbiology*, 41 (2), 109-117.
- Glick, B. R., Penrose, D. M. ve Li, J. (1998). A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria, *Journal of theoretical biology*, 190 (1), 63-68.
- Grichko, V. P. ve Glick, B. R. (2001). Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-containing plant growth-promoting bacteria, *Plant Physiology and Biochemistry*, 39 (1), 11-17.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M., Yakışır, E. ve Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12 (2), 1-19.
- Kaya Özdoğan, D. (2020). Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi.
- Klement, Z. ve Goodman, R. (1967). The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens, *Annual Review of Phytopathology*, 5 (1), 17-44.
- Kloepper, J., Schroth, M. ve Miller, T. (1980). Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield, *Phytopathology*, 70 (11), 1078-1082.
- Kumar, V. ve Narula, N. (1999). Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chroococcum mutants, *Biology and Fertility of Soils*, 28 (3), 301-305.
- Lelliott, R. A. ve Stead, D. E. (1987). Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, Blackwell Scientific Publications, p.
- Lucy, M., Reed, E. ve Glick, B. R. (2004). Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria, *Antonie van Leeuwenhoek*, 86 (1), 1-25.
- Ma, L., Ruan, J., Yang, Y., Han, W. ve Shi, Y. (2005). Effect of magnesium nutrition on the formation and transport of free amino acids in tea plants, *Proceedings of the International Symposium on Innovation in Tea Science and Sustainable Development in Tea Industry*, 10-15.
- Maurya, B., Meena, V. S. ve Meena, O. (2014). Influence of Inceptisol and Alfisol's potassium solubilizing bacteria (KSB) isolates on release of K from waste mica, *Vegetos*, 27 (1), 181-187.
- Meena, V., Maurya, B. ve Bahadur, I. (2014a). Potassium solubilization by bacterial strain in waste mica, *Bangladesh Journal of Botany*, 43 (2), 235-237.
- Meena, V. S., Maurya, B. ve Verma, J. P. (2014b). Does a rhizospheric microorganism enhance K+ availability in agricultural soils?, *Microbiological research*, 169 (5-6), 337-347.
- Meena, V. S., Maurya, B. R., Verma, J. P. ve Meena, R. S. (2016). Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture, Springer, p.
- Nautiyal, C. S. (1999). An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms, *FEMS microbiology Letters*, 170 (1), 265-270.
- Okon, Y. ve Kapulnik, Y. (1986). Development and function of Azospirillum-inoculated roots, *Plant and soil*, 90 (1-3), 3-16.
- Parmar, P. ve Sindhu, S. (2013). Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions, *J Microbiol Res*, 3 (1), 25-31.
- Penrose, D. M., Moffatt, B. A. ve Glick, B. R. (2001). Determination of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) to assess the effects of ACC deaminase-containing bacteria on roots of canola seedlings, *Canadian Journal of Microbiology*, 47 (1), 77-80.
- Penrose, D. M. ve Glick, B. R. (2003). Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria, *Physiologia Plantarum*, 118 (1), 10-15.
- Ram, R., Maji, C. ve Bindroo, B. (2013). Role of PGPR in different crops-an overview, *Indian Journal of Sericulture*, 52 (1), 1-13.
- Rangarajan, S., Saleena, L. M., Vasudevan, P. ve Nair, S. (2003). Biological suppression of rice diseases by Pseudomonas spp. under saline soil conditions, *Plant and soil*, 251 (1), 73-82.
- Riggs, P. J., Chelius, M. K., Iniguez, A. L., Kaeppler, S. M. ve Triplett, E. W. (2001). Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria, *Functional Plant Biology*, 28 (9), 829-836.
- Safronova, V. I., Stepanok, V. V., Engqvist, G. L., Alekseyev, Y. V. ve Belimov, A. A. (2006). Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil, *Biology and Fertility of Soils*, 42 (3), 267-272.
- Sasser, M. (1990). Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids, MIDI technical note 101. Newark, DE: MIDI inc.
- Sparks, D. ve Huang, P. (1985). Physical chemistry of soil potassium, *Potassium in agriculture*, 201-276.
- Whitelaw, M. A. (1999). Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi, In:

- Advances in agronomy, Eds: Elsevier, p. 99-151.
- Xiao, Y., Wang, X., Chen, W. ve Huang, Q. (2017). Isolation and identification of three potassium-solubilizing bacteria from rape rhizospheric soil and their effects on ryegrass, *Geomicrobiology Journal*, 34 (10), 873-880.
- Yadav, K. ve Dadarwal, K. (1997). Phosphate solubilization and mobilization through soil microorganisms, *Biotechnological approaches in soil microorganisms for sustainable crop production*, 293-308.
- Yılmaz, S., Dönmez, M. F. ve Çoruh, İ. (2020). Farklı lokasyonlarda yabancı bitki türlerinden izole edilen bakterilerin tanısı ve azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özelliklerinin belirlenmesi, *Journal of Agriculture*, 3 (2), 71-90.



# Konya İlinin Toplanabilir Bitkisel Artık ve Hayvansal Atık Kaynaklı Metan Potansiyeli

Fatma Didem TUNÇEZ<sup>1</sup>, Süleyman SOYLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KTO Karatay Üniversitesi, Enerji Yönetimi Bölümü, Konya

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

**\* Sorumlu Yazar**

s.soylu@selcuk.edu.tr

**Yayın Bilgisi:**

Geliş tarihi: 27.09.2022

Kabul Tarihi: 13.12.2022

**Anahtar kelimeler:** Metan, Hayvansal Atıklar, Bitkisel Artıklar, Yenilenebilir Enerji, İklim Değişikliği

**Keywords:** Methane, Animal Manure, Crop Residues, Renewable Energy, Climate Change

## Özet

Nüfusun artması ve insanların, refahını sağlayan araçlara alışması; daha çok üretime, daha çok üretim ise daha çok enerjiye ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Kısıtlı kaynak olan fosil yakıtların bir gün tükenecek olması endüstriyel üretimin önünde çözüm bekleyen en büyük tehditlerden birisidir. Bir diğer tehdit ise fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazlarıdır. Endüstrileşme ile birlikte fosil yakıt kullanımına paralel olarak atmosferde bulunan sera gazı konsantrasyonu da hızla artmıştır. Bu durumun ise iklim değişikliğine neden olduğu kabul edilmektedir. Sürdürülebilir üretim ve sürdürülebilir çevre için enerji üretiminin sera gazı oluşturmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması gerektiği artık bilinmektedir. Türkiye'nin de taraf olduğu Paris iklim anlaşması ile sözleşmeyi imzalayan ülkeler sera gazlarını azaltma taahhüdünü altına girmişlerdir.

Nüfus artışının bir başka sonucu ise, gıdaya olan ihtiyacın artması ve bu ihtiyacın karşılanması için tarım işletmelerinin çok büyük endüstriyel işletmelere dönüşmesidir. Bu işletmelerin problemlerinden biri ise üretim sırasında oluşan atık ve artıklardır. Gerek endüstriyel hayvancılık tesislerinden kaynaklanan atıklar gerekse bitkisel artıklar; havayı, suyu ve toprağı kirlettiği gibi zararlı patojenlerin de yayılmasına neden olmaktadır. Tarımsal atık ve artıklarının açık ortamda çürümesi, önemli sera gazları arasında yer alan metanın atmosfere karışmasına neden olmaktadır.

Biyogaz tesisleri bir taraftan organik atıkların bertarafını sağlarken diğer taraftan ortaya çıkan metan gazını enerjiye dönüştürerek aynı anda birçok probleme çözüm getirmektedir. Fosil yakıtlara alternatif olabilecek bir enerji kaynağı olarak biyogaz ve biyokütle yakıtların enerji kaynağı olarak kullanımının artırılması, hem sosyal sorumluluk çerçevesinde daha çevreci yaklaşımlarla üretim yapabilmek, hem de rekabet edebilir ve sürdürülebilir gelişme için zaruri olacaktır.

## Methane Potential of Collectable Vegetable Residue and Animal Waste in Konya Province

### Abstract

Population growth and people getting used to the means of their well-being; more production causes more energy to be needed. The fact that fossil fuels, which are a limited resource, will one day run out is one of the biggest threats to industrial production. Another threat is greenhouse gases from fossil fuels. Greenhouse gas concentration in the atmosphere has increased rapidly in parallel with the use of fossil fuels along with industrialization. This situation is considered to cause climate change. It is now known that energy production must be met from renewable energy sources that do not generate greenhouse gases for sustainable production and a sustainable environment. Paris climate agreement, to which Turkey is also a party, the countries that signed, have committed reducing greenhouse gases.

Another consequence of population growth is the increase in the need for food and the transformation of agricultural enterprises into very large industrial enterprises in order to meet this need. One of the problems of these enterprises is the waste and residues that occur during production. Wastes from both industrial livestock facilities and plant residues; As it pollutes the air, water and soil, it also causes the spread of harmful pathogens. The decomposition of agricultural wastes and residues in the open environment causes methane, which is among the important greenhouse gases, to mix into the atmosphere.

Biogas facilities provide the disposal of organic wastes on the other hand maintain solutions to many problems by converting the resulting methane gas into energy. Increasing the utilization of biogas and biomass fuels as an energy source, to be an alternative to fossil fuels, will be essential both to produce with environmentally friendly approaches within the framework of social responsibility and for competitive and sustainable development.

Konya province has the largest land area of the country with an area of 40,838 decares. Agriculture is carried out in 18,590,788 decares of this area. Konya is Turkey's largest animal and plant production center in Turkey with 946,144 cattle, 2,843,229 ovine animals and 11,234,107 poultry.

In this study, the methane potential of Konya, the largest agricultural center of Turkey, to be obtained from collectible agricultural wastes is determined as 102,061,996 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/year.

## 1.Giriş

Onsekizinci yüzyılda tüm dünyada 1 milyarı bulmayan insan nüfusu hızlı bir artış göstererek günümüzde 8 milyar civarında olmuştur (Foster, 2008; UNFPA, 2022). Yapılan projeksiyonlara göre 2050'li yıllarda nüfusun 10 milyarın üstüne çıkması beklenmektedir (UN, 2015). Nüfus artışının getirdiği en büyük problem ise gıdaya olan ihtiyacın artmasıdır. Dünya nüfusunun 10 milyarı aşması halinde bugünkü tarımsal üretimin de yüzde 70 oranında artırılması gerektiği bilinmektedir (Odegard, 2014). Geleneksel yöntemlerin bu sorunu çözemeyeceğini gören insanoğlu endüstriyel tarım işletmeleri kurarak ve verimliliği artırarak gıda temini sorununu çözmeye çalışmaktadır. Gıda temini için kurulan endüstriyel hayvancılık tesislerinin en büyük problemlerinden biri ise aile işletmelerinde problem olmayan hayvan dışkılarıdır. Hayvan sayısına bağlı olarak artan dışkı miktarı kötü kokuya, görüntü kirliliğine ve haşerelerin çoğalmasına sebep olmasının yanında su, toprak ve hava kirliliğine de neden olmaktadır. Yağışlarla birlikte depolama alanlarında oluşan sızıntı suları yüzeysel ve yeraltı sularına karışmakta, karıştığı bu suların kalitesini düşürmekte hatta miktara bağlı olarak kullanılamaz hale getirebilmektedir. Fermente olmayan hayvan dışkılarının tarım alanlarında kullanılması sonucunda dışkıda bulunan patojenler bitkiye geçmekte ve bu bitkilerle beslenen insanların sağlığını tehdit etmektedir. Herhangi bir işlem görmeyen çiftlik hayvanı dışkılarının gübre olarak tarım arazilerinde kullanılması toprakta verimliliği düşürmektedir. Başka bir sorun ise açık alanlarda toplanan bu dışkılardan kaynaklanan metan gazıdır. Metan aynı hacimdeki karbondioksitten 20 kat daha fazla sera etkisine neden olmaktadır (IPCC, 2001).

Sanayi devrimi ve endüstrileşme sonucunda Dünyada enerjiye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. 1965 yılında Dünya'da 155.22 EJ olan birincil enerji tüketimi yaklaşık % 360 artarak 2021 yılında 557.10 EJ olmuştur (BP, 2022). Birincil enerji tüketiminin % 83'ü fosil yakıtlardan karşılanmaktadır (BP, 2022). Fosil yakıtlar kısıtlı kaynak olup gün geçtikçe azalmaktadır. Diğer yandan enerjiye olan küresel talep maliyetleri ile beraber artmaktadır. Fosil yakıtların enerji için kullanılması ise atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunu her geçen gün arttırmaktadır. Atmosfere bırakılan antropojenik kaynaklı karbondioksit miktarı 1750'li yıllarda 1 Gton civarında iken 2020 yılında 350 Gton civarında olmuştur. Buna bağlı olarak atmosferik karbondioksit miktarı 1750'li yıllarda 280 ppm civarında iken 2020 yılında 420 ppm civarında olmuştur(NOAA, 2021).

İklim değişikliği, uç hava olaylarının şiddetinde, frekansında, uzunluğunda, zamanlamasında ve alansal dağılışında önemli

değişikliklerin gerçekleşmesine neden olmaktadır (Türkeş ve Erlat, 2018). Günümüzde dünyanın birçok bölgesine benzer şekilde Türkiye'de de şiddetli yağışlar da artışlar gözlenmiş; bazı aşırı hava olaylarında da önemli değişiklikler ortaya çıkmıştır. Türkiye'de son çeyrek yüzyılda, hem sıcaklık rejimi bariz bir şekilde daha ılıman ve sıcak koşullara doğru değişmiş, hem de sıcak hava dalgalarının şiddeti ve frekansında dikkate değer değişimler gerçekleşmiştir (Kuglitsch ve ark., 2010; Türkeş, 2012; Türkeş ve Erlat, 2018). İklim modelleri gelecek yüzyılda Dünya'nın pek çok yerinde ekstrem iklim ve hava olaylarının şiddet ve yoğunluğunda artışlar gerçekleşeceğini göstermektedir.

İklim değişikliğine insan faaliyetleri sonucunda oluşan sera gazlarının neden olduğu bilim adamları tarafından kabul edilmektedir. Dünyada sera etkisine neden olan ve Kyoto protokolünde sera gazı olarak tescil edilen bileşikler; karbondioksit, metan, nitrozoksit, hidroflorür karbonlar, perfloro karbonlar, sülfürhekzaflorid gibi gazlardır. Atmosferde sera gazlarının artması yerkürenin yüzeyinden geri yansıyan kızılötesi ışınların daha fazla tutulmasına ve dengeyi bozacak şekilde yerkürenin ısınmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma ise iklim değişikliğine çok uygun bir alt yapı hazırlamaktadır.

En önemli antropojenik sera gazı karbondioksittir. Bunu metan gazı takip eder. Metanı küresel ısınmanın ikinci büyük nedeni hâline getiren etken, atmosferi aynı hacimdeki karbondioksitten 20 kat daha fazla ısıtma potansiyeline sahip olmasıdır (IPCC, 2001). Bir başka deyişle; bir kg metan emisyonu, 25 kg karbondioksit emisyonuna eş değerdir (Yaylı ve Kılıç, 2020). Metan gazının %40'lık kısmı atmosfere doğal kaynaklardan salınırken kalan %60'lık kısmı ise insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

Antropojen metan oluşumunda en büyük pay tarım sektöründür. Su ile kaplanmış alanlarda yetiştirilen tarım ürünleri ve çiftlik hayvanları antropojen metan emisyonlarının dörtte birinden fazlasına neden olur. Metan, geniş getiren hayvanların çıkardığı gazlarla veya gübre çukurlarında olduğu gibi, pirinç gibi mahsuller üretilen su altında kalan tarlalarda meydana gelen bakteriyel çürüme işlemlerinde de oluşur. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesinin (National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA) yer sistemi araştırma laboratuvarının küresel izleme bölümü, 1983'ten beri küresel olarak dağıtılmış bir hava örnekleme sahaları ağında metan ölçmektedir. Atmosferdeki metan konsantrasyonu 1983 yılında 1630 ppb civarında iken 2021 yılında 1900 ppb civarındadır (NOAA, 2022).

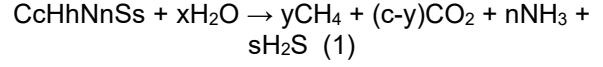
Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artması sonucunda küresel ısınma meydana gelmektedir. Dünyanın ortalama yüzey sıcaklığındaki değişim incelendiğinde ortalama

sıcaklığın sanayi devrimi öncesine göre 1,2 °C arttığı, son yüzyılın en sıcak 20 yılının 1997 yılı sonrasında, en sıcak 10 yılını ise 2005 yılı sonrasında yaşadığımız görülmektedir. Meteorolojik kayıtlara göre 2016 yılı 0.98 °C'lik sapma ile en sıcak yıl olmuştur (NASA, 2022).

Antropojenik sera gazlarının azaltılabilmesi için yapılması gerekenlerin başında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyogazdır. Biyogaz tesisleri bir taraftan organik atıkların bertarafını sağlarken diğer taraftan ortaya çıkan metan gazını enerjiye dönüştürerek aynı anda birçok probleme çözüm getirmektedir.

Biyogazı oluşturan anaerobik çürütme, organik maddelerin ayrışmasının metan üretimi için serbest oksijenin yokluğunda gerçekleştiği ve farklı organik atıkların arıtılması için yaygın olarak kullanıldığı kendini kanıtlamış bir atık enerji teknolojisidir (Zhang ve ark. 2016; Lovato ve ark. 2017). Biyogaz tesislerinde, organik atıklar (Khalid ve ark. 2011), lignoselülozik atıklar (Sawatdeenarunat ve ark. 2015) ve arıtma çamurları (Kepp ve ark. 2000) metan üretimi amacıyla hammadde olarak kullanılmaktadır. Biyogaz üretimi, biyokütleden enerji üretimi için çevre dostu bir stratejidir ve fermantasyon atıkları, toprak düzenleyici olarak kullanılabilir. Organik

maddelerin anaerobik şartlarda çürümesiyle oluşan tepkime teorik olarak eşitlik (1) şeklinde gerçekleşir.



Biyogaz tesislerinde biyogaz oluşumu; geviş getiren hayvanların işkembelerinde, deniz tabanlarında, bataklıklarda ve gübre çukurlarında gerçekleşen prosesin bir benzeridir. Biyogaz oluşumu Şekil 1'den de görüleceği üzere hidroliz, asit oluşturma (asetojenez) ve metan oluşturma (metanojenez) olmak üzere 3 ana evrede gerçekleşmektedir (Şekil 1). Oksijensiz bozunmanın bu aşamaları aslında tek bir proseste eş zamanlı olarak gerçekleşir. Proseste bir olumsuzluk oluşmaması için her bir bozunma aşamasının birbiri ile çok uyumlu olması gerekmektedir.

Biyogaz potansiyelinin belirlenmesine yönelik araştırmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Atelge (2021), ARIMA model kullanarak Türkiye'nin 2023, 2030 ve 2053 yılları için sığır gübresinden biyogaz üretim potansiyelini sırasıyla 2 876, 3 899 ve 6.239 milyar m<sup>3</sup> olarak hesaplamışlardır. Aktaş ve ark. (2015), Tekirdağ İli'nde hayvansal atık kaynaklı biyogazdan elektrik üretim potansiyelinin belirlenmesi çalışmasında Tekirdağ İlinin metan gazı potansiyelini yılda 30 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplamışlardır. Özer (2017), Ardahan İlinin tarım ve hayvancılık artıklarından kaynaklı metan potansiyelini 81 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplamıştır



Şekil 1. Biyogaz oluşum aşamaları

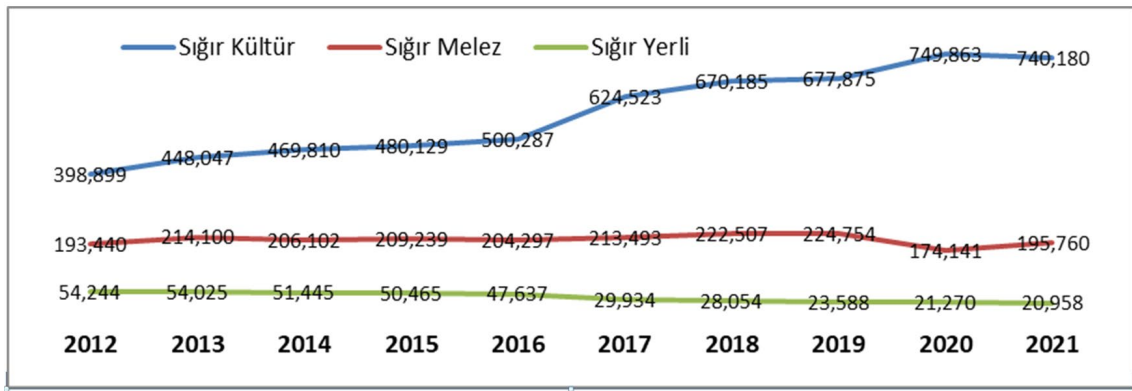
Son yıllarda bu potansiyele yönelik bölgede Biyogaz santralleri ve bu yolla elektrik üretimine yönelik girişimler hız kazanmıştır. Bu çalışma ile Ülkemizin en büyük tarım merkezi olan Konya İlinin toplanabilir tarımsal artık ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek metan potansiyelini ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Konya, 40.838.000 dekar yüzölçümü ile Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip ili olup;

18.590.788 dekar alanda tarım yapılmaktadır (TÜİKb, 2021). Konya'da 956.898 büyükbaş, 2.843.229 küçükbaş, 11.234.107 adet kümes hayvan sayısı ile Türkiye'nin en büyük hayvansal ve bitkisel üretim merkezi konumundadır (TÜİK, 2021). Bu yönü ile gerek hayvansal gerekse bitkisel üretimde ve bunlardan doğan atık maddeler yönü ile çok önemli yere sahiptir. Ayrıca büyükbaş hayvan ırklarının son on yıllık değişimi incelendiğinde hayvan sayısında artışta saf kültür ırkın öne çıktığı diğer ırklarda düşüş olduğu da görülmektedir. Büyükbaş ve kümes hayvan artıkları yanı sıra bölgede yaygın üretimi yapılan hububat ve ayçiçeği hasat artıkları ile şekerpancarı hasatı



Şekil 2 Konya İli Büyükbaş Hayvan İrklarının Son On Yıllık Değişim Grafiği (TÜİK, 2021)

Konya ilinin yaygın ve toplanabilir tarımsal artıklar ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek metan potansiyeli; hayvan dışkılarından elde edilebilecek metan potansiyeli, tahıl ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli, sebze hasat artıklarından edilebilecek metan potansiyeli, örtü altı sebze hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli ve meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilebilecek metan potansiyelinin toplanmasıyla bulunmuştur.

Hayvan dışkılarından elde edilebilecek metan potansiyeli hesaplanırken yalnızca büyükbaş ve yumurta tavuğu dikkate alınmıştır. Diğer çiftlik hayvanlarının sayılarının az veya dışkılarının toplanması mümkün olmadığından, hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Hayvancılık artıklarından kaynaklı metan potansiyelinin belirlenmesi için eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$\text{HDKMP} = \text{HKDM} * \text{UKM} * \text{MV} \quad (2)$$

HDKMP = Hayvan dışkıları kaynaklı metan potansiyeli ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{yıl}$ )

HKDM = Hayvan kaynaklı dışkı miktarı (ton/yıl)  
 UKM = Uçucu katı madde (%)  
 MV = Metan verimi ( $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{ton UKM}$ )

Hayvanlardan kaynaklı dışkı miktarının hesaplanabilmesi için eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$\text{HKDM} = \text{HS} * \text{HBDM} * \text{TO} \quad (3)$$

HS = Hayvan sayısı (adet)  
 HBDM = Hayvan başına dışkı miktarı (ton/yıl)  
 TO = Toplanabilirlik oranı (%)

Farklı hayvan türlerinden farklı miktarda dışkı elde edildiği gibi aynı türde olan hayvanların yaşına, büyüklüğüne, cinsine ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak değişik miktarlarda dışkı elde edilir. Bu nedenle büyükbaş hayvanlardan elde edilebilecek dışkının hesaplanması için büyükbaş hayvanlar; ırk, cinsiyet ve yaş olarak gruplanmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı verilerinden elde edilen büyükbaş hayvan sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** 2021 Yılı büyükbaş hayvan sayıları (TÜİK, 2021)

Büyükbaş Hayvan Yaşı	Büyükbaş Hayvan Sayısı (Adet)	
	0-1 Yaş	2 Yaş Üstü
Saf Kültür Sığırlar (Sağmal)	95 685	436 212
Saf Kültür Sığırlar (Besi)	102 128	106 155
Kültür Melezi Sığırlar (Sağmal)	24 975	102 379
Kültür Melezi Sığırlar (Besi)	26 355	42 051
Yerli Sığırlar (Sağmal)	2 781	10 734
Yerli Sığırlar (Besi)	3 161	4 282

Büyükbaş hayvanlardan kaynaklanacak dışkı miktarının belirlenebilmesi için Konya bölgesinde bulunan çiftliklerde araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda hayvanlardan kaynaklanan dışkıları tartılarak hayvan sayısına bölünmüş ve Çizelge 2'de verilen sonuçlara

ulaşmıştır. Yaptıkları çalışmalarda büyükbaşlardan kaynaklanan dışkı miktarını Avcioğlu ve Türker (2012), 20,0 kg/gün, Abdeshahian ve ark. (2016), 22,5 kg/gün, Atelge (2021), 14,5 kg/gün, Özer (2017), 37,5 kg/gün, Köse (2017), 43,0 kg/gün olarak kabul etmişlerdir.

**Çizelge 2.** Irklarına göre büyükbaş hayvanlardan kaynaklanan dışkı miktarı

Büyükbaş Hayvan Yaşı	Dışkı miktarı (Kg/gün-büyükbaş hayvan)	
	Buzağı (0-1 yaş)	Yetişkin (1 yaş üstü)
Saf Kültür Sığırlar (Sağmal)	9	39
Saf Kültür Sığırlar (Besi)	9	32
Kültür Melezi Sığırlar (Sağmal)	7	29
Kültür Melezi Sığırlar (Besi)	7	24
Yerli Sığırlar (Sağmal)	4	15
Yerli Sığırlar (Besi)	4	14

Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı verilerinden elde edilen tavuk sayıları Çizelge 3'de verilmiştir.

**Çizelge 3.** 2021 Yılı tavuk sayıları (TÜİK, 2021)

Tavuk Türü	Tavuk Sayısı (Adet)
Yumurtacı Tavuk	9 475 624

Tavuklardan kaynaklanacak dışkı miktarının belirlenebilmesi için Konya bölgesinde bulunan tavuk çiftliklerinde araştırmalar yapılmış ve Çizelge 4'de verilen sonuçlara ulaşılmıştır. Yaptıkları çalışmalarda kümes hayvanlarından kaynaklanan dışkı miktarını Avcioğlu ve Türker (2012), 80-100 g/gün, Abdeshahian ve ark.(2016), 450 g/gün, Özer (2017), 137 g/gün, Köse (2017), 180 g/gün olarak kabul etmişlerdir.

**Çizelge 4.** Tavuk türüne göre dışkı miktarı

Tavuk Türü	Dışkı miktarı (g/ gün-tavuk)
Yumurtacı Tavuk	155

Hayvansal dışkıların toplanabilirliği, hayvanların kapalı alanlarda bulunma süreleri ve bu alanlardaki atık toplama ve biriktirme düzenekleriyle ilişkilidir. Konya bölgesinde saf

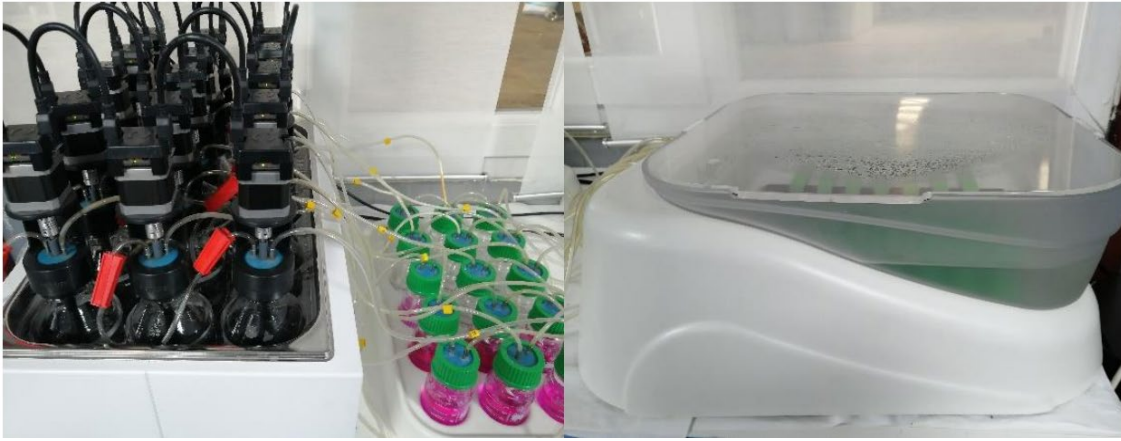
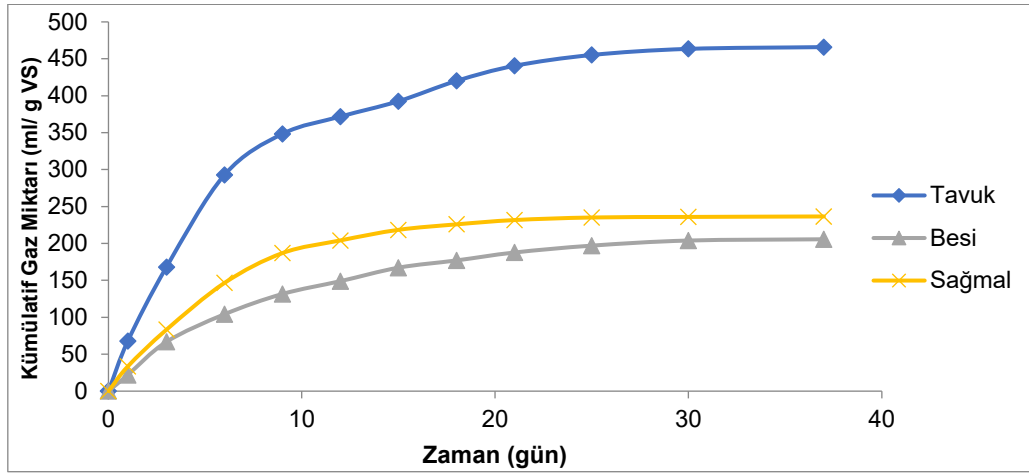
kültür ırk büyükbaş hayvancılık genellikle modern büyük çiftliklerde yapılırken yerli ırk büyükbaş hayvancılık ise küçük aile işletmelerinde yapılmaktadır. Kültür melezi ırk büyükbaş hayvancılık ise daha çok orta ölçekli işletmelerde yapılmaktadır. Büyük işletmelerde hayvanlar genellikle modern ahırlarda, otlatma yapılmaksızın tutulmakta iken orta ölçekli işletmelerde kısmen otlatma yapılmakta, küçük aile işletmelerinde ise uzun sürelerde otlatma yapılmaktadır. Biyogaz potansiyelinin belirlenebilmesi için şu kabuller yapılmaktadır. Saf kültür ırkının genellikle modern çiftliklerde olduğu düşünüldüğünde hayvan dışkılarının % 85'inin toplanabildiği varsayılmıştır. Melez ırkta canlı et ihtiyacının karşılanması için beslenen hayvanlar kısmen otlatmaya çıkarılmakta süt üretimi yapan hayvanlar ise daha çok kapalı alanlarda tutulmaktadır. Bu durum dikkate alındığında melez ırkının dışkılarının % 75'ninin toplanabildiği varsayılmıştır. Yerli ırkın mümkün olduğunca otlatmaya çıkarıldığı göz önünde bulundurulduğunda, katı dışkılarının % 30'unun toplanabildiği varsayılmıştır. Endüstriyel tavukçuluğun sadece kapalı kümeslerde yapıldığı göz önünde bulundurulursa dışkılarının tamamının toplanabildiği kabul edilmiştir. Çizelge 5'de hayvan dışkılarının toplanabilme oranları verilmiştir.

**Çizelge 5.** Hayvan dışkılarının toplanabilme oranı

Hayvan Türü	Toplanabilme oranı
Saf kültür ırk büyükbaş hayvan dışkıları	85
Melez ırk büyükbaş hayvan dışkıları	75
Yerli ırk büyükbaş hayvan dışkıları	30
Tavuk dışkıları	100

Hayvancılık artıklarından kaynaklı metan potansiyeli hesaplanmasında gerekli olan uçucu katı madde (UKM) ve metan verimleri Geri Dönüşüm Biyogaz Laboratuvarı çalışmasından elde edilmiştir. Biyokimyasal metan üretim potansiyeli testi Şekil 3'deki şartlarda EPA 712-C-08-007 standardında OPPTS 835.3420 numaralı protokole göre gerçekleştirilmiştir.

Hayvan dışkılarının özgül biyogaz üretimi Şekil 4'de verilmiştir.

**Şekil 3.** Biyokimyasal metan üretim potansiyeli test düzeneği**Şekil 4.** Hayvan dışkılarının özgül biyogaz üretimi (ml/gUKM)

Büyükbaş hayvancılık tesislerinde süt sığırcılığı ile et ihtiyacının karşılanması için yetiştiren besi sığırcılığında farklı rasyonlarda besleme yapılmaktadır. Bu durum dışkının kuru madde içeriğini değiştirmekte dolayısıyla metan verimleri de değişmektedir. Laboratuvar çalışmaları sağmal büyükbaş hayvan dışkıları, besi büyükbaş hayvan dışkıları ve yumurtacı tavuk dışkıları olmak üzere 3 grupta yapılmıştır. Uçucu katı madde miktarı, birim uçucu katı madde miktarına düşen biyogaz miktarı,

metan oranları ve hesaplanan metan verimi Çizelge 6'da verilmiştir. Büyükbaş hayvan dışkılarının metan veriminin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda Üç ve Aybek (2021), 175 m<sup>3</sup>/ton, Şenol ve ark. (2018) 158 m<sup>3</sup>/ton, Özer (2017), 220 m<sup>3</sup>/ton, Atelge (2021), 133 m<sup>3</sup>/ton olarak bulmuşlardır. Kümes hayvanı dışkılarının metan veriminin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda Çek (2014), 229 m<sup>3</sup>/ton, Özer (2017), 250 m<sup>3</sup>/ton, Uykan (2019), 206 m<sup>3</sup>/ton olarak bulmuştur

**Çizelge 6.** Laboratuvarda elde edilen UKM, biyogaz ve metan verimi

Hayvan Türü	UKM (%)	Biyogaz Miktarı (m <sup>3</sup> /ton UKM)	Metan Oranı %	Metan Verimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton UKM)
Sağmal büyükbaş hayvan dışkıları	4.76	236.57	64.50	152.58765
Besi büyükbaş hayvan dışkıları	14.35	205.66	54.83	112.763378
Yumurtacı tavuk dışkıları	17.02	465.89	57.33	267.094737

Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli hesaplanırken buğday, mısır, arpa, çavdar, yulaf, ayçiçeği ve şeker pancarı dikkate alınmıştır. Diğer tarla bitkilerinin miktarı az veya artıkların toplanması mümkün olmadığından, hesaplamalara dahil edilmemiştir. Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin artıklarından kaynaklı metan potansiyelinin belirlenmesi için eşitlik 4 kullanılmıştır.

$$TBHAMP = BAM * UKM * MV \quad (4)$$

TBHAMP = Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)  
 BAM = Bitkisel artık miktarı (ton/yıl)  
 UKM = Uçucu katı madde (%)  
 MV = Metan verimi (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton UKM)

Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin yıllık hasat artıklarının belirlenebilmesi için eşitlik 5 kullanılmıştır.

$$BAM = HEA * BAT * KO \quad (5)$$

HEA = Hasat edilen alan (da/yıl)  
 BAT = Birim atık miktarı (ton/da)  
 KO = Kullanılabilirlik oranı (%)

Konya 4.083.800 hektar yüzölçümü ile Türkiye'nin alansal olarak en büyük ili olup; 1.859.079 dekar alanda tarım yapılan çok geniş bir coğrafyayı kapsamaktadır. Türkiye'de; buğday üretiminin %9'u, arpa üretiminin %15'i, yulaf üretiminin % 5'i, şeker pancarı üretiminin %32'si, mısır üretiminin % 19'u, ayçiçeği üretiminin %14'ü Konya ilinde yapılmaktadır. Tarlada yetişen tahıllar ve diğer bitkilerin 2021 yılına ait verileri Çizelge 7'de verilmiştir

**Çizelge 7.** Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin ekilen alan ve üretim miktarları (TÜİKb, 2021)

Ürün Cinsi	Hasat Edilen Alan ( da)	Üretim Miktarı (ton)
Buğday	5 732 028	1 579 839
Arpa	3 831 450	843 102
Çavdar	42 750	5 852
Yulaf	97 753	14 829
Mısır	1 241 821	1 261 475
Ayçiçeği	933 138	348 668
Şeker Pancarı	768 458	5 734 306

**Çizelge 8** Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat edilen dekar başına artık miktarı (Başçetinçelik ve ark. 2006; Toriki, 2003; Özbayram ve ark. 2021; FAO, 2016)

Ürün Cinsi	Artık Miktarı (ton/da)
Buğday sapı	0.2381
Arpa sapı	0.2231
Çavdar sapı	0.1736
Yulaf sapı	0.2146
Mısır sapı	0.3910
Ayçiçeği sapı	0.1532
Ayçiçeği kafa	0.0760
Şeker pancarı yaprağı	2.6117

Tarımsal üretime göre hesaplanan tarımsal artıkların tamamının kullanılabilirliği mümkün değildir. Dolayısıyla her tarımsal artığın kullanılabilirlik yüzdesinin belirlenmesi gerekmektedir. Kullanılabilir tarımsal artık yüzdesi ile ilgili literatür çalışması yapılmış olup literatür ortalaması Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 9.** Tarımsal artıkların kullanılabilirlik oranları (Başçetinçelik ve ark. 2007; Başçetinçelik ve ark. 2006; DBFZ, 2011; Polat, 2021)

Ürün Cinsi	Kullanılabilirlik oranı (%)
Buğday sapı	12.8
Arpa sapı	13.5
Çavdar sapı	12.5
Yulaf sapı	12.5
Mısır sapı	56
Ayçiçeği sapı ve kafası	60
Şeker pancarı yaprağı	25

Tarımsal artıkların metan verimi uçucu katı madde içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Tarımsal artıkların uçucu katı madde (UKM) miktarı ve metan verimi ile ilgili literatür araştırma sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.

**Çizelge 10.** Tarımsal artıkların UKM oranı ve metan verimleri (FNR, 2010; Özbayram ve ark. 2021; Şehu, 1996; Menardo ve ark. 2012; Zhurka ve ark. 2019)

Ürün Cinsi	UKM %	Metan verimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton UKM)
Buğday sapları	77.4	164
Arpa sapları	85.5	156
Çavdar sapları	82.4	122

Yulaf sapları	84.6	156
Mısır sapları	61.9	182
Ayçiçeği sapları	80.6	128
Ayçiçeği kafaları	74.0	138
Şeker pancarı yaprağı	12.43	313

Sebze ve meyve hasatından kaynaklanan artıkların biyogaz potansiyelinin hesaplanabilmesi için eşitlik 6 kullanılmıştır.

$$SMHAMP = SMHAM * MV \quad (6)$$

SMHAMP = Sebze ve meyve hasat artıklarından kaynaklı metan potansiyeli (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)

SMHAM = Sebze ve meyve hasat artık miktarı (ton/yıl)

MV = Metan verimi (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ton)

Sebze ve meyve hasat artıklarının belirlenebilmesi için eşitlik 7 kullanılmıştır.

$$SMHAM = SMÜM * AO * KO \quad (7)$$

SMÜM = Sebze meyve üretim miktarı (ton)

AO = Artık oranı

KO = Kullanılabilirlik Oranı

Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı verilerinden elde edilen sebze ve meyve üretim istatistikleri Çizelge 11'de verilmiştir. Üretim miktarı az olan sebzeler ile artıkları toplanması mümkün olmayan sebzeler hesaplamaya dahil edilmemiştir.

**Çizelge 11.** Sebze ve meyve üretim istatistikleri (TÜİKb, 2021)

Sebze Türü	Üretim Miktarı (ton/yıl)
Fasulye, Taze	8 726
Barbunya, Taze	459
Lahana	19 551
Karpuz	81 315
Kavun	115 212
Biber	18 005
Hıyar - Acur	18 233
Patlıcan	2 403
Domates	541 803
Kabak (Sakız, Çerezlik)	17 136
Bal Kabağı	4 556
Havuç	353 700
Turp	5 826
Patates	622 435
Çilek	51 062



Sebze ve meyve artıklarının metan potansiyelinin hesaplanabilmesi için gerekli olan ürün artık oranı, artıkların kullanılabilirlik oranı ve metan verimi için yapılan araştırma sonucunda elde edilen literatür bilgileri çizelge 12 de verilmiştir.

**Çizelge 12.** Sebze, meyve ürün artık oranı, kullanılabilirlik oranı ve metan verimleri (Kaur ve ark. 2020; FNR, 2010; BEPA, 2022)

Tür	Ürün Artık Oranı	Kullanılabilirlik Oranı	Metan Verimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton)
Fasulye- Barbunya, Taze	1.50	0.25	31.9
Lahana	0.05	0.25	31.9
Karpuz Kavun	0.30	0.25	31.9
Biber	0.40	0.25	31.9
Hıyar – Acur	1.00	0.25	31.9
Patlıcan	0.65	0.25	31.9
Domates	0.45	0.25	56.0
Kabak (Sakız, Çerezlik)	0.40	0.25	31.9
Bal Kabağı - Havuç Turp	0.25	0.25	31.9
Patates	0.20	0.25	31.9
Çilek	0.02	0.25	31.9

Meyve veren ağaçların budanmasından kaynaklanan budama artıklarının biyogaz potansiyelinin hesaplanabilmesi için eşitlik 8 kullanılmıştır.

$$MVABAMP = BAM * MV \quad (8)$$

MVABAMP = Meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilecek metan potansiyeli (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)  
 BAM = Budama artık miktarı (ton/yıl)  
 MV = Metan verimi (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ton)

Budama artık miktarının belirlenebilmesi için eşitlik 9 kullanılmıştır.

$$BAMMVAS = MVAS * BK * KO \quad (9)$$

MVAS = Meyve veren ağaç sayısı (adet)  
 BK = Budama katsayısı (ton/ağaç-yıl)  
 KO = Kullanılabilirlik oranı

Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı verilerinden elde edilen meyve veren ağaç sayısı istatistikleri Çizelge 13 de verilmiştir.

**Çizelge 13.** Meyve veren ağaç sayısı (TÜİKb, 2021)

Ağaç Türü	Ağaç Sayısı (Adet)
Elma	6 433 261
Armut	174 473
Ayva	40 841
Kayısı	156 629
Kiraz	1 878 341
Vişne	735 026
Şeftali-Nektarin	95 761
Erik	240 033
Badem	191 033
Ceviz	199 793

Meyve veren ağaçların budama artıklarının metan potansiyelinin hesaplanabilmesi için gerekli olan budama katsayısı, artıkların kullanılabilirlik oranı ve metan verimi için yapılan araştırma sonucunda elde edilen literatür bilgileri Çizelge 14 de verilmiştir.

**Çizelge 14.** Budama katsayısı, artıkların kullanılabilirlik oranı ve metan verimi (D'Aquino ve ark. 2022; Brown ve ark. 2012; Dursun, 2020; Bilandzija 2012)

	Budama Katsayısı (ton/ağaç-yıl)	Kullanılabilir oran (%)	Metan Verimi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton
Elma	0.00234		
Armut	0.00245		
Ayva	0.00140		
Kayısı	0.00579		
Kiraz	0.00590		
Vişne	0.00537	70	45.72
Şeftali-Nektarin	0.00723		
Erik	0.00734		
Badem	0.00581		
Ceviz	0.00343		

Örtü altı bitkisel üretim artıklarından elde edilebilecek metan potansiyelinin hesaplanması için eşitlik 10 kullanılmıştır.

$$\text{ÖABÜMP} = \text{ÖABÜHAM} * MV \quad (10)$$

ÖABÜMP = Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından kaynaklı metan potansiyelini (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl)  
 ÖABÜHAM = Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarının miktarı (ton/yıl)  
 MV = Metan Verimi (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ton)

Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarının belirlenebilmesi için eşitlik 11 kullanılmıştır.

$$\text{ÖABÜHAM} = \text{ÖABÜM} * \text{AO} * \text{KO} \quad (11)$$

ÖABÜM = Örtü altı bitkisel üretim miktarı (ton)  
AO = Artık oranı  
KO = Kullanılabilirlik Oranı

Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı verilerinden elde edilen örtü altı bitkisel üretim istatistikleri Çizelge 15'de verilmiştir.

**Çizelge 15.** Örtü altı bitkisel ürün istatistikleri (TÜİKb,2021)

Tür	Üretim (ton)
Domates	4053
Hıyar	2787

Örtü altı bitkisel üretim artıklarının metan potansiyelinin hesaplanabilmesi için gerekli olan ürün artık oranı, artıkların kullanılabilirlik oranı ve metan verimi için yapılan araştırma sonucunda elde edilen literatür bilgileri Çizelge 16'da verilmiştir.

**Çizelge 16.** Örtü altı bitkisel ürün artık oranı, kullanılabilirlik oranı ve metan verimi (FNR, 2010; BEPA, 2022)

Tür	Artık oranı	Kullanılabilirlik Oranı	Metan Verimi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton
Domates	0.35	0.90	56.0
Hıyar	1	0.90	31.9

#### 4. Bulgular ve Tartışma

Konya İlinin hayvansal büyükbaş ve yumurtacı tavuk dışkılarından elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 17'de verilmiştir

**Çizelge 17.** Hayvan dışkılarından elde edilebilecek metan potansiyeli

Hayvan Türü	Yıllık Dışkı Miktarı (ton/yıl)	UKM (%)	Metan Verimi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton UKM	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Sağmal sığır dışkıları	6 424 701	4.92	152.59	48 232 980
Besi sığırı dışkıları	1 673 800	14.85	112.76	28 027 546
Yumurtacı tavuk dışkıları	536 083	18.02	267.09	25 801 470
Toplam				102 061 996

Hesaplamalar sonucunda, Konya İlinin yaygın tarımsal atık ve artıklardan elde edilebilecek toplam metan potansiyeli 210 708 863 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu potansiyel içerisinde hayvan dışkılarından elde edilebilecek 102 373 246 m<sup>3</sup> metan, % 48.44 ile en büyük paya sahiptir. Hayvan dışkılarından elde edilecek metanın % 74.72 si büyükbaş hayvan dışkılarından kalan kısmı ise yumurta tavukçuluğundan elde edilmektedir. Avcioğlu ve Türker (2012), 2009 yılı verilerine göre yaptıkları araştırmada büyükbaş hayvan kaynaklı biyogaz potansiyelini 44 milyon m<sup>3</sup>/yıl, kümes hayvanlarından kaynaklı biyogaz potansiyelini 22 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak bulmuşlardır. Metan oranı bu çalışmaya göre kabul edilip sonuçlar 2021 yılı verilerine göre güncellendiğinde büyükbaş hayvan kaynaklı metan potansiyelini 63 milyon m<sup>3</sup>/yıl, kümes hayvanlarından kaynaklı metan potansiyelini 16 milyon m<sup>3</sup>/yıl olacağı hesaplanmıştır. Görmüş (2018), 2016 yılı verilerine göre yaptıkları araştırmada büyükbaş hayvan kaynaklı biyogaz potansiyelini 91 milyon m<sup>3</sup>/yıl, kümes hayvanlarından kaynaklı biyogaz potansiyelini 67 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak bulmuştur. Ersoy ve Uğurlu (2020), 2015 verilerine göre yaptıkları araştırmada Konya İlinin hayvancılık

kaynaklı metan potansiyelini senaryo 2'ye (hayvan türüne göre değişen gerçekçi gübre geri kazanım oranlarına dayalı olarak geliştirilen senaryo) göre 126 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak bulmuşlardır. Büyükbaş hayvanların (sığır ve manda) biyogaz üretimindeki payı %70,9, tavuklarda ise gübrelerinin biyogaz üretimindeki payının %23,8 olarak tahmin edildiğini belirtmişlerdir. Buna göre Konya İlinin büyükbaş ve tavuk dışkılarından kaynaklı metan potansiyeli 119 milyon m<sup>3</sup>tür. Bu çalışmanın sonucunda bulunan hayvan kaynaklı metan potansiyeli Avcioğlu ve Türker (2012)'e göre yüksek, Görmüş (2018) ve Ersoy ve Uğurlu (2020)'ya göre düşüktür. Avcioğlu ve Türker (2012)'e göre yüksek olmasının sebebi toplama oranının Türkiye'ye göre seçilmesi ve düşük tutulmasıdır. Bir diğer sebep ise metan veriminin bu çalışmadan daha düşük seçilmesidir. Görmüş (2018) ve Ersoy ve Uğurlu (2020)'ya göre düşük olmasının sebebi ise hayvanlar için dışkı miktarı, UKM ve metan veriminin bu çalışmaya göre daha yüksek seçilmiş olmalarıdır.

Konya'nın tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 18'de verilmiştir.

**Çizelge 18.** Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli

Ürün Adı	Miktar (ton/yıl)	UKM (%)	Biyogaz Verimi [m <sup>3</sup> /ton UKM]	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Mısır Sapı	271 909	61.9	182	30 632 738
Buğday Sapı	174 694	77.4	164	22 174 941
Şeker Pancarı Yaprağı	501 745	12.43	313	19 520 858
Arpa Sapı	115 398	85.5	156	15 391 722
Ayçiçeği Sapı	85 774	80.6	128	8 849 137
Ayçiçeği Kafa	42 551	74.0	138	4 345 318
Yulaf Sapı	2 622	84.6	156	346 071
Çavdar Sapı	928	82.4	122	93 257
Toplam				101 354 042

Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek 101 354 042 m<sup>3</sup> metan, % 48.1 ile toplam metan potansiyeli içerisinde ikinci sırada yer almaktadır. Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıkları arasında ise en yüksek metan potansiyeli 30 632 738 m<sup>3</sup> metan ile mısır saplarınınadır. Bunu 22 174 941 m<sup>3</sup> metan potansiyeli ile buğday sapı, 19 520 858 m<sup>3</sup> metan potansiyeli ile şeker pancarı yaprağı, 15 391 722 m<sup>3</sup> metan potansiyeli ile arpa sapı, 13 194 455 m<sup>3</sup> metan potansiyeli ile ayçiçeği sapı ve kafası, 346 071 m<sup>3</sup> metan potansiyeli ile yulaf sapı ve 93 257 metan potansiyeli ile çavdar sapı takip etmektedir. Özer (2017), Ardahan İlinin biyogaz potansiyelinin belirlenmesi için buğday, arpa, çavdar, ayçiçeği, ve mısır artıklarını dikkate alarak yaptıkları çalışmada metan potansiyelini 15,3 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplamışlardır. Özbayram ve İnce (2021), yaptıkları araştırmada, Türkiye'nin buğday artıklarından kaynaklanacak metan potansiyelini 2 652 milyon m<sup>3</sup>/yıl, çavdar artıklarından

kaynaklanacak metan potansiyelini 34 milyon m<sup>3</sup>/yıl, ayçiçeği artıklarından kaynaklanacak metan potansiyelini 250 milyon m<sup>3</sup>/yıl olduğunu hesaplamışlardır. Çakal ve Çelik (2021), arpa, ayçiçeği, buğday ve mısır artıklarını dikkate alarak yaptıkları çalışmada Konya İlinin biyogaz potansiyelinin 20 662 690 m<sup>3</sup>/yıl ve metan oranının % 60 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda bulunan tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli Özer (2018) ve Özbayram ve İnce (2021)'nin yapmış olduğu çalışma ile benzerlik gösterirken Çakal ve Çelik (2021),'e göre yüksektir. Çakal ve Çelik (2021),'e göre yüksek olmasının sebebi dekar başına atık miktarının daha yüksek seçilmesidir.

Konya'nın sebze ve meyvelerin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 19 'da verilmiştir.

**Çizelge 19.** Sebze ve meyvelerin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli

Ürün Adı	Artık Miktarı (ton/yıl)	Metan Verimi (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton)	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Domates	60 953	56.0	3 413 359
Patates	31 122	31.9	992 784
Havuç	22 106	31.9	705 189
Kavun	8 641	31.9	275 645
Karpuz	6 099	31.9	194 546
Hıyar-Acur	4 558	31.9	144 411
Fasulye, Taze	3 272	31.9	104 385
Biber	1 801	31.9	57 436
Kabak (Sakız, Çerezlik)	1 714	31.9	54 664
Patlıcan	391	31.9	12 457
Turp	364	31.9	11 616
Bal Kabağı	285	31.9	9 084
Çilek	255	31.9	8 144
Lahana	244	31.9	7 796
Barbunya, Taze	172	31.9	5 491
Toplam			5 998 003

Sebze ve meyvelerin hasat artıklarından elde edilebilecek 5 998 003 m<sup>3</sup> metan, toplam metan potansiyeli içerisinde % 2.85 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Sebze ve meyvelerinin hasat artıkları arasında ise en yüksek metan potansiyeli 3 413 359 m<sup>3</sup> metan ile açık ara domates hasat artıklarındadır. Domates artıklarını sırası ile 992 784 m<sup>3</sup> metan ile patates, 705 189 m<sup>3</sup> metan ile havuç ve ardından diğer hasat artıkları izlemektedir.

DFBZ (2011)'ye göre Konya İlinin domates artıklarından kaynaklı (tarla+sera) biyogaz potansiyeli 107 TJ olarak bulunmuş olup bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Konya'nın meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 20'de verilmiştir.

**Çizelge 20.** Meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli

Tür	Atık Miktarı (ton/yıl)	Metan Verimi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Elma	15 054	45.72	481 783
Kiraz	11 082	45.72	354 675
Vişne	3 947	45.72	126 323
Erik	1 762	45.72	56 386
Badem	1 110	45.72	35 521
Kayısı	907	45.72	29 024
Şeftali-Nektarin	692	45.72	22 158
Ceviz	685	45.72	21 932
Armut	428	45.72	13 680
Ayva	57	45.72	1 830
Toplam			1 143 312

Meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilebilecek 1 143 312 m<sup>3</sup> metan ile toplam metan potansiyeli içerisinde üçüncü sırada yer almaktadır. Meyve veren ağaçların budama artıklarının arasında ise en yüksek metan potansiyeli 481 783 m<sup>3</sup> metan ile elma ağacı budama artıklarındadır. Bunu sırasıyla 354 675 m<sup>3</sup> metan ile kiraz ağacı budama artıkları, 126 323 m<sup>3</sup> metan ile vişne ağacı budama artıkları ve ardından diğer budama artıkları izlemektedir. Avcıoğlu ve ark. (2019), bahçe bitkileri biyokütlesi ve enerji

potansiyeli ile ilgili yaptıkları araştırmada Türkiye'nin bahçe bitkilerinden ortalama 65.491 TJ olduğunu hesaplamışlardır. Türker ve ark.(2022), Türkiye'deki tarımsal biyokütle kalıntılarına dayalı kullanılabilir enerji potansiyelini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Konya İlinin bahçecilik atıklarından elde edilebilecek enerji potansiyelini 685 TJ olduğunu hesaplamışlardır.

Konya'nın örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 21'de verilmiştir.

**Çizelge 21.** Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli

Tür	Atık Miktarı (ton/yıl)	Metan Verimi m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Hıyar	2 508	31.9	80 015
Domates	1 277	56.0	71 495
Toplam			151 510

Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından elde edilebilecek 151 510 m<sup>3</sup> metan ile toplam metan potansiyeli içerisinde son sırada yer almaktadır. Örtü altı bitkisel üretimin oldukça büyük bir kısmı yüksek gelir getirmesi ve pazarlamada sorun olmaması nedeni ile domates ve hıyar üretimi olarak gerçekleşmektedir. Nüfus artışı, gıda

krizi, tarım teknolojilerindeki gelişmeler örtü altı tarımın hızla artacağını dolayısıyla tarımsal artık miktarının da artacağını göstermektedir.

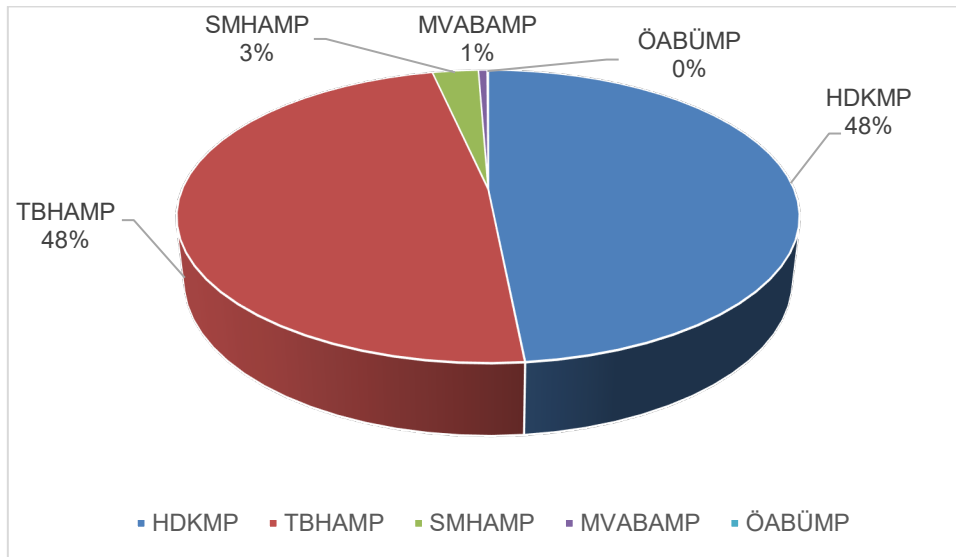
Konya'nın yaygın ve toplanabilir tarımsal atıklardan elde edilebilecek metan potansiyeli Çizelge 22'de verilmiştir.

**Çizelge 22.** Konya İli toplanabilir bitkisel artık ve hayvansal artıklardan elde edilebilecek metan potansiyeli

Metan Kaynağı	Metan Potansiyeli (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /yıl)
Hayvan dışkıları kaynaklı metan potansiyeli	102 061 996
Tahıllar ve diğer tarla bitkilerinin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli	101 354 042
Sebze ve meyvelerin hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli	5 998 003
Meyve veren ağaçların budama artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli	1 143 312
Örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından elde edilebilecek metan potansiyeli	151 510
<b>Toplam</b>	<b>210 708 863</b>

Konya İli toplanabilir bitkisel artık ve hayvansal artıklardan elde edilebilecek metan potansiyeli 210 708 863 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 5'ten görüleceği üzere toplam metanın %48'i hayvan dışkılarından, % 48'i sebze ve meyvelerin hasat artıklarından, % 3'ü sebze ve meyvelerin hasat artıklarından, % 1'i meyve veren ağaçların budama artıklarından, % 0,07'si örtü altı bitkisel üretim hasat artıklarından

kaynaklanmaktadır. DFBZ (2011)'ye göre 2009 yılı verileri dikkate alınarak yapılan hesaplamada Konya İlinin toplam tarımsal teknik biyogaz potansiyeli 21 985 TJ olarak bulunmuştur. Elde edilecek enerji miktarının bu çalışmadan yüksek olmasının sebebi teknik potansiyel hesaplanırken tüm atık ve artıkların tamamen toplandığı ve kullanılabilirliğinin varsayılarak hesaplanmasıdır.

**Şekil 5.** Konya İli Bitkisel ve Hayvansal Artıklardan Elde Edilebilecek Metan Potansiyeli

Gelecekte büyükbaş hayvan dışkılarının çevresel problemlere neden olması istenmiyorsa biyogaz tesislerinin sayısı artırılması gerekmektedir. Biyogaz tesislerinin sayısının artırılması için biyogaz üretimine daha çok teşvik verilmelidir.

Konya'nın bitkisel üretim istatistikleri incelendiğinde mısır ekiminin yapıldığı alanın son on yılda 3.3 kat artarak 382 539 dekardan 1 241 821 dekara çıktığı görülmektedir. Konya Ovası her ne kadar kurak olsa ve yer altı su seviyesi her yıl daha fazla çekilse de mısırın yüksek verimi dolayısıyla yüksek getirisi olması nedeniyle

çiftçilerin mısır ekmekten vazgeçemeyecekleri gibi ekilen alanların daha da artacağı aşıkardır. Bu durum Konya İlinde kurulacak biyogaz tesislerinin yüksek biyogaz potansiyeline sahip bitkisel hasat artıklarına kolayca ulaşılabilirliğini göstermektedir.

Konya ilinde sebze üretimi Konya Ovası Projesi kapsamında sulama projelerinin hayata geçmesi ile birlikte hızlı bir gelişme göstermiştir. Sebze üretiminde son on yılda özellikle domates üretimi ön plana çıkarken bunu kavun ve karpuz üretimi izlemiştir. Ayrıca ilimizde Çumra ve civarı Türkiye'nin havuç üretiminde önemli bir yer

tmaktadır. Konya İlinde sebze üretimi KOP projesinin tamamen hayata geçmesi ve yeni projeler ile birlikte artacağı ortadadır. Sebze hasat artıkları genellikle tarım arazilerinde bırakılmakta bu durum hem ekonomik kayba neden olurken hem de tarım arazilerinin işlenmesini zorlaştırmaktadır. Biyogaz tesislerinin kurulması ile birlikte sebze hasat artıkları ekonomik değer kazanmakta ve enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Konya ilinin meyvecilik istatistikleri incelendiğinde son on yılda elma ve kiraz üretiminin arttığı görülmektedir. Meyve ağaçlarının budama artıkları genellikle arazide yakılmakta veya çevrede bulunan düşük gelirli konutlarda yakacak olarak kullanılmaktadır. Budama artıklarının biyogaz tesislerinde hammadde olarak kullanılması ile bu artıklar enerji olarak kazanılmaktadır.

## 5. Sonuç

Türkiye'nin enerji ihtiyacı ve organik atık ve artıklardan kaynaklanan çevresel sorunlar birlikte değerlendirildiğinde; her iki sorun için de eşzamanlı çözüm önerisi organik atık ve artıkları yenilenebilir enerji kaynağı olan metana dönüştüren biyogaz tesislerinin kurulmasıdır. Biyogaz tesislerinin bir artısı da metan üretim sürecinde ortaya çıkan fermantasyon artıklarının organik gübre olarak değerlendirilebilmesidir. Böylece tarım arazilerinde kullanılan kimyasal gübreden tasarruf edilmekte ve sürdürülebilir tarım uygulaması da gerçekleştirilebilmektedir.

Enerji piyasalarında biyogazın güçlü bir rol oynaması için istikrarlı bir arz sağlayan yeterli bir altyapının oluşturulması gerekmektedir. Biyogaz tesislerinin planlanmasında, tahmin edilen talebi karşılayacak mevcut kaynakların potansiyelinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerden anlaşılacağı üzere Konya İli 210 708 863 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/yıl kapasite ile önemli miktarda metan üretim potansiyeline sahiptir. Bu miktarda metan ile 6 020 TJ enerji, 1 622 milyon kWh elektrik elde edilebilir. Konya İlinde 2021 yılında konutlarda kullanılan elektrik miktarının 1 431 milyon kWh olduğu dikkate alındığında bu miktarın önemi ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin enerji güvenliği sorununun çözümünde tarımsal artık ve hayvansal atıkların değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Bu potansiyel göz önüne alındığında, Konya İli biyogaz tesisleri kurulması için oldukça elverişlidir.

Sonuç olarak, son yıllarda ülkemizde tarımsal artıkların değerlendirildiği biyogaz sektörü hızlı bir büyüme göstermektedir. Müteşebbisler ve planlamacılar, yatırımı en iyi nereye yönlendireceklerini ve sorunların üstesinden nasıl geleceklerini bilmelidirler. Bu çalışma, sektöre yatırım yapan ve yapacak olan müteşebbislere

tesis yeri seçiminde yol gösterici olacak ve karar vericilerin daha doğru karar almasında yardımcı olacaktır. Bu çalışma; hem enerji üretiminde biyogaz sektörünün gelişmesine hem de tarımsal artıkların daha verimli kullanımına katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

Abdeshahian, P., Lim, J. S., Ho, W. S., Hashim, H., & Lee, C. T. (2016). Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 714-723.

Aktaş, T., Özer B., Soyak, G., & Ertürk, M. C. (2015). Tekirdağ İli'nde hayvansal atık kaynaklı biyogazdan elektrik üretim potansiyelinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(1), 69-74.

Atelge, R. (2021). Türkiye'de Sığır Gübresinden Biyoyakıt Olarak Biyogaz Üretiminin Potansiyeli ve 2030 ve 2053 Yıllarında Karbon Emisyonlarının Azaltılmasına Öngörülen Etkisi. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 5(1), 56-64.

Avcioğlu, A. O., & Türker, U. (2012). Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1557-1561.

Avcioğlu, A. O., Dayioğlu, M. A., & Türker, U. (2019). Assessment of the energy potential of agricultural biomass residues in Turkey. *Renewable Energy*, 138, 610-619.

Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., Güneş, K., Komitti, N., Barnes, I., Nieminen, M. (2006). A Guide on Exploitation of Agricultural Residues in Turkey. Final Report Annex XIV, LIFE 03 TCY/ TR /000061, Adana.

Başçetinçelik, A., Öztürk, H., & Karaca, C. (2007). Türkiye'de tarımsal biyokütleden enerji üretimi olanakları. IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. *Bildiriler Kitabı*, s.101-109, Kayseri.

BEPA, (2022). Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası. T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara <https://bepa.enerji.gov.tr/>

Bilandzija, N., Voca, N., Kricka, T., Matin, A., Jurisic, V., (2012). Energy potential of fruit tree pruned biomass in Croatia. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10 (2), 292-298.

BP (2022, 1 Haziran). Statistical. 15 Haziran 2022 tarihinde <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy->

[economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html](https://www.economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html) adresinden edinilmiştir.

Brown, D., Shi, J., & Li, Y. (2012). Comparison of solid-state to liquid anaerobic digestion of lignocellulosic feedstocks for biogas production. *Bioresource technology*, 124, 379-386. ISSN 0960-8524,

Çiçek O. A (2014). Farklı Çiftlik Atıklarının Birlikte Çürütülmesi Ve Gaz Üretim Optimizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul

D'Aquino, C. A., Santos, S. C., & Sauer, I. L. (2022). Biogas as an alternative source of decentralized bioelectricity for large waste producers: An assessment framework at the University of São Paulo. *Energy*, Volume 239, Part D, 122326. ISSN 0360-5442

Demirel, B., Neumann, L., & Scherer, P. (2008). Microbial community dynamics of a continuous mesophilic anaerobic biogas digester fed with sugar beet silage. *Engineering in Life Sciences*, 8(4), 390-398.

DBFZ, (2011). Türkiye'de Hayvansal Atıkların Biyogaz Yoluyla Kaynak Verimliliği Esasında ve İklim Dostu Kullanımı Projesi (Türk-Alman Biyogaz Projesi). Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum gemeinnützige GmbH Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig.

Dursun, N. (2020). Hayvansal Ve Bitkisel Atıklar Kaynaklı Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Malatya İli Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8 (3) , 720-727.

Ersoy, E. ve Uğurlu, A. (2020). Türkiye'nin il bazlı hayvancılık sektörünün biyogaz üretimi yoluyla sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli. *Çevre Yönetimi Dergisi*, 255, 109858.

FAO, (2016). BEFS Assessment for Turkey: Sustainable bioenergy options from crop and livestock residues. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISSN 2226-6062

FNR, (2010). Handreichung Biogasgewinnung und Nutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow-Prüzen. ISBN 3-00-014333-5

Foster, J.B., Ünder, H. (2008). Savunmasız gezegen: çevrenin kısa ekonomik tarihi. Epos Yayınları.

Görmüş, C. (2018). Türkiye'deki hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ

IPCC, (2001). The global warming potential of six GHGs. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kaur, G.J., Kumar, D., Orsat, V., & Singh, A. (2020). Assessment of carrot rejects and wastes for food product

development and as a biofuel. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1(12), 757-768.

Kepp U, Machenbach I, Weisz N, Solheim OE (2000). Enhanced stabilisation of sewage sludge through thermal hydrolysis - three years of experience with full scale plant. *Water Science and Technology* 42 (9): 89-96.

Khalid A, Arshad M, Anjum M, Mahmood T, Dawson L (2011). The anaerobic digestion of solid organic waste. *Waste Management* 31: 1737-1744.

Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Zerefos, C. S., Türkeş, M., & Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37(4).

Külcü, R. (2016). Afyonkarahisar ilinin tarımsal biyokütle potansiyelinin incelenmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 1-9.

KÖSE, E. T. (2017). Trakya bölgesinde hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi ve sayısal haritaların oluşturulması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6), 762-772.

Lovato, G., Alvarado-Morales, M., Kovalovszki, A., Peprah, M., Kougias, PG, Rodrigues, JAD, & Angelidaki, I. (2017). Yerinde biyogaz yükseltme süreci: modelleme ve simülasyon yönleri. *Biyolojik kaynak teknolojisi* , 245 , 332-341.

Menardo, S., Airoldi, G., & Balsari, P. (2012). The effect of particle size and thermal pre-treatment on the methane yield of four agricultural by-products. *Bioresource technology*, 104, 708-714.

Nasl B. M. (2015). Büyükbaş Hayvan Dışkısından Biyogaz Üreten Bir Reaktöre Peynir altı Suyu Eklenmesinin Reaktörün Biyogaz Üretim Verimine Etkilerinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

NOAA, (2021). CO<sub>2</sub> emissions vs concentrations 1751-2020. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington. <https://www.climate.gov/media/12990>

NOAA, (2022). Trends in Atmospheric Methane. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington. [https://gml.noaa.gov/ccgg/trends\\_ch4/](https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/)

NASA, (2022). Global Mean Estimates based on Land and Ocean Data. National Aeronautics and Space Administration, Washington. [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/graph\\_data/Global\\_Mean\\_Estimates\\_based\\_on\\_Land\\_and\\_Ocean\\_Data/graph.txt](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/graph_data/Global_Mean_Estimates_based_on_Land_and_Ocean_Data/graph.txt)

- Odegard, I., van der Voet, E. (2014). The future of food—Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecological Economics* 97: 51-59.
- Özbayram, E. G., & İnce, O. (2021). Comparative Assessment of Biogas Production Potential of the Most Abundant Agro-Residues in Turkey. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(68), 547-555.
- Özer, B. (2017). Biogas energy opportunity of Ardahan city of Turkey. *Energy*, 139, 1144-1152.
- Polat, M. (2021). Türkiye'nin Tarımsal Atık Biyokütle Enerji Potansiyelindeki Değişim. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı, 19-24.
- Sawatdeenarunat, C., Surendra, K. C., Takara, D., Oechsner, H., & Khanal, S. K. (2015). Anaerobic digestion of lignocellulosic biomass: challenges and opportunities. *Bioresource technology*, 178, 178-186.
- Şehu, A. (1996). Bazı Buğdaygil Samanlarının İn Vivo Sindirilme Dereceleri ve Rumende Parçalanma Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 43(04).
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü., & Yalçın, A. (2018). Farklı ham sığır gübresi/mezbaha atıkları karışım oranlarının biyogaz üretimi üzerindeki etkisinin araştırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 11-21.
- Toriki, F. (2003). Yonca ve şeker pancarı yaprağından mekanik sistemle bitki suyu eldesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(04).
- TÜİK, (2021a). Hayvancılık İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr>
- TÜİK, (2021b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr>
- Türker, U., Gerdan, D., Dayıoğlu, M. & Onurbaş Avcıoğlu, A. (2022). Exploitable energy potential based on agricultural biomass residues in turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(4).
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M., & Erhat, E. (2018). Aşırı hava ve iklim olaylarında dünya ve Türkiye'de gözlenen değişiklik ve eğilimlerin bilimsel bir değerlendirmesi. *İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi ve Yeşil Büyüme*. (Ed. Meltem Ucal), pp5-38. ISBN, 978, 605-680.
- UN, (2015). World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Population Division, Working Paper No ESA/P/WP. 241.
- UNFPA Türkiye (2022, 22 Kasım). 8 milyar. 22 Kasım 2022 tarihinde <https://turkiye.unfpa.org/tr/news/8-milyar-etkinligi> adresinden edinilmiştir.
- Uykan, Z. (2019). Farklı hayvan gübreleri ve mısır silajı karışımından hazırlanan hammaddelerden biyolojik metan veriminin saptanması. (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Üçok, S. & Aybek, A. (2021). Büyükbaş hayvan dışkısı ve makroalg (*Cladophora sp.*)'den biyogaz üretimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 238-248.
- Wandrey, C., & Aivasidis, A. (1983). Zur reaktionstechnik der anaeroben fermentation. *Chemie Ingenieur Technik*, 55(7), 516-524.
- Yaylı, B., & Kılıç, İ. (2020). Süt Sığırı İşletmelerinin Küresel Isınma Potansiyelinin Tier-1 Yöntemi ile Tahminlenmesi. *Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 1(2), 79-86.
- Zhang, Q., Hu, J., & Lee, D. J. (2016). Biogas from anaerobic digestion processes: Research updates. *Renewable Energy*, 98, 108-119.
- Zhurka, M., Spyridonidis, A., Vasiliadou, I. A., & Stamatelatos, K. (2019). Biogas production from sunflower head and stalk residues: Effect of alkaline pretreatment. *Molecules*, 25(1), 164.



# Farklı Azot Kaynaklarının Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.)' ın Tarımsal ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>1\*</sup> Murat TUNÇTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

## \* Sorumlu Yazar

Tel.: -

ruveydetuncurk@yyu.edu.tr

## Yayın Bilgisi:

Geliş Tarihi: 01.06.2022

Kabul Tarihi: 22.08.2022

**Anahtar kelimeler:** Azotlu gübre, *Sinapis arvensis* L., tarımsal ve kalite parametreleri, verim

**Keywords:** Nitrogen fertilizer, *Sinapis arvensis* L., agricultural and quality parameters, sowing time, yield

## Özet

Bu çalışma, 2016- 2017 yıllarında Van ekolojik koşullarında farklı azotlu gübre formlarının yabani hardalın tarımsal ve kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnorganik azotlu gübrelerin dört farklı formu (amonyum nitrat, amonyum sülfat, kalsiyum amonyum nitrat ve üre) kullanılmıştır. Bitki boyu (cm), ilk dal yüksekliği (cm), yan dal sayısı (adet/bitki), harnup sayısı (adet/bitki), harnupta tohum sayısı (adet), bin tane ağırlığı (g), tohum verimi (kg da<sup>-1</sup>), ham yağ oranı (%) ve ham yağ verimi (kg da<sup>-1</sup>) gibi birçok parametre ölçülmüştür. En yüksek tohum verimi (136.0 kg da<sup>-1</sup>) 2017 yılında elde edilirken, her iki deneme yılında da en yüksek tohum verimi (sırasıyla 112.3 kg da<sup>-1</sup> ve 165.0 kg da<sup>-1</sup>) üre gübresi uygulamasından elde edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları, bin dane ağırlığı ile tohum verimi yağ oranı ve yağ verimi ile tohum verimi ile yağ verimi arasında istatistiksel olarak anlamlı (%1) ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Farklı ekolojilere uyum sağlayan türleri olan Hardalın yetiştiriciliğinin kolay olması ve yüksek yağ oranına sahip olması nedeniyle katma değer yaratacak ve yetiştiricisine de ekonomik kazanç sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla; bu bitkinin yaygınlaşması ve ekonomik üretimi için bu çalışma agronomik açıdan konusu itibarıyla literatürlere ilk olarak girecek bir çalışma olması nedeniyle de son derece önemli ve değerli bir çalışmadır.

## Study on Effect of Different Nitrogen Sources on Agronomic and Quality Parameters of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.)

### Abstract

This study was carried out to determine the effects of different nitrogen fertilizer forms on the agronomic and quality parameters of wild mustard in Van ecological conditions during the 2016-2017 years. The experiment was set up in a randomized block design with 3 replicates. Four different forms of inorganic nitrogen fertilizers (ammonium nitrate, ammonium sulfate, calcium ammonium nitrate and urea) were used. Several parameters including plant height (cm), first branch height (cm), number of side branches (pieces/plant), number of pod (pieces/plant), number of seeds in pod (pieces), thousand-seed weight (g), seed yield (kg ha<sup>-1</sup>) crude oil ratio (%) as well as crude oil yield (kg ha<sup>-1</sup>) were measured. The highest seed yield (1360.0 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained in 2017, while the highest seed yields in both trial years (1123.0 kg ha<sup>-1</sup> and 1650.0 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) were observed from urea fertilizer application. The correlation analysis results showed a statistically significant (1%) and positive relationship between thousand seed weight and seed yield oil rate and oil yield, as well as seed yield and oil yield. It is thought that mustard, which is a species that adapts to different ecologies, will create added value and provide economic gain to the grower due to its easy cultivation and high oil content. Therefore; This study is an extremely important and valuable study for the widespread use and economic production of this plant, as it is the first study to enter the literature in terms of agronomic subject.

## GİRİŞ

Bitkisel yağlardan, yağ asitlerinin kompozisyonuna göre değişik alanlarda faydalanılmaktadır. Bu yağlar, başta insan beslenmesinde olmak üzere farmakolojide, endüstride ve biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır. Yemeklik olarak tercih edilmeyen erusik asit oranı yüksek yağlar, sanayide farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Oksidasyonstabilitesinin düşük olması sebebiyle linolenik asit oranı yüksek yağlar da yemeklik yağ olarak tercih edilmezken, iyi yanmasından dolayı biyoyakıt olarak tercih edilmektedir (Abromovic ve ark., 2007; Frohlic ve Rice, 2005; Sabzalian ve ark., 2008). Bitkisel yağ ve yağlı tohum küspesi ithalatı ülkemizde dış ticarete konu olan ve bu alanda önemli açığımızın bulunması nedeniyle yaygın olarak yetiştirilen yağ bitkilerinin yetiştiriciliğinin yapılamadığı alanlarda alternatif yağ bitkileri tarımının geliştirilmesi mutlak gereklidir. Hem yağ hem baharat bitkisi olarak kullanılan hardalın orijini Batı Asya ve Avrupa olduğu arkeolojik kazılar ile belirlenmiştir. Hardal bitkisinin tohumunun öğütülmesi ile yapılan baharat Mg, Ca, Cu, Fe, K ve P gibi mineraller içerir. Hardal tohumu, A, C, E ve K vitamini bakımından da önemli bir kaynaktır. Dünyada, Hindistan ve Bangladeş başta olmak üzere birçok ülkede tüketilmektedir. Yabani hardal Brassicaceae (Turpgiller) familyasından, tek yıllık 80 cm' ye kadar boylanabilen gövdesinin alt kısmı sert tüylü, saçak köklü, otsu bir bitkidir. Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenen, çorak araziler, yol kenarlarında bulunan bir yabancı ottur. Genç dalları çiğ veya pişirilerek yenir (Seçkin, 2014; Deniz ve Tunçtürk., 2020).

Hardal türleri içerisinde *Sinapis alba* (beyaz hardal) ve *Brassica nigra* (siyah hardal) yağ, *Brassica juncea* (hint hardalı) ve yine *Sinapis alba* (beyaz hardal) baharat olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, *Sinapis arvensis* (yabani hardal) ve bu türe ilaveten *Brassica nigra* (siyah hardal) ise tarım alanlarında yabancı ot türleri olarak bilinmektedir (Warwick ve ark., 2008). Hardal çeşitlerinden % 40' a kadar yağ elde edilir. Bu yağda en fazla bulunan yağ asitleri oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve erusik asit (C20:1)' tir.

Genel olarak hardal bitkisinin öğütülmüş tohumlarından çeşni ve fırın ürünlerinde, alkolsüz içeceklerde ve turşularda güçlü bir besin koruyucusu olarak faydalanmanın yanında, hardal çiçeğinin genç ve yumuşak yaprakları salatalara katılarak da kullanılmaktadır. Özellikle beyaz hardal unundan ezme yapımında, siyah hardal unundan ise et endüstrisinde, sosis ve salamalarda katkı maddesi şeklinde (emülsiyon yapıcı, tekstür düzenleyici ve su bağlayıcı olarak) yararlanılmaktadır (Akgül, 1993). Ayrıca, hardal beyin aktivitelerini harekete geçirmekte ve yağlı yiyeceklerin hazmını kolaylaştırmaktadır. Hardal tohumundan elde edilen un düşük seviyelerde

midevi ve yatıştırıcıdır. Hardal tohumu ve yağının kusturucu özelliği vardır. Harici olarak kas gevşetici olarak kullanılır. Hardal kullanımı ile yağlı gıdaların sindirimi de kolaylaşmaktadır. Hardalın kalori, yağ ve kolesterol oranı düşüktür ve bol miktarda C vitamini içerir (Anonim, 2013). Serin iklim bitkisi olan hardal, nemli ve güneş alan bölgelerde iyi gelişir. Optimum büyüme sıcaklığı 15-20 °C civarında olup, yüksek sıcaklık ve uzun gün koşullarında bitkide çiçeklenme teşvik edilir. Genellikle hafif şiddetli donlara dayanıklı bir bitkidir (Koç, 2005).

Dünya'da 2018 yılı verilerine göre, 574 milyon ton toplam yağlı tohum üretimi gerçekleştirilmiştir. Güney Asya, Kuzey Amerika ve Doğu Avrupa'da hardal tarımı yapılmaktadır. Kanada'da 98.800 ton, Nepal'de 214.055, Myanmar'da 38.464 ton başta olmak üzere dünyada toplam 540 bin ton hardal üretimi gerçekleştirilmektedir (FAO, 2020). Ülkemizde ise, 2021 yılı verilerine göre toplam 3.026.082 ton yağlı tohum üretimi yapılmıştır (Anonim, 2022).

Tarımsal üretim sisteminde ürün veriminin garanti altına alınması için başlıca yöntem gübrelemedir. Bu nedenle, gübrelemeden maksimum fayda sağlayabilmek için gübre-ürün ilişkisinin bilinmesi gerekmektedir. Gübre uygulamalarının asıl amacı, bitkiye verilen gübreinin tamamına yakınının bitki tarafından alınmasıdır. Bu sağlanabildiğinde daha az gübre kullanılarak verim artırılabilir ve gübre kaybı en az seviyeye düşürülebilir. Toprak analizlerinin yapılması ile bitkinin gübre ihtiyacı belirlenmekte ancak uygun gübre kaynağı uygun dönemlerde ve uygun yöntemlere göre üniform olarak uygulanmadığında yeterince fayda sağlanamamaktadır (Kacar, 2013).

Azotlu gübre kaynaklarından amonyum nitrat, azot kaynaklarına göre hızlı bir şekilde faydalı hale gelmektedir. Bitkilerin vejetatif gelişmesini daha fazla teşvik ederek boylarının daha uzun olmasını sağlamaktadır. Amonyum nitrat kurak bölgelerde dahi kolayca elverişli hale geçebilmektedir. Yağışlı bölgelerde, nitrat azotu kolayca yıkanacağı için bu özellik dikkate alınmalıdır. Amonyum sülfat formu şartlara bağlı olarak daha yüksek verim sağlamaktadır. Toprağın pH'sını düşürmede etkili olan amonyum sülfat kil oranı ve katyon değişim kapasitesi yüksek topraklarda amonyum formunda daha uzun süre tutulabilmektedir. Dolayısıyla amonyum sülfatın çözünürlüğü diğer azot kaynaklarına göre daha uzun sürmekte, bitkiler bu azottan daha fazla yararlanmaktadır. Üre uygulaması diğer formlara göre değişiklik arz etmektedir. Bitki köklerine veya tohumlara yakın verildiğinde çok hızlı hidrolize olduğu için toksik etki yapmaktadır (Sezen, 1991).

Yapılan bu çalışma ile Türkiye'de *Sinapis arvensis* L. ile ilgili yeterli araştırmanın olmayışı ve ayrıca biyodizel veya çeşitli endüstri dallarında yararlanılabilecek alternatif bir yağ bitkisi olan hardal amonyum ve nitrat formundaki azottan

yararlanabilse de, bitkiler arasında bir ayırım söz konusu olup, uygun azot kaynağının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2016 ve 2017 yıllarında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait deneme alanında yürütülmüştür. Tohumluk materyali olarak hardal (*Sinapis arvensis* L.) Ankara Merkez Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. İlk deneme yılı olan 2016 yılı bitki yetiştirme sezonunda (Nisan (33.10 mm), Mayıs (61.55 mm), Haziran (36.25 mm) ve Temmuz (1.60 mm) süresince ayların toplam yağış miktarı 132.5 mm, 2017 yılı bitki yetiştirme sezonunda Nisan (58.5 mm), Mayıs (77.5 mm), Haziran (0.80 mm) ve Temmuz (0.30 mm) aylarının toplam yağış miktarı ise 137.1 mm olarak kayıt altına alınmıştır. İki deneme yılı süresince çalışmanın yapıldığı ayları kapsayan toplam yağış değerleri, uzun yıllar (1960-2017) ortalama değerinden (124.0 mm) kısmen daha yüksek olmuştur. 2016 ve 2017 yılı aylık ortalama sıcaklık değerleri 15.5°C ve 15.7 ile uzun yıllar ortalamasından (15.82°C) kısmen düşük seyretmiştir. Her iki deneme yılının nem içeriği ise sırasıyla; % 51.84 ve % 51.22 ile UYO (% 53.55)' dan kısmen düşük olmuştur (Anonim, 2017). Denemenin yürütüldüğü araziye ait toprak analizleri sonucuna göre; kumlu killi tın bünyeli, pH bazik karakterli (8.18 pH) ve tuz (EC) değeri (% 0.021) düşük, kireç oranı yüksek (% 17.9), organik madde içeriği (% 1.17) bakımından yetersiz, yarayışlı fosfor (P) içeriği (6.70 ppm) ve azot (N) içeriği (0.049 me 100 g<sup>-1</sup>) bakımından çok düşük, potasyum (K) miktarının ise (488 ppm) yeterli olduğu kaydedilmiştir. Denemenin kurulduğu alan, her iki yılda da sonbahar mevsiminde pullukla derin sürüm yapılmış ve kışa bu şekilde terkedilmiştir. İlkbahar mevsiminde ekim yapılmadan önce ikileme yapılmış ve deneme alanı ekime hazır hale getirilmiştir. Denemede, dekara 12 kg/da olacak şekilde farklı azot kaynakları (Amonyum nitrat (%33), Kalsiyum amonyum nitrat (CAN %26), Üre (%46) ve Amonyum sülfat (%21)) kullanılmıştır. Denemede faktör olarak kullanılan azotlu gübrelerin yarısı ekim ile birlikte diğer yarısı ise sapa kalkma

döneminde uygulanmıştır. Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 3 m x 1.8 m = 4.8 m<sup>2</sup> büyüklüğünde olup bitkiler 30 cm sıra aralığında 6 sıra olarak düzenlenmiştir. Denemede blok araları 2 m, parsel araları ise 1 m olarak planlanmıştır. Denemenin toplam alanı 13 x 13= 169 m<sup>2</sup> olup denemede kontrol dahil olmak üzere 15 parsel yer almıştır. Kontrol dahil olmak üzere her parselde dekara 8 kg P hesabıyla Triple Süper Fosfat (% 42 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ekimden önce verilmiştir. Denemede ekim işlemi, dekara 1.5 kg tohumluk hesabıyla markörle açılan çizilere 2-3 cm derinliğe 15.04.2016 ve 12.04.2017 tarihlerinde el ile yapılmıştır. Hasat bitkilerin toprak üstü aksamının kurduğu ve kahverengiye dönüştüğü dönemi kapsayan 20.07.2016 ve 24.07.2017 tarihlerinde yapılmıştır. Hasat, ortadaki 4 sıra bitkiden (1.2 m) ve parsel başından 0.5 m kenar tesiri olarak gözlem dışı bırakıldıktan sonra (2 m) geriye kalan 2.4 m<sup>2</sup> (2 m x 1.2 m) alan üzerinden yapılmıştır. Çalışmada, ilk dal yüksekliği, bitki boyu, dal sayısı, harnup sayısı, harnupta tohum sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ1 oranı ve yağ verimi gibi agronomik ve kalite parametreleri incelenmiştir.

Araştırma verileri Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel hesaplamalar COSTAT (Versiyon 6.3) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Least Significant Difference (0.05) Karşılaştırma Testi' ne göre belirlenmiştir. Korelasyon analizi IBM SPSS istatistik (Version 22) programı kullanılarak yapılmıştır (IBM, 2013).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, incelenen tüm parametreler üzerinde yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlendiğinden yıllara ait veriler ayrı ayrı verilmiştir. Birleşik yıl ortalamalarına çizelgede yer verilmemiştir. Deneme faktörü olan gübre kaynaklarının tüm parametreler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki yılda da bitki boyu, harnupta tohum sayısı, bin tohum ağırlığı ve ilk deneme yılında yağ oranı üzerine azotlu gübre formlarının etkisi % 5 seviyesinde diğer parametreler üzerindeki etkisi ise her iki yılda da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 1.** Hardalın bazı tarımsal özellikleri üzerine farklı azotlu gübre formlarının etkisi.

Uygulamalar	İlk Dal Yüksekliği (cm)		Bitki Boyu (cm)		Dal Sayısı (adet/bitki)	
	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
Azotlu Gübre Formları						
Kontrol (Gübresiz)	22.8 c	25.4 b	66.7 b	97.2 b	4.36 b	4.86 c
Kalsiyum Amonyum Nitrat	27.1 ab	36.4 a	81.8 ab	106.2 ab	5.06 ab	5.40 b
Amonyum Nitrat	27.1 ab	37.0 a	88.0 a	110.6 a	5.70 a	6.10 a
Üre	29.1 a	37.4 a	95.6 a	115.3 a	5.76 a	6.37 a
Amonyum Sülfat	26.4 b	36.0 a	79.9 ab	112.7 a	5.20 ab	5.53 b
Gübre Formu	**	**	*	*	**	**
LSD (0.05)	1.71	3.54	15.16	10.04	0.76	1.67
VK (%)	3.44	5.46	9.77	4.92	7.63	12.39
Yıl Ortalaması	26.49 B	34.42 A	82.4 B	108.4 A	7.18 A	4.08 B

\*\* P<0.01 düzeyinde, \*P<0.05 düzeyinde önemli, aynı büyük ve aynı küçük harf ile gösterilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

İlk dal yüksekliği bakımından en yüksek değer 34.42 cm ile 2017 deneme yılından tespit edilmiştir. Gübre formları açısından ise 2016 ve 2017 deneme yıllarında en yüksek ilk dal yüksekliği değeri sırasıyla; 29.1 ve 37.4 cm ile üre formundan tespit edilmiştir. 2016 yılında kalsiyum amonyum nitrat, amonyum nitrat ve üre formları arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir. 2017 deneme yılında kontrol dışındaki diğer gübre uygulamalarının yapıldığı parseller ile istatistiksel bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. En düşük değer ise her iki deneme yılında da sırasıyla; 22.8 ve 25.4 cm olarak ölçülmüştür.

Araştırmada, en yüksek bitki boyu 108.4 cm ile 2017 deneme yılından belirlenirken, azotlu gübre formları bakımından ise her iki deneme yılında en yüksek değer sırasıyla; 95.6 ve 115.3 cm ile üre formundaki azotlu gübre parsellerinden ölçülmüştür (Çizelge 1). Ancak Çizelge 1 incelendiğinde 2016 yılında kontrol hariç diğer uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı tespit edilirken, 2017 deneme yılında kalsiyum amonyum nitrat, üre, amonyum nitrat ve amonyum sülfat gübre kaynakları arasında istatistiksel olarak farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir. En düşük değer ise her iki yılda da kontrol parsellerinden sırasıyla; 66.7 ve 97.2 cm olarak ölçülmüştür.

Kirkby&Mengel (1967), yaptıkları çalışmada bitki gelişiminde en iyi azot kaynağının bitki türüne bağlı olmakla beraber amonyum veya nitrat olduğunu, özellikle, asidik topraklara uyum sağlayan bitkilerin amonyum azotundan fayda sağladığını, yüksek pH' ya adapte olan bitkilerin ise nitrat formunu tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Hartel (1977), yaptığı çalışmada, ürenin kökler ve yapraklar tarafından doğrudan alınabildiğini ve köklerde hızlı bir şekilde hidrolize olduktan sonra bitkiye taşındığını bildirmiştir. Üstüner ve ark. (2008), tarafından, amonyum nitrat ve ürenin çiçeklenme başlangıcında bitki boyu üzerindeki etkisi daha önemli, rozet döneminde ise amonyum sülfat gübre kaynağının etkisi, diğer gelişim

dönemlerine göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bitki boyu iklim, özellikle yağış ve sıcaklıkla toprak şartlarından etkilenmektedir. Çeltikte ve ayçiçeğinde uygulanan azotlu gübre formlarından en iyi sonuçlar bu çalışmada olduğu gibi Üre ve Amonyum Nitrat gübre uygulamalarından elde edildiği bildirilmektedir (Boz, 2019). Kınay ve ark. (2016), kışlık ekimlerde 115.6-184.3 cm ve yazlık ekimlerde 77.8-153.6 cm, Deniz ve Tunçtürk (2020), 110.7 ile 131.4 cm arasında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışma bulgularımız araştırmacıların sonuçları ile kısmen uyum içerisinde.

Araştırmada, dal sayısı bakımından ilk deneme yılında en yüksek değer (7.18 adet/bitki) belirlenirken, en düşük dal sayısı (4.08 adet/bitki) ise ikinci deneme yılında kaydedilmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılığın sebebinin 2017 deneme yılında bitkinin vejetatif gelişme dönemini kapsayan Mayıs ayı içerisinde sıcaklığın yüksek olması ile bitkinin vejetatif gelişimini tamamlayamadan generatif döneme geçmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. En fazla dal sayısı değeri ilk deneme yılında 5.76 adet/bitki ve ikinci deneme yılında ise 6.37 adet/bitki olarak üre gübresinden tespit edilmiştir. Ancak 2016 deneme yılında kontrol hariç diğer uygulamalar ile üre gübresi arasında önemli farklılık bulunmazken, 2017 yılında ise amonyum nitrat ile üre gübresi arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Deniz ve Tunçtürk (2020) tarafından yabani hardalda yapılan çalışmada ilk dal yüksekliğine (55.6-67.5 cm) dair elde ettikleri sonuçlar çalışma bulgularımızdan oldukça yüksek tespit edilmiştir. Bu farklılığın sebebinin toprak, iklim ve çevre etkileşiminin olduğu düşünülmektedir. Üstüner ve ark. (2008), dal sayısı üzerinde, amonyum nitrat ve amonyum sülfat gübrelemesinin rozet döneminde, üre gübrelemesinin sapa kalkma döneminde daha etkili olduğu bildirilmektedir. Ryant&Hlusek (2007), hardalda dal sayısını, 9.0-39.8 adet/bitki, Kınay ve ark. (2016), kışlık ekimlerde 4.8-7.4 adet/bitki ve

yazlık ekimlerde 5.9-6.6 adet, Deniz & Tunçtürk (2020), 2.66-4.30 adet/bitki arasında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışma bulgularımız bazı araştırmacı sonuçlarından yüksek iken bazı araştırmacı sonuçlarından ise düşük bulunmuştur.

Yıllar karşılaştırıldığında harnup sayısı bakımından en yüksek değer 108.0 adet/bitki ile 2017 deneme yılından, en düşük değer ise 83.01 adet/bitki ile 2016 deneme yılından kaydedilmiştir. 2016 yılında bitkide en fazla harnup 99.9 adet ile üre formundan tespit edilmiş ancak amonyum nitrat ve amonyum sülfat ile aynı grup içerisinde yer almıştır. Bitkide en az harnup ise 57.7 adet ile kontrol parsellerinden belirlenmiştir. 2017 yılı için bitkide en fazla harnup 130.6 adet olarak üre formundan sayılırken, amonyum nitrat uygulanan parseller ile arasında istatistiksel olarak farklılığın bulunmadığı aynı grupta yer aldığı Çizelge 1' de izlenebilmektedir. Bitkide en az harnup ise 76.5 adet olarak kontrol parsellerinden tespit edilmiştir.

Kınay ve ark. (2016), tarafından yabancı hardalda yaptıkları çalışmada harnup sayısını kışlık ekimlerde 2.6-3.0 g ve yazlık ekimlerde 1.2-2.7 g, Deniz ve Tunçtürk (2020), 2.62-3.08 g arasında elde ettiklerini bildirdikleri sonuçlar çalışma bulgularımız ile kısmen uyum içerisindedir.

Harnupta tohum sayısı bakımından en yüksek değer 13.7 adet ile 2016 deneme yılından tespit edilirken, en düşük değer 12.8 adet ile 2016

deneme yılından belirlenmiştir. Gübre formları açısından 2016 ve 2017 deneme yıllarında en fazla harnupta tohum sayısı değeri sırasıyla; 14.3 ve 13.9 adet ile Amonyum sülfat gübre kaynağından tespit edilmiştir. Ancak 2016 ve 2017 deneme yılında da kontrol dışındaki diğer gübre uygulamaları ile istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmüştür. En düşük değer ise her iki deneme yılında da sırasıyla; 12.1 ve 11.2 adet olarak sayılmıştır.

Üstüner ve ark. (2008), kapsül sayısı bakımından, amonyum sülfat gübre kaynağının rozet ve çiçeklenme sonunda etkili olduğu, üre gübresinin sapa kalkma döneminde, amonyum nitratın ise çiçeklenme başlangıcında etkili olduğunu bildirmektedirler. Ryant ve Hlusek (2007), hardalda harnup sayısını, 171.3-650.8 adet/bitki, Kınay ve ark. (2016), kışlık ekimlerde 80.4-242.4 adet/bitki ve yazlık ekimlerde 88.8-197.9 adet/bitki, Deniz ve Tunçtürk (2020), 51.3-90.0 adet/bitki arasında tespit etmişlerdir. Araştırmacı bulgularının bazıları çalışma bulgularımız ile benzerlik gösterirken, bazılarından düşük bulunmuştur. Kınay ve ark. (2016), tarafından yabancı hardalda yaptıkları çalışmada harnupta tohum sayısını yazlık ekimlerde 10.2-16.0 adet, Deniz & Tunçtürk (2020), harnupta tane sayısını 12.2-14.3 adet olarak elde ettikleri sonuçlar, çalışma bulgularımız ile

**Çizelge 2.** Hardalın bazı tarımsal özellikleri üzerine farklı azotlu gübre formlarının etkisi

Uygulamalar	Harnup Sayısı (adet/bitki)		Harnupta Tohum Sayısı (adet)		Bin Tohum Ağırlığı (g)	
	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
Azotlu Gübre Formları						
Kontrol (Gübresiz)	57.7 c	76.5 c	12.1 b	11.2 b	2.14 b	2.40 b
Kalsiyum Amonyum Nitrat	76.0 b	93.5 b	14.0 a	13.0 ab	2.50 a	2.69 ab
Amonyum Nitrat	95.6 a	118.8 a	14.2 a	13.1 ab	2.63 a	2.89 a
Üre	99.9 a	130.6 a	13.7 a	13.0 ab	2.54 a	2.63 ab
Amonyum Sülfat	85.9 ab	104.0 b	14.3 a	13.9 a	2.77 a	2.92 a
Gübre Formu	**	**	*	*	*	*
LSD (0.05)	14.01	12.34	1.47	1.54	0.30	0.30
VK (%)	8.33	5.95	5.70	6.40	6.35	5.88
Yıl Ortalaması	83.01 B	108.0 A	13.7 A	12.8 B	2.52 B	2.70 A

\*\* P<0.01 düzeyinde, \*P<0.05 düzeyinde önemli, aynı büyük ve aynı küçük harf ile gösterilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Denemeden elde edilen verilere göre, bin tohum ağırlığı bakımında en yüksek değer 2.70 g ile 2017 deneme yılından belirlenirken, en düşük değer 2.52 g ile 2016 deneme yılından belirlenmiştir. Gübre formları açısından 2016 ve 2017 deneme yıllarında en yüksek bin tohum ağırlığı değeri sırasıyla; 2.77 ve 2.92 g ile Amonyum sülfat gübre kaynağından tespit edilmiştir. Ancak 2016 ve 2017 deneme yılında da kontrol dışındaki diğer gübre uygulamaları ile istatistiksel bir farklılığın olmadığı Çizelge 2' den

izlenebilmektedir. En düşük değer ise her iki deneme yılında da sırasıyla; 2.14 ve 2.40 g olarak tartılmıştır.

Üstüner ve ark. (2008), tarafından bin tane ağırlığı bakımından amonyum nitrat gübre formunun çiçeklenme döneminde, üre formunun sapa kalkma ve çiçeklenme başlangıcında, amonyum sülfatın çiçeklenme başlangıcı döneminde, daha etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, Albayrak (2014), ayçiçeğinde yaptıkları bir çalışmada farklı azotlu gübre formları içerisinde en

yüksek bin tane ağırlığı değerine amonyum nitrat formunda, en düşük değere ise üre formunda uyguladıkları azotlu gübrelerden ulaşımlardır.

Denemeden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; en yüksek tohum veriminin (136.0 kg da<sup>-1</sup>) 2017 deneme yılından alındığı, en düşük verimin (94.2 kg da<sup>-1</sup>) ise 2016 deneme yılından tespit edildiği Çizelge 3' te görülmektedir. 2016 deneme yılında, en yüksek tohum verimi 112.3 kg da<sup>-1</sup> ile üre formundan, en düşük tohum verimi ise 76.9 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol parsellerinden tespit edilmiştir. 2017 deneme yılında ise en yüksek değer 165.0 kg da<sup>-1</sup> ile üre formundan elde edilirken, amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübre kaynakları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı kaydedilmiştir. Çalışmanın sonucunda en düşük tohum verimi 90.4 kg da<sup>-1</sup> ile kontrolden sağlanmıştır.

Boz (2019), farklı azot kaynakları kullandığı çeltik denemesinde en fazla tohum verimini amonyum nitrat gübre uygulamalarından tespit ettiğini bildirmiştir. Azot formlarının kullanıldığı başka çalışmalarda amonyum sülfatın (Foxve Hoffman, 1981) ve ürenin (Zubriski ve Zimmerman,

1974; Karami, 1980; Belamey ve Chapman, 1981; Mohamed, 1989; Hasan ve Mukhtar, 2000) diğer azot kaynaklarına göre daha yüksek verim ve iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Albayrak, 2014). Kumar ve Singh (2003), yabani hardalda tohum verimini, 134.3 kg da<sup>-1</sup>; Pyare ve ark. (2008), 162.7 kg da<sup>-1</sup>, Kınay ve ark. (2016), kışlık ekimlerde 51.33-397 kg da<sup>-1</sup> ve yazlık ekimlerde 15.3-286.2 kg da<sup>-1</sup>, Deniz ve Tunçtürk (2020), 81.6-156.2 kg da<sup>-1</sup> ve Saykat (2020)'ın, 106.80-210.39 kg da<sup>-1</sup> arasında elde ettikleri araştırma sonuçları ile çalışma bulgularımız aynı aralıklarda belirlenmiştir. Ayçiçeğinde, bin tane ağırlığı arttıkça tohum veriminin de paralel olarak artış gösterdiği bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2007).

Ayrıca, Üstüner ve ark. (2008), tohum verimi üzerinde gübre uygulama zamanları dikkate alındığında; amonyum sülfat gübre formundan sadece rozet döneminde verildiğinde verimde artış sağladıkları, amonyum nitrat gübre formundan çiçeklenme başlangıcında, üre formunda gübrelemenin ise sapa kalkma döneminde uygulanmasının daha yüksek tane verimi sağladığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 3.** Hardalın tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi üzerine farklı azotlu gübre formlarının etkisi

Uygulamalar	Tohum Verimi (kg da <sup>-1</sup> )		Yağ Oranı (%)		Yağ Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	
	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
Azotlu Gübre Formları						
Kontrol (Gübresiz)	76.9 d	90.4 c	24.2 b	24.7 c	18.6 c	22.3 d
Kalsiyum Amonyum Nitrat	88.2 c	116.3 b	25.9 ab	26.9 b	23.4 b	31.3 c
Amonyum Nitrat	103.1 b	156.1 a	25.9 ab	28.0 ab	26.8 b	44.6 b
Üre	112.3 a	165.0 a	28.7 a	30.4 a	32.2 a	50.2 a
Amonyum Sülfat	90.5 c	152.4 a	26.1 ab	28.6 ab	23.0 b	42.8 b
Gübre Formu	**	**	*	**	**	**
LSD (0.05)	8.21	10.46	2.50	2.64	3.79	4.54
VK (%)	4.63	4.08	5.08	4.10	8.13	6.30
Yıl Ortalaması	94.2 B	136.0 A	26.1 B	27.7 A	24.8 B	38.3 A

\*\* P<0.01 düzeyinde, \*P<0.05 düzeyinde önemli, aynı büyük ve aynı küçük harf ile gösterilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Araştırmada, en fazla yağ oranı % 27.7 ile 2017 deneme yılından belirlenirken, en düşük yağ oranı % 26.1 ile 2016 deneme yılından belirlenmiştir. Azotlu gübre formları bakımından ise her iki deneme yılında en yüksek değer sırasıyla; % 28.7 ve % 30.4 ile üre formundaki azotlu gübre parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Ancak Çizelge 3 incelendiğinde 2016 yılında kontrol dışındaki diğer uygulamalar arasında farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir. 2017 deneme yılında ise üre, amonyum nitrat ve amonyum sülfat gübre kaynakları arasında istatistiksel olarak farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir.

Başalma (1999), tarafından, kolzada artan azot dozlarının yağ oranını azalttığı bildirilmiştir. Üstüner ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada tüm azot kaynaklarının yağ oranı üzerinde en fazla etkili oldukları dönemin çiçeklenme sonu olduğunu bildirmişlerdir. Ayçiçeğinde amonyum sülfat ve ürenin kullanıldığı benzer çalışmada da, elde edilen

en yüksek yağ oranı değerlerine üre uygulamalarından ulaşılmıştır (Malik ve ark., 1999). Yine, Al-Gharbi ve Yousaf (1989), ayçiçeğinde azot kaynağı olarak kullandıkları üreden en fazla yağ oranına ulaştıkları, Üstüner (2006)'de kolzada yüksek yağ oranı değerlerine üreden ulaştıklarını bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları söz konusu araştırmacı bulgularından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Kınay ve ark. (2016), tarafından yabani hardalda yaptıkları çalışmada yağ oranını, kışlık ekimlerde % 24.3-30.3 ve yazlık ekimlerde % 10.3-20.3, Deniz ve Tunçtürk (2020), % 14.4-24.1 arasında elde ettiklerini bildirdikleri sonuçlar ile çalışma bulgularımız benzerlik gösterirken, Saykat (2020)' in % 34.80-40.00 arasında elde ettiği sonuçlardan düşük kalmıştır. Bu farklılığın sebebinin kışlık ekimlerde yağ oranının yüksek olduğu ve ekim zamanındaki gecikmeye bağlı olarak yağ oranının düşmesinin (Gürsoy ve ark.,2015) beklenen bir

durum olduğu şeklinde açıklanabilir.

Üstüner ve ark. (2008), yağ oranı üzerinde sapa kalkma, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonunda üre formunda uygulanan gübrenin tohumun yağ içeriğini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Yine aynı araştırmacı tarafından, rozet döneminde amonyum nitrat formunda gübre uygulamalarının yağ içeriğini arttırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, Albayrak (2014), tarafından ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada, üre formunda uygulanan azotun yağ verimini arttırdığı bildirilirken, amonyum nitratın ise yağ verimini azalttığı bildirilmiştir. Kınay ve ark. (2016), tarafından yabancı hardalda yaptıkları çalışmada yağ verimini, kışlık ekimlerde 14.4-108.4 kg da<sup>-1</sup> ve yazlık ekimlerde 1.16-57.4 kg da<sup>-1</sup>, Deniz ve Tunçtürk (2020), 17.7-34.4 kg da<sup>-1</sup>, elde ettiklerini bildirdikleri sonuçlar ile çalışma bulgularımız benzerlik gösterirken, Saykat (2020)' in, 35.37-78.90 kg da<sup>-1</sup> arasında elde ettiği sonuçlardan düşük kalmıştır.

Çizelge 3 incelendiğinde; en yüksek yağ verimi (38.3 kg da<sup>-1</sup>) 2017 yılından, en düşük yağ verimi (24.8 kg da<sup>-1</sup>) ise 2016 deneme yılından elde edilmiştir. Gübre uygulamaları bakımından, her iki yılda da en yüksek yağ verimi sırasıyla; 32.2 ve 50.2 kg da<sup>-1</sup> olarak üre formundan, en düşük değer ise yıllara göre sırasıyla; 18.6 ve 22.3 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol parsellerinden tespit edilmiştir.

Kaya ve ark. (2007), ayçiçeğinde yaptıkları bir çalışmada da benzer şekilde bitki boyunun belirli bir noktaya kadar arttıkça tane veriminin de paralel olarak arttığını daha sonra bitki boyu arttıkça tane veriminin azalma eğiliminde olduğunu bildirirken, Başalma (2006), kolzada tane verimi ile bitki boyu arasında olumsuz yönde ve önemli ilişki bulunduğunu bildirmiştir. Çalışma bulgularımızla benzer olarak, Başalma (2006), kolzada tohum verimine olumlu yönde en yüksek doğrudan etkiye sahip verim öğelerinin yağ verimi, bin tohum ağırlığı, bitki boyu ve yan dal sayısı olduğunu, yağ verimi üzerine ise olumlu yönde en yüksek etkinin tohum verimi ve vağ oranının olduğunu bildirmiştir.

**Çizelge 4.** Belirlenen Karakterler Arasındaki İkili İlişkiler

İncelenen Parametreler	İDY	DS	KS	KTS	BTA	TV	YO	YV
BB	0.838**	-0.334*	0.751**	-0.163	0.584**	0.845**	0.686	0.825**
İDY		-0.413*	0.620**	-0.308*	0.621**	0.884**	0.715**	0.871**
DS			-0.079	0.493**	-0.011	-0.303	0.029	-0.252
KS				-0.130	0.464**	0.804**	0.695	0.814**
KTS					0.123	-0.264	-0.167	-0.278
BTA						0.597**	0.520**	0.576**
TV							0.797	0.989**
YO								0.872**

\*\* 0.01 düzeyinde önemli, \* 0.05 düzeyinde önemli, İDY: İlk dal yüksekliği, DS: Dal sayısı, BB: Bitki boyu, KS: Kapsül sayısı, KTS: Kapsülde tane sayısı, TV: Tohum verimi, BTA: Bin tohum ağırlığı, YV: Yağ verimi, YO: Yağ oranı.

Araştırmada ele alınan karakterler arasındaki ikili ilişkiler ayrı ayrı incelenmiş, elde edilen katsayılar Çizelge 4' te verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde; bitki boyunun dal sayısı ile aralarında % 5 seviyesinde önemli ve olumsuz yönde, ilk dal yüksekliği, kapsül sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi ve yağ verimi arasında % 1 seviyesinde önemli ve olumlu yönde bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. İlk dal yüksekliğinin dal sayısı ve kapsülde tane sayısı ile aralarında % 5 seviyesinde önemli ve olumsuz yönde bir ilişkisinin olduğunu, kapsül sayısı, bin tohum sayısı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi ile aralarında istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli ve olumlu yönde bir ilişkinin olduğu Çizelge 4' ten izlenebilmektedir. Dal sayısı ile kapsülde tane sayısı arasında % 1 düzeyinde önemli ve olumlu yönde bir ilişkinin olduğu belirlenirken, kapsül

sayısı ile bin tohum ağırlığı, tohum verimi ve yağ verimi arasında % 1 seviyesinde önemli ve olumlu yönde bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, bin tohum ağırlığı ile tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi arasında pozitif yönde ve önemli (% 1) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Tohum veriminin, yağ verimi ile % 1 seviyesinde önemli ve olumlu yönde bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yağ oranı ile yağ verimi arasında % 1 seviyesinde önemli ve pozitif yönde korelasyonun olduğu da Çizelge 4' te görülmektedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde çoğu yağ bitkisinden elde edilen verim, dünya ortalamasının üzerinde olmasına rağmen ekim alanlarının genişlemesine ve birim

alandan elde edilen yağ üretim miktarının yükselmesine katkı sağlayacak alternatif bitki türlerine gereksinim duyulmaktadır. Dolayısıyla, bitkisel yağ miktarını arttırmak için elde edilen alternatif olabilecek yağ bitkilerinin münavebeye girmesi gerekmektedir. Yüksek oranda yağ içermesi nedeniyle yabancı hardal bu amaç için değerlendirilebilecek önemli bir yağ bitkisidir. Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgemiz ekolojik koşullarına adaptasyonu iyi olan *Sinapis arvensis* L. bitkisinde farklı azotlu gübre kaynaklarının agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda; en yüksek yağ verimi 50.2 kg da<sup>-1</sup> ve tohum verimi 165.0 kg da<sup>-1</sup> ile 2017 yılında üre gübresinden elde edilmiştir. Bitkiler için azot kaynaklarının tümü büyüme ve gelişmeyi teşvik etmekte birlikte doğru formun kullanılması ile gübrelemeden maksimum seviyede fayda sağlanmakta ve çevre kirliliğinin de önüne geçilmektedir. Vejetasyon süresinin kısa olması ve diğer kültür bitkilerinin yetiştirilemediği alanlarda yetişebilmesi hardal bitkisine bir avantaj sağlamaktadır. Bu avantaj sayesinde yabancı hardal bitkisinin Doğu Anadolu Bölgesi'nde rahatlıkla yetiştirilebileceği ve ekonomik kazanç sağlayabileceği düşünülmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar arasında çalışma konusunda çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Abramovic, H., Butinar, B., Nikolic, V. (2007). Changes occurring in phenolic content, tocopherol composition and oxidative stability of *Camelina sativa* (L.) crantz oil during storage. Food Chemistry. 104: 903-909.
- Akgül, A. (1993). Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi Ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Yayınları No: 15, Ankara. 85-88s.
- Albayrak, Ş.N. (2014). Ekim zamanlarına göre uygulanan değişik azotlu gübre formlarının yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 70 s.
- Al-Gharbi, A.S., Yousaf, M. (1989). Effect of different nitrogen source and the interaction between nitrogen levels and growth regulators on the growth, protein and oil percentage in sunflower. Science College Salahuddin University Erbil, Biology Department, pp: 51-68.
- Anonim. (2013). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Tarım Teknolojileri Öğrenme Materyali (Erişim tarihi:06.02.2022)
- Anonim. (2017). Van Meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğü İklim Verileri (Erişim tarihi:06.02.2022)
- Anonim. (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi:06.02.2022)
- Başalma, D. (1999). Azotlu gübrelemenin kolzanın verim ve verim öğelerine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 8: 1-2.
- Başalma, D. (2006). Kışık kolzada (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) ekim sıklığı, verim ve verim öğeleri arasındaki ilişkiler. Mediterr Agric Sci. 19 (2): 191-198.
- Belamey, F.C., Chapman, J. (1981). Protein, oil and energy yields of sunflower as affected by nitrogen and phosphorous fertilization. Agron J. 73: 583-587.
- Boz, F. (2029). Farklı Azot formlarının ve hümitik asit dozlarının çeltikte (*Oryza sativa* L.) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri ABD, 66s.
- Deniz, F., Tunçtürk, R. (2020). Farklı ekim zamanı ve fosfor dozlarının yabancı hardal (*Brassica: Sinapis arvensis* L.)'ın verim ve kalite özelliklerine etkisi. Journal of Bahri Dagdas Crop Research. 9 (1): 51-61.
- Erdal, İ., Gürbüz, M., Tarakçıoğlu, C. (1998). Besin çözeltilerinde farklı azot kaynakları ile beslenen domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisine yaprakdan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasının bitkinin toplam ve aktif demir ile klorofil kapsamı üzerine etkisi. Mühendislik Bilimleri Dergisi. 4 (1-2): 481-485.
- Fao. (2020). Erişim adresi: <https://www.fao.org/home/en> (Erişim tarihi:06.02.2022)
- Fox, R.H., Hoffman, L.D. (1981) The effect of N fertilizer source on grain yield, N uptake, soil ph, requirement in no till corn. Agron. J. 73: 891-5.
- Frohlich, A., Rice, B. (2005). Evaluation of Camelina sativa oil as a feed stock for biodiesel production. Ind. Crops Prod. 21:25-31.
- Gürsoy, M., Nofouzi, F., Başalma, D. (2015). Ankara koşullarında kışık kolzada uygun ekim zamanının belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 24 (2):96-102.
- Hartel, H. (1977). Wirkung einer harnstoffernahrung auf harnstoff unatz und N stoffwechsel von mais und sobobahnen. Ph.D. Thesis, Technische Universität, München.
- Hasan, M.K., Mukhtar, N.O. (2000). Response of sunflower hybrid variety to N and P. Annual Report (2000-01), Oil Seed Crops Research Program, Wad Medani, Sudan, Wad Medani, Sudan. Ibm C (2013) Ibm Spss Statistics for Windows, Version 22.0.
- Kacar, B. (2013). Temel Gübre Bilgisi. Nobel Yayınları, Yayın No: 695, Ankara. 63s.
- Karami, E. (1980). Effect of nitrogen rate and the density of plant population on yield and yield components of sunflower. Indian J. Agric. Sci. 50 (9): 660-666.
- Kaya, Y., Evci, G., Durak, S., Pekcan, V., Gucer, T., Yılmaz, M.İ. (2007). Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) tane veriminin oluşumunda rol oynayan önemli verim öğelerinin katkı oranlarının belirlenmesi. Anadolu, J. Of Aarıl. 7



(2): 35-50.

- Kınay, A., Yılmaz, G., Kayaçetin, F. (2016). Tokat şartlarında farklı sıra aralıklarının kışlık ve yazlık ekilen yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.)'ın verim ve verim özelliklerine etkiler. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiri Kitabı, Eylül 27-30, Samsun, Türkiye. ss 165-172.
- Kirkby, E.A., Mengel, K. (1967). Ionic balance in different tissues of the tomato plant in relation to nitrate, urea, or ammonium nutrition. *Plant Physiol.* 42: 6-14.
- Koç, H. (2005). Derman Bitkileri Dünden Bugüne Beslenirken Tedavi. Akçağ Yayınları.
- Kumar, S.D., Singh, R.D. (2003). Indian mustard (*Brassica juncea*) seed yield as influenced by seeding date, spacing and N levels. *J. of Appl. Biol.* 13(1-2): 139-146.
- Malik, M.A., Rahman, R.M., Aftaba, N., Cheema, M.A. (1999). Determining a suitable rate and source of nitrogen for realizing the higher economic returns from autumn sown sunflower. *Int. J. Agri. Biol.* 1(4): 347-349.
- Mohamed, F.M. (1989). Effect of n and p on sunflower. Annual Report (1988-89). Gezira Research Station.
- Pyare, R.P. (2008). Effect of row spacings and sulphur on growth, yield attributes, yield and economics of mustard [*Brassica Juncea* (L.) Czern&Coss]. *Journal Plant Archives.* 8 (2): 633-635.
- Ryant, P., Hlusek, J. (2007). Agrochemical use of waste elemental sulphur in growing white mustard. *Polish J. Chem. Technol.* 9 (2):83-89.
- Sabzalian, M.R., Saeidi, G., Mirlahi, A. (2008). Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 85: 717-721.
- Saykat, M.A.R. (2020). Hardalda (*Brassica campestris*) manyetik alan şiddetinin tohum verimi ve yağ oranı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Tar. Bit. Böl. 40 s.
- Seçkin, T. (2014). İşlevsel Bitki Kimyası.
- Sezen, Y. (1991). Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 679, Erzurum. 303s.
- Üstüner, N.D., Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D. (2008). Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotlu gübre formlarının kışlık kolza (*Brassica rapa* ssp. *oleifera* L.)'nın verim ve verim öğelerinin etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi.* 17: (1-2).
- Warwick, S.I., Legere, A., Simard, M.J. (2008). Do escaped transgenes persist in nature? the case of an herbicide resistance transgene in a weedy brassica rapa population. *Mol. Ecol.* 17: 1387-1395.
- Zubriski, J.C., Zimmerman, D.C. (1974). Effects of nitrogen, phosphorous and plant density on sunflower. *Agronomy Journal.* 66: 798- 801.

# Kırşehir İli Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Cercospora Yaprak Lekesi (*Cercospora beticola*) Hastalığının Bulunma Oranı ve Yaygınlığı ile Şiddetinin Belirlenmesi

Yusuf BAYAR<sup>1</sup>, Melih YILAR<sup>2</sup>, Kadir AKAN<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 40100, Kırşehir

<sup>2</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 40100, Kırşehir

<sup>3</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 40100, Kırşehir

## \* Sorumlu Yazar

kadir.akan@ahievran.edu.tr

## Yayın Bilgisi:

Geliş tarihi: 26.03.2022

Kabul Tarihi: 07.11.2022

**Anahtar kelimeler:** Şeker pancarı (*Beta vulgaris*), *Cercospora* Yaprak Lekesi (*Cercospora beticola*), Survey, Kırşehir

**Keywords:** Sugar beet (*Beta vulgaris*), *Cercospora* leaf spot (*Cercospora beticola*), Survey, Kırşehir

## Özet

Şeker pancarı yaprak lekesi hastalığı (Etmen: *Cercospora beticola* Sacc.), şeker pancarı üretim alanlarında görülen önemli fungal hastalıklardan biridir. Hastalığın gelişimi için uygun iklim şartlarının yaşandığı bazı üretim sezonlarında oluşan epidemiy nedeniyle farklı düzeyde verim ve kalite kayıplarının olduğu bilinmektedir. Kırşehir ili özelinde miktar olarak en fazla üretimi yapılan bitkisel ürün şeker pancarıdır. Bu nedenle şeker pancarı bitki koruma problemlerinin belirlenmesi ve yerel çözümler üretilmesi bir zorunluluktur. Bu çalışma ile; Kırşehir'in bazı ilçelerinde şeker pancarı üretim alanlarında 2021 yılı üretim sezonu Haziran-Eylül aylarında yürütülen survey çalışmalarıyla, *Cercospora* Yaprak Lekesi hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığı ile şiddeti belirlenmiştir. Survey çalışmalarında yapılan semptomatolojik incelemelerde 60 şeker pancarı üretim alanının %15'inin (9 adet) *C. beticola* etmeniyle bulaşık olduğu belirlenmiştir. İlçe düzeyinde yapılan değerlendirmeler sonucu Akpınar ilçesinde %12.5 (1 adet), Boztepe ilçesinde %0 (0), Kaman ilçesinde %50 (1 adet), Merkez ilçede %50 (2 adet), Mucur ilçesinde %20 (5 adet) *C. beticola* etmeni ile bulaşık tarla olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddeti (%) Akpınar ve Kaman ilçelerinde %15, Merkez ve Mucur ilçelerinde %20 olarak hesaplanmıştır. Laboratuvar ortamında yürütülen çalışmalarda üretim alanlarından toplanan 9 örneğin tamamından *Cercospora* sp. izole edilmiştir. Yapılan mikroskopik ve makroskopik incelemeler sonucu geliştirilen izolatların tamamı *C. beticola* olarak tanımlanmıştır.

Çalışma sonucunda, Kırşehir ili şeker pancarı üretim alanlarında görülen şeker pancarı yaprak lekesi hastalığı değişen düzeylerde belirlenmiştir. Mart-Ağustos aylarında alınan toplam yağış miktarının düşük olması nedeniyle 2021 üretim sezonunda hastalığın bulunma oranı ve yaygınlığı ile şiddetinin sınırlı olduğu değerlendirilmiştir.

## Determination of Cercospora Leaf Spot (*Cercospora beticola*) Presence, Prevalence and Severity in Sugar Beet Production Areas of Kırşehir Province

### Abstract

Sugar beet leaf spot disease (Caused by *Cercospora beticola* Sacc.) is one of the important fungal diseases seen in sugar beet production areas. It has been well known that different levels of yield and quality losses occur due to the epidemic that occurs in some production seasons where suitable climatic conditions are experienced in the development of the disease. In the province of Kırşehir, the most produced vegetable product has been sugar beet in terms of quantity. For this reason, there is a need to identify sugar beet plant protection problems and produce local solutions. With this study; the prevalence and severity of *Cercospora* leaf spot disease were determined by survey carried out in June-September 2022 production season in sugar beet production areas in some districts of Kırşehir. In the current study with symptomatological examinations, it was determined that 15% (9 fields) of 60 sugar beet production areas were contaminated with *C. beticola*. As a result of the evaluations made at the district level, 12.5% (1 field) in Akpınar district, 0% (0) in Boztepe district, 50% (1 field) in Kaman district, 50% (2 fields) in Central district, 20% (5 fields) in Mucur district were determined to be contaminated with *C. beticola*. Disease incidence (%) was calculated as 15% in Akpınar and Kaman districts, and 20% in Merkez and Mucur districts. In the studies carried out in the laboratory environment, *Cercospora* sp. isolated from 9 samples obtained from sugar beet areas. All of the isolates developed as a result of microscopic and macroscopic examinations were identified as *C. beticola*. Sugar beet leaf spot disease were seen in Kırşehir sugar beet production areas at varying levels. It was revealed that the incidence, prevalence and severity of the disease in the 2021 production season were limited due to the low total rainfall in March to August.

## Giriş

İnsan hayatında önemli bir yeri olan “şeker”, temel besin maddelerinden birisi olup şeker kamışı ve şeker pancarından üretilmektedir. Şeker kamışı tropik ve subtropik iklim kuşağı, şeker pancarı ise güney yarım küre için 30° güney enlemlerine kadar, kuzey yarım küre için ülkemizin de yer aldığı 60° kuzey enlemleri arasında farklı iklim kuşakları ve uygun yetiştiricilik alanlarının da üretilebilmektedir (Gencer, 1988). Chenopodiaceae familyasında yer alan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), Türkiye’de şekerin ham maddesi olarak yetiştirilen iki yıllık bir endüstri bitkisi olup yazlık olarak üretimi yapılmaktadır (Özer ve Ertunç, 2005).

Dünyada; şeker pancarı hasat edilen alanın 2020 yılında 4.43 milyon hektar olduğu tahmin edilmektedir. Rusya Federasyonu, 916.647 ha<sup>-1</sup> şeker pancarı hasat alanı ile birinci sırada yer alıp, dünya şeker pancarı hasadının %21.18’ini tek başına oluşturmaktadır. Rusya Federasyonu’nu yaklaşık %58.28’lik şeker pancarı hasat alanı ile sırasıyla; Amerika Birleşik Devletleri, Fransa, Almanya ve Türkiye izlemektedir. Türkiye’de 2020 yılında yaklaşık 93.000 üretici tarafından dünya şeker pancarı hasat alanının yaklaşık olarak %6.6’sına karşılık gelebilecek olan 33.811 ha<sup>-1</sup> alanda ekiliş yapılmıştır. Kırşehir ili ve ilçelerinde 2020 yılında şeker pancarı 5.053 ha<sup>-1</sup> alanda ekilmiş ve 5.045 ha<sup>-1</sup> alanda hasat edilmiştir (Anonim, 2022a; FAOSTAT, 2022; TÜİK, 2022). Dünya toplam şeker pancarı üretiminin 2020 yılında 252 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. 2020 yılı üretim miktarları değerlendirildiğinde; Rusya Federasyonu’nda 33.9 milyon ton üretim yapılmış olup, bu miktar dünya şeker pancarı üretiminin yaklaşık olarak %13.73 kısmını oluşturmaktadır. En çok üretim yapan diğer 4 ülke ise; Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Fransa ve Türkiye olup bu ülkelerde yapılan üretim dünya şeker pancarı üretiminin yaklaşık olarak %57.59’unu oluşturmaktadır. Türkiye’de 2020 yılında yaklaşık olarak 23.02 milyon ton, Kırşehir ilinde ise toplam 405.583 ton (toplam Türkiye üretiminin yaklaşık %1.5 kadar) üretim yapıldığı bildirilmiştir. (Anonim, 2022b; FAOSTAT, 2022; TÜİK, 2022). Dünya şeker pancarı 2020 yılı verim ortalamasının 56.9 ton/ha<sup>-1</sup> olduğu tahmin edilmektedir. Şili, şeker pancarında birim alandan en fazla verim alan ülkedir. 2020 itibarıyla, Şili şeker pancarı verimi, dünya şeker pancarı üretiminin yaklaşık %4.04’ünü oluşturmaktadır olup birim alan veriminin 106.0 ton/ha<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir. En çok birim alan verimi alınabilen diğer 4 ülke ise; İspanya, Belçika, Hollanda ve İsviçre olup toplam üretiminin yaklaşık %16.78’i bu ülkelerce karşılanmaktadır. Türkiye’de 2020 yılında ortalama verim 68.1 ton/ha<sup>-1</sup> olarak rapor edilmiştir. Kırşehir şeker pancarı üretimi ortalama verimi 80.39 kg/ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir (Anonim,

2022c; FAOSTAT, 2022; TÜİK, 2022). Kırşehir için şeker pancarı stratejik bir ürün olup miktar olarak en fazla üretimi yapılan tarla bitkisi olması yönüyle de dikkat çekicidir. Bu nedenle şeker pancarı bitki koruma problemlerinin belirlenmesi ve yerel çözümler üretilmesi bir zorunluktur.

Şeker pancarı üretim miktarının artmasına bağlı olarak şeker üretimi dikkat çekici düzeyde artmıştır. Şeker pancarı sadece sanayi için bir hammadde değil, aynı zamanda besi hayvancılığı içinde önemli bir ürün olup yaprağı, baş kısmı ve posasıyla birlikte dikkat çeken bir yem bitkisidir. Bitkisel üretimin geliştirilmesiyle özellikle et ve süt üretiminin artırılması, bu gelişmeye bağlı olarak da artırılan gıda kalitesine de bağlı olarak daha yüksek bir hayat standardının oluşmasında öncü bitkisel ürünlerden olmuştur. Şeker pancarı üretimi sadece bitkisel üretime katkı sağlamamakta ayrıca üretiminden tüketime sunumuna kadar tarımsal ekipman ve taşıma sektörü gibi farklı sanayi sektörlerinin gelişmesine katkı sağladığı gibi, gübre, pestisitler vb. girdilerin kullanımıyla endüstri sektörü için de önemli bir yere sahiptir. Şeker pancarının üretiminin yapıldığı alana eşdeğer sayılabilecek bir orman alanı ile karşılaştırıldığında 3 kat daha fazla oksijen üretebildiği için tüm canlılar için oksijen kaynağı da olabilmektedir (Tosun, 2016). Ayrıca kendinden sonra ekilen ürünlerde verimde artışların yaşandığı ve alternatifi olabilecek ürünlerle karşılaştırıldığında daha fazla istihdam olanağı sağladığı da bilinmektedir. Şeker pancarının, ülkemizin bitkisel üretim sosyo-ekonomisi üzerine çok önemli rolü bulunmaktadır. Sağlanan istihdama katkı ile birlikte göçün azaltılması veya önlenmesinde, bölgelerarası her türlü yaşanabilecek gelişmişlik farklılıklarının azaltılmasında ve kırsalın kalkınmasında önemli bir misyonunun olduğu da ayrıca dikkati çekmektedir. Şeker pancarının çıkışından itibaren farklı düzeyde verim ve kalite kayıpları neden olan hastalık, zararlı, nematod ve yabancı otlarla farklı mücadele yöntemleri kullanılması ile verim ve kalite artışları sağlanabilecektir. Cercospora Yaprak Lekesi (Etmen: *Cercospora beticola* Sacc.) şeker pancarı üretiminde tüm dünyada görülen yaygın ve önemli fungal hastalıklardan birisidir. Hastalık ülkemiz yetiştiricilik alanlarında, üretim sezonunun sürekli yağışlı, sıcaklık ve yüksek nispi nem ilişkilerine de bağlı olarak Haziran ayı başı sayılabilecek bir dönemde görülebilmektedir. Hastalık önce yaşlı dış yaprakların üzerinde daireler şeklinde görülmektedir. Bu alanların orta kısmı gri-açık kahverengi, dairenin çevresi ise kırmızı-koyu kahverengi, belirgin olan dar veya geniş bir dış kenarla çevrelenmiş olup 2-5 mm çaplı lekeler şeklinde gözlenir. Hasat zamanına yakın dönemde bu belirtiler, göbek yaprakları ile yaprak saplarının üzerinde de uzunlamasına olarak gözlenir (Giannopolitis, 1978). Holtschulte (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada 6.96 milyon ha<sup>-1</sup>

şeker pancarı üretim alanının %44'ünde hastalığın gözlemlendiği fakat hastalığın şiddetinin, farklı üretim alanlarında düşük, orta veya yüksek düzeyde izlendiği bildirilmiştir. Türkiye üretim alanlarında hastalığın genellikle sıcak ve nemli iklim şartlarının yaşandığı Marmara ve Karadeniz Bölgeleri üretim alanlarında daha yaygın gözlemlendiği bilinmektedir. Diğer taraftan İç Anadolu Bölgesi ve Geçit bölgeleri yetiştiricilik alanlarında özellikle akarsu bulunan vadiler ile kapalı havzalarda Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında özellikle yağışlı bazı yıllarda (1999, 2010, 2011, 2014 ve 2015) hastalığın Temmuz ve Ağustos aylarından itibaren epidemiyi oluşturabildiği rapor edilmiştir (Kaya, 2015). Hastalığın görülme oranı ve şiddeti, değişik yetiştiricilik alanlarında önemli farklılıklar gösterebilmekte olup hiç mücadele edilmemesi durumunda veya zamanında ve önerildiği gibi yapılmayan mücadele sonrası kök veriminde %26, şeker varlığında %13, artırılmış şeker varlığında %18 ve şeker veriminde %55'e ulaşabilen kayıpların oluşabileceği bildirilmiştir (Kaya, 2015). Hastalığın kontrolünün entegre mücadele uygulamalarına göre yapılması özellikle önerilmektedir. Entegre mücadelenin başarısı için üretim alanlarının her yıl düzenli olarak incelenerek hastalığın bulunma oranı ve yaygınlığının

belirlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde her yıl uygun dönemlerde yapılacak survey çalışmaları ile hastalık kontrol yöntem veya yöntemlerinin yeterlilik düzeyleri değerlendirilebilir.

Tunalı ve ark., (2018) tarafından yürütülen bir araştırma da İç Anadolu Bölgesi ve benzeri kurak alanlarda da hastalığın artış gösterebileceği ve kimyasal mücadele uygulamalarına rağmen dayanıklı olarak bilinen çeşitlerde bile hastalık belirtilerinin değişen düzeylerde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma, Kırşehir ilinin şeker pancarı üretimi yapılan bazı ilçelerinde 2021 üretim sezonu Haziran-Eylül aylarında Cercospora Yaprak Lekesi hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığı ile şiddetinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

### İklim verileri

Cercospora Yaprak Lekesi hastalığının yayılmasında yağış miktarı ve yağış alınan dönem oldukça kritiktir. 2021 yılı Mart-Ağustos ayları Kırşehir ili iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim 2022d). Survey yapılan ilçelerde Mart-Ağustos ayları toplam yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir

**Çizelge 1.** Kırşehir İlçeleri Mart-Ağustos Ayları (2021) İklim Verileri (Anonim 2022d)

İlçeler		Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Toplam Yağış (mm)
Akpınar	Sıcaklık °C	3.31	10.63	16.83	17.01	22.57	22.35	5.33
	Nem (%)	72.28	60.83	47.54	63.39	46.28	47.2	
	Yağış (mm)	1.91	1.06	0.18	1.91	0.16	0.11	
Boztepe	Sıcaklık °C	2.77	10.42	16.32	17.45	22.51	21.79	3.752
	Nem (%)	73.52	61.12	49.61	58.75	44.95	49.39	
	Yağış (mm)	2.42	0.42	0.219	0.513	0.03	0.15	
Kaman	Sıcaklık °C	3.40	10.78	17.01	17.26	22.82	22.69	3.43
	Nem (%)	67.31	87.7	46.66	60.97	44.75	44.45	
	Yağış (mm)	0.4	0.93	0.25	1.69	0.08	0.08	
Merkez	Sıcaklık °C	4.56	12.1	18.2	19.35	24.95	31.85	5.1
	Nem (%)	65.8	56.27	45.54	55	40.32	43.35	
	Yağış (mm)	2.99	0.6	0.26	1.07	0.02	0.16	
Mucur	Sıcaklık °C	3.50	11.01	17.37	18.33	23.79	22.95	4.85
	Nem (%)	68.15	56.58	44.45	53.95	40.75	45.92	
	Yağış (mm)	2.64	0.60	0.35	0.77	0.14	0.35	

### Survey çalışmaları

Kaya (2015) tarafından İç Anadolu Bölgesi'nde şeker pancarı üretimi yapılan akarsu vadileriyle kapalı üretim havzaları için özellikle Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarının yağışlı geçtiği üretim sezonlarında hastalığın epidemiyi neden olabileceği rapor edilmiştir. Bu nedenle survey çalışmaları şeker pancarı üretimin daha fazla yapıldığı, Kırşehir ili Akpınar, Boztepe, Kaman, Merkez ve Mucur ilçelerinde Haziran ve Eylül 2021 ayları arasında yürütülmüştür. İncelenen üretim alanlarında imkanlar ölçüsünde coğrafik konumu

ve üretim alanı dikkate alınarak homojen örnekleme yapılmaya çalışılmış ve örneklemler tesadüfi olarak yapılmıştır. Surveyler sırasında aynı veya benzer üretim alanları için mümkün olan uzak ve farklı vejetasyon dönemi ile farklı coğrafik özellikleri içeren noktaların değerlendirilmesi tercih edilmiştir.

İlçe düzeyinde yapılan incelemelerde 2020 yılı üretim alanlarının en az %1'i olacak şekilde değerlendirme ve örnekleme yapılmıştır. Değerlendirmelerde 0.01-0.50 da üretim alanında 3 noktadan, 0.51-1.0 da üretim alanında 5 noktadan,

1.1-5.0 da üretim alanında 8 noktadan, 5.1-10.0 da üretim alanında 10 noktadan, 10.1 ve daha fazla üretim alanında 15 noktadan ve her noktada 10 bitki şeklinde köşegenler doğrultusunda incelenmiştir. Hastalığa rastlanması durumunda etmenin tespit edilmesine yönelik olarak yürütülecek izolasyon çalışmalarında kullanılmak üzere en az 5 bitki örneği alınmıştır (Altınok, 2012). Hastalığın belirlendiği bitkilerde belirtiler semptomatolojik olarak değerlendirilmiş ve Cercospora Yaprak Lekesi hastalığının şiddetinin belirlenmesi için 1-9 skalası kullanılmıştır (Shane ve Teng, 1985). Bu skalaya göre belirtiler; "1: Lekelenme yok; 3: Dış yapraklarda 4-5 adet leke var; 5: Lekeler birleşmesi ve yapraklarda ölü alanların oluşması; 7: Lekelerin birleşmesi ile yaprağın kuruması ve 9: Yaprakların ve sapın tamamen kuruması, yaprak ölümü" şeklinde değerlendirilmiştir.

Survey yapılan her ilçede bulunan her bir üretim alanı için, "Tartılı Ortalama" ile oran (%) olacak şekilde hastalığın yaygınlığı ile skala değeri üzerinden de Townsend-Heuberger formülü'ne göre yüzde hastalık şiddeti hesaplanmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943; Bora ve Karaca, 1970). Yüzde hastalık şiddetinin hesaplanması için kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\sum [(n \times V) (Z \times N)^{-1}] \times 100}{n}$$

**n:** Skalada farklı hastalık derecesine giren bitki sayısı

**V:** Skala değeri

**Z:** En yüksek skala değeri

**N:** Gözlem yapılan toplam bitki sayısı

### Patojenin izolasyonu, tanı

Laboratuvara getirilen hastalıklı yaprak örneklerinin sağlıklı ve enfekteli kısımlarından steril bistüri kullanılarak 3±1 mm büyüklükte olacak şekilde bitki parçaları alınmıştır. Alınan bu parçalar %1'lik NaOCl ortamında 2 dakika süreyle tutulmuş ve yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Bu uygulamadan sonra NaOCl'in yaprak yüzeyinden temizlenmesi için bitki parçaları, üç kez steril distile sudan geçirilmiş ve kurutma kağıtlarına aktarılmıştır. Hastalık etmeninin konidi çimlenmesini teşvik etmesi için bitki parçaları su agar ortamına alınarak 24±1°C sıcaklık ve karanlık periyotta 2 gün süreyle inkübe edilmiştir. Çimlendiği değerlendirilen konidiler patates dektroz agar (PDA) ortamına alınmış ve 24±1°C sıcaklıkta 7 gün süreyle inkübe edilmiştir (Göktürk ve Döken, 2000). Gelişen *Cercospora beticola* etmeninin mikroskopik ve makroskopik değerlendirmeler ile tanısı yapılmıştır (Agrios, 1988; Alexopoulos, ve ark., 1996; Kirk ve ark., 2008).

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kırşehir'in bazı ilçelerinde 2021 yılında, şeker pancarı yetiştiriciliği yapılan üretim alanlarında

Cercospora Yaprak Lekesi hastalığının bulunma oranı (%) ve yaygınlığı ile şiddetinin değerlendirilmesi için survey çalışması yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü ilçeler, 2020 yılı ekim alanları, 2021 yılında inceleme yapılan üretim alanı sayısı, hastalıklı üretim alanı sayısı ve hastalıkla bulaşık üretim alanı Çizelge 2'de verilmiştir. Akpınar, Boztepe, Kaman, Merkez ve Mucur ilçelerinde 60 üretim alanı incelenmiş ve sadece 9 tanesinde (Çizelge 2) hastalığın tipik belirtisi olan yaşlı dış yapraklarında orta kısmı gri, çevresi kırmızı-koyu kahverengi bir kenar ile çevrili alanlar dikkati çekmiştir. Diğer taraftan hiçbir üretim alanında bu lekeler birleşerek yaprağı kaplamamış olup hastalık nedeniyle ölü yaprak gözlenmemiştir. Surveyler sırasında üretim alanlarında toplanan lekeli yaprak örneklerinden laboratuvar ortamında yürütülen izolasyon çalışmaları sonucunda 9 örneğin tamamından *Cercospora* sp. izole edilmiştir. Yapılan mikroskopik ve makroskopik incelemeler sonucu geliştirilen izolatların tamamı *Cercospora beticola* olarak tanımlanmıştır.

Kırşehir ili ve ilçelerinde 2020 yılında şeker pancarının 50 533 da alanda ekimi yapılmış olup, 50 450 da alanda hasat yapılabilmektedir (TUİK 2022). Survey çalışmalarıyla Kırşehir ili Akpınar [330 da (%43.9)], Boztepe [642 da (%49.9)], Kaman [50 da (%11.8)], Merkez [635 da (%3.9)] ve Mucur [1 028 da (%3.7)] ilçelerinde toplamda 2.685 da alanda değerlendirme yapılmış olup 2020 yılı toplam üretim alanının yaklaşık %5.3'i Cercospora lekeli hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığı ile şiddeti yönüyle değerlendirilmiştir. Survey yapılan üretim alanlarının ortalama 18 dekarının Cercospora Yaprak Lekesi hastalığı ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Survey çalışmalarında bitkiler üzerinde yapılan semptomatolojik incelemeler sonucu 60 şeker pancarı üretim alanının %15'in de (9 adet) *C. beticola* hastalığına rastlanmıştır. İlçe düzeyinde yapılan değerlendirmeler sonucu Akpınar ilçesinde %12.5 (1 adet), Boztepe ilçesinde %0.0 (%0.0), Kaman ilçesinde %50 (1 adet), Merkez ilçede 2 adet (%50), Mucur ilçesinde %20 (5 adet) üretim alanının *C. beticola* etmeni ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Hastalık şiddeti Akpınar ve Kaman ilçelerinde %15, Merkez ve Mucur ilçelerinde %20 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Kırşehir ili özeli şeker pancarı üretim alanlarında yapılan, survey çalışmalarının yürütüldüğü Haziran-Eylül aylarını kapsayan sürede, *C. beticola* etmeninin varlığı değişen oranlarda belirlenmiştir. Rastlanma sıklığının az olmasının yanı sıra hastalık belirtilerinin gözlemlendiği üretim alanlarında hastalık şiddeti ve yoğunluğu sınırlı olarak değerlendirilmiştir. Tunalı ve ark., (2018) ve Kaya (2015) tarafından yapılan sınırlı çalışmalar dışında, Kırşehir ilinde hastalık şiddeti ve yoğunluğu konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanılamamıştır.

**Çizelge 2.** Kırşehir'in Bazı İlçelerinde Şeker Pancarı 2020 Yılı Üretim Alanları\*, Survey Yapılması Planlanan Üretim Alanı, İnceleme Yapılan Üretim Alanı Sayısı, Hastalıklı Üretim Alanı Sayısı ve Hastalıklı Alan

	2020 Yılı Ekim alanı (dekar)*	2020 Yılı Verim* (kg/dekar)	2021 Yılı survey yapılması planlanan üretim alanı (da)	2020 Yılı survey yapılan alan (da) ve İncelen ekim alanı oranı (%)	İncelenen tarla sayısı	Hastalık gözlenen tarla sayısı	Hastalıklı alan (da)	Hastalık Şiddeti (%)
Akpınar	751	6.648	8	330 (%43.9)	8	1 (%12.5)	2	%15
Boztepe	1.287	6.389	13	642 (%49.9)	16	0 (%0)	0	%0
Kaman	425	7.633	4	50 (%11.8)	2	1 (%50)	2	%15
Merkez	16.337	6.835	163	635 (%3.9)	10	2 (%50)	4	%20
Mucur	28.016	8.770	280	1.028 (3.7)	24	5 (%20)	10	%20
Çiçekdağı	3.717	8.734	37	0	0	-	-	-
<b>Kırşehir toplam</b>	<b>50.533</b>	<b>8.039</b>	<b>505</b>	<b>2.685 (%5.3)</b>	<b>60</b>	<b>9 (%15.0)</b>	<b>18</b>	<b>-</b>
<b>Türkiye toplam</b>	<b>3.381.078</b>	<b>6.846</b>						

\*TÜİK 2022 yılı verileri

Kaya (2015) tarafında yapılan bir değerlendirmede, Türkiye'de bu hastalığın genellikle çok nemli ve sıcak iklim şartlarının yaşandığı Marmara ve Karadeniz Bölgeleri ekim alanlarında daha yaygın gözlenebildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte İç Anadolu Bölgesi ve Geçit Bölgeleri yetiştiricilik alanlarında özellikle akarsu bulunan vadiler ile kapalı havzalarda Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında özellikle yağış alınan bazı yıllarda (1999, 2010, 2011, 2014 ve 2015), hastalığın Temmuz ve Ağustos aylarından itibaren epidemiy oluşturabildiği rapor edilmiştir (Kaya, 2015). Kaya (2015) tarafından yapılan bu değerlendirmede Kırşehir ilçeleri hakkında herhangi bir yorum yapılmaması hastalığın Kırşehir üretim alanları için dikkat çekici şekilde yoğun olmadığını veya epidemiy oluşturmadığını düşündürmektedir. Yürütülen çalışmanın Kaya (2015) tarafından belirtilen özellikle İç Anadolu Bölgesi yetiştiricilik alanlarında ve özellikle akarsu bulunan vadilerde hastalığın epidemiy oluşturabildiği bilgisi ile hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığının belirlenmesi yönüyle önemli oranda benzer olduğu düşünülmektedir.

Tunalı ve ark., (2018) tarafından 2011 yılı üretim sezonunda Afyonkarahisar, Aksaray, Ankara, Eskişehir, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Sakarya ve Yozgat illerinde bulunan 391 üretim alanında incelemede bulunulmuştur. *C. beticola* ile enfekteli üretim alanı sayısı 193 ve % enfeksiyon oranı %49.4 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada Kırşehir ili Kaman, Merkez ve Mucur ilçelerinde bulunan 12 üretim alanında incelemede bulunulmuş ve *C. beticola* ile bulaşık üretim alanı sayısı 9 ve % enfeksiyon oranı %75 olarak bildirilmiştir. Yürütülen çalışmada üretim alanlarının %15'inin (9 adet) *C. beticola* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Kaya (2015) tarafından 1999, 2010, 2011, 2014 ve 2015 yılları gibi Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarının yağışlı geçtiği bazı ekstrem yıllarda, hastalığın Temmuz ve Ağustos aylarından itibaren epidemiy yaptığı bilgisi verilmiştir. Çizelge 1

incelendiğinde tüm ilçelerde Mart-Ağustos ayı toplam yağış miktarının 10 mm altında olduğu değerlendirilmiştir. Özellikle Mart-Ağustos aylarında alınan toplam yağış miktarının düşük miktarda olması Kırşehir üretim alanlarında etmenin bulunma oranı ve yaygınlığının neden sınırlı düzeyde olduğunu açıklayabilir.

Hastalığın ilk bulaşmasında hasat artığı olarak toprağa karışan lekeli yapraklar ile enfekte tohum ve üretim alanındaki yabancı otlar (özellikle sofralık pancar ve pazı gibi *Beta* türleri, yabancı *Beta* spp., *Spinacia oleracea* (Ispanak), *Amaranthus retroflexus* (Horoz ibiği), *Atriplex* sp. (Kara pazı), *Chenopodium album* (Sirken), *Rumex crispus* (Kıvırcık labada), *Lactuca seriola* (Yabancı marul), *Taraxacum officinale* (Kara hindiba), *Malva parviflora* (Ebegümece), *Convolvulus arvensis* (Tarla sarmaşığı), *Plantago* sp. (Sinir otu)) önemli inokulum kaynaklarıdır (Vereijssen ve ark., 2003; Kaya, 2015). Etmenin konidilerinin üretim alanlarında yayılmasında şiddetli yağmurlardan kaynaklı olarak bulaşık yapraklardan sağlıklı yaprağa su sıçratma etkisinin de büyük önem taşıdığı bildirilmiştir (Vereijssen ve ark., 2003). Şeker pancarında zorunlu münavebe, yabancı ot mücadelesinin üretici tarafından zamanında ve uygun tekniklerle yapılması ile inceleme yapılan ilçelerde Mart-Ağustos ayı yağış toplamının 10 mm altında olması ve yağmurlama sulama ile de bulaşık bitkilerdeki konidilerin damlacıkla sıçrayan su damlası içerisinde sınırlı olabileceği düşünüldüğünde hastalığın Kırşehir ilinde 2021 üretim sezonunda neden hastalık epidemisi oluşturmadığı veya oluşturamadığı konusunda bir fikir verebilir. Bu durum aynı zamanda hastalığının bulunma oranı, yaygınlığının ve şiddetinin neden düşük olabileceğini açıklayabilir.

Yürütülen çalışma ile Tunalı ve ark., (2018) tarafından Kırşehir ili özelinde Eylül ayında (26.09.2011) yürütülen survey çalışması Kaman, Merkez, Mucur ilçeleri düzeyinde birlikte değerlendirilmiştir. Yürütülen bu çalışmada Kaman

ilçesinde 50 da alanda 2 üretim alanı incelenmiş ve 1 üretim alanının (%50) bulaşık olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede 635 da üretim alanında 10 üretim alanı incelenmiş ve 2 üretim alanının (%20) bulaşık olduğu belirlenmiştir. Mucur ilçesinde 1 028 da üretim alanında 24 üretim alanı incelenmiş ve 10 üretim alanının (%20.8) bulaşık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). İlerleyen zamanla birlikte hastalığın bulunma oranı ve yaygınlığının belirlenmesi ile şiddetinin artması beklenilmektedir. Dikkati çeken diğer konunun ise özellikle Merkez ve Kaman ilçelerinde hastalığın rastlandığı alanların Kaya (2015) tarafından bildirilen İç Anadolu Bölgesi bölgeleri yetiştiricilik alanlarında özellikle akarsu bulunan vadilerinde hastalığın epidemi oluşturabildiği olarak tanımlanan coğrafi tanıma uygunluk gösterdiği görülmektedir. Bu durum hem Tunalı ve ark., (2018) hem de Kaya (2015) çalışmaları ile uyumludur.

Benzer çalışmaların yürütüldüğü ve benzer iklim koşullarının yaşandığı Konya ve Kayseri illerinde yapılan çalışmalar da incelenmiştir. Boyraz (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada, hastalık gelişimi için Konya ovası iklim koşullarının çok uygun olmamasına rağmen, farklı üretim yıllarında ve özellikle 15 Mayıs-30 Haziran arasında sık aralıklı yağışlı geçen ve sıcaklıkların 20°C civarında seyrettiği dönemlerde etmenin belirtilerinin gözlemlendiğini ve hastalık nedeniyle şeker pancarın da önemli kayıpların oluşabildiği bildirilmiştir. Altınok (2012) tarafından 2010 ve 2011 üretim sezonunda Kayseri ili Merkez, Bünyan, Develi, Sarıoğlan ve Yeşilhisar ilçelerinin bazı üretim alanlarında yürütülen survey çalışmalarında hastalık yaygınlığının %65-%80 oranları arasında olduğu bildirilmiştir. Tunalı ve ark., (2018) tarafından yine Kayseri ili Bünyan, Sarıoğlan, Pınarbaşı, Merkez, İncesu, Yeşilhisar ve Develi ilçelerinde Eylül ayı sonunda yürütülen survey çalışmalarında hastalık yaygınlık oranının %25.6 olduğu bildirilmiştir.

Özgönen ve Çulal Kılıç (2009) tarafından Isparta iline bağlı Atabey, Gönen, Keçiborlu, Senirkent, Şarkikaraağaç ve Yalvaç ilçelerinde 23 576 da şeker pancarı ekim alanında survey çalışması yürütülmüştür. *Erysiphe betae*, *Alternaria* spp., *Cercospora beticola*, *Phoma betae* etmenlerinin oluşturduğu hastalıkların yaygınlık oranlarını (%) 2006 ve 2007 üretim sezonunda incelenmiş olup *Cercospora* Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlık oranı her iki yıl için diğer hastalıklarla karşılaştırıldığında daha düşük olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde aynı etmenlerin oluşturduğu hastalık şiddeti (%) değerlendirmelerinde *Cercospora* Yaprak Lekesi hastalığı değerlendirme yapılan diğer hastalıklarla karşılaştırıldığında daha düşük şiddette gözlenmiş olup 2007 yılında yapılan survey çalışmaları sonucunda en yüksek hastalık şiddeti %12 oranı ile

Yalvaç ilçesinde, en düşük hastalık şiddeti %2.5 oranı ile Atabey ilçesinde belirlenmiştir. Bu dört çalışma ile yürütülen bu çalışma karşılaştırıldığında Tunalı ve ark., (2018) tarafından da bildirildiği gibi, aynı veya benzer lokasyon olsa bile farklı üretim sezonlarında yürütülen survey programlarında hastalık yaygınlık oranları ve hastalık şiddetlerinde görülen farklılığın inceleme yapılan üretim alanına göre ve örnekleme tarihindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği görülmektedir. Holtschulte (2000) tarafından 2000'li yıllarda yapılan bir çalışmada 6.96 milyon ha<sup>-1</sup> şeker pancarı ekiliş alanının %44'ünde hastalığın gözlemlendiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada hastalığın şiddetinin, farklı yetiştiricilik alanlarında düşük, orta veya yüksek düzeyde izlendiği rapor edilmiştir. Yürütülen bu çalışma ile Holtschulte (2000) tarafından yapılan bu değerlendirmenin benzerlik taşıdığı görülmektedir.

Hastalığın önemli inokulum kaynaklarından birisinin enfekteli tohumlar olduğu rapor edilmiştir (Vereijssen ve ark., 2003). Şeker pancarı üreticilerinin her ekiliş için sertifikalı tohum kullanması ilk enfeksiyon kaynağını oldukça sınırlandırmaktadır. Bu durum hastalığın bulunma oranı, yaygınlığı ve şiddetinin neden düşük olabileceği de kısmen açıklayabilir. Diğer taraftan hastalık ile mücadelede genetik dayanıklılığın kullanılması önemli bir yöntemdir. Rossi (2000) hastalık ile mücadelede dayanıklı çeşitlerin kullanıldığını ve hastalığın endemik olarak görüldüğü üretim alanlarında bu çeşit/çeşitlerin ekilişinin tercih edilmesinin gerektiğini ayrıca gerektiğinde fungusit uygulamaları yapılmasını tavsiye etmiştir.

Kimyasal mücadeleye karar vermek için de kullanılan ve tuzak bitki olarak yetiştirilen hayvan pancarı (*Beta vulgaris* var. *rapa*), bitkisi *C. beticola* hastalık bulaşmalarının önceden belirlenmesinde veya izlenmesinde başarı ile kullanılabilir. Diğer taraftan özellikle yem bitkisi amaçlı olarak geniş alanlarda yetiştiriciliği yapıldığı ve konidi enfeksiyonlarına da neden olabileceği için şeker pancarı üretiminde olumsuzluğa neden olmaması için kimyasal mücadele zamanında ve tekniğine uygun yapılmalıdır. Bununla birlikte hastalığın kimyasal mücadelesinde %5 lekeli yaprak varlığı, epidemi için eşik olarak bildirilmiştir (Altınok, 2012). Gerek hastalığın yayılmasında gerekse epidemi oluşturmasında iklim koşullarının bulaşma için uygun olması ile yakın bir ilişkinin varlığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Tunalı ve ark., 2018; Kaya, 2015; Altınok, 2012; Özgönen ve Çulal Kılıç, 2009). Entegre mücadele yöntemleri kapsamında hazırlanacak olan esnek program veya programlarla epidemi başlangıcında tüm üretim alanlarının dahil edildiği genişletilmiş bir sistem yönetimiyle hastalık ile mücadele üzerinde önemle durulması gerektiği düşünülmektedir.

## Sonuç

Kırşehir ilinin bazı ilçelerinde şeker pancarı üretim alanlarında 2021 üretim sezonu Haziran-Eylül aylarında Cercospora Yaprak Lekesi hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığı ile şiddetinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada; simptomatolojik olarak yapılan değerlendirmeler sonucu incelenen 60 şeker pancarı üretim alanının %15'inin (9 adet) *C. beticola* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Hastalıklı yaprak örneklerinden laboratuvar ortamında yürütülen izolasyon çalışmaları sonucunda 9 örneğin tamamı *C. beticola* olarak tanılanmıştır. Şeker pancarında zorunlu olarak yürütülen münavebe ve yabancı ot mücadelelerinin genellikle tüm üreticiler tarafından eş zamanlı ve uygun teknikler kullanılarak yapılması ile incelemelerin gerçekleştirildiği üretim yapılan alanların bulunduğu ilçelerde Mart - Ağustos ayları yağış toplamının 10 mm'nin altında gerçekleşmesi ve yağmurlama sulama ile de bulaşık bitkilerdeki konidilerin sıçrayan su damlaları vasıtası ile sınırlı taşınmış olabileceği düşünüldüğünde hastalığın Kırşehir ili üretim alanlarında neden hastalık epidemisi oluşturmadığı veya oluşturamadığının açıklaması olarak düşünülmüştür. Bu durum aynı zamanda hastalığın bulunma oranı, yaygınlığının ve şiddetinin neden düşük olabileceğinin de bir açıklaması olarak düşünülmektedir.

Bölgede hastalığa dayanıklı ve orta dayanıklı çeşitler kullanılarak hastalık ile mücadelede fungusit kullanımı en alt seviyeye indirilmelidir. Etmenin yüksek genetik varyasyon özelliği nedeniyle ruhsatlı fungusitlere karşı bile kısa zamanda direnç gelişiminin varlığı bilinmektedir. Özellikle etmen ile mücadele için dayanıklı çeşit ve fungusit kullanımı kombinasyonları ile hastalık genetik varyasyonunun belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması bir gerekliliktir. Şeker pancarı üretim alanlarında her yıl düzenlenecek düzenli surveylerle hastalığın şiddeti ve yaygınlığı değerlendirilerek elde edilen veriler doğrultusunda hastalık ile mücadele için bilgi üretilmesi özellikle önerilmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRT.A4.21.026 nolu projesi kapsamında finanse edilmiştir. Destekleri nedeniyle Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

## Kaynakça

Agrios, G.N. (1988). Plant Pathology, Academic Press, New York, pp. 803.  
Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., Blackwell, M. (1996). Introductory Mycology. John Willey and Sons, Inc., New York, pp. 368.

Altınok, H. (2012). Kayseri İli şeker pancarı ekim alanlarında Cercospora yaprak leke hastalığının yaygınlığı ve şiddetinin belirlenmesi. Derim, 29 (2); 33-45.

Anonim (2022a). Şeker pancarı hasat alanı. <https://knoema.com/atlas/topics/Agriculture/Crops-Production-Area-Harvested/Sugar-beet-area-harvested> (Erişim tarihi 25.03.2022)

Anonim (2022b). Şeker pancarı üretim miktarı. <https://knoema.com/atlas/topics/Agriculture/Crops-Production-Quantity-tonnes/Sugar-beet-production> (Erişim tarihi 25.03.2022)

Anonim (2022c). Şeker pancarı verimi <https://knoema.com/atlas/topics/Agriculture/Crops-Production-Yield/Sugar-beet-yield> (Erişim tarihi 25.03.2022)

Anonim, (2022d). Kırşehir ili iklim verileri. [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr) (Erişim tarihi: 15.03.2022)

Bora, T., Karaca, İ., (1970). Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No:167 Bornova, 43s.

Boyras, N. (2013). KOP bölgesinde verim ve kaliteyi etkileyen önemli bitki hastalıkları. I. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 14-16 Kasım 2013, Konya, s: 224-237

FAOSTAT 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim tarihi 25.03.2022)

Gencer, O. (1988). Genel tarla bitkileri (Endüstri Bitkileri). Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, No:42, Adana

Giannopolitis C.N. (1978). Lesions on sugar beet roots caused by *Cercospora beticola*. Plant Disease Reporter 62: 424-427

Göktürk, T. ve Döken, M. T. (2000). Enfekteli şeker pancarı yapraklarından izole edilen *Cercospora beticola* Sacc.'nın morfolojik özellikleri ve besi ortamındaki gelişiminin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 40 (1-2): 49-59

Holtshulte B. (2000). *Cercospora beticola*-worldwide distribution and incidence. In: *Cercospora beticola* Sacc. Biology, Agronomic Influence and Control Measures in Sugar Beet, Advances in Sugar Beet Research (ed. Asher MJC, Holtshulte B, Richard-Molard M, Rosso F, Steinrücken G, Beckers R) IIRB, Vol. 2: 5-16.

Kaya, R. (2015). Şeker pancarında Cercospora yaprak lekeli hastalığı ve mücadelesi. Tohumcular Birliği Dergisi, 21: 31-35.

Kirk, P., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. (2008). Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup> edn. CAB International, Wallingford, UK.

Özer G. ve Ertunç F. (2005). Amasya şeker fabrikası şeker pancarı ekim alanlarında *Rhizomania* hastalığının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3):339-343.

Özgönen, H. ve Çulal Kılıç, H. (2009). Isparta ili pancar ekim alanlarında fungal hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1), 16-22.

Shane, W. W. and Teng, P. S. 1985. Evaluation and implementation of the Cercospora leaf spot prediction model. Sugar Beet Research and Extension Reports, 15: 129-138.

Tosun, F. (2016) "Şeker Pancarı ve Şeker" Ürün raporu, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayın No: 271, ISBN: 978-605-9175-49-4, 21 sayfa



Townsend, G. R. and Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Diseases Reporter*, 27: 340-343.

TUİK 2022. Şeker pancarı istatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim tarihi 25.03.2022)

Tunalı, B., Kansu, B., Kutluk Yılmaz, N. D., Meyva, G. ve Kaya, R. (2018). Türkiye'de şeker pancarında *Cercospora beticola* Sacc.'nın yaygınlığı, patojenitesi ve bazı çeşitlerin dayanıklılığının belirlenmesi. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 47 (1), 21-30.

Vereijssen, J. Schneider, J. H. M., Termorshuizen, A. J. and Jeger, M. J. (2003). Comparison of two disease assessment keys to assess *Cercospora beticola* in sugar beet. *Crop Protection*, 1: 201-209. doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00146-1

# Orta Anadolu Şartlarında Farklı Silaj Sorgum Genotiplerinde Su Stresinin Biyokütle Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Ramazan Çağatay ARICI<sup>1\*</sup> Mehmet Ali AVCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bahri Dağdaş UTAEM, Konya

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

**\* Sorumlu Yazar**

Tel.: -

rarici@yahoo.com

**Yayın Bilgisi:**

Geliş Tarihi: 01.06.2022

Kabul Tarihi: 10.08.2022

**Anahtar kelimeler:** İklim

değişikliği, kuraklık, su stresi, yem bitkileri

**Keywords:** Climate change,

drought, forage crops, water stress

**Özet**

Bu çalışma Konya şartlarında farklı sulama seviyelerinde silajlık sorgum genotiplerinin biyokütle verimi ve bazı tarımsal özellikleri ile sulama suyu kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla 2 yıl süreyle (2020-2021) yürütülmüştür. Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada üç sulama seviyesi ve (I<sub>1</sub>:Tam, I<sub>2</sub>:% 75 ve I<sub>3</sub>:% 50 ) 23 adet silajlık sorgum genotipi kullanılmış olup, sulama seviyeleri ana parselleri, genotipler ise alt parselleri oluşturmuştur. Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek değerler sırasıyla yeşil ot veriminde 5105 kg/da (I<sub>3</sub>)-6467 kg/da (I<sub>1</sub>), kuru ot veriminde 1537 kg/da (I<sub>3</sub>)-1870 kg/da (I<sub>1</sub>), bitki boyunda 212 cm (I<sub>3</sub>)-261 cm (I<sub>1</sub>), çiçeklenme gün sayısında 79.8 gün (I<sub>1</sub>)-81.9 gün (I<sub>3</sub>), klorofil içeriğinde 44.3 (I<sub>3</sub>)- 46.8 (I<sub>1</sub>), bitki örtüsü sıcaklığında 27.6 °C (I<sub>1</sub>)- 30.8 °C (I<sub>3</sub>)- protein oranında % 9.1 (I<sub>3</sub>)- % 9.5 (I<sub>2</sub>), protein veriminde 139 kg/da (I<sub>3</sub>)- 175 kg/da (I<sub>1</sub>), aralığında elde edilirken su stresi arttıkça sulama suyu kullanım etkinliği değerinde artış görülmüştür. Çalışmada kullanılan genotiplerde en düşük ve yüksek yeşil ot verimi sırasıyla I<sub>3</sub> sulama konusundaki 18 nolu genotip (3791 kg/da) ve I<sub>1</sub> konusundaki 6 nolu (8722 kg/da) genotipten elde edilmiştir.

## Determination of Forage Yield and Some Quality Characteristics of Silage Sorghum Genotypes at Different Water Stress Levels

**Abstract**

This study was carried out for 2 years (2020-2021) to determine the biomass yield and some agricultural characteristics with irrigation water use efficiency of silage sorghum genotypes at different irrigation levels in Konya conditions. The study carried out according to the Randomized Complete Block Design arranged in split plots experimental design, 23 silage sorghum genotypes were used at three irrigation levels (I<sub>1</sub>: Full irrigation; I<sub>2</sub>: 75% of full irrigation; I<sub>3</sub>: 50% of full irrigation) and irrigation levels formed the main plots and the genotypes formed the sub-plots. In the study, the lowest and highest values according to the two-year averages in fresh forage yield varied between 5105 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>3</sub>) - 6467 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>1</sub>), dry biomass yield between 1537 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>3</sub>)-1870 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>1</sub>), plant height between 212 cm (I<sub>3</sub>) - 261 cm (I<sub>1</sub>), days to flowering between 79.8 day (I<sub>1</sub>)-81.9 day (I<sub>3</sub>), chlorophyll value between 44.3 (I<sub>3</sub>)- 46.8 (I<sub>1</sub>), canopy temperature value between 27.6 °C (I<sub>1</sub>)- 30.8 °C (I<sub>3</sub>), protein ratio between % 9.1 (I<sub>3</sub>)- % 9.5 (I<sub>2</sub>), protein yield between 139 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>3</sub>)- 175 kg da<sup>-1</sup> (I<sub>1</sub>), while the water stress increased, the irrigation water usage efficiency value also increased. The genotypes used in the study, the lowest and highest green forage yields were obtained from the genotypes 18 (3791 kg da<sup>-1</sup>) for I<sub>3</sub> irrigation and 6 (8722 kg da<sup>-1</sup>) for I<sub>1</sub> irrigation, respectively.

## Giriş

Sorgum yüksek ve kaliteli ot verimine sahip olup, benzer bitkilere göre daha suyu daha az tüketen ve sorunlu alanlarda yetişebilen ve farklı ekolojilere uyum sağlayan bir C4 bitkisidir.

Dünyada artan nüfusla birlikte birçok ülkede başta kuraklık ve su kıtlığı olmak üzere, tarımsal üretimi ve gıdaya ulaşımı tehdit eden küresel iklim değişikliği önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliği ile birlikte dünyanın birçok alanında oluşan sıcaklık ve yağış rejimindeki düzensizlikle birlikte bazı bölgelerde seller oluşurken önemli bir alanda da kuraklık ve su kıtlığı ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Birçok sektörün olumsuz etkilendiği kuraklıktan en fazla etkilenen sektör tarım alanları olup gelişmiş ülkelerde bile tarımsal üretimin temel sorunlarından birisidir. Dünyada, karasal iklimin yaklaşık % 16' sına tekabül eden 21-22 milyon km<sup>2</sup> alanın kurak ve yarı kurak bölgeler olduğu kabul edilmekte olup, su kaynaklarının ve yağışın yetersizliğinden kaynaklanan kuraklık sorununu çözmek ve tarımı daha sürdürülebilir duruma getirmek, kurağa daha toleranslı tarım ürünlerinin ve teknolojilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Kaplukan, 2013). Gıda ve diğer tarımsal ürünlerin üretimi için gerekli olan su, yerüstü tatlı su kaynakları ve yeraltı sularından çekilen suyun yaklaşık % 70' ine tekabül eden 3.100 milyar m<sup>3</sup> 'üne denk gelmektedir. Su kaynakları randımanlı bir şekilde kullanılamaz ise, bu miktarın 2030 yılına kadar 4.500 milyar m<sup>3</sup> e yükseleceği bildirilmektedir (WEF, 2011). Tarım alanı ve su kaynaklarında bir artış olmadığı öngörüldüğünde 2050 yılına kadar tarımsal üretimde kullanılan su tüketiminin % 70-90 oranında artması beklenmektedir.

İklim değişikliği ve kuraklığın dünya genelindeki olumsuz etkileri, ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında daha şiddetli bir etkiye sahip olması muhtemel bir durum olup, özellikle su kaynakları ve yağış rejimi üzerine olumsuz etkileri beklenmektedir.

Türkiye'nin yıllık yağış ortalaması 574 mm olup, bu değer bölgelere göre önemli farklılıklar göstermekte olup, özellikle tarla tarımının yoğun yapıldığı ve ülke tarım topraklarının önemli kısmını barındıran İç Anadolu (407 mm) ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde (532 mm) çok daha düşüktür (Anonim, 2020).

İklim değişikliğinin sonuçlarının olumsuz etkileyeceği bölgelerden birisi olarak kabul edilen Konya kapalı havzası su kaynakları bakımından çokta zengin olmayan ve sulamada yeraltı sularının yoğun kullanıldığı bir bölgedir. Bölgede yılda çekilen su miktarı yaklaşık 2.6 milyar m<sup>3</sup> olmasına rağmen emniyetli su miktarı 1.8 milyar m<sup>3</sup> olarak öngörülmektedir. Bu durum yağışlarında azalması

ile birlikte her yıl su açığının oluşmasına neden olmaktadır (Anonymous, 2009).

Bununla birlikte bölgede yoğun bir hayvancılık yapılmakta olup, TÜİK (2017) verilerine göre bölge büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı açısından (küçükbaş sayısı ülke genelinin % 13'ü, büyükbaş sayısı ise % 5'i) ülkede ilk sıralarda yer almakta olup, kaba yem ihtiyacı da önemli oranda artmıştır. Bölgede önemli oranda mera olmasına rağmen bu meraların büyük kısmının vasfını kaybetmesi ve çok düşük ot verimine sahip olmasından dolayı kaba yem açığı oluşmakta ve bölgeye ülke içindeki başka bölgelerden yüksek maliyetle kaba yem transferi gerçekleşmektedir. Bununla birlikte bölgede üretilen kaba yemin önemli kısmı sulanan alanlarda üretilmekte olup, bu durum su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Bölgenin hayvan potansiyeli, toprak ve iklim yapısı ile su kaynakları dikkate alınarak planlanacak sürdürülebilir bir tarımsal üretim için suyu etkin kullanan, kuraklığa toleranslı ve bu benzer amaçlı bitkilere göre daha fazla ve kaliteli biyokütle üretebilen ve su kaynakları üzerine baskıyı azaltan yeni yem bitkilerinin bölgede yaygınlaşması önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında sorgum bu bölge için önemli bir bitki olup, yüksek sıcaklık, sınırlı yağış ve toprak verimliliği düşük olan alanlarda adaptasyon kabiliyeti oldukça iyi olan sorgum bitkisi aynı zamanda ek sulamaya olumlu tepki gösterebilen bir bitki olarak öne çıkmaktadır (Wani ve ark., 2012).

Mısıra göre daha fazla kök biyokütlesine sahip olan (House, 1985) sorgum mısır ve diğer bitkilere göre suyu (House, 1985; Sanderson ve ark., 1992; Howell ve ark., 2008) ve besin elementlerini (N, P, K) daha etkili kullanarak daha fazla biyokütle üretmektedir (Kimbrough, 1990; Bean ve ark., 2002).

Silajlık sorgum hayvancılıkta özellikle kurak dönemlerde stabil durumuna geçebilmesi, yüksek sıcaklık ve kuraklara daha çok dayanabilmesi, biçimden sonra yeniden hızlı bir şekilde büyüebilmesi, zararlı ve hastalıklara daha fazla dayanıklı olması nedeniyle de mısıra alternatif olarak kullanılacak bir bitki olarak ön plana çıkmaktadır.

Konya ekolojik şartlarında 2020 ve 2021 yetiştirme dönemlerinde iki yıl süre ile yürütülen bu çalışma ile ülkemizde önemli bir tarım alanına sahip olan ve su kaynakları ve yağışın yeterli olmadığı Konya Kapalı Havzası ve benzer bölgelerinde su kaynaklarını daha etkin kullanan kurak koşullara benzer bitkilere göre daha iyi tolerans gösterebilen sorgum bitkisinde yurt dışından temin edilen silajlık sorgum genotiplerinin farklı su stresi seviyelerindeki yeşil ve kuru ot verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

Çalışma 2020 ve 2021 yıllarında Konya

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü sahasında (37° 86' 03.41" K ve 32° 55' 63.64" D) yürütülmüştür. Çalışma alanı karasal iklim özelliklerinde, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Bölge 320 mm uzun yıllar yağış ortalamasına sahip olup, yağış rejimi düzensizdir. Yağışın önemli kısmı kış aylarında düşmektedir.

Çalışma yıllarında sorgumun yetiştirme dönemi olan Mayıs-Ağustos arası yağış miktarı 2020 yılında 74.3 mm olurken, 2021 yılında ise

34.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Bölgenin uzun yıllar Mayıs-Ağustos arası yağış miktarı 82.4 mm olmuştur (Çizelge 1).

Çalışmanın yürütüldüğü alan killi-tınlı yapıda bir bünyeye sahip olup, organik maddesi % 2.3, pH 7.4 olup, kireç miktarı ise % 23.5 olarak belirlenmiştir. Tuz sorunu olmayan çalışma alanına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çalışmada USDA'dan temin edilen 20 silajlık sorgum genotipi ve 3 şahit çeşit olmak

**Çizelge 1.** Deneme alanına ait yağış ve sıcaklık değerleri

Yıl	AYLAR	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Ort./Top.
Uzun Yıllar 1929-2020	Ort.Sic. (°C)	15.9	20.1	23.5	23.3	20.7
	Mak.Sic.(°C)	22.4	26.7	36.6	30.2	29.0
	Min.Sic.(°C)	8.6	12.6	15.9	15.6	13.2
	Yağış (mm)	43.4	25.7	7.0	6.3	82.4
2020	Ort.Sic. (°C)	16.2	20.3	25.5	23.8	21.5
	Mak.Sic.(°C)	34.5	34.4	36.2	36.3	35.4
	Min.Sic.(°C)	0.3	5.8	11.5	8.3	6.5
	Yağış (mm)	41.7	20.1	7.5	5.0	74.3
2021	Ort.Sic. (°C)	18.3	19.0	24.0	24.0	21.3
	Mak.Sic.(°C)	33.4	31.9	38.2	37.2	35.2
	Min.Sic.(°C)	0.7	4.0	9.1	10.9	6.2
	Yağış (mm)	7.0	19.5	0.1	8.0	34.6

**Çizelge 2.** Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	TK (%)	SN (%)	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	Kireç (%)	Organik Madde (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)
0-30	7.42	22.8	19.1	SCL	26	17	1.22	7.6	0.80	34.4	2.69	14.5	113
30-60	16	21	63	C	24.5	12.6	1.30	8.2	0.45	44.1	0.71	5.7	26
60-90	16.0	21	63.3	C	28	15.4	1.22	8.2	0.44	29.4	0.6	2.6	24

**Çizelge 3.** Çalışmada kullanılan genotipler

Sıra No	USDA Accession	Ülke
1	PI 155519	South Africa
2	PI 181081	Sudan
3	PI 501080	Tanzania
4	PI 501083	Tanzania
5	PI 501106	Turkey
6	PI 552851	Taiwan
7	PI 560351	Mexico,Sonora
8	PI 560355	İndia
9	PI 591005	Mexico
10	PI 599917	Ethiopia
11	PI 599933	Ethiopia
12	PI 601833	Ethiopia
13	PI 601858	Ethiopia
14	PI 601914	Ethiopia
15	PI 601925	Ethiopia
16	PI 602830	Ethiopia
17	PI 602844	Ethiopia
18	PI 602851	Ethiopia
19	PI 602852	Ethiopia
20	PI 602859	Ethiopia
21	Rox	Türkiye
22	E.Sumac	Türkiye
23	Nes	Türkiye

Her iki deneme yılında da ilk toprak hazırlığı kulaklı pullukla yapıldıktan sonra ekimden önce ikileme işlemi yapılmış ve tarla ekime hazır hale getirilmiştir. Toprak hazırlığı ile birlikte analiz sonuçları dikkate alınarak dekara 10 kg fosfor ve 4 kg azot verilmiştir. Azotlu gübrenin kalan kısmı damla sulama sistemiyle parçalar halinde verilerek 15 kg/da tamamlanmıştır. Ekim işlemi altı sıra olacak şekilde deneme mibzeri ile ilk yıl 05 Mayıs, 2021 yılında ise 6 Mayıs tarihinde 45 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri ekim normunda yapılmıştır. Parsel alanı 5 m uzunluk x 2.7 m genişlik olmak üzere toplam 13.5 m<sup>2</sup> olarak tasarlanmıştır. Hasat yanlardan ve sıra uçlarından kenar tesirleri atılarak hamur olum döneminde ortadaki sıralar motorlu tırpan ile biçilerek yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi mekanik ve kimyasal olarak yapılmıştır.

Çalışmada basınç ayarlı damla sulama sistemi kullanılmış olup, her sıraya bir lateral olacak şekilde 2 l/h debiye sahip ve 30 cm damlatıcı aralığı olan borularla sulama

uygulanmıştır. Çalışmada sorgumun etkili kök derinliği olan 0-90 cm derinlikte toprak nemi gravimetrik yöntemle göre takip edilerek uygulanacak sulama suyu miktarları hesaplanmıştır.

Çalışmada üç sulama uygulaması çalışılmış olup, tam sulama (I<sub>1</sub>) konusunda deneme alanının hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası belirlendikten sonra 0-90 cm etkili kök derinliğindeki faydalı suyun % 50'sinin tüketildiğinde eşitlik 1'ye göre eksilen su tarla kapasitesine tamamlanmıştır (Kara, 2011).

$$dn = \frac{(TK - MN) \times D}{100} \quad (1)$$

Eşitlikte 1'de;

dn = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm),

TK = Tarla kapasitesi (hacim %' si olarak), MN = Faydalı su kapasitesinin % 40'ı i tüketildiğinde

dallı darı etkili kök derinliğindeki mevcut nem (Hacim %' si olarak),

$D$  = Etkili kök derinliği (mm)

% 75 sulama konusunda ( $I_2$ )  $I_1$  konusuna uygulanacak sulama suyunun % 75'i, % 50 sulama konusunda ( $I_3$ ) ise  $I_1$  konusuna uygulanacak sulama suyunun % 50'si kadar sulama suyu verilmiştir. Çalışmada ekimden sonra üniform bir çıkış bir çıkış ve toprak nemi tarla kapasitesine getirmek için bütün parsellere ilk yıl 50 mm, ikinci yıl ise 40 mm sulama suyu uygulanmış olup, toplamda 2020 yılında  $I_1$  konusuna 466 mm,  $I_2$  konusuna 362 mm ve  $I_3$  konusuna ise 258 mm, 2021 yılında ise  $I_1$  konusuna 471 mm,  $I_2$  konusuna 364 mm ve  $I_3$  konusuna ise 255 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada ana parselleri sulama seviyeleri, alt parselleri ise genotipler oluşturmuştur.

Çalışmada yeşil ot verimi, kuru ot verimi, bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı, klorofil oranı, bitki örtüsü sıcaklığı, protein oranı, protein verimi ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) özellikleri incelenmiş olup çalışmada verim ve verim unsurlarına ait gözlemler Mülâyim ve ark. (2009), na göre ve protein analizi ise Soylu ve ark. (2010)' a göre saptanmıştır. Sulama suyu kullanım etkinliği ise Howell ve ark. (1990) tarafından belirtilen eşitlik (Eşitlik 2) kullanılarak belirlenmiştir.

$$IWUE = Y/I \quad (2)$$

Eşitlik 2'de;

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/da/mm),

Y: Kuru biyokütle verimi (kg/da), I: Sulama suyu miktarı (mm), ifade etmektedir.

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar JMP 11.1 istatistik paketiyle varyans analiz yapılmış konular arasındaki gruplandırılmalar LSD testine göre yapılmıştır (JMP 11.1, 2013).

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Yeşil ve kuru ot verimi (kg/da)

Çalışmada her iki yılda da azalan sulama suyu miktarı ile birlikte yeşil ve kuru ot veriminde azalma olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek yeşil ot verimi sırasıyla  $I_3$  (5105 kg/da) ve  $I_1$  (6467) konularından alınırken en düşük ve yüksek kuru ot değerleride benzer şekilde  $I_3$  (1537 kg/da) ve  $I_1$  (1870 kg/da) sulama konularından gerçekleşmiştir. Çeşit ortalamaları açısından en yüksek yeşil ot verimi 22 numaralı genotipten (7150 kg/da), en düşük verim ise 18 numaralı genotipten (4026 kg/da) elde edilirken, kuru ot verimi açısından en yüksek ve düşük değerler sırasıyla 22 nolu (2045 kg/da) ve 18 nolu (1112 kg/da) genotiplerden elde edilmiştir. Yeşil ot verimi açısından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde  $I_1$  konusunda en yüksek ve düşük değerler 6 (8722 kg/da) ve 18 nolu (4393 kg/da) genotiplerden,  $I_2$  konusunda 22 (7622 kg/da) ve 18 (3894 kg/da) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu  $I_3$  konusunda ise en yüksek değer 15 nolu genotipten (5986 kg/da), en düşük değer ise 19 nolu genotipten (3788 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Kuru ot verimi açısından bakıldığında en yüksek ve düşük değerler  $I_1$  konusunda 22 (2045 kg/da) ve 18 (1112 kg/da) nolu genotiplerden,  $I_2$  konusunda 17 (2096 kg/da) ve 18 (1105 kg/da) nolu genotiplerden ve  $I_3$  konusunda ise 6 (1867 kg/da) ve 19 (1037 kg/da) nolu genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Dahmardeh ve ark. (2015) yarı kurak iklim şartlarında silajlık sorgum bitkisine su tüketimlerinin % 80, % 60 ve % 40'ı oranında sulama yaptıkları çalışmada su stresinin yaş ve kuru ot verimini azalttığını su kullanım etkinliğini ise artırdığını bildirmişlerdir.

Daha önceki çalışmalarda Aydınşakir ve ark. (2018) sorgum da 5 farklı sulama konusunda (%100 - %75 - %50 - %25 - %0) yaş ot verimini 4442 - 9926 kg/da, kuru ot verimini 744 - 2107 kg/da aralığında, bildirirken, Keten ve Değirmenci (2020) yaş ot verimini 3200-6000 kg/da olarak, Özmen (2017)'i se yeşil ot verimini 4003-11812 kg/da, kuru ot verimini 534-2560 kg/da, aralığında bildirmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen yeşil ve kuru ot verimleri önceki çalışmalar ile uyumluluk göstermekte olup, farklılıkların çevre ve genotipten kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.** Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen yeşil ve kuru ot verimine ait değerler (kg/da)

Genotip (G)	Yeşil ot verimi (kg/da)					Kuru ot verimi (kg/da)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	Ort.	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	Ort.		
1	6814 <sup>e-h</sup>	5667	4976 <sup>l-u</sup>	5819 <sup>v-z+</sup>	5819	1968 <sup>f-i</sup>	1750 <sup>c-g</sup>	1490 <sup>f-p</sup>	1736 <sup>q-y</sup>	f-i
2	5929 <sup>l-p</sup>	5044	4251 <sup>u-</sup>	5075 <sup>z++</sup>	5075	1804 <sup>l</sup>	1471 <sup>g-p</sup>	1176 <sup>r-v</sup>	1484 <sup>xy</sup>	k
3	6860 <sup>d-g</sup>	6124	5219 <sup>h-m</sup>	6068 <sup>r-z</sup>	6068	2013 <sup>d-g</sup>	1823 <sup>c-e</sup>	1528 <sup>d-n</sup>	1788 <sup>q-u</sup>	d-f
4	5515 <sup>m-</sup>	5303	5105 <sup>p-x</sup>	5308 <sup>s-z</sup>	5308	1557 <sup>j-l</sup>	1545 <sup>p-t</sup>	1520 <sup>q-v</sup>	1541 <sup>q-u</sup>	l-k
5	5947 <sup>l-p</sup>	5721	5115 <sup>k-t</sup>	5594 <sup>s-z</sup>	5594	1675 <sup>h-j</sup>	1645 <sup>j-r</sup>	1501 <sup>j-s</sup>	1607 <sup>q-v</sup>	h-i
6	8722 <sup>a</sup>	6552	5930 <sup>f-i</sup>	7068 <sup>l-p</sup>	7068	2393 <sup>ab</sup>	1857 <sup>a</sup>	1867 <sup>d-l</sup>	2039 <sup>d-k</sup>	a
7	7318 <sup>b-e</sup>	6156	5311 <sup>h-m</sup>	6261 <sup>p-x</sup>	6261	2019 <sup>de</sup>	1709 <sup>c-e</sup>	1554 <sup>h-q</sup>	1760 <sup>o-t</sup>	d-g
8	7721 <sup>bc</sup>	6040	5244 <sup>l-n</sup>	6335 <sup>q-y</sup>	6335	2336 <sup>cd</sup>	1640 <sup>ab</sup>	1524 <sup>j-t</sup>	1833 <sup>q-u</sup>	c-e
9	6881 <sup>d-g</sup>	5464	4883 <sup>n-w</sup>	5743 <sup>w-z+</sup>	5743	2023 <sup>g-i</sup>	1624 <sup>c-f</sup>	1431 <sup>k-t</sup>	1693 <sup>s-w</sup>	e-h
10	6404 <sup>g-j</sup>	5781	4715 <sup>j-s</sup>	5633 <sup>x-z+</sup>	5633	1865 <sup>h-j</sup>	1710 <sup>d-j</sup>	1456 <sup>l-q</sup>	1677 <sup>r-v</sup>	f-i
11	6347 <sup>g-k</sup>	5885	5436 <sup>j-r</sup>	5889 <sup>n</sup>	5889	1765 <sup>e-h</sup>	1648 <sup>f-p</sup>	1509 <sup>j-s</sup>	1641 <sup>q-u</sup>	f-i
12	7558 <sup>bc</sup>	6112	5687 <sup>h-m</sup>	6452 <sup>l-v</sup>	6452	2386 <sup>cd</sup>	1876 <sup>a</sup>	1731 <sup>d-k</sup>	1998 <sup>l-q</sup>	ab
13	6653 <sup>f-h</sup>	6242	5357 <sup>g-l</sup>	6169 <sup>o-x</sup>	6169	1915 <sup>d-f</sup>	1925 <sup>c-l</sup>	1710 <sup>c-h</sup>	1850 <sup>l-q</sup>	b-d
14	5968 <sup>l-v</sup>	5528	5058 <sup>m-v</sup>	5470 <sup>t-z+</sup>	5470	1707 <sup>l-k</sup>	1588 <sup>h-q</sup>	1514 <sup>p-s</sup>	1603 <sup>q-u</sup>	h-j
15	6837 <sup>d-g</sup>	6240	5986 <sup>g-l</sup>	6354 <sup>l-o</sup>	6354	2042 <sup>cd</sup>	1955 <sup>c-e</sup>	1851 <sup>c-h</sup>	1949 <sup>d-m</sup>	a-c
16	5809 <sup>j-r</sup>	5180	4546 <sup>r-z</sup>	5178 <sup>z+</sup>	5178	1764 <sup>kl</sup>	1511 <sup>f-p</sup>	1363 <sup>q-u</sup>	1546 <sup>j-t</sup>	g-i
17	7505 <sup>b-d</sup>	7204	5440 <sup>c-f</sup>	6716 <sup>n</sup>	6716	2026 <sup>bc</sup>	2096 <sup>c-f</sup>	1605 <sup>cd</sup>	1909 <sup>k-t</sup>	a-c
18	4393 <sup>z++</sup>	3894	3791 <sup>z++</sup>	4026 <sup>z++</sup>	4026	1171 <sup>m</sup>	1105 <sup>xy</sup>	1060 <sup>y</sup>	1112 <sup>yz</sup>	l
19	4571 <sup>y-</sup>	4187	3788 <sup>z++</sup>	4182 <sup>z++</sup>	4182	1276 <sup>m</sup>	1187 <sup>u-y</sup>	1037 <sup>xy</sup>	1167 <sup>yz</sup>	l
20	5538 <sup>m-v</sup>	5011	4223 <sup>t-z+</sup>	4924 <sup>z++</sup>	4924	1596 <sup>l</sup>	1500 <sup>j-u</sup>	1215 <sup>q-v</sup>	1437 <sup>w-y</sup>	jk
21	5641 <sup>l-v</sup>	4844	4294 <sup>w-</sup>	4926 <sup>z++</sup>	4926	1660 <sup>l</sup>	1474 <sup>j-s</sup>	1254 <sup>q-v</sup>	1463 <sup>v-y</sup>	jk
22	7928 <sup>b</sup>	7620	5903 <sup>bc</sup>	7150 <sup>l-q</sup>	7150	2419 <sup>a</sup>	2086 <sup>a</sup>	1629 <sup>cd</sup>	2045 <sup>l-t</sup>	a
23	7234 <sup>c-d</sup>	6462	5644 <sup>f-j</sup>	6447 <sup>l-v</sup>	6447	2125 <sup>cd</sup>	1908 <sup>bc</sup>	1620 <sup>c-l</sup>	1884 <sup>j-t</sup>	b-d
Ort.	6467 <sup>a</sup>	5748	5105 <sup>b</sup>	5773 <sup>c</sup>	5773	1870	1675 <sup>a</sup>	1537 <sup>b</sup>	1685 <sup>c</sup>	

Yeşil Ot; CV (0.01)=10.3%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=389.9, LSD<sub>0.05</sub> (S)=119.1, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=675.4

Kuru Ot; CV (0.01)=12.6%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=139.8, LSD<sub>0.05</sub> (S)=51.1, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=242.1

#### Bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısı

Çalışmanın her iki yılında da azalan sulama suyu miktarı ile birlikte bitki boylarında azalma olduğu görülmüştür. İki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek bitki boyu sırasıyla l<sub>3</sub> (212 cm) ve l<sub>1</sub> (261 cm) sulama konularında gerçekleşmiştir. Çeşit ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek bitki boyu 15 numaralı genotipten (308 cm), en düşük bitki boyu ise 19 numaralı genotipten (128 cm) elde edilmiştir. Bitki boyu açısından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde l<sub>1</sub> konusunda en yüksek ve düşük değerler 15 (338 cm) ve 19 nolu (143 cm) genotiplerden, l<sub>2</sub> konusunda 15 (305 cm) ve 19 (127 cm) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu l<sub>3</sub> konusunda ise en yüksek değer 15 nolu genotipten (281 cm), en düşük değer ise 19 nolu genotipten (115 cm) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Su stresinin bitki boyunu azalttığı daha önceki araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Bibi ve ark.(2010), Abd El-Mageed ve ark. (2018) ve Gonulal (2020) sorgumda yürüttükleri çalışmada su stresi ile birlikte bitki boyunda

azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre en uzun ve kısa çiçeklenme gün sayısı sırasıyla l<sub>3</sub> (81.9 gün) ve l<sub>1</sub> (79.8 gün) sulama konularında gerçekleşmiştir. Genotip ortalamaları bakımından incelendiğinde en uzun çiçeklenme gün sayısı 12 numaralı genotipten (88.3 gün), en kısa çiçeklenme gün sayısı ise 10 numaralı genotipten (71.4 gün) elde edilmiştir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde l<sub>1</sub> konusunda en yüksek ve düşük değerler 12 (88.2) ve 10 nolu (67.5 gün) genotiplerden, l<sub>2</sub> konusunda 3 (88.5 gün) ve 4 (73.0 gün) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu l<sub>3</sub> konusunda ise en yüksek değer 3 nolu genotipten (89.5 gün), en düşük değer ise 4 nolu genotipten (69.8 gün) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Gönülal (2020), sıcak iklim tahıllarının su stresi şartlarında geç çiçeklenme eğiliminde olduğunu bildirmiştir. (Aydınşakir ve ark. 2018; Batista ve ark. 2019) yaptıkları çalışmalarda su stresinin çiçeklenme gün sayısını artırdığını bildirmiş olup, benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

**Çizelge 5.** Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısına ait değerler

Genotip (G)	Bitki boyu (cm)					Çiçeklenme gün sayısı (gün)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.		
1	290 <sup>c-g</sup>	269 <sup>g-l</sup>	224 <sup>u-y</sup>	261 <sup>d-f</sup>	261	85.3 <sup>d-f</sup>	84.0	85.7	85.0	c-e
2	242 <sup>o-v</sup>	168 <sup>z+</sup>	155 <sup>z+</sup>	188 <sup>z+</sup>	188	85.3 <sup>l</sup>	86.5	87.5	86.4	a-d
3	258 <sup>j-p</sup>	245 <sup>n-u</sup>	217 <sup>x-z</sup>	240 <sup>x-z</sup>	240	84.7 <sup>h-j</sup>	88.5	89.5	87.6	ab
4	266 <sup>h-n</sup>	234 <sup>q-x</sup>	226 <sup>t-y</sup>	242 <sup>t-y</sup>	242	67.5 <sup>g-j</sup>	73.0	69.8	70.1	h
5	267 <sup>h-m</sup>	247 <sup>m-t</sup>	216 <sup>x-z</sup>	243 <sup>x-z</sup>	243	79.3 <sup>g-l</sup>	79.0	79.5	79.3	f
6	296 <sup>b-e</sup>	269 <sup>g-l</sup>	242 <sup>o-v</sup>	269 <sup>c-e</sup>	269	77.0 <sup>c-e</sup>	76.7	77.2	76.9	g
7	251 <sup>l-s</sup>	234 <sup>r-x</sup>	217 <sup>x-z</sup>	234 <sup>x-z</sup>	234	77.3 <sup>i-k</sup>	75.7	77.3	76.8	g
8	277 <sup>e-k</sup>	241 <sup>o-w</sup>	229 <sup>s-y</sup>	249 <sup>s-y</sup>	249	79.2 <sup>f-h</sup>	78.2	82.0	79.8	f
9	169 <sup>z+</sup>	155 <sup>z+</sup>	146 <sup>z+</sup>	157 <sup>z+</sup>	157	85.0 <sup>m</sup>	87.3	87.3	86.6	a-c
10	257 <sup>j-p</sup>	234 <sup>r-x</sup>	222 <sup>v-y</sup>	237 <sup>v-y</sup>	237	67.5 <sup>h-j</sup>	75.2	71.7	71.4	h
11	284 <sup>c-h</sup>	256 <sup>k-q</sup>	219 <sup>w-y</sup>	253 <sup>w-y</sup>	253	73.8 <sup>fg</sup>	76.3	76.3	75.5	g
12	334 <sup>a</sup>	298 <sup>b-e</sup>	262 <sup>i-o</sup>	298 <sup>i-o</sup>	298	88.2 <sup>a</sup>	87.3	89.3	88.3	a
13	316 <sup>ab</sup>	271 <sup>f-l</sup>	244 <sup>n-u</sup>	277 <sup>n-u</sup>	277	78.8 <sup>bc</sup>	80.2	80.8	79.9	f
14	266 <sup>h-n</sup>	238 <sup>p-x</sup>	216 <sup>x-z</sup>	240 <sup>x-z</sup>	240	79.2 <sup>h-j</sup>	79.2	79.8	79.4	f
15	338 <sup>a</sup>	305 <sup>bc</sup>	281 <sup>d-i</sup>	308 <sup>d-i</sup>	308	78.8 <sup>a</sup>	80.2	81.5	80.2	f
16	300 <sup>b-d</sup>	296 <sup>b-e</sup>	258 <sup>j-p</sup>	285 <sup>j-p</sup>	285	79.2 <sup>b</sup>	79.3	78.8	79.1	f
17	279 <sup>d-j</sup>	259 <sup>i-p</sup>	233 <sup>r-x</sup>	257 <sup>r-x</sup>	257	78.5 <sup>ef</sup>	79.8	79.5	79.3	f
18	157 <sup>z+</sup>	141 <sup>z+</sup>	129 <sup>z++</sup>	142 <sup>z++</sup>	142	83.8 <sup>n</sup>	86.5	85.2	85.2	cd
19	143 <sup>z+</sup>	127 <sup>z++</sup>	115 <sup>z++</sup>	128 <sup>z++</sup>	128	86.0 <sup>o</sup>	88.0	89.0	87.7	ab
20	292 <sup>c-f</sup>	271 <sup>f-l</sup>	250 <sup>l-s</sup>	271 <sup>l-s</sup>	271	74.7 <sup>cd</sup>	75.2	75.7	75.2	g
21	218 <sup>x-z</sup>	189 <sup>z+</sup>	174 <sup>z+</sup>	194 <sup>z+</sup>	194	82.7 <sup>l</sup>	84.5	86.7	84.6	de
22	258 <sup>j-p</sup>	222 <sup>v-y</sup>	197 <sup>z+</sup>	225 <sup>z+</sup>	225	84.2 <sup>k</sup>	86.2	87.5	85.9	b-d
23	253 <sup>l-r</sup>	226 <sup>t-y</sup>	209 <sup>y-z+</sup>	229 <sup>y-z+</sup>	229	80.5 <sup>jk</sup>	83.7	85.3	83.2	e
Ort.	261 <sup>a</sup>	235 <sup>b</sup>	212 <sup>c</sup>	236 <sup>c</sup>	236	79.8 <sup>b</sup>	81.3 <sup>a</sup>	81.9 <sup>a</sup>	85.0 <sup>a</sup>	c-e

Bitki Boyu; CV (0.01)=8.2%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=12.7, LSD<sub>0.05</sub> (S)=5.1, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=22.1

Çiçeklenme Gün Sayısı; CV (0.01)=3.7%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=1.94, LSD<sub>0.05</sub> (S)=0.74, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=öd

Araştırmanın iki yıllık sonuçları incelendiği zaman tam sulama konusu olan I<sub>1</sub> konusunda yüksek klorofil içeriği elde edilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre en düşük klorofil içeriği I<sub>3</sub> konusunda (44.3 SPAD), en yüksek klorofil içeriği I<sub>1</sub> konusunda (46.8 SPAD) olarak elde edilmiştir. Genotip ortalamaları açısından incelendiğinde en düşük klorofil içeriği 11 numaralı genotip (41.4 SPAD), en yüksek klorofil içeriği ise 19 numaralı genotipten (51.8 SPAD) elde edilmiştir.

Klorofil içeriği açısından su stresi x genotip etkileşimini incelendiğinde I<sub>1</sub> konusunda en düşük ve yüksek değerler 11 (41.7 SPAD) ve 9 nolu (51.2 SPAD) genotiplerden, I<sub>2</sub> konusunda 13 (39.4 SPAD) ve 19 (52.3 SPAD) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla uygulandığı I<sub>3</sub> konusunda ise en düşük değer 11 nolu genotipten (38.2 SPAD), en yüksek değer ise 2 nolu genotipten (49.3 SPAD) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Araştırma sonucuna göre su stresi uygulamasının klorofil içeriğini azalttığı görülmüştür. Birçok araştırmacı yaptıkları

çalışmada azalan sulama suyu ile klorofil içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. (Azarinasrabad ve ark.,2016). Yolcu (2014) ise bu durumu su stresinin uygulanmadığı durumlarda bitkinin kök bölgesinde fazla nem bulundurmasına bağlı olarak topraktaki azotun bitkideki ksilem dokuları aracılığı ile yapraklara iletilmediğini ve burada klorofil içeriğinin artışına neden olduğunu bildirmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiği zaman su stresinin uygulandığı I<sub>3</sub> sulama konusunda en yüksek bitki örtüsü sıcaklığı değeri elde edilmiştir. Bu değer I<sub>3</sub> konusunda 30.8 °C, tam sulama konusu olan I<sub>1</sub> konusunda ise 27.6 °C olarak tespit edilmiştir. Genotip ortalamaları açısından incelendiğinde en düşük bitki örtüsü sıcaklığı 4-16-20-23 numaralı genotiplerden (28.8 °C), en yüksek bitki örtüsü sıcaklığı ise 2-21 numaralı genotiplerden (29.6 °C) elde edilmiştir. Bitki örtüsü açısından su stresi x genotip etkileşimini incelendiğinde I<sub>1</sub> konusunda en düşük ve yüksek değerler 16 (27.0 °C) ve 9-14 nolu (28.5 °C) genotiplerden, I<sub>2</sub> konusunda 4-23 (28.3 °C) ve 8-



19-21 (30.0 °C) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla uygulandığı I<sub>3</sub> konusunda ise en düşük değer 15 nolu genotipten (29.8 °C), en yüksek değer ise 2 nolu genotipten (32.0 °C) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Bitki örtüsü sıcaklığı, topraktaki nem ve bitki bünyesinde bulunan su ile ilişkili bir parametre olup, bünyesinde fazla su ihtiva eden ve suyu etkin

kullanan genotiplerde bitki örtüsü sıcaklığının daha düşük ölçüldüğü diğer araştırmalarda olduğu gibi bu araştırmada da gözlemlenmiştir. Bitki örtüsü sıcaklığının kurak ve sıcak koşullarda verimle yüksek ilişkili olduğu (Rashid ve ark., 1999) ve buna bağlı olarak yapılacak seleksiyon için önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 6.** Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen klorofil içeriği ve bitki örtüsü sıcaklığına ait değerler

Genotip (G)	Klorofil içeriği (SPAD)				Bitki örtüsü sıcaklığı (°C)				
	Sulama seviyesi (S)				Sulama seviyesi (S)				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.	
1	48.2	45.2	42.8	45.4	e-j 27.5	29.8	31.2	29.5	
2	47.6	51.6	49.3	49.5	a-c 27.6	29.3	32.0	29.6	
3	45.8	44.9	41.7	44.1	h-l 27.7	29.5	30.6	29.3	
4	48.2	47.5	45.2	46.9	c-g 27.1	28.3	31.2	28.8	
5	45.5	43.2	45.4	44.7	g-j 27.5	29.4	30.3	29.1	
6	47.7	46.6	45.3	46.5	d-i 28.3	29.3	30.9	29.5	
7	45.6	42.5	44.9	44.3	g-k 27.4	29.0	30.9	29.1	
8	42.8	42.6	39.8	41.7	kl 27.9	30.0	30.7	29.5	
9	51.2	50.4	48.5	50.0	ab 28.5	28.9	30.7	29.3	
10	47.1	43.3	38.5	43.0	j-l 27.2	29.1	31.5	29.3	
11	41.7	44.4	38.2	41.4	l 27.6	29.0	31.2	29.2	
12	49.3	48.6	46.6	48.2	b-d 27.4	29.6	30.8	29.2	
13	44.8	39.4	40.4	41.5	l 28.2	29.3	30.7	29.4	
14	44.5	43.9	43.8	44.1	l-l 28.5	29.1	30.2	29.2	
15	49.7	46.9	45.9	47.5	b-f 27.1	29.8	29.8	28.9	
16	43.8	42.9	43.4	43.3	j-l 27.0	28.6	30.7	28.8	
17	46.7	47.3	42.9	45.7	d-j 27.3	29.5	29.9	28.9	
18	49.2	47.1	47.3	47.9	b-e 27.6	29.2	30.5	29.1	
19	51.3	52.3	51.8	51.8	a 27.4	30.0	31.2	29.5	
20	45.6	45.6	43.2	44.8	f-j 27.1	28.9	30.4	28.8	
21	47.2	48.5	44.2	46.6	d-i 27.2	30.0	31.5	29.6	
22	47.0	45.9	43.8	45.5	d-j 27.4	29.7	31.4	29.5	
23	45.1	48.3	47.2	46.9	c-h 27.5	28.3	30.5	28.8	
Ort.	46.8 <sup>a</sup>	46.0 <sup>ab</sup>	44.3 <sup>b</sup>	45.7	27.6 <sup>c</sup>	29.3 <sup>b</sup>	30.8 <sup>a</sup>	29.2	

Klorofil içeriği; CV (0.01)=9.2%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=2.76, LSD<sub>0.05</sub> (S)=1.9, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=öd

Bitki örtüsü sıcaklığı; CV (0.01)=3.7%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=öd, LSD<sub>0.05</sub> (S)=0.85, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=öd

### Protein oranı ve protein verimi

Çalışmada genotiplerin protein oranı incelendiğinde, su stresinin uygulandığı I<sub>3</sub> sulama konusunda protein oranının daha düşük olduğu, iki yıllık ortalamalara göre en yüksek ve düşük protein oranı değerlerinin sırasıyla, I<sub>2</sub> sulama konusunda % 9.5, I<sub>3</sub> sulama konusunda ise % 9.1 olduğu belirlenmiştir. Genotip ortalamalarına bakıldığı zaman en yüksek protein oranı 2 nolu genotip (% 11.1), en düşük protein oranı ise 9 nolu genotipten (% 8.2) elde edilmiştir. Su stresi x genotip interaksyonu incelendiği zaman I<sub>1</sub> konusunda en yüksek ve düşük değerler sırasıyla 2-4 nolu (%

10.9) ve 19 nolu (% 8.2) genotiplerden, I<sub>2</sub> konusunda 2 nolu (% 11.3) ve 8 nolu (%7.6) genotiplerden, I<sub>3</sub> konusunda ise 2 nolu (%11.1) ve 1 nolu (% 7.1) genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Su stresinin protein oranı üzerine etkileri ile ilgili farklı görüşler mevcut olup, bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde Keten (2020), ile Khaton ve ark. (2016) artan suyla beraber protein değerinin arttığını bildirirken (Jahansouz vd., 2014), Uzun ve ark. (2017) ve Liu ve ark. (2013), su stresinde daha fazla protein içeriği olduğunu bildirmiştir. Sorgumda önceki yapılan çalışmalarda protein içeriklerini Liu ve ark. (2013) %10.14 ile

14.86; Saghafi ve ark. (2013) % 8.11 ile 10.48; Chakravarthi ve ark. (2017) % 5.29 ile 21.24; Canyigit ve Okant (2018) % 9.1 ile 13.1; Kır ve Şahan (2019) %7.3 ile 10.4 aralığında olduğunu bildirmiş olup, yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Çizelge 7).

Araştırma sonuçları protein verimi açısından incelendiğinde en yüksek protein verimi tam sulamanın uygulandığı I<sub>1</sub> sulama konusunda 175 kg/da, en düşük protein verimi ise su stresinin en fazla uygulandığı I<sub>3</sub> sulama konusunda 139 kg/da olarak gerçekleşmiştir. İki yılın genotip ortalamalarına bakıldığı zaman, en yüksek protein verimi 22 nolu genotip (220 kg/da), en düşük protein verimi ise 19 nolu genotipten (107 kg/da) elde

edilmiştir. Su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, I<sub>1</sub> sulama konusunda 22 nolu (263 kg/da) ve 18 nolu (102 kg/da), I<sub>2</sub> sulama konusunda 22 nolu (234 kg/da) ve 18 nolu (101 kg/da), I<sub>3</sub> sulama konusunda ise 17 nolu (170 kg/da) ve 1 nolu (102 kg/da) genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Sorgumda önceden yapılan çalışmada protein verimini Kır ve Şahan (2019) 80-280 kg/da aralığında bulmuş olup, yapılan çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Carmi ve ark. (2005) sorgumda yaptıkları çalışmada su kısıntısının protein verimini azalttığını bildirmişlerdir ki, çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 7.** Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen protein oranı ve protein verimine ait değerler

Genotip (G)	Protein oranı (%)					Protein verimi (kg/da)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ort.		
1	9.2	q-y 9.7	j-q 7.1	z++ 8.7	jk 181	f-l 155	m- 102	z+ 146	fg	
2	10.9	a-d 11.3	a 11.1	a-c 11.1	a 192	d-h 165	i-r 123	z- 160	c-f	
3	9.3	o-v 9.6	j-q 10.0	f-l 9.7	de 189	e-i 160	k-v 168	h-o 172	bc	
4	10.9	a-d 9.9	g-o 10.3	d-h 10.4	c 169	g-o 147	n-z 161	k-u 159	c-f	
5	9.4	n-u 9.8	h-p 9.5	m-t 9.6	d-f 159	k-v 162	j-s 141	q- 154	e-g	
6	8.8	w- 9.1	r-z 8.3	z+ 8.7	jk 209	b-e 167	h-p 155	l-w 177	b	
7	9.2	q-y 8.7	y- 8.4	z+ 8.8	ij 182	f-k 149	n-y 135	u- 155	ef	
8	8.4	z+ 7.6	z++ 8.7	x-z+ 8.3	l 194	d-g 124	y- 131	w- 150	e-g	
9	8.4	z+ 7.8	z++ 8.4	z+ 8.2	l 172	g-n 126	y- 120	z+ 139	g	
10	9.0	s-z 10.6	c-f 9.6	k-r 9.7	d 165	i-r 181	f-l 140	r-z+ 162	c-e	
11	10.0	g-m 10.7	b-e 10.1	e-j 10.3	c 177	g-m 165	i-r 167	h-q 170	b-d	
12	9.6	k-r 8.7	y- 8.9	u-z+ 9.0	hi 230	bc 155	m- 161	j-u 182	b	
13	9.3	p-w 7.7	z++ 7.9	z++ 8.3	l 183	f-k 153	m-x 135	v- 157	d-f	
14	9.5	m-t 9.9	g-n 8.9	s-z+ 9.5	d-f 152	m-x 167	h-q 137	s- 152	e-g	
15	10.0	f-l 9.5	m-s 8.7	y-z+ 9.4	e-g 206	c-f 186	e-j 161	j-t 185	b	
16	8.7	y- 9.7	i-q 8.9	u-z+ 9.1	g-i 136	t-z+ 162	j-s 142	p- 146	fg	
17	8.5	z+ 10.0	f-l 9.5	l-s 9.3	f-h 164	i-r 216	b-d 170	g-o 184	b	
18	8.9	t-z+ 9.0	s- 8.6	z-z+ 8.8	ij 102	z+ 101	z+ 123	z- 109	h	
19	8.2	z++ 9.5	m-t 10.3	e-l 9.3	f-h 106	z+ 109	z+ 108	z+ 107	h	
20	9.8	i-q 10.2	e-j 8.8	v-z+ 9.6	d-f 146	o-z 167	h-q 105	z+ 139	g	
21	10.0	g-m 10.4	d-g 10.1	f-k 10.2	c 161	j-t 155	m- 128	x- 148	e-g	
22	10.8	a-d 11.2	ab 10.2	e-j 10.7	b 263	a 234	b 164	i-r 220	a	
23	9.3	p-x 7.9	z++ 8.0	z++ 8.4	kl 191	d-h 152	m-x 130	w- 158	c-f	
Ort.	9.4	a 9.5	a 9.1	b 9.3	175	a 159	b 139	c 157.8		

Protein oranı; CV (0.01)=5.2%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=0.32, LSD<sub>0.05</sub> (S)=0.17, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=0.56

Protein verimi; CV (0.01)=14.4%, LSD<sub>0.05</sub> (G)=1.27, LSD<sub>0.05</sub> (S)=0.64, LSD<sub>0.05</sub> (S\*G)=3.81

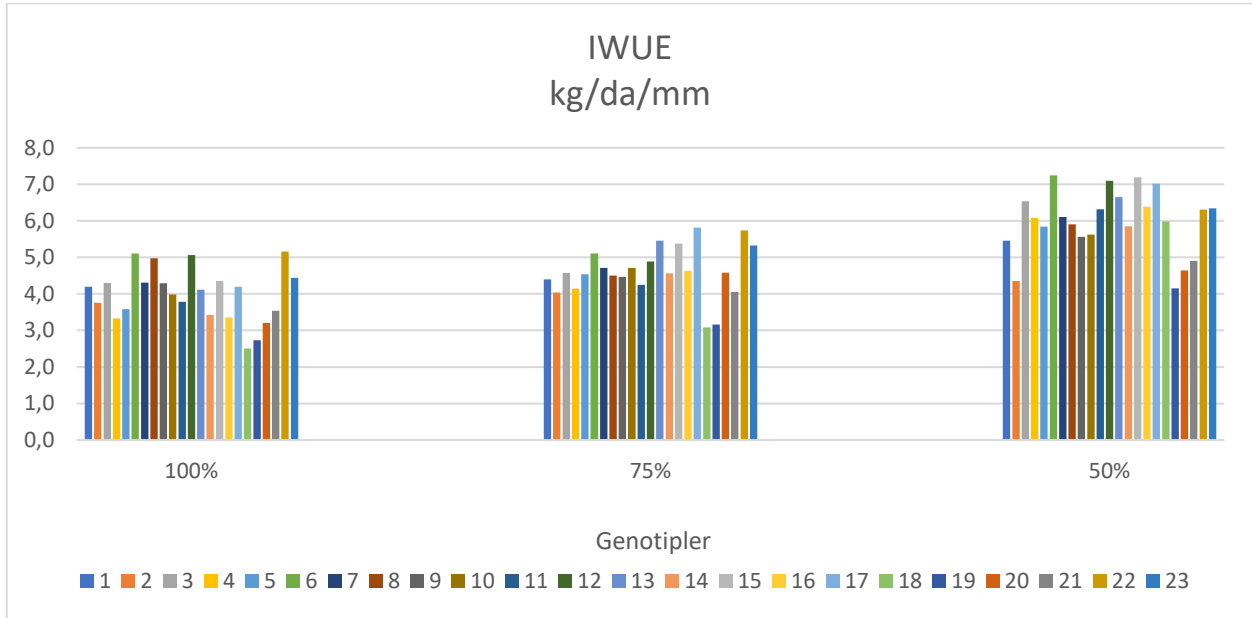
### Sulama suyu kullanım etkinliği

Çalışmada su stresi konularında IWUE değeri artmış olup, en yüksek değer 6.0 kg/da/mm ile I<sub>3</sub> sulama konusunda, en düşük değer ise 4.0 kg/da/mm ile I<sub>1</sub> konusunda elde edilmiştir. Genotiplerin iki yıl ortalamalarına bakıldığı zaman en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği 6 nolu genotip (5.8 kg/da/mm), en düşük sulama suyu kullanım etkinliği ise 19 nolu genotipten (3.3 kg/da/mm) elde edilmiştir. Su stresi x genotip interaksiyonları bakımından IWUE değerleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, I<sub>1</sub> sulama konusunda 6-12 nolu (5.1 kg/da/mm) ve 18 nolu (2.5 kg/da/mm), I<sub>2</sub> sulama

konusunda 17 nolu (5.8 kg/da/mm) ve 18 nolu (3.1 kg/da/mm), I<sub>3</sub> sulama konusunda ise 6-15 nolu (7.2 kg/da/mm) ve 19 nolu (4.1 kg/da/mm) genotiplerden elde edilmiştir (Şekil 1).

Sulama suyu kullanım etkinliği suyun kısıtlı olduğu alanlar için önemli bir parametre olup, bu bölgede suyu etkin kullanan ve birim suyla daha fazla kuru madde üretme kabiliyetine sahip bitki tür ve çeşitlerinin yetiştirilebilmesi için önemlidir (Gönülal ve ark. 2021). Aydınşakir ve ark. (2018) Antalya iklim koşullarında yürüttükleri çalışmada sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE) 4.4 - 8.4 kg/da/mm olarak bulmuşlardır. Araştırma ile elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Şekil 1: Farklı sulama uygulamalarındaki genotiplerin IWUE değerleri



### Sonuç

Su kaynakları açısından hassas olan ve önemli oranda bir tarımsal alana sahip Konya ili şartlarında 2020 ve 2021 yıllarında iki yıl süre ile yürütülen bu çalışmada yurtdışı orjinli 20 adet genotip ve üç adet şahit çeşidinde farklı su stresleri uygulanmış ve yeşil ve kuru biyokütle verimi ile bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler ile kalite özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına genel olarak bakıldığında bazı genotiplerin hem su stresi hemde tam sulama konularında daha iyi performans gösterdiği ve genel olarak sorgum bitkisinin su stresi şartlarında ot verimi ve kalite özellikleri bakımından iyi performans gösterdikleri sulama suyu kullanım etkinliklerinin yüksek olduğu ve özellikle etkin bazı genotiplerin ileride uygulanacak ıslah programlarında kaynak materyal olarak

kullanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sorgum bitkisi kuraklığa tolerans özelliği başta olmak üzere birçok fizyolojik ve kalite parametresi açısından Konya kapalı havzası ve benzer bölgeler için ihtiyaç duyulan kaba yem ihtiyacının giderilmesinde mısır ve diğer bitkilere alternatif olabilecek bir bitki olup, özellikle büyükbaş hayvan işletmelerinin fazla olduğu ve iklim ve su kaynakları açısından hassas bölgelerde hızla yaygınlaştırılması önemli bir konudur.

Bu açıdan değerlendirildiğinde iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun olarak görüldüğü Ülkemizde ve özellikle Konya havzası ve benzeri bölgelerde suya daha fazla ihtiyaç duyan mısır ve benzeri bitkilerin yerine sorgum bitkisinin yaygınlaştırılması ve uygulanacak destekleme çalışmalarında sorguma pozitif ayrımcılık yapılması önemlidir.

## Kaynaklar

- Anonim, (2020). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, *Klimatoloji Şube Müdürlüğü Kalaba, Ankara, Türkiye*.
- Anonymous, (2009). Approved methodologies, [www.leco.com/resources/approved\\_methods](http://www.leco.com/resources/approved_methods).
- Aydişakir, K., Dinç, N., Büyüктаş, D., Erdurmus, C. ve Bayram, E. (2018). Yüzealtı ve Yüzeüstü Damla Sulama Sistemiyle Sulanan Sorgumun Sulama Programının Oluşturulması, *TÜBİTAK Program Kodu: 1001 Proje No: 116 O 262*.
- Azarinasrabad, A., Mousavinik, S. M., Galavi, M., Beheshti, S. A. ve Sirousmehr, A., (2016). Evaluation of water stress on yield, its components and some physiological traits at different growth stages in grain sorghum genotypes, *Notulae Scientia Biologicae*, 8 (2), 204-210.
- Batista, P., Carvalho, A., Portugal, A., Bastos, E., Cardoso, M., Torres, L., Júlio, M. M. ve de Menezes, C., (2019). Selection of sorghum for drought tolerance in a semiarid environment, *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Bean, B., Mccollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B. ve Vanmeter, R., (2002). Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial. The Agriculture Program of Texas A&M University System.
- Bibi, A., Sadaqat, H. A., Akram, H. M. ve Mohammed, M. I., (2010). Physiological markers for screening sorghum (*Sorghum bicolor*) germplasm under water stress condition, *Int. J. Agric. Biol*, 12 (3), 451-455.
- Canyığıt, M., Okant, M. (2018). Bitki Aktivatörünün Sorgum-Sudan Otu Melezi Farklı Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 2 (1), 1-9.
- Carmi, A., Umiel, N., Hagiladi, A., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D. ve Miron, J., (2005). Field performance and nutritive value of a new forage sorghum variety 'Pnina' recently developed in Israel, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (15), 2567-2573.
- Chakravarthi, M. K., Reddy, Y. R., Rao, K. S., Ravi, A., Punyakumari, B. ve Ekambaram, B., (2017). A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder, *Int J Sci Environ Technol*, 6, 104-109.
- Dahmardeh, K., Rad, M. R. P., Rad, M. ve Hadzadeh, M., (2015). Effects of potassium rates and irrigation regimes on yield of forage sorghum in arid regions, *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (4), 207-212.
- Gonulal, E. (2020). Performance of sorghumx sudan grass hybrid (*Sorghum bicolor* L. x *Sorghum sudanense*) cultivars under water stress conditions of arid and semi-arid regions.
- Gonulal, E., Soylu, S. ve Sahin, M., (2021). Effects of Different Water Stress Levels on Biomass Yield and Agronomic Traits of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Cultivars Under Arid and Semi-Arid Conditions, *Turkish Journal of Field Crops*, 26 (1), 25-34.
- House, L., (1985). A guide to sorghum breeding. ICRISAT Patanchru, *AP India*.
- Howell, T., Evett, S., Tolk, J., Copeland, K., Colaizzi, P. ve Gowda, P., (2008). Evapotranspiration of corn and forage sorghum for silage, *World Environmental and Water Resources Congress 2008: Ahupua'a*, 1-14.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. and Solomon, K.H. (1990). Crop yield response. "Management of farm irrigation systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon." Chap. 5. An ASAE Monograph, s. 93-116.
- Jahansouz, R.M., Afshar, R.K., Heidari, A., Hashemi, M. (2014). Evaluation of Yield and Quality of Sorghum and Millet as Alternative Forage Crops to Corn under Normal and Deficit Irrigation Regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, Volume 10 (10): 699-715.
- JMP 11.1, (2013). SAS Institute, Cary, NC, 1989 – 2007.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi* (27).
- Kara, M. (2011). Sulama ve sulama tesisleri (II.Baskı), *Selçuk Üniversitesi Basımevi*, p.
- Keten, M. (2020). Kısıntılı sulama koşullarında bitki stres indeksleri kullanılarak silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi. Doktora tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Keten, M., Değirmenci, H. (2020). Farklı Sulama Seviyeleri Altında Yetiştirilen İkinci Ürün Silajlık Mısır ve Sorgum Bitkilerinin Yaprak Su Potansiyellerinin Karşılaştırılması, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4 (4), 865-874.
- Khaton, M.A., Sagar, A., Tajkia, J.E., Islam, M.S., Mahmud, M.S. and Hossain, A.K.M.Z. (2016). Effect of moisture stress on morphological and yield attributes of four sorghum varieties *Progressive Agriculture* 27 (3): 265-271.
- Kır, H., Şahan, B. D. (2019). Yield and Quality Feature of Some Silage Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrid Cultivars in Ecological Conditions of Kırşehir Province.
- Kimbrough, E. L. (1990). Corn and Sorghum for Silage, Cooperative Extension Service, Mississippi State University, p.
- Liu, L., Maier, A., Klocke, N., Yan, S., Rogers, D., Tesso, T., Wang, D. (2013). Impact of Deficit Irrigation on Sorghum Physical and Chemical Properties and Ethanol Yield. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. Vol. 56(4): 1541-1549.
- Mülayim, M., Özköse, A., Işık, Ş. (2009). Konya koşullarında sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi, *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 2, 627-630.
- Özmen, S. (2017). Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 76s.
- Rashid, A., Stark, J., Tanveer, A. ve Mustafa, T., (1999). Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat, *Journal of agronomy and crop science*, 182 (4), 231-238.
- Saghafi, A., Zand, B., Nasri, M., Jaberighdam, M. (2013). Study of water use efficiency on yield and yield components on cultivars of corn, sorghum and millet in Varamin region, *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3 (23), 3395-3398.
- Sanderson, M., Jones, R., Ward, J., Wolfe, R. (1992). Silage sorghum performance trial at Stephenville [Forage Research in Texas, Report PR-5018],

- Stephenville: Texas Agricultural Experiment Station.
- Soylu, S., Sade, B., Ögüt, H., Akınerdem F., Babaoğlu, M., Ada, R., Eryılmaz, T., Öztürk, Ö., Oğuz, H. (2010). "Türkiye için Alternatif Bir Biyoyakıt ve silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L. ) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması". TÜBİTAK, TOVAG-107 O 161 Sonuç Raporu.
- TÜİK, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu.
- Uzun, F., Garipoğlu, A., Ocak, N. (2017). Water use efficiency, yield, and nutritional quality of maize and sorghum cultivars as influenced by irrigation in a shallow soil. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (3), 358-366
- Yolcu, R., (2014). Diyarbakır koşullarında damla sulama ile sulanan silajlık mısırdaki farklı sulama düzeylerinin ve farklı dönemlerde uygulanan azotlu gübrenin verim ve verim özelliklerine etkisi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*.
- Wani, P. S., Albrizio, R., Rao, N. V. (2012). Crop Yield response to Water: FAO Irrigation and Drainage, *Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome*, 66.
- WEF, (2011). (World Economic Forum)Global Risks 2011: Sixth Edition. Geneva, <http://riskreport.weforum.org/global-risks-2011.pdf>

# Farklı Lokasyonlarda Doğal Olarak Yetişen Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.) Bitki Kısımlarının Toplam Polifenol, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktiviteleri

Betül GIDİK<sup>1\*</sup> Zehra Can<sup>2</sup> Bayram Yurtvermez<sup>3</sup>, Gülay Aksoy Üçüncü<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Bayburt, Türkiye \*

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Bayburt, Türkiye

<sup>3</sup>Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, Bayburt, Türkiye

<sup>4</sup>Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, Bayburt, Türkiye

## \* Sorumlu Yazar

betulgidik@gmail.com

## Yayın Bilgisi:

date of arrival: 08.09.2022

date of acceptance: 21.11.2022

**Anahtar kelimeler:** Tıbbi aromatik,  
*Hypericum*, yabancı bitki,  
antioksidan, fenolik

**Keywords:** Medicinal aromatic,  
*Hypericum*, wild plant, antioxidant,  
phenolic

## Özet

Türkiye'de birçok bölgede doğal olarak yetişen ve sarı kantaron olarak da bilinen *Hypericum perforatum* L. bitkisi de değerli tıbbi aromatik bir bitkidir. Bu çalışmada, farklı eko-coğrafik özelliklere sahip Bayburt ve Kırklareli lokasyonlarından toplanan *H. perforatum* L. bitkisinin çiçek, yaprak, sap ve kök kısımlarının antioksidan aktivitelerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Farklı bölgelerde doğal olarak yetişen *H. perforatum* L. bitki kısımlarının karşılaştırıldığı ilk olma özelliğine sahip bu çalışmada; en yüksek toplam fenolik madde değeri (11.87 mg GAE/g) Kırklareli lokasyonundan toplanan bitki yaprak örneğinde, en düşük değer ise (4.49 mg GAE/g) Bayburt lokasyonundan toplanan bitki sap örneğinde, en yüksek DPPH değeri (SC<sub>50</sub> 1.734 mg/mL) Bayburt lokasyonundan toplanan bitki kök örneğinde, en düşük değer ise (SC<sub>50</sub> 0.259 mg/mL) Kırklareli lokasyonundan toplanan bitki yaprak örneğinde, en yüksek FRAP değeri, (216.97 µmol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) Kırklareli lokasyonundan toplanan bitki yaprak örneğinde, en düşük FRAP değeri ise (60.42 µmol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) Bayburt lokasyonundan toplanan bitki kök örneğinde belirlenmiştir. Antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, Kırklareli ilinde doğal olarak yetişen *H. perforatum* L. bitkisinin, Bayburt ilinde doğal olarak yetişene kıyasla daha tercih edilebilir olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

## Total Polyphenol, Total Flavonoid and Antioxidant Activities of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) Plant Parts, Naturally Grown in Different Locations

### Abstract

*Hypericum perforatum* L., also known as St. John's Wort, which grows naturally in many regions in Turkey, is also a valuable medicinal aromatic plant. In this study, it is aimed to determine the antioxidant activities of the flower, leaf, stem and root parts of *H. perforatum* L. plant collected from Bayburt and Kırklareli locations with different eco-geographical characteristics. In this study, which is the first to compare the plant parts of *H. perforatum* L. naturally grown in different regions; The highest total phenolic substance value (11.87 mg GAE/g) in the plant leaf sample collected from Kırklareli location, the lowest value (4.49 mg GAE/g) in the plant stem sample collected from Bayburt location, the highest DPPH value (SC<sub>50</sub> 1.734 mg/mL) Bayburt location, the lowest value (SC<sub>50</sub> 0.259 mg/mL) in the plant leaf sample collected from Kırklareli location, the highest FRAP value (216.97 µmol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) the lowest FRAP value in the plant leaf sample collected from Kırklareli location (60.42 µmol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) was determined in the plant root sample collected from Bayburt location. When the antioxidant activity values are examined, it is concluded that the naturally grown *H. perforatum* L. plant in Kırklareli is more preferable than the naturally grown plant in Bayburt.

## Giriş

Bitkisel ürünlerin, hammadde olarak gıda, ilaç ve kozmetik üretiminde sıklıkla kullanılması ile birlikte tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilginin de arttığı bilinmektedir. Özellikle sentetik ilaç üretiminde kullanılan ve kimyasal yöntemlerle elde edilen ürünlerin ortaya çıkardığı olumsuz yan etkiler ve bu ürünlerin yüksek maliyetinin, doğal ürünlere olan ihtiyacı artırdığı görülmektedir (Yurtvermez, 2016). Tıbbi aromatik bitkiler antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antidiyabetik, antialerjik, antikanser antienflamatuvar, antimalaryal, antitiroid ve ağrı kesici özelliklere sahip olan sekonder metabolitleri (flavonoidler, steroidler, alkaloidler, saponinler, terpenler ve fenolik bileşikler) içerdiklerinden sıklıkla farklı üretim alanlarında kullanılmaktadır. *Hypericum perforatum* L. bu bitkiler arasında yer almaktadır (Andleeb ve ark., 2019).

*Hypericum perforatum* L. bitkisi Hypericeae (Syn. Guttiferae) familyasına bağlı olmakla birlikte sarı kantaron, kuzukıran, kılıçotu, binbirdelikotu, mayasilotu, kanotu, koyunkıran gibi yörelere göre değişen adlar almaktadır. *Hypericum* cinsinin dünyada 350-400, Türkiye'de ise 70 farklı türü bilinmektedir. Bir tropikal iklim bitkisi olan *H. perforatum* L., yol kenarlarında, nehir kenarlarında, ekilmeyen tarlalarda, kışları yağışlı, yazları kurak geçen bölgelerde ve pH değeri 0-7 arasında olan asidik-nötr topraklarda yetişen tıbbi aromatik bir bitki olarak bilinmektedir (Baytop, 1999). Ortaçağda Avrupa'da tedavi yöntemlerinde çok sık olarak kullanılan bir bitki olan *H. perforatum* L.'un Anadolu'da da bir çok tedavi yönteminde ve halk hekimliğinde, geleneksel olarak yaraları, yanıkları ve deri hastalıklarını iyileştirmede yaygın şekilde kullanıldığı (Saddiqe ve ark., 2010; Moffat, 2014), aynı zamanda sarılık, tüberküloz, safra kesesi taşları ve karaciğer kanseri gibi hastalıkların tedavisinde de kullanıldığı bilinmektedir (Gülben ve ark., 2008). *H. perforatum* L.'a olan bu ilgi günümüzde de devam ederek son yıllarda yapılan klinik çalışmalar ve bilimsel deneylere göre diyabet, kanser, romatizma, sindirim sistemi hastalıkları, hepatit, bronşit, dizanteri ve boğaz enfeksiyonlarının tedavisinde önemli etkileri olduğu bildirilmektedir (Burunkaya, 2020).

Tedavi edici özelliğinin yanında sakinleştirici ve antidepresif özelliklerinden dolayı ilaç ve çay olarak hafif ve orta şiddetli depresyon tedavisindeki kullanımı *H. perforatum* L.'un önemini ve tercih edilirliliğini artırmaktadır. (Grünwald, 1999; Ng ve Ho, 2017). *H. perforatum* L. ilaç ve gıda olarak kullanımının yanı sıra tekstil sektöründe kumaş boyamada ve kozmetik sanayide de yaygın olarak kullanılmaktadır (Patocka, 2003).

Bitkisel ürünlerin gerek gıda olarak kullanılması gerekse tedavi edici özellikleri

bakımından kullanılması için antioksidan aktivitesinin önem arz ettiği bilinmektedir. Sırbistan'da yapılan bir çalışmada, doğadan toplanan yedi farklı kantaron türünün %70 EtOH ekstratlarında fenolik bileşik oranını tespit etmek için yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılmış, toplam flavonoid miktarı 52.3 mg/g olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) ve 2,2-azinobis (3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit) (ABTS) yöntemleriyle antioksidan özellikleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş kapasite miktarı 20,5 µg/mL olarak tespit edilmiştir (Zdunic ve ark., 2017). Ayrıca Makedonya'da yetişen sarı kantaronların kök, çiçek ve çiçeklenmeyen sürgünlerinde antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşikleri, DPPH, Fosfomolibden (PM) tahlili, bakır iyonu azaltıcı antioksidan kapasite (CUPRAC) ve güç azaltma (RP) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. RP yönteminde en yüksek içeriğin, çiçeklenmeyen sürgünlerde (1865 µM Askorbik Asit/g), en yüksek fenolik madde miktarının ise çiçek kısmında (107.38 mg/g GAE) olduğu belirlenmiştir (Tusevski ve ark., 2019). *Hypericum perforatum* L. ile ilgili ülkemizde yürütülen güncel bir çalışmada, toplam fenolik madde miktarının 181.02 mg GAE/g, saponin miktarının 336.31 QAEs/g ve flavonoid miktarının ise 66.73 mg REs/g olduğu tespit edilmiştir (Sarıkürkçü ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda benzer bitkiler ve yöntemler kullanılmasına rağmen farklı değerler elde edildiği görülmüştür. Bu durum, bitkilerin yetiştiği ortamın ekolojik özelliklerinin, bitki kısımlarının antioksidan aktivitesi üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı ekolojik özelliklere sahip Bayburt ve Kırklareli lokasyonlarından toplanan *Hypericum perforatum* L. bitkisinin farklı kısımlarına ait antioksidan aktivitelerin belirlenmesidir.

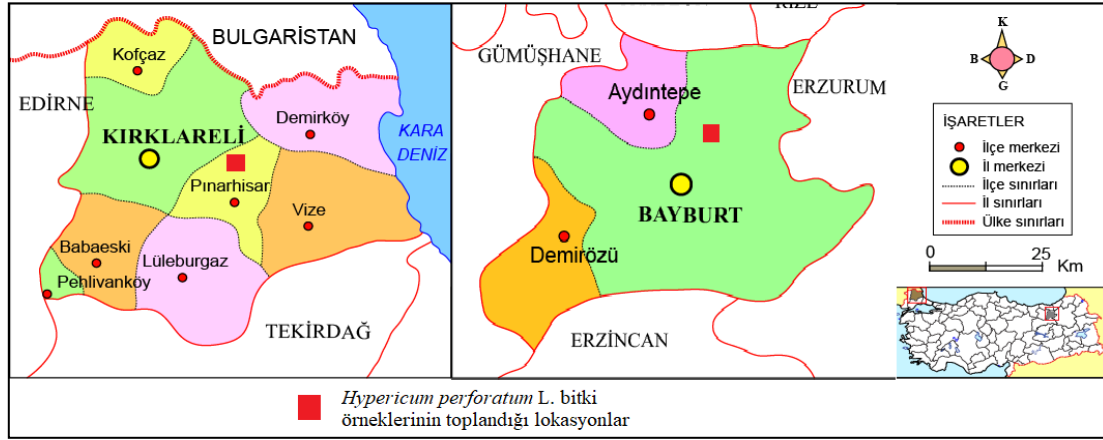
## Materyal ve Metod

### Bitki Materyali

Bu çalışmada bitki materyali olarak Kırklareli ili, Pınarhisar ilçesi, Hacıfaklı Köyü Mevkii 273 m rakımda ve Bayburt ili, Merkez ilçesi, Adabaşı Köyü Mevkiinde 1540 m rakımda doğal olarak yetişen *Hypericum perforatum* L. bitkileri 2021 yılı Haziran ayında toplanmıştır. Bitki örnekleri çiçeklenme döneminde doğadan toplanmıştır. Özellikle tüm çiçekleri açılmış bitkiler örnek olarak toplanmıştır. *Hypericum perforatum* L. bitkilerinin toplandığı lokasyonlara ait iklim verileri Çizelge 1. ve Çizelge 2.'de gösterilmektedir (MGM, 2022). Bitki örneklerinin tür teşhisi Bayburt Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Organik Tarım İşletmeciliği Bölümünde Dr. Öğr. Üyesi Betül Gidik tarafından yapılmıştır. Bitki materyalinin toplandığı lokasyonlar Şekil 1'de gösterilmektedir (Saygılı, 2015). Bitki örnekleri serin ve güneş

almayan bir ortamda yaklaşık 15 gün kurutularak, çiçek, yaprak, sap ve kök kısımları ayrılmıştır. Kurutma işlemi için hazırlanan bitki kısımları ve doğadan toplanan bitki örneği Şekil 2'de

gösterilmektedir. Bitki örnekleri lokasyonlardan 10 m<sup>2</sup>'lik alanlardan 10'ar bitki olacak şekilde toplanmıştır. Analizler yapılmaya kadar bitki kısımları güneş almayan ve oda sıcaklığında bir ortamda



Şekil 1. *Hypericum perforatum* L. bitki materyalinin toplandığı lokasyonların Türkiye Haritasında gösterimi

Çizelge 1. Kırklareli İli Lokasyonuna Ait 1950-2021 ve 2021 Yılı İklim Verileri

YILLAR	AYLAR												Toplam/Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
<b>Aylık Toplam Yağış (mm)</b>													
1959-2021	63.6	49.7	50.9	55.3	69.7	44.4	27.7	16.9	27.9	68.5	81.1	74.0	629.7
2021	39.4	53.0	18.8	42.1	62.8	112.7	0.0	5.6	18.0	64.4	3.0	33.2	453
<b>Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)</b>													
1959-2021	3.4	4.9	7.6	12.5	17.4	22.1	23.9	23.3	19.6	14.2	9.1	5.5	13.6
2021	3.7	7.2	9.4	11.3	17.1	21.6	25.1	25.5	22.7	17.4	9.7	8.7	14.95
<b>Aylık Ortalama Nispi Nem(%)</b>													
1959-2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	83.2	85.8	83.6	72.8	76.6	77.9	67.7	66.2	69.5	81.7	86.2	89.9	78.42

Çizelge 2. Bayburt İli Lokasyonuna Ait 1950-2021 ve 2021 Yılı İklim Verileri

YILLAR	AYLAR												Toplam/Ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
<b>Aylık Toplam Yağış (mm)</b>													
1959-2021	27.0	27.9	41.2	62.1	72.4	51.2	21.5	16.5	22.1	42.8	33.1	29.3	447.1
2021	18.2	16.4	52.7	32.8	19.2	23.3	37.9	65.2	36.2	21.4	32.3	22.2	337.8
<b>Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)</b>													
1959-2021	-6.2	-4.9	0.4	7.0	11.7	15.3	18.8	18.8	14.8	9.3	2.7	-3.1	7.1
2021	-2.2	-1.0	1.3	10.3	14.9	18.2	21.0	20.1	14.3	9.2	4.6	-0.9	10.9
<b>Aylık Ortalama Nispi Nem(%)</b>													
1959-2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	65.9	62.5	60.8	50.2	42.3	45.2	46.8	51.4	53.9	53.3	66.4	62.0	55.0





**Şekil 2.** *Hypericum perforatum* L. bitki materyalinin kurutma işlemi için hazırlanan a. çiçek kısımları, b. kök kısımları, c. sap kısımları ve d. lokasyonlardan toplanan örnek görüntüsü

### Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemi

#### Ekstraksiyon

*H. perforatum* L. numuneleri için Kolaylı ve ark., (2016) tarafından kullanılan ekstraksiyon koşulları revize edilerek kullanılmış olup, her bir örnekten 3 g tartılıp, üzerine 30 mL metanol çözücüsü ilave edilerek 24 saat süreyle oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı yardımıyla hazırlandı. Süre sonunda mevcut olası safsızlıklardan arındırmak adına hazırlanan ekstraktlar önce adi süzgeç kağıdı kullanılarak, daha sonra ise Whatman filtre kâğıdı ile süzme işlemi gerçekleştirildi. Ekstraksiyon işlemi üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilerek ortalama değerler kullanılmıştır. Örneklerin nihai konsantrasyonu belirlendikten sonra analiz gerçekleştirilinceye kadar +4°C'ta buzdolabında muhafaza edildi.

#### Toplam Polifenol Madde Tayini

Yöntem, Singleton ve Rossi, (1965) ile Singleton ve ark., (1999) tarafından kullanılan protokol revize edilerek uygulanmıştır. Örnek numunelerde bulunan fenolik maddelerin Folin Ciocalteu reaktifi ile renkli kompleks oluşturması prensibine dayanmaktadır. Bitkilerde toplam fenolik madde tayini belirlemede en sık kullanılan yöntem olarak bilinmektedir. Reaksiyon sonucunda oluşan koyu mavi renkli kompleks 760 nm'de ölçümü yapılmaktadır. Ölçülen absorpsiyon değerleri fenolik madde içerikleri ile doğru orantılı olarak değerlendirilmektedir. Standart eğri grafiğini oluşturmak için kullanılan en yaygın standart gallik asit olarak bilinmektedir. Kullanılan gallik asit standardı stok 1 mg/mL konsantrasyonundan başlanarak 0.500, 0.250,

0.125, 0.062, 0.031 ve 0.015 mg/mL'lik çalışma çözeltileri hazırlanmıştır. Çalışmada numunelere ve standartlara sırasıyla 680 µL distile su, 400 µL %0.2 N folin reaktifi ilave edildikten sonra, numunelere 20 µL, standartlara ise hazırlanan konsantrasyonlarda her birine 20 µL ilave edilerek vorteksledi. Vorteksleme işlemi sonunda %10'luk Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 400 µL hem numunelere hem de standartlara ilave edildi. Vorteksleme işlemi sonunda ise 2 saat oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı ve süre sonunda 760 nm'de absorpsiyon ölçümü gerçekleştirildi. Elde edilen standart eğri grafiğinden faydalanılarak örnek numunelerdeki toplam fenolik miktarları hesaplanarak, elde edilen sonuçlar 1 g örneğe düşen mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) olarak belirlenmiştir.

#### Toplam Flavonoid Madde Tayini

Fenoliklerin bir alt grubu olan flavonoidler bitkilerde bulunan doğal antioksidan kaynakları olarak bilinmektedir. Reaksiyon sonucunda oluşan sarı renkli kompleksin 415 nm'de ölçülmesiyle toplam flavonoid madde miktarı belirlenmiş (Fukumoto ve Mazza 2000), ve aynı prosedür standart olarak kullanılan kuersetin stok çözeltisinde de tekrarlanarak sonuçlar kuersetine eşdeğeri (mg QE/g) olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan bu stok çözeltilerden 0.500-0.015 mg/mL arasında toplan altı konsantrasyonda çalışma çözeltileri hazırlanıp absorpsiyon değerleri belirlenmiştir. Çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler numune değişen konsantrasyonlarda 0,5 mL ilave edilmiştir, mutlak metanol 4,3 mL %10'luk Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 0,1 mL, 1 M NH<sub>4</sub>.CH<sub>3</sub>COO 0,1 mL ilave edilerek 40 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak 415 nm'de absorpsiyon değerleri ölçülmüştür.

### Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü- FRAP Tayini

FRAP (Fe(III)-TPTZ- 2,4,6-tris (2-pyridyl-S-triazin) metodu, kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ elde edilmesi ve bu kompleksin 595 nm'de maksimum absorpsiyonunun oluşması temeline bağlıdır (Benzie ve Strain, 1999). FRAP, genellikle kolay bir yöntem olarak bilinmesinin yanı sıra optimizasyonu da zorlayıcı değildir. Hazırlanan ekstraktlardaki antioksidan kapasitenin ölçülmesinde FRAP metodu oldukça kabul edilen bir yöntem olarak bilinmektedir (Benzie ve Strain, 1996). Bu yöntemde kalibrasyon  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 'un değişen beş konsantrasyonu (31.25-1000  $\mu M$ ) kullanılarak sağlanmıştır. FRAP reaktifi için 300 mM pH 3.6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM  $FeCl_3$  (10:1:1) oranında olacak şekilde hazırlandı. Yöntemde 1.5 mL FRAP reaktifi ile 50  $\mu L$  numune ekstrakt karıştırılarak, 4 dakika süre sonunda 593 nm'de absorpsiyon değerleri belirlenmiştir.

### DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak temin edilebilen bir radikal olarak bilinmektedir. Bu radikal ile 100  $\mu M$ 'lık metanolik çözeltisi hazırlanmıştır. Yöntem (Molyneux, 2004)'e göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak numunelerin, metanolik ekstraktları kendi çözücüleri ile seyreltilerek 6 farklı konsantrasyonlarda yeni çözeltiler hazırlanmıştır. Ekstraktlardan ve DPPH çözeltisinden, eşit hacimde (750  $\mu L$ ) ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 50 dakika karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon tamamlandıktan sonra DPPH'nin maksimum absorpsiyon görülen 517 nm'de oluşan absorpsiyonlar belirlenmiştir. Standart olarak troloks tercih edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, Kırklareli ili, Pınarhisar ilçesi, Hacıfaklı Köyü Mevkii ve Bayburt ili, Merkez ilçesi, Adabaşı Köyü Mevkii'nden toplanan *Hypericum perforatum* L. örneklerinin çiçek, yaprak, sap ve kök kısımlarına ait antioksidan aktivitesini belirlemek amacı ile Toplam polifenol (TP), toplam flavonoid (TF), FRAP ve DPPH tayinleri gerçekleştirilmiştir. Lokasyonlara ve bitki kısımlarına göre elde edilen veriler Çizelge 3.'te gösterilmektedir.

**Çizelge 3.** Bayburt ve Kırklareli illerinden temin edilen *Hypericum perforatum* L. kısımlarına ait TP, TF, FRAP ve DPPH değerleri

Lokasyon/Bitki Kısmı	TP (mg GAE/g numune)	TF (mgQE/g numune)	FRAP ( $\mu mol FeSO_4 \cdot 7H_2O/g$ )	DPPH $SC_{50}$ mg/mL
Bayburt/Çiçek	6.99±0.11	3.63±0.03	108.42±2.19	0.543±0.003
Bayburt/Yaprak	7.87±0.10	3.71±0.04	119.32±0.95	0.433±0.009
Bayburt/Sap	4.49±0.01	1.19±0.01	63.72±2.77	1.277±0.022
Bayburt/Kök	5.78±0.06	0.51±0.00	60.42±0.60	1.734±0.003
Kırklareli/Çiçek	10.10±0.05	4.00±0.03	144.54±1.79	0.339±0.004
Kırklareli/Yaprak	11.87±0.02	4.12±0.03	216.97±1.98	0.259±0.003
Kırklareli/Sap	7.21±0.04	1.52±0.00	128.63±1.81	0.357±0.001
Kırklareli/Kök	8.19±0.10	0.90±0.01	98.50±1.35	0.447±0.013
Troloks				0.004±0.000

Çalışmada tüm analizler 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen toplam fenolik madde (TP) içeriği sonuçlarına göre en yüksek TP değeri (11.87 mg GAE/g) Kırklareli lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. bitkisinin yaprak örneğinde, en düşük değer ise (4.49 mg GAE/g) Bayburt lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. sap örneğinde görülmüştür. Çevresel faktörlerin değişmesinin bitkilerin toplam fenolik madde içeriğinde etkili olduğu bilinmektedir. (Maslennikov ve ark., 2013) *H. perforatum* bitkisi ile

yaptıkları çalışmada TP değerinin 11.9 mg/g olduğunu bildirerek bu çalışmada elde edilen sonuçları desteklemişlerdir. Ayrıca (Chimshirova ve ark., 2019) Bulgaristan lokasyonunda yürüttükleri çalışmada TP değerinin 10.20-53.84 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma ile benzerlik gösteren bazı çalışmalar olmasına karşın elde edilen sonuçlar bakımından benzerlik göstermeyen çalışmalar da bulunmaktadır (Tusevski ark., 2019, Seyrekoğlu ve Temiz 2020, Sarıkürkçü ve ark., 2020). Literatürde

bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde görülen farklılıkların kullanılan bitki kısımlarından kaynaklanıyor olabileceği gibi bitkilerin yetiştiği lokasyonların eko-coğrafik özelliklerinden de kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Makarova ve ark., (2021) tarafından Polanya merkezinden temin edilen *H. perforatum* çiçeklerini liyofilize ve oda sıcaklığında kurutulmuş olarak yapılan çalışmada antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Oda sıcaklığında kurutulmuş çiçeklerin antioksidan aktiviteleri liyofilize edilenlere göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Seyrekoglu ve ark., (2022) 3 farklı *Hypericum* türü ile yapmış oldukları çalışmada *H. perforatum* bitkisinin toplam fenolik içeriğini 128.82 mgGAE/g olarak bildirmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarının mevcut çalışmamızdan daha yüksek çıkma sebebi, ekstraksiyon koşullarının ve kullanılan bitki kısımlarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kırklareli lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. yaprak örneğinde, en yüksek toplam flavonoid madde (TF) miktarının (4.12 mgQE/g) olduğu görülürken, en düşük TF değerinin (0.51 mgQE/g) ise Bayburt lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. kök örneğinde olduğu görülmüştür. Zdunic ve ark., (2017) Sırbistan'da yetişen yedi farklı *Hypericum* spp. bitki örneğinin antioksidan özelliklerini DPPH, FRAP ve ABTS yöntemleri kullanarak belirledikleri çalışmalarında; TF miktarını 52,3 mg/g olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre, en yüksek FRAP değeri, (216.97  $\mu$ mol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) ile Kırklareli lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. yaprak örneğinde, en düşük değer (60.42  $\mu$ mol FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O/g) ise Bayburt lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. kök örneğinde görülmüştür Zdunic ve ark., (2017). Sırbistan lokasyonunda *H. perforatum* ile yaptıkları çalışma ile FRAP için bu çalışmadan farklı bir değer ortaya koydukları görülmüştür.

Bu çalışmada en yüksek 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) değeri (1.734 SC<sub>50</sub> mg/mL) Bayburt lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. kök örneğinde, en düşük değer ise (0.259 SC<sub>50</sub> mg/mL) Kırklareli lokasyonundan toplanan *H. perforatum* L. yaprak örneğinde görülmüştür. Kalogeropoulos ve ark., (2010) tarafından Kuzey Yunanistan'da *H. perforatum* bitkisinin antioksidan kapasitesini belirlemek amacı ile DPPH yöntemini kullanarak yürütülen çalışmada, bizim çalışmamızdaki verilerden daha farklı sonuçlar ortaya konulmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada ise *H. perforatum* L. bitkisine DPPH yöntemi uygulanarak farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Burunkaya, 2020). Daha önce yapılan benzer çalışmalar arasındaki farklılıkların bitkinin yetişmiş olduğu lokasyon, kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve konsantrasyon farklılığından, bitki kısımlarının farklılığından ya da çalışmalarda

kullanılan bitkilerin genetik özellikleri bakımından birbirinden farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada Kırklareli ili, Pınarhisar ilçesi, Hacıfaklı Köyü Mevkii ve Bayburt ili, Merkez ilçesi, Adabaşı Köyü Mevkii olmak üzere iki farklı lokasyonda doğal olarak yetişen *Hypericum perforatum* L. bitkisine ait çiçek, yaprak, sap ve kök kısımlarının antioksidan aktiviteleri belirlemek amacı ile TP, TF, FRAP ve DPPH tayini gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, *H. perforatum* L. bitkisinin farklı kısımlarının farklı oranlarda TP, TF, FRAP ve DPPH içerdiği, aynı tür olmasına rağmen farklı lokasyonlarda yetişen bu bitkinin yine TP, TF, FRAP ve DPPH içeriklerinin birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle Kırklareli ilinden temin edilen *H. perforatum* L. bitkisinin çiçek ve yaprak kısımlarının, Bayburt ilinden temin edilen *H. perforatum* L. bitkisinin aynı kısımlarına göre, TP, TF, FRAP ve DPPH içerdiği daha iyi değerlerde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma; Kırklareli ilinde doğal olarak yetişen *H. perforatum* L. bitkisinin antioksidan aktivitesi değerlerine göre, Bayburt ilinde doğal olarak yetişen *H. perforatum* L. bitkisine tercih edilebileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu konuda çok daha geniş kapsamlı ve farklı lokasyonlarda doğal olarak yetişen *H. perforatum* L. örnekleri kullanılarak çalışmalar yapılabilirliği ön görülmektedir.

## Kaynaklar

- Andleeb, Z., Choudhary, S., Naeem, M., Masroor, M., Khan, A., Aftab, T. (2019). A review of medicinal and aromatic plants and their secondary metabolites status under abiotic stress. *Journal of Medicinal Plants*, 7 (3), 99-106.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi*, Nobel Tıp Yayınevi. 2. Baskı. İstanbul, s. 256. Erişim: <https://www.ankaranobel.com/images/urunler/turkiyede-bitkiler-ile-tedavi-60a2773112d44.pdf>
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. (1996) Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. 239, 70-76.
- Benzie, I., Strain, J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.
- Burunkaya, B. (2020). Sarı Kantaron (*Hypericum Perforatum* L.) Fenoliklerinin Karakterizasyonu,

- Antioksidan Ve Antimikrobiyal Potansiyelinin Belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Chimshirova, R., Karsheva, M., Diankov, S., Hinkov, I. (2019). Extraction Of Valuable Compounds From Bulgarian St. John's Wort (*Hypericum Perforatum* L.). Antioxidant Capacity And Total Polyphenolic Content. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 54 (5), 952-961.
- Fukumoto, L.R., Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry* 48(8): 3597-3604.
- Grünwald, J. (1999). The World Market for Hypericum Products. *Nutraceuticals World*, May/June, p. 22-25.
- Gülben, K., Berberoğlu, U., Çelen, O., Mersin H. H. (2008). Incidental papillary microcarcinoma of the thyroid-factors affecting lymph node metastasis. *Langenbecks Arch Surg* 393, 25-29.
- Kalogeropoulos, N., Yannakopoulou, K., Gioxari, A., Chiou, A., Makris, D. P. (2010). Polyphenol characterization and encapsulation in  $\beta$ -cyclodextrin of aflavonoid-rich *Hypericum perforatum* (St John's wort) extract. *LWT - Food Science and Technology*, 43 (6), 882-889.
- Kolaylı, S., Can, Z., Yıldız, O., Sahin, H., Karaoglu S.A.(2016) A comparative study of the antihyaluronidase, antiurease, antioxidant, antimicrobial and physicochemical properties of different unifloral degrees of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) honeys, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 31:sup3, 96-104.
- Makarova, K., Sajkowska-Kozielewicz, J. J., Zawada, K., Olchowik-Grabarek, E., Ciach, M. A., Gogolewski, K., Dobros, N., Ciechowicz, P., Freichels, H., Gambin, A. (2021). Harvest time affects antioxidant capacity, total polyphenol and flavonoid content of Polish St John's wort's (*Hypericum perforatum* L.) flowers. *Scientific Reports*. 11:3989.
- Maslennikov, P. V., Chupakhina, G. N. A., Skrypnik, L. N. (2013). The Content Of Phenolic Compounds In Medicinal Plants Of A Botanical Garden (Kaliningrad oblast). *Biology Bulletin*, 41 (2), 133-138.
- MGM, (2022), Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 05.04.2022).
- Moffat B. (2014). Archaeological Sources for the History of Herbal Medicine Practice: The case study of St John's wort with valerian at Soutra medieval hospital. In Francia S., Stobart A. (eds) *Critical Approaches-to the History of Western Herbal Medicine: From Classical Antiquity to the Early Modern Period*. Bloomsbury, London, UK, pp. 253-270.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 26 (2), 211-219.
- Ng, Q. X., Venkatanarayanan, N., Ho, C. Y. X. (2017). Clinical use of *Hypericum perforatum* (St John's wort) in depression: A meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 210, 211-221.
- Patocka, J. (2003). The Chemistry, Pharmacology and Toxicology of The Biologically Active Constituents of The Herb *Hypericum perforatum* L. *Journal of Applied Biomedicine*, 1:61-70.
- Saddıqe, Z., Naeem, I. ve Maimoona, A. (2010). A review of the antibacterial activity of *Hypericum perforatum* L. *J. Ethnopharmacol.* 131 (3), 511-521.
- Sarıkürkçü, C., Locatelli, M., Tartaglia, A., Ferrone, V., Juszczak, A. M., Özer, M. S., Tepe B., Tomczyk, M. (2020). Enzyme and Biological Activities of the Water Extracts from the Plants *Aesculus hippocastanum*, *Olea europaea* and *Hypericum perforatum* That Are Used as Folk Remedies in Turkey. *Molecules*, 25 (5), 1202.
- Saygılı, R. (2015). <http://cografyaharita.com/> Erişim: 24.02.2022.
- Seyrekoğlu, F., Temiz, H. (2020). Effect of Extraction Conditions on the Phenolic Content and DPPH Radical Scavenging Activity of *Hypericum perforatum* L. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 8 (1), 226-229.
- Seyrekoğlu, F., Temiz, H., Eser, F., Yildirim, C. (2022). Comparison of the antioxidant activities and major constituents of three *Hypericum* species (*H. perforatum*, *H. scabrum* and *H. origanifolium*) from Turkey. *South African Journal of Botany*, 146: 723-777.
- Singleton, V. L., Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., ve Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Tusevski, O., Todorovska, M., Spasenovski, M., Simic, S. G. (2019). Antioxidant phenolic compounds in *Hypericum perforatum* L. wild-growing plants collected in the Republic of Macedonia. *Biyologica Nyssana*, 10 (2), 159-

168.

- Yurtvermez, B. (2016). *Tarhun (Artemisia dracunculus L.) bitkisinden biyolojik aktivite gösterebilecek sekonder metabolitlerin izolasyonu ve kimyasal yapılarının belirlenmesi* (Yüksek lisans Tezi), Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Zdunic, G., Godjevac, D., Savikin, K., Petrovic S. (2017). Comparative Analysis of Phenolic Compounds in Seven *Hypericum* Species and Their Antioxidant Properties. *Natural Product Communications*, 12, 11, 1805-1811.

# Ekim Şekline Göre Tohum Sıklıklarının Yağışa Bağımlı Şartlarda Buğday Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi

Seyfi TANER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, KARAMAN

**\* Sorumlu Yazar**

Tel.: -

seyfitaner@yahoo.com

**Yayın Bilgisi:**

Geliş Tarihi: 25.07.2022

Kabul Tarihi: 10.11.2022

**Anahtar kelimeler:** buğday, ekim şekli, ekim sıklığı, verim, verim unsurları

**Keywords:** wheat, sowing method, sowing density, yield, yield components

## Özet

Bu çalışma Taner ekmeklik buğday çeşidiyle ekim şekli ve normu olarak metrekaireye, sırasıyla 10cm x 10cm ve 100 tohum; 5cm x 10cm ve 200 tohum; 5cm x 5cm ve 400 tohum ile geleneksel sıraya ekimde 5sıra x 20cm sıra arası ve 550 adet tohum kullanılarak, birim alana düşen farklı miktarlardaki tohum sıklıklarına ait tek tohum ve geleneksel sıraya ekim uygulamasıyla tane verimine ve verim unsurlarına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma tesadüf bloklarında 4 tekrarlamalı olarak yağışa bağımlı şartlarda 2018-2019 üretim sezonunda Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi araştırma tarlasında yapılmıştır. Birim alana düşen uygun bitki sayısı tane verimini önemli derecede etkilemektedir. 5sıra x 20cm ekim şeklinin tohum karşılığı olan 550 (geleneksel sıraya ekim) adet tohuma göre; metrekaireye 200 tohumun karşılığı olan 5cm x 10cm ekim şeklinde % 2.3 artış, 400 tohuma denk gelen 5cm x 5cm tek tohum ekim şeklinde dekara verimde %9.5 artış sağlanması, ekim şekline uygun alet-ekipmanın geliştirilmesiyle, Ülkemiz kuru alanlarında yetiştirilen buğday verimine önemli katkı sağlayacaktır. Diğer yandan tek tohum ekimlerindeki bin tane ağırlığının geleneksel ekime göre daha yüksek olması sertifikalı tohumluk kullanımı amaçlı elek üstü oranının da daha yüksek olmasını sağlayacağından tohumluk kullanım kapasitesini de yükselterek tohumluk maliyetinin de düşük olmasına sebep olacaktır.

## The Effect of Seed Density Depending on Sowing Methods on Wheat Grain Yield and Some Yield Components in Rainfed Conditions

### Abstract

This study was carried out with Taner bread wheat cultivar as sowing method and density per square meter, 10cm x 10cm and 100 seeds; 5cm x 10cm and 200 seeds; It is aimed to investigate the effects on grain yield and yield components by using 5cm x 5cm and 400 seeds and 5 rows x 20 cm row spacing and 550 seeds in traditional row planting with single seed and traditional row planting of different amounts of seed density per unit area. The study was carried out in the research area of Karamanoğlu Mehmetbey University in the 2018-2019 production season under rain-fed conditions with 4 replications in randomized block designed. The number of suitable plants per unit area significantly affects the grain yield. According to 550 (traditional row sowing) seeds, which is the seed equivalent of 5 rows x 20cm sowing; It will provide an increase of 2.3% in the form of 5cm x 10cm planting, which corresponds to 200 seeds per square meter, and 9.5% in yield per decare in the form of 5cm x 5cm single plant planting, which corresponds to 400 seeds, and with the development of tools and equipment suitable for planting, it will make a significant contribution to the yield of wheat grown in the dry areas of our country. On the other hand, the fact that the thousand kernel weight in single plant sowings is higher than the traditional planting will ensure that the above-sieve ratio for the use of certified seeds will also be higher, thus increasing the seed utilization capacity and lowering the seed cost.

## Giriş

Buğday, Dünyada ve Ülkemizde insan gıdası olarak eskiden olduğu gibi halen ilk sıralardaki geçerliliğini korumaktadır. Türkiye’de 2020 yılı verilerine göre: Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretimi 69.3 milyon ton; Sebzeler 31.2 milyon ton; Meyveler, içecek ve baharat bitkileri 23.6 milyon ton, toplam 124.1 milyon ton olarak üretim yapılmış ve bu oran içerisinde buğdayın payı 20 500 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020a). Bu üretim değerlerinde buğdayın payı ortalama % 16.5 olmuştur. Buğday üretiminin temel girdilerinden olan buğday tohumluğu üretim miktarı, yıllık olarak Ülkemizde 500 574 ton’dur (Anonim, 2020b). Türkiye’nin 78 milyon yüzölçümünün 24 milyon hektarı ekilebilir tarım arazisi olup, bunun da ekonomik olarak sulanabilir miktarı 8.5 milyon hektar olarak belirlenmiş ve yaklaşık yarısı (%52) sulamaya açıldığı bildirilmiştir. 2020 yılı sonu itibarıyla DSİ ve diğer kurumlarca sulamaya açılan alanların da dahil edilmesiyle toplam 6.69 milyon hektara ulaştığı belirtilmiş (Anonim, 2021) olup, tarım alanlarının geri kalanında ise kuru tarım yapılmaktadır. Söz konusu kuru tarım içerisinde buğday tarımının yeri oldukça yüksektir. Tarım alanlarının daha çok yapay alanlara dönüşerek kullanımının azalması (Bayar, 2018), nüfus artışı, halen mevcut olan kurak şartlardaki verim düşüklüğüne ek olarak, küresel iklim değişikliğine bağlı meydana gelen kuraklıkların buğday yetiştiriciliğini de olumsuz etkileyeceği ön görülmektedir. Küresel iklim değişikliği nedeniyle yağışa bağımlı şartlarda tarımı yapılan buğday, arpa, tritikale ve çavdar gibi tahılların daha da ön plana çıkacağı vurgulanmaktadır. Ekolojik ve diğer sebeplerden kaynaklı olumsuzlukların tarımsal üretime dair etkilerinin en aza indirilmesi için ıslah ve yetiştirme teknikleri ile ilgili çalışmalar olanca hızla devam etmektedir. Orta Anadolu Bölgesi şartlarında çeşit geliştirmeye yönelik buğday ıslah çalışması yapan, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü çalışmalarında yağışa bağımlı şartlarda 550 adet m<sup>-2</sup>, sulanan şartlarda 450 adet m<sup>-2</sup>; Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yağışa bağımlı şartlarda 500 m<sup>-2</sup>, sulanabilen şartlar için ise 450 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı kullanılmaktadırlar. Diğer yandan Ülkemizde genel olarak buğday üretimi ile ilgili yapılan sıraya ekim çalışmalarında tane verimi ve tane verimini etkileyen verim unsurları bakımından ekolojik şartlar göz önünde bulundurularak çeşitlere göre m<sup>2</sup>’ye oldukça farklı ekim sıklıkları belirlenmiştir (Yıldırım, 1995; Arısoy ve ark., 2005; Kaydan ve

ark., 2011; Dinç ve Erekul., 2010; Atak ve ark., 2021). Bu ve benzer çalışmalarda verim unsurları ve tane verimleri ile ilgili elde edilen sonuçlar, üretim amaçlarına göre değerlendirilse de üreticilerin en çok dikkatini çeken konu tane verimi olmaktadır. Her ne kadar buğday verimi açısından bulgular ortaya koyulsa da, üreticiler çoğunlukla kendi üretim şartlarını dikkate alarak araştırmacıların elde ettiği rakamların üst seveleri ya da daha fazla miktarlarında tohumluk kullanılmaktadırlar.

Bitki tohumları tür, çeşit, toprağın nem durumu, toprak sıcaklığı, tohum kalitesi, gübrenin etkisi, yüzlek veya derin ekim, ekim zamanı, hastalıklar, böcek zararları ve ön bitki kalıntısı gibi faktörlerden dolayı çıkış yapabilen fidelerinde değişik oranlarda ölümler gerçekleşebilmektedir. Nitekim, Atar ve Kara (2017) yaptıkları çalışmada tohumlar tamamen canlı olsa da, tarla şartlarında çevresel faktörler ve genotiplerin çevre faktörlerine karşı dayanıklılıklarına göre çimlenme oranlarının farklı olduğunu ve tarla şartlarında buğday fidelerinin çimlenme oranlarının %66.7 ile %100 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma ile birim alana düşen farklı miktarlardaki tohum sıklıklarına ait tek tohum ve geleneksel sıraya ekim uygulamasıyla tane verimine ve verim unsurlarına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

Çalışma, yağışa bağımlı şartlarda 2018-2019 sezonunda Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi araştırma sahasında Taner ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada 7 kg da<sup>-1</sup> hesabıyla saf fosfor (P) un tamamı (DAP) ile karşılık gelen azot (N) ekim zamanında ve azotun geri kalanı ise ilkbaharda saf 7 kg da<sup>-1</sup> a tamamlanıp üst gübre ÜRE şeklinde verilmiştir. Ekim şekli ve normu olarak metrekareye, 10cm x 10cm ekim şekli ve 100 adet; 5cm x 10cm ekim şekli ve 200 adet; 5cmx 5cm ekim şekli ve 400 adet tohum ile geleneksel sıraya ekimde 5sıra x20cm sıra arası ve 550 adet tohum kullanılmıştır. Çalışmada parseller 1m x 2m ebatlarında Tesadüf Blokları Deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Çalışmada ekildikten sonra çimlenip çıkış yapabilen bitki sayısı (ÇIK), fertil kardeş sayısı (FKS), bitki boyu (BİB), başak boyu (BŞB), başakta tane sayısı (BTS), başak başına verim (BAV), bin tane ağırlığı (BTA), hektolitre ağırlığı (HL) ve tane verimi (TV) konuları incelenmiştir.

**Çizelge 1.** Çalışma yöresine ait sıcaklık ve yağış verileri\*

Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ortalama
Uzun yıllar	13.1	7.0	2.6	0.6	2.0	6.4	11.5	16.2	20.2	23.4	10.3
2018-19 üretim sezonu	14.3	8.1	4.1	2.2	4.8	7.0	10.2	18.9	21.8	22.8	11.4
Aylık Top. Yağış (mm)	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Toplam
Uzun yıllar	28.2	33.3	47.3	42.2	34.5	36.4	36.4	34.4	24.5	5.3	322.5
2018-19 üretim sezonu	43.6	55.4	61.2	73.6	55.2	39.0	57.6	3.2	76.4	0.2	465.4

\*Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Deneme alanının bulunduğu yörenin sıcaklığı uzun yıllar ortalamasının üstünde gerçekleşmiştir (1.1°C). Diğer taraftan sezon üzerine düşen ortalama yağış toplamı da uzun yıllar ortalamasından 142.9 mm daha fazla olmuştur (Çizelge 1). Bu durum tane verimine yüksek oranda yansımıştır. Üretim sezonunda Mayıs ayına ait yağış toplamı düşük (3.2 mm) olsa da, bundan bir önceki (57.6 mm) ve bir sonraki (76.4 mm) aylardaki yağışların yüksek olmasından dolayı tane verimine olumsuz bir etkisi olmamıştır.

Veriler, grup ortalamaları arasındaki önemli farklılıkları belirlemek için varyans analizine tabi

tutulmuş ve istatistiksel açıdan önemli bulunan farklılıklar LSD testine göre gruplandırılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analiz sonucuna göre uygulamalardan % çıkış yapabilen bitki sayısı, bitki boyu ve hektolitre ağırlığı istatistiksel açıdan önemsiz; tane verimi %5'e göre önemli ve kardeş sayısı, başak boyu, başakta tane sayısı, başak başına verim ve bin tane ağırlığı %1'e göre önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Ekim şekline göre tohum sıklığının, çıkış yapabilen bitki sayısı, kardeş sayısı, bitki boyu, başak boyu, başakta tane sayısı, başak başına verim, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimine ait ortalamalar

İncelenen özellikler	Ekim şekli ve metrekaireye tohum sıklığı						Ortalama	% DK	AÖF (0.05)
	5cm x 5cm; 400 tohum	5cm x 10cm; 200 tohum	10cm x 10cm; 100 tohum	5sıra x 20cm; 550 tohum					
ÇIK (%)	69.1	67.8	69.3	77.8	71.0	12	ÖD		
FKS (adet)	3.0c	4.3b	5.9a	1.3d	3.6	24	1.361**		
BİB (cm)	99.4	98.9	94.8	99.1	98.0	5	ÖD		
BŞB (cm)	9.2b	9.8a	9.9a	8.3c	9.3	3	0.466**		
BTS (adet)	33.28b	38.17.a	40.53a	26.51c	34.62	5	2.908**		
BAV (g)	1.02b	1.21a	1.27a	0.76c	1.06	2	1.204**		
BTA (g)	30.59a	31.68a	31.21a	28.49b	30.49	3	1.626**		
HL(kg)	74.8	75.1	73.9	74.2	74.5	1	ÖD		
TV (kg/da)	567.8a	530.4a	445.1b	518.5a	515.5	7	59.493*		

\*, %5'e; \*\*, %1'e göre önemli; ÖD, istatistiksel açıdan önemli değildir; DK, değişim katsayısı; AÖF, Asgari önemli fark.

### Çıkış yapabilen bitki sayısı (%)

Çimlenip çıkış yapabilen bitki sayısı (%) değerlendirildiğinde m<sup>2</sup>'de 77.8 oranı ile en yüksek miktar 550 adet ekim sıklığı uygulamasından elde edilmiş; bunu sırasıyla 69.3, 69.1, 67.8 çıkış oranı ile 100 adet, 400 adet ve 200 adet ekim sıklıkları takip etmiş, ortalaması % 71.0 olmuştur. Ancak uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık meydana gelmemiş olmasına karşılık çalışmada rakamsal olarak 550 adet tohum sıklığı diğer tüm ekim sıklıklarından daha yüksek çıkış oranına

sahip olmuştur. Ortalama çimlenip toprak yüzeyine çıkan tohum sayısı %71 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Nitekim, Atar ve Kara (2017) tarla şartlarında buğday tohumlarının çimlenme oranlarının %66.7 ile %100 arasında, Tülübaş ve Kara (2019) ise çeşitlere bağlı olarak buğdayda canlı fide oranlarını %75.3-%85 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen ortalama bulgu Atar ve Kara (2017) bulguları arasında, Tülübaş ve Kara (2019) bulgularının alt sınırında olmuştur da sıraya ekim metodundaki bulgu her iki çalışmanın da değerlerine benzer olduğu belirlenmiştir.



*Fertil kardeş sayısı (adet)*

Uygulamalar arasında istatistiksel fark bulunmuş ve en yüksek fertil kardeş sayısı 5.9 adet ile  $m^2$ 'ye 100 adet tohumun karşılık geldiği 10 cm x 10 cm ekim sıklığında saptanmıştır. En düşük ise 1.3 adet ile  $m^2$ 'ye 550 tohumun karşılık geldiği geleneksel ekim metodunda olmuştur. Araştırmada ortalama değer  $m^2$ 'de 3.6 adet olarak hesaplanmıştır. İkinci en yüksek değer 4.3 adet kardeş ile metrekarede 200 tohuma karşılık gelen 5cm x 10cm ekim şeklinde, bunu takiben de 3.0 kardeş ile metrekareye 400 tohuma karşılık gelen 5cm x 5cm uygulamasından elde edilmiştir. Fertil kardeş sayısı bakımından 550 adet tohum sıklığı rakamsal olarak diğer tüm sıklıklardan daha düşük bulunmuştur. Ortalama kardeş sayısı 3.6 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı sayılardaki genotiplerle yapılan değişik çalışmalarda fertil kardeş sayıları (Kaya ve ark., 2004) 3.88-5.32, (Sağır ve Kara, 2021) 2.4-8.5, (Yıldırım ve ark., 2020) 2.7-4.8 adet arasında bulunmuştur. Bu çalışmanın ortalama kardeş sayısı Yıldırım ve ark. (2020) ile Sağır ve Kara'nın bulgularının arasında olurken Kaya ve ark. (2004)'nin değerlerinden düşük çıkmıştır. Ancak mevcut çalışmada  $m^2$ 'ye 550 tohum uygulaması olan sıraya ekim belirtilen araştırmacılara ait değerlerin altında bulunmuştur.

*Bitki boyu (cm)*

Bitki boyunda uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık oluşmamıştır. Bununla birlikte en yüksek bitki boyu 99.4 cm ile 5cm x 5cm uygulaması olan metrekareye 400 adet tohum sıklığında meydana gelmiş, bunu sırasıyla 5sıra x 20cm uygulamasına ait  $m^2$ 'ye 550 adet tohum sıklığı ve 99.1 cm ile 5cm x 10cm uygulamasına ait  $m^2$ 'ye 200 tohum sıklığından elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 94.8 cm ile 10cm x 10cm uygulaması ile metrekareye 100 adet tohum sıklığında meydana gelmiştir. Bitki boyu açısından metrekareye 550 adet tohum sıklığı 100 ve 200 adet tohum sıklığından yüksek, 440 adet tohum sıklığından düşük bulunmuştur. Uygulamaların ortalama bitki boyu 98.0 cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Farklı sayılardaki çeşitler ile yapılan ekmeklik buğday çalışmalarda bitki boyları (Kaya ve ark., 2004) 93.5-102.2, (Gençtan ve Balkan, 2006) 44.69-88.13, (Taner ve Sade, 2012) 90.7-132.3, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 79.5-115.0, (Usta ve Yağmur, 2021) 62.60-83.47 cm arasında değişmiştir. Bu çalışmada elde edilen bitki boyu değerleri Gençtan ve Balkan (2006) ile Usta ve Yağmur (2021)'a ait değerlerden yüksek bulunurken, Kaya ve ark. (2004), Taner ve Sade (2012) ve Aydoğan ve Soylu (2017)'ya ait değerler arasında olduğu saptanmıştır.

*Başak boyu (cm)*

Araştırma sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık meydana gelmiştir. En uzun başak boyu 100 adet tohum sıklığına karşılık gelen 10cm x 10cm uygulamasında 9.9 cm ile meydana gelmiştir. Bunu 9.8 cm ile 5cm x 10cm uygulamasının tohum sıklığı olan  $m^2$ 'ye 200 adet ve 9.2 cm ile 5cm x 5cm uygulamasının karşılığı olan  $m^2$ 'ye 400 adet tohum sıklığı takip etmiştir. En kısa başak uzunluğu (8.3 cm), 5sıra x 20cm sıra arası uygulamasının  $m^2$ 'ye 550 adet ekim sıklığından elde edilmiştir. Metrekareye 550 adet tohum sıklığına ait başak boyu değeri diğer üç tohum sıklığına ait başak boyu değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ortalama başak boyu 9.3 cm olmuştur (Çizelge 2). Farklı çeşitler ile yapılan ekmeklik buğday çalışmalarda başak boyları (Kaya ve ark., 2004) 7.9-9.6, (Gençtan ve Balkan, 2006) 6.92-7.80, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 8.87-11.10, (Sağır ve Kara, 2021) 5.17-8.90, (Usta ve Yağmur, 2021) 6.46-8.53 cm arasında değişmiştir. Bu çalışmanın ortalama başak boyu Gençtan ve Balkan (2006) ile Usta ve Yağmur (2021)'a ait başak boyu değerlerinden yüksek bulunurken, Kaya ve ark. (2004) ile Aydoğan ve Soylu (2017)'nin bulgularının arasında yer almıştır.  $m^2$ 'ye 100 ile 200 adet tohum sıklıkları ise dört farklı araştırmacının değerlerinin üzerinde gerçekleşmiştir.

*Başakta tane sayısı (adet)*

Başakta tane sayısı bakımından ekim sıklığına ilişkin uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık meydana gelmiştir. Başakta en çok tane sayısı 40.53 adet ile en seyrek ekim sıklığı olan 10cm x 10cm uygulamasına tekabül eden  $m^2$ 'ye 100 adet tohum sıklığından elde edilmiştir. En düşük başakta tane sayısı 26.51 adet ile  $m^2$ 'ye 550 tohum sıklığının uygulaması olan 5sıra x 20cm ekim şekline yani geleneksel ekim sıklığından alınmıştır. 5cm x 10cm uygulamasının tohum sıklığı olan  $m^2$ 'ye 200 adet tohumun başakta tane sayısı 38.17 adet ile ikinci sırada meydana gelmiştir. Üçüncü sırada ise başakta tane sayısı 33.28 adet olarak, 5cm x 5cm uygulamasının karşılığı olan  $m^2$ 'ye 400 adet tohum sıklığında saptanmıştır. Metrekareye 550 adet tohum sıklığının başakta tane sayısı diğer üç tohum sıklığından daha düşük olmuştur. Ortalama başakta tane sayısı 34.62 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı çeşitler ile yapılan ekmeklik buğday çalışmalarda başakta tane sayısı değerleri (Kaya ve ark., 2004) 33.5-46.3, (Gençtan ve Balkan, 2006) 24.65-27.20, (Taner ve Sade, 2012) 30.5-59, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 31.20-44.90, (Usta ve Yağmur, 2021) 20.03-32.00, (Sağır ve Kara, 2021) 18.3-30.6 adet arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmanın

ortalama başakta tane sayısı Gençtan ve Balkan (2006), Usta ve Yağmur (2021) ile Sağır ve Kara (2021)'ya ait değerlerden yüksek bulunurken; Kaya ve ark. (2004), Taner ve Sade (2012), Aydoğan ve Soylu (2017)'ya ait değerler arasında olmuştur. Ancak geleneksel sıraya ekime ait metrekaireye 550 adet tohum sıklığı başakta tane sayısı altı çalışmanın bulguları arasında olmuştur.

#### *Başak başına verim (g)*

Başak başına verim açısından yapılan varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık olmuştur. Başakta en yüksek verim 1.27 g ile en seyrek ekim sıklığı olan 10cm x 10cm uygulamasına karşılık gelen m<sup>2</sup>'ye 100 adet tohum sıklığından elde edilmiştir. En düşük başak verimi 0.76 g ile m<sup>2</sup>'ye 550 tohum sıklığının uygulaması olan 5sıra x 20cm tohum sıklığı ekim şeklinden alınmıştır. 5cm x 10cm uygulamasının tohum sıklığı olan m<sup>2</sup>'ye 200 adet tohumun başak verimi 1.21 g ile ikinci sırada meydana gelmiştir. Üçüncü sırada ise başak verimi 1.02 g olarak, 5cm x 5cm uygulamasının karşılığı olan m<sup>2</sup>'ye 400 adet tohum sıklığında meydana gelmiştir. Metrekareye 550 adet tohum sıklığının başak başına verim değeri diğer üç tohum sıklığından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı ekmeklik buğday çeşitleri ile yapılan çalışmalarda başak başına verimler (Kaya ve ark., 2004) 1.14-1.77, (Gençtan ve Balkan, 2006) 0.92-1.19, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 1.33-2.07, (Yıldırım ve ark., 2020) 1.24-1.50, (Usta ve Yağmur, 2021) 0.72-1.25 g arasında değişmiştir. Bu çalışmanın başak başına verimlerinin ortalaması Gençtan ve Balkan (2006) ile Kaya ve ark. (2004)'ına ait değerleri ile benzerlik göstermiştir. Diğer taraftan Aydoğan ve Soylu (2017), Yıldırım ve ark. (2020) ile Usta ve Yağmur (2021)'un değerlerinden düşük gerçekleşmiştir. Ancak geleneksel sıraya ekime ait metrekaireye 550 adet tohum sıklığı başak verimi beş çalışmadan da düşük olduğu bulunmuştur.

#### *Bin tane ağırlığı (g)*

Çalışmada bin tane ağırlığına ilişkin yapılan varyans analiz sonuçları incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı 5cm x 10cm uygulamasının tohum sıklığı olan m<sup>2</sup>'ye 200 adet tohumun sıklığından 31.68 g olarak elde edilmiştir. Bunu bin tane ağırlığı 31.21 g m<sup>2</sup>'ye 100 tohum sıklığının uygulaması olan 10cm x 10cm ekim şekli takip etmiştir. Akabinde 5cm x 5cm uygulamasının karşılığı olan m<sup>2</sup>'ye 400 adet tohum sıklığında 30.59 g ile meydana gelmiştir. En düşük bin tane ağırlığı ise 28.49 g olarak m<sup>2</sup>'ye 550 tohum sıklığının uygulaması olan 5sıra x 20cm tohum sıklığı ekim şeklinden alınmıştır. Metrekareye 550

adet tohum sıklığının bin tane ağırlığı diğer üç tohum sıklığından daha düşük olmuştur. Çalışmanın ortalama bin tane ağırlığı 30.49 g olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Farklı buğday çeşitleri ile yapılan çalışmalarda bin tane ağırlıkları (Şahin ve ark., 2003) 30.6-41.4, (Kaya ve ark., 2004) 33.9-42.3, (Gençtan ve Balkan, 2006) 31.53-44.02, (Taner ve Sade, 2012) 20.1-30.8, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 30.90-46.46, (Usta ve Yağmur, 2021) 31.93-42.37 ve (Sağır ve Kara, 2021) 28.0-35.2g arasında değişmiştir. Bu çalışmanın bin tane ağırlığı ortalaması Şahin ve ark. (2003), Kaya ve ark. (2004), Gençtan ve Balkan (2006), Aydoğan ve Soylu (2017) ile Usta ve Yağmur (2021)'a ait değerlerden düşük bulunurken Taner ve Sade (2012) ile Sağır ve Kara (2021)'nin bulgularının arasında yer almıştır.

#### *Hektolitre ağırlığı (kg)*

Hektolitre ağırlığı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte en yüksek hektolitre ağırlığı 75.1 kg ile 5cm x 10cm ekim şekline ait olan m<sup>2</sup> 200 tohum sıklığında alınırken, bunu 74.8kg ile 5cm x 5cm ekim şekline karşılık gelen metrekaireye 400 adet tohum sıklığı, 74.2 kg ile 5sıra x 20cm ekim şeklinin ifadesi olan m<sup>2</sup> ye 550 adet tohum sıklığı takip etmiştir. En düşük hektolitre ağırlığı ise 10 cm x 10 cm ekim yöntemine ait 73.9kg ile m<sup>2</sup> ye 200 tohum sıklığından elde edilmiştir. Metrekareye 550 adet tohum sıklığının hektolitre ağırlığı metrekaireye 100 adet tohum sıklığından yüksek, metrekaireye 200 ve 400 adet tohum sıklığından elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur. Uygulamaların ortalama hektolitre ağırlık değeri 74.5 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Yapılan farklı çalışmalarda hektolitre ağırlıkları (Şahin ve ark., 2003) 72.5-79.0 ve (Aydoğan ve Soylu, 2017) 73.32-78.35 kg arasında bulunmuştur. Mevcut çalışmanın ortalama hektolitre ağırlığı her iki çalışmanın da bulguları arasında olduğu belirlenmiştir.

#### *Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)*

Araştırmada yapılan varyans analiz sonuçlarına göre uygulamaların istatistiksel olarak farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Dekara en yüksek tane verimi 567.8 kg ile 5 cm x 5 cm uygulamasının karşılığı olan m<sup>2</sup>'ye 400 adet tohum sıklığından elde edilmiştir. Bunu 530.4 kg da<sup>-1</sup> ile 5 cm x 10 cm uygulamasının tohum sıklığı olan m<sup>2</sup>'ye 200 adet tohum sıklığı takip etmiştir. Üçüncü sırada 518.5 kg da<sup>-1</sup> ile m<sup>2</sup>'ye 550 tohum sıklığının uygulaması olan 5 sıra x 20 cm tohum sıklığı ekim şeklinden alınmıştır. En düşük tane verimi, 100 adet tohum sıklığına karşılık gelen 10 cm x 10 cm uygulamasından 445.1 kg da<sup>-1</sup> olarak meydana gelmiştir. Metrekareye 550 adet tohum sıklığından elde edilen birim alan tane verim değeri metrekaireye 100 adet tohum sıklığından yüksek

olurken, metrekaireye 200 ve 400 adet tohum sıklığı değerlerinden düşük olmuş ve ortalama tane verimi 515.5 kg da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Farklı özelliklerdeki çeşitler ile yapılan ekmeleklik buğday çalışmalarında dekara tane verimlerini (Şahin ve ark., 2003) 184.7-367.0, (Kaya ve ark., 2004)

367.6-451.2, (Aydoğan ve Soylu, 2017) 447.42-709.08, Sağır ve Kara (2021) 228.3-574.3, (Usta ve Yağmur, 2021) 301.8-450.4 kg olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmanın tane verim ortalaması Şahin ve ark. (2003), Kaya ve ark. (2004) ile Usta ve Yağmur (2021)'a ait değerlerinden yüksek olurken, Aydoğan ve Soylu (2017) ile Sağır ve Kara (2021)'nin değerleri arasında olduğu ifade

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait korelasyon tablosu

	FKS	BİB	BŞB	BTS	BAV	BTA	TV	HL
ÇIK	-0,662*	-0,072	-0,391	<b>-0,380</b>	-0,345	-0,238	0,0019	-0,054
FKS		-0,251	0,859**	<b>0,862**</b>	0,787**	0,465	-0,405	-0,066
BİB			-0,106	<b>-0,210</b>	-0,160	0,015	0,591*	0,195
BŞB				<b>0,978**</b>	0,940**	0,667**	-0,186	0,160
BTS					0,972**	0,712**	-0,278	0,203
BAV						0,855**	-0,164	0,381
BTA							0,145	0,709**
TV								0,597*

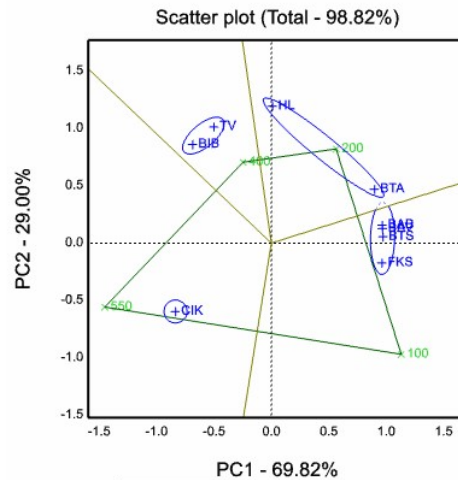
\*, %5'e; \*\*, %1'e gör önemli. ÇIK, % çıkan bitki sayısı; FKS, fertil kardeş sayısı; BİB, bitki boyu; BŞB, başak boyu; BTS, başakta tane sayısı; BAV, başak başına verim; BTA, bin tane ağırlığı; TV, tane verimi; HL, hektolitre ağırlığı

Yapılan korelasyon analizindeki ikili karşılaştırmalara göre çıkış yapabilen bitki oranı ile kardeşlenme sayısı(-0.662\*); kardeş sayısı ile başak boyu (0.859\*\*), başakta tane sayısı (0.862\*\*) ve başak başına verim (0.787\*\*); bitki boyu ile tane verimi (0.591\*); başak boyu ile başakta tane sayısı (0.978\*\*), başak başına verim (0.940\*\*) ve bin tane ağırlığı (0.667\*\*); başakta tane sayısı ile başak başına verim (0.972\*\*) ve bin tane ağırlığı (0.712\*\*); başak başına verim ile bin tane ağırlığı (0.855\*\*); bin tane ağırlığı ile hektolitre ağırlığı (0.709\*\*) ve tane verimi ile hektolitre ağırlığı (0.597\*) aralarında elde edilen bulgular istatistiksel bakımdan anlamlı olmuştur. İstatistik anlamında önem oluşturan bu bulgulardan sadece çıkış yapabilen bitki oranı ile kardeşlenme sayısı arasındaki ilişki negatif olup, diğerlerinin tamamı pozitif bulunmuştur (Çizelge 3). Yapılan bir çalışmada (Kaya ve ark., 2004) tane verimi ile bitki boyu, başak boyu, başakta tane sayısı, kardeş sayısı arasında istatistiksel açıdan önemli ve olumlu, bin tane ağırlığı bakımından ise istatistik bakımından önemli ancak negatif ilişki bulguları, bu çalışmada elde edilen tane verimi ile bitki boyu arasında ilişki ile uyumlu, diğer özellikler ise benzer olmamıştır; yine aynı çalışmada kardeş sayısı ile bitki boyu, bin tane ağırlığı ve tane verimi arasında önemli ve pozitif korelasyon sonuçları mevcut çalışma ile uyumlu değildir.

Bir çok araştırmacı yapılan uygulamaların birbirleri olan ilişkilerinin görsel olarak açıklanmasında biplot analiz yöntemini kullanmışlardır (Yan ve Rajcan., 2002; Kaplan ve ark., 2017; Aktas 2020; Kahraman ve ark., 2021; Demirel ve ark., 2021; Tekdal ve Yıldırım, 2021). Bu çalışmadaki uygulamalara ait biplot analizine göre (Şekil 1) birinci bileşen varyansın % 69.82'ni, ikinci bileşen ise varyansın % 29.00'unu oluşturarak toplamda %98.82 olarak

gerçekleşmiştir. Grafiğe göre 5cm x 5cm ekim sıklığına karşılık gelen m<sup>2</sup>'ye 400 adet tohumda tane verimi ve bitki boyu; 200 adet tohum sıklığına karşılık gelen 50cm x 10cm uygulamasında bin tane ve hektolitre ağırlığı; 100 adet tohumun karşılık geldiği 10cm x 10cm ekim sıklığında başak boyu, başak başına verim, başakta tane sayısı ve kardeş sayısı ile m<sup>2</sup>'ye 550 adet tohum sıklığının uygulaması olan 5sıra x 20cm tohum sıklığı ekim şeklinde ise % olarak çıkabilen bitki sayısı ön plana çıkmıştır.

Şekil 1. Uygulamalara ait biplot grafiği



## Sonuç

Tane verimini etkileyen önemli verim unsurlarından olan fertil kardeş sayısı, başak boyu, başakta tane sayısı, başak başına verim ve bin tane ağırlığı değerlerinin hepsi tek bitki uygulamasında geleneksel ekim şekline göre daha yüksek olmuştur. Bu da tek bitki ekim şeklinin değerlendirilmesini önemli kılmaktadır. Kaydan ve ark., (2011) yaptığı sıraya ve çapraz ekim (90°) karşılaştırmasında en yüksek tane veriminin metrekaareye 650 adet tohum ve çapraz ekim sıklığından alındığını bildirmişlerdir. 5 sıra x 20 cm sıraya ekim şekline göre (550 tohum m<sup>-2</sup>) diğer ekim şekline bağlı tohum sıklıklarının tane

verimi açısından karşılaştırıldığında, her ne kadar m<sup>2</sup>'ye 100 tohum hariç diğer üç ekim şekli aynı istatistiksel grupta yer alsada (Çizelge 1) m<sup>2</sup>'ye 200 adet tohuma karşılık gelen 5cm x 10cm ekim şeklinde 11.9 kg ve 400 tohuma karşılık gelen 5cm x 5cm ekim şeklinde dekara verim farkı 49.3 kg olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Tane verimindeki artışa bitki başına uygun düşen birim alandaki bitki sayısının etkili olduğu belirlenmiştir. Tek ekim şekline uygun alet-ekipmanın geliştirilmesiyle, benzer şartlarda, Ülkemiz kuru alanlarında yetiştirilen buğday veriminde önemli derecede verim artışı sağlamış olacaktır.

**Çizelge 4.** Ekim şekli ve metrekaareye tohum sıklığına göre oluşan verim farkları

	5cm x 5cm; 400 tohum	5cm x 10cm; 200 tohum	10cm x 10cm; 100 tohum	5sıra x 20cm; 550 tohum
Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	567.8	530.4	445.1	518.5
M <sup>2</sup> 'ye 550 tohum sıklığına göre verim farkları (kg da <sup>-1</sup> )	49.3 (%9.5)	11.9 (%2.3)	-73.4 (-%14.2)	0

Bin tane ağırlığı çevre şartlarından etkilense de genetik yapının kontrolünde olan bir özelliktir. Tek tohum ekimlerindeki bin tane ağırlıklarının geleneksel ekime göre (sıraya ekim, 550 tohum m<sup>-2</sup>) daha yüksek olması (Şekil 1) sertifikalı tohumluk kullanımı amacına da yönelik elek üstü oranı daha yüksek olacağından, tohumluk üretim kapasitesinin de yüksek olmasına imkan verecektir. Öte yandan tohumluk olarak kullanımında geleneksel yöntemle göre (5sıra x 20cm, sıraya ekim) oldukça düşük tohumluk kullanılacağından düşük tohumluk maliyetinin oluşmasına da katkı sağlanacaktır.

## Kaynaklar

- Aktas, B. (2020). EVALUATION OF YIELD AND AGRONOMIC TRAITS OF NEW WINTER BREAD WHEAT CULTIVARS. GENETIKA, Vol. 52, No1, 81-96.
- Anonim, (2021). T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI, DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 2020 YILI FAALİYET RAPORU. STRATEJİ GELİŞTİRME DAİRE BAŞKANLIĞI.
- Anonim, (2020a). TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021.
- Anonim, (2020b). BİTKİSEL ÜRETİM VERİLERİ, 12.31.2020. T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI. <https://www.tarimorman.gov.tr/sqb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021.
- Arısoy, R.Z., Kaya, Y., Taner, A., Çeri, S., Gültekin, İ. (2005). KONYA KOŞULLARINDA FARKLI TOHUM

SIKLIKLARINDA EKİLEN BUĞDAY VE TRİTİKALENİN VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİSİ. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt I, Sayfa 131-135).

- Atak, M., Kısa, Ö., Atış, İ. (2021). Ekim sıklığının buğday (*Triticum sp.*) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (2): 387-398. DOI: 10.37908/mkutbd.910456
- Atar, B., Kara, B. (2017). Bazı Kışlık Buğday Çeşitlerinin Erken Fide Dönemindeki Gelişmeleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (1): 34-38.
- Aydoğan, S., Soylu., S. (2017). Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (1): 24-30. DOI: 10.21566/tarbitderg.323568
- Bayar, R. (2018). Arazi Kullanımı Açısından Türkiye'de Tarım alanlarının Değişimi. COĞRAFİ BİLİMLER DERGİSİ CDB 16 (2), 187-200.
- Demirel, F., Kumlay, A.M., Yıldırım, B. (2021). Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Agromorfolojik Özellikleri Bakımından Biplot, Kümeleme ve Path Analizi Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi: Sayı 23, S. 304-311, Nisan 2021. DOI: 10.31590/ejosat.868789
- Dinç, S., Ereku, O. (2010). BAZI EKMEKLİK BUĞDAYLARDA (*Triticum aestivum* L.) EKİM SIKLIĞININ VERİM VE VERİM ÖGELERİNE ETKİSİ. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi; 7 (2): 117-125.

- Gençtan, T., Balkan, A. (2006). Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L. Em Thell) Çeşitlerinde Ana Sap ve Fertil Kardeşlerin Bitki Tane Verimi ve Verim Ögeleri Yönünden Karşılaştırılması. TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ, Cilt 13, Sayı 1; 17-21. DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000000454
- Kaplan, M., Kokten, K., Akcura, M. (2017). Assessment of Genotype × Trait × Environment interactions of silage maize genotypes through GGE Biplot. CHILEAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH 77 (3): 212-217. doi:10.4067/S0718-58392017000300212
- Kaya, M., Atak, M., Çiftçi, C.Y., Ünver, S. (2004). BAZI EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L) ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE VERİM ÖGELERİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA. ANADOLU, J. of AARI 14 (1), 41-46.
- Kaydan, D., Tepe, I., Yağmur, M., Yergin R. (2011). Ekim yöntemi ve Sıklığının Buğdayda Tane Verimi, Bazı Verim Ögeleri ve Yabancı Otlar Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 17; 310-323.
- KAHRAMAN, T., GÜNGÖR, H., ÖZTÜRK, İ., YÜCE, İ., DUMLUPINAR, Z. (2021). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Genotip ve Çevrenin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Temel Bileşen ve GGE Biplot Analizleri ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 24 (5): 992-1002. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.845127
- Sağır, F., Kara, B. (2021). Eski ve Son Yıllarda Tescil Edilmiş Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Tane Verimi ve Başak Özelliklerinin Karşılaştırılması. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, Sayfa 36-42.
- Şahin, M., Aydoğan, S., Göçmen, A. (2003). Kurak Şartlarda Bazı Ekmeklik Buğday (*T. aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. alatarım 2003, 2 (1): 50-56.
- Tekdal, S., Yıldırım, M. (2021). Durum Buğday Çeşit, İleri Hat ve Yerel Popülasyonlarının Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. DUFED, 10 (1) (2021) 13-34.
- Taner, S., Sade, B. (2012). Kuru Şartlarda 5x5 Yarımlı Diallel Ekmeklik Buğday Melez Popülasyonunda Kombinasyon Yetenekleri ve Heterosis Değerlerinin İncelenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26 (4): (2012) 1-10.
- Tülübaş, N., Kara, B. (2019). Kırış Koşullarda Güzlük (Zamanında ve Geç Ekim) ve Yazlık Ekilen Buğdayın Tane Verimi İle Bazı Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. Türk Doğa ve Fen Dergisi Cilt 8, Sayı 1, Sayfa 8-12.
- Usta, T., Yağmur, M. (2021). Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36-54.
- Yan, W., Rajcan, I. (2002). Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. CROP SCIENCE, VOL. 42, 11-20.
- Yıldırım, M. (1995). KAHRAMANMARAŞ ŞARTLARINDA EKİM SIKLIĞININ BAZI EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİSİ. K.S.U FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI, YÜKSEK LİSANS TEZİ, KAHRAMANMARAŞ.
- Yıldırım, T., Yakışır, E., Eser, C., Türköz, M., Çeri, S., Özer, E., Kara, İ., Yaşar, M., Cerit, Ş. (2020). Ekmeklik Buğday Çeşit ve Hatlarında Kışlık ve Yazlık Ekimlerin Morfolojik ve Fenolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 9 (2): 122-133.

## Midyat/Mardin İlçesinde Tarımsal Faaliyetlerin SWOT Analizi

Veysi ACIBUCA<sup>1</sup> 

Serap DOĞAN<sup>2</sup> 

Yusuf DOĞAN<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

**\*Sorumlu Yazar:**

[yusufdogan@artuklu.edu.tr](mailto:yusufdogan@artuklu.edu.tr)

**Yayın Bilgisi:**

Geliş Tarihi: 06.09.2021

Kabul Tarihi: 25.01.2022

**Anahtar kelimeler:** Midyat, SWOT analizi, tarım ekonomisi, beyin fırtınası

**Keywords:** Midyat, SWOT analysis, agricultural economics, brainstorming

### Öz

İnsanoğlunun en önemli faaliyetlerinden olan tarım sektörü kırsal alanlarda yaşayan insanlar için önemli geçim kaynaklarından birisidir. Özellikle verim artırıcı girdiler, yüksek verimli genetik kaynaklar ve modern tarım tekniklerinin kullanıldığı, sulama ve toprak işleme imkânlarının geliştiği bölgelerde üreticilerin refah düzeyinin arttığı bilinmektedir. Ancak geleneksel üretim tekniklerinin devam ettirilmesi, olumsuz iklim koşulları ve genç neslin kırsal alanlarda yaşamak istememesi gibi etkenler birçok bölgede üreticilerin motivasyonlarının düşmesine ve yapılan faaliyetin ticari amaçlar için devam ettirilmesine engel olmaktadır. Bu nedenle tarımsal faaliyetlerin yöresel olarak analiz edilerek sorunların tespit edilmesi ve uygun çözüm önerilerinin sunulması daha uygun olabilmektedir. Bu çalışmada söz konusu amacın gerçekleştirilmesi için Mardin iline bağlı Midyat ilçesinde SWOT analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde Midyat ilçesinin bağcılık, sebzeçilik ve küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi açısından önemli fırsatlar ve güçlü yönlere sahip olduğu ancak teknoloji kullanımının yetersiz olması, kooperatif kültürünün bulunmaması ve arazilerin küçük parçalı olması gibi zayıf yönlerinin de bulunduğu tespit edilmiştir. İlçeyi her yıl yüzbinlerce turistin ziyaret etmesi kırsal turizmin geliştirilmesi, yöresel ürünlerin katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülerek pazarlanması için önemli bir fırsat olarak kullanılabilir.

## SWOT Analysis of Agricultural Activities in Midyat/Mardin District

### Abstract

The agricultural sector, which is one of the most important activities of people, is one of the important livelihoods for people living in rural areas. It is known that the welfare level of the producers increases in the regions where productivity-enhancing inputs, high-yield genetic resources and modern agricultural techniques are used and irrigation and soil cultivation opportunities are developed. However, factors such as the continuation of traditional production techniques, adverse climatic conditions and the young generation's unwillingness to live in rural areas prevent the motivation of the producers to decrease in many regions and the continuation of the activities for commercial purposes. For this reason, it may be more appropriate to analyze the agricultural activities locally, to identify the problems and to offer appropriate solutions. In this study, SWOT analysis was carried out in Midyat district of Mardin province in order to achieve the said aim. The results obtained show that Midyat district has important opportunities and strengths in terms of developing viticulture, vegetable growing and ovine livestock breeding, but there are also weaknesses in the district such as insufficient use of technology, lack of cooperative culture and small scale agricultural lands. The fact that hundreds of thousands of tourists visit the district every year can be used as an important opportunity for the development of rural tourism and the marketing of local products by transforming them into products with high added value.

## Giriş

Tarım; bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretimi, depolanması, işlenmesi ve pazarlanması olarak ifade edilebilen ve gelişmişlik düzeylerine bağlı olmaksızın tüm ülkeler için stratejik öneme sahip olan önemli bir sektördür. Tarımsal faaliyetler hem ülke ekonomisine yaptığı katkı hem de kırsal alanlarda yaşayan insanların refah düzeylerinin artırılmasında önemli rol aldığından tarım sektörü tüm ülkeler için uygulanan politikalarda önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ülkelerin gelişmişlik düzeyi, tarımda teknoloji kullanımı, üreticilerin bilgi ve eğitim seviyesi gibi faktörler tarımsal faaliyetlerin ülkeden ülkeye hatta bir bölge içerisindeki yörelerde farklı şekillerde yapılmasına etki etmektedir. Örneğin sebzeçilik faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz bölgesinde modern üretim teknikleri kullanılıp birçok işletmede sorumlu yöneticiler ziraat eğitimini almış kişilerden oluşurken, geleneksel üretim yöntemleri ile üretim yapan işletmelerin de aynı bölgede üretim yaptığı bilinmektedir (Yavuz ve Dilek, 2019). Dolayısıyla hem aile işletmeciliği şeklinde hem de profesyonel üretim yapan işletmelerin varlığı devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerde bölgeler arası dengesizlikler giderek azalırken, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise artma eğilimindedir (Gündüz, 2006). Hızla artan dünya nüfusu, gıda maddelerine (bitkisel ve hayvansal) olan talebi de beraberinde getirdiğinden, birim alandan elde edilen verim ile üretim artırılması önemlidir (Kaya ve Bay, 2020). Bu nedenle bölgeler arasında veya bölge içindeki tarımsal üretim yöntemleri, teknoloji kullanımı ve pazarlama olanakları gibi faktörlerin tespit edilerek uygun çözüm önerilerinin sunulması son derece önemlidir. Tarımsal faaliyetlerde söz konusu sorunların tespit edilebilmesi için uygulanan analiz tekniklerinden birisi de SWOT/GZTF analizidir. SWOT analizi; İngilizcedeki dört kelimenin (strength (güçlü), weakness (zayıf), opportunity (fırsatlar) ve threat (tehdit)) baş harflerinden oluşan ve birçok alanda sektörlerin, firmaların veya faaliyetlerin mevcut durumunu ortaya koymak ve geleceğe yönelik beklentilerine

yön vermek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu analizde amaç; iç ve dış etkenleri dikkate alarak var olan güçlü yönler ve fırsatlardan en üst düzeyde yararlanacak, tehditlerin ve zayıf yönlerin etkisini ise en aza indirecek plan ve stratejiler geliştirilmesine yönelik altyapı çalışmalarının gerçekleştirilmesidir (Kansız ve ark., 2008).

Tarımsal faaliyetlerin teknik ve ekonomik olarak yürütülmesinde yapılan analizler ve özellikle arazi kullanımı ile tarım alanlarının planlanmasında SWOT analizinden büyük ölçüde faydalanıldığı bilinmektedir (Jochinke ve ark., 2007; Taş, 2011). Bu çalışmalar tek bir ürüne yönelik olarak yapılabildiği gibi bir bölge veya yörenin tarımsal faaliyetlerini değerlendirmek üzere de yapılabilmektedir. Türkiye’de yapılan bazı çalışmalarda; Kan ve ark., (2010), Coğrafi işaret olarak Karaman Divle tulum peyniri ile ilgili SWOT analizi yapılmış, çalışmada grup tartışma yöntemleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlar neticesinde mevcut üretim ve pazarlama sorunlarına ilişkin çözüm önerileri geliştirilmiştir. Kansız ve ark., (2008), çay sektörünün SWOT analizini yaptıkları çalışmada sektördeki kamu ve özel sektör kuruluşlarının karar alıcı pozisyonlarında bulunan yöneticilerinin ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin katılımıyla beyin fırtınası yönteminden yararlanmıştır. Bozok ve Karaman (2018), Isparta lavantasının kırsal turizm açısından değerlendirilmesi amacıyla Kuyucak köyünde SWOT analizi yapmış, çalışmada derleme ve gözlem yöntemi kullanarak söz konusu köyde konaklama altyapısının genişletilmesi, çevre bilincinin geliştirilmesi ve üniversiteden destek alınması gibi öneriler sunmuşlardır. Erbil ve Taş (2020), GAP Bölgesinde yağlı tohumlu bitkiler ve yağ sektörünün SWOT analizini yaptıkları çalışmada bölgedeki Tarım İl Müdürlüğü teknik elemanları ve sektördeki çiftçilerle mülakat yöntemi kullanmışlar ve araştırma sonucunda sektörün geleceğine yön vermesi bakımından çözüm önerileri sunmuşlardır. Küçük ve Tapkı (2020) tarafından Hatay ilinde süt ve süt ürünleri üreten işletmelerin SWOT analizini yaptıkları çalışmada 56 işletmeyle yüz yüze anket görüşmesi yapılmış ve ekolojik

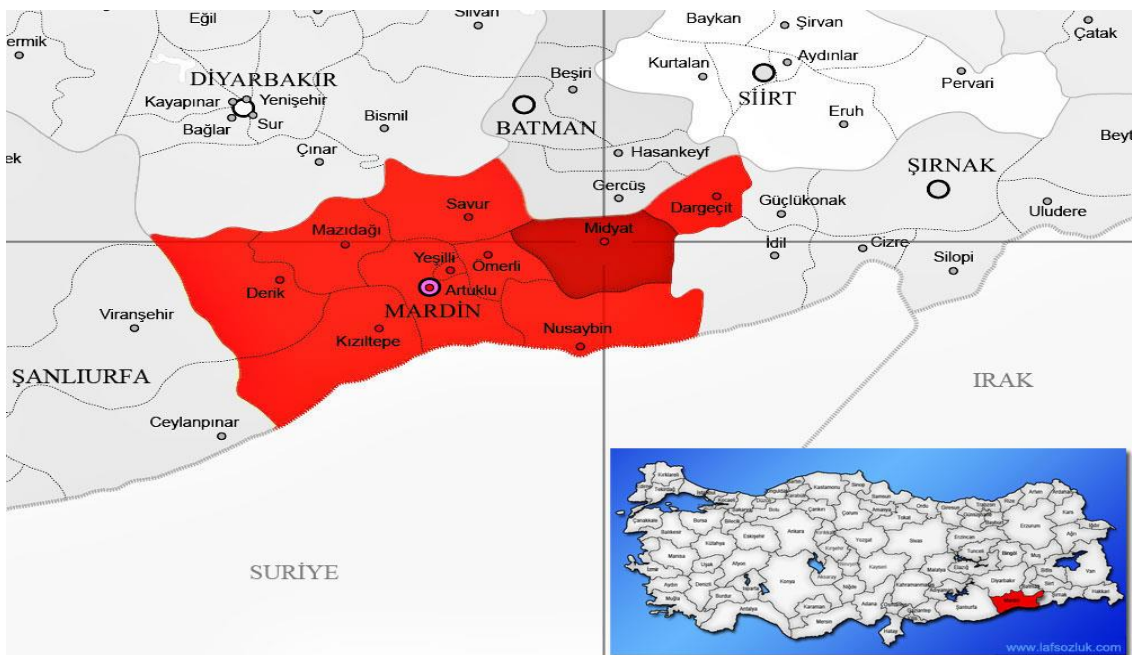
koşulların süt hayvancılığına uygun olması, süt işletmelerinin süt üreticilerine yakın olması, Hatay'da yöresel süt ürünü çeşitliliği, Hatay halkının yerel süt ürünlerine yoğun talebi, talebin yıl boyunca devamlılığının sektörün güçlü yönlerini oluşturduğunu, eğitim düzeyinin düşük olması, süt ürünlerinin çabuk bozulabilen ürünler olması, örgütlenmenin yeterli olmayışı, ürünlerin ucuza alınmak istemesi, ürünlerde gerekli tanıtımın yapılamaması, işletmelerin düşük kapasite ile çalışması, bilgi sisteminin yeterli olmamasını ise zayıf yönleri olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada Mardin iline bağlı Midyat İlçesinin tarım potansiyeli değerlendirilerek mevcut durum dikkate alındığında ilçenin tarım sektörü açısından güçlü olduğu yönler, sahip olduğu fırsatlar ve içsel zayıflıkları ile karşı karşıya bulunduğu tehditler tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçların söz konusu ilçenin tarımsal faaliyetlerinin geliştirilmesi ve başta ilçedeki üreticiler olmak üzere sektördeki paydaşların üretim, işleme, pazarlama ve ürün deseninde yapılabilecek değişiklikler ile ürün geliştirme faaliyetlerine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

## Materyal ve Metot

Araştırmada SWOT analizi çalışmasının yürütülmesinde beyin fırtınası yönteminden faydalanılmıştır. Beyin fırtınası, sorunların tespit edilmesi ve çözümlerinin ortaya konulmasında kısa bir zaman aralığı içerisinde bir çalışma grubunun düşünce güçlerini birleştirerek mümkün olduğunca çok sayıda kolektif fikir üretimi amacıyla kullanılan demokratik ve katılımcı bir çalışma tekniğidir (Rawlinson, 2017). Beyin fırtınası için öncelikle katılımcılar, toplantı yöneticisi ve toplantı yeri seçimi yapılır. Toplantı başlangıcında toplantı konusu ve beyin fırtınasının uygulanması ile ilgili katılımcılar bilgilendirilerek her grubun bir raportörü olacak şekilde gruplar oluşturulur. Son olarak tüm grupların görüşleri katılımcılarla müzakere edilerek maddeler önem sırasına göre sıralanır.

2020 yılının Mart ayında Midyat ilçesinde çeşitli kurum ve kuruluşlardan toplam 47 kişinin katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada 5 masa oluşturulmuş ve her masada katılımcıların görüşleri sözlü/yazılı olarak alınarak raportörlerce not edilmiştir. Tüm görüşler katılımcılarla müzakere edildikten sonra kabul edilenler tekrar yazılarak katılımcıların oylarına sunulmuş ve en fazla tercih edilenden en az tercih edilene doğru maddeler halinde sıralanmıştır.



Şekil 1. Midyat ilçesinin konumu (Anonim, 2021)



## Bulgular ve Tartışma

### Çizelge 1. Midyat İlçesine ait bazı tarımsal göstergeler

<b>Tarım Alanı (da)</b>	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	130051
	Nadas alanı	17100
	Sebze alanı	34580
	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı	183680
	Toplam	365411
<b>Hayvan Sayısı (baş)</b>	Büyükbaş hayvan sayısı	12255
	Küçükbaş hayvan sayısı	69510
<b>Tahıl ve Baklagillerin Verimleri (kg/da)</b>	Buğday	172
	Arpa	163
	Nohut	146
	Mercimek	190
	Burçak (dane)	215
<b>Üzüm Üretimi (ton)</b>	Sofralık üzüm	15644
	Şaraplık üzümler	23333
	Kurutmalık üzüm	12500
	Toplam	51477

Kaynak: TÜİK (2021)

2020 yılı verilerine göre Midyat İlçesi 365 411 da tarım alanına sahip olup bu alan Mardin ilinin toplam tarım alanlarının %11.6'sını oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Midyat ilçesinde aynı verilere göre ekili alanların %52.7'sinde tahıl, %37.2'sinde meyve ve %10.1'inde sebze üretimi yapılmaktadır. İlçede kuru tarım sistemi hakim olup tahıl ekili alanlarda sırasıyla ekmeçlik buğday (59 250 da), arpa (55 240 da), mercimek (44 800 da), nohut (18 810 da) ve burçak (4 800 da), meyve alanlarında ise en fazla sofralık/kurutmalık/şaraplık üzüm (122 210 da) üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2021). Özellikle bahçe bitkileri ekiliği yapılan alanlarda arazilerin küçük ölçekli ve engebeli olması nedeniyle hayvan gücü ile toprak işleme faaliyetleri yapılmaktadır. Sebze bitkilerinde ise ilçenin kendi ismiyle özdeşleşmiş acur ve kavunu ilk sırada yer almaktadır. Son yıllarda Mardin ilinin birçok ilçesinde olduğu gibi Midyat'ta da fıstık bahçelerinin tesis edilmeye başlandığı bilinmektedir.

### SWOT Analizi Değerlendirme Sonuçları

Yapılan SWOT analizi değerlendirme sonuçları neticesinde ilçenin tarımsal faaliyetlerinin güçlü yönleri, zayıf yönleri ile sahip olduğu fırsatlar ve muhtemel tehditler için altışar madde belirlenerek çizelge 2'de gösterilmiştir.

### Güçlü Yönler

Midyat ilçesi bağcılık alanında kadim bir kültüre sahiptir. İlçede yüzyıllardır üzüm

üretimi yapılmakta olup tespit edilmiş 22 üzüm çeşidi bulunmaktadır (Ünal ve ark., 2020). Ayrıca üretilen üzümün katma değeri yüksek ürünlere (şarap, pekmez, cevizli sucuk vs.) dönüştürülebilmesi hususunda yüzlerce yıllık aktarılmış tecrübeye sahip farklı etnik (Türk, Kürt, Arap, Süryani) ve dini gruplara sahip kadim bir kültürün bulunması bölgede bağcılığın geliştirilmesi açısından oldukça önemli görülmektedir. Özellikle Süryani şarabının tanınırlığının ve talebinin yüksek olması ilçede hem geleneksel hem de modern şarap üretiminin artmasını sağlamıştır. 2021 yılı itibarıyla ilçede Süryani cemaatine ait 3 adet modern şarap üretim tesisi bulunmakta ayrıca evlerde hem kendi tüketimleri hem de ticari amaç için geleneksel yöntemlerle şarap üretimi yapan çok sayıda kişinin olduğu bilinmektedir.

Midyat'ta yetiştirilen önemli tarım ürünlerinden birisi de ilçenin ismiyle özdeşleşmiş acur ürünüdür. 2020 yılı verilerine göre ilçede 5800 dekar alanda 6384 ton acur üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2021). Aynı şekilde yörenin kendine has kavun üretimi ve çekirdeği için karpuz üretimi de yapılmaktadır. TÜİK verilerine göre ilçe nüfusunun %26.1'ini 15-49 yaş arasındaki genç nüfus oluşturmaktadır. İlçede tarımsal faaliyetlerde çalışabilecek genç nüfusun ve mera alanlarının fazla olması küçükbaş hayvancılığın geliştirilmesi açısından önemli görülmüştür. Ayrıca summak ve sahlep gibi katma değeri yüksek ürünlerin üretimi de giderek yaygınlaşmaktadır.

## Zayıf Yönler

Mardin ili 231 317 dekarlık alan ile bağ alanları bakımından Türkiye’de Denizli ilinden sonra (269 212 da) ikinci sırada yer almaktadır. 2020 yılı verilerine göre üzümde verim ortalaması Türkiye genelinde 937 kg/da iken Mardin ilinde 453 kg/da olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Verimin düşük olmasının birçok sebebi olmakla birlikte il genelinde bağcılıktaki en önemli sorunların başında üreticilerin geleneksel üretim

yöntemleri ile üretim yapması ve hastalık/zararlılarla mücadele konusunda teknik bilgilerinin yetersiz olması gelmektedir (Acıbuca ve ark., 2018). Midyat ilçesinde bağ alanlarının genel olarak küçük ölçekli olması, sulama imkânlarının yetersiz olması, birçok tarım arazisinin ulaşım yollarının olmaması nedeniyle teknoloji kullanımının düşük olması gibi etkenler de bağcılığın gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir.

## Çizelge 2. Midyat İlçesi tarımsal faaliyetlerinin SWOT analizi sonuçları

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Yörede bağcılık faaliyetlerinin gelişmiş olması.</li><li>2. İlçede genç nüfus sayısının fazla olması.</li><li>3. Sebze üretiminde kadim bir kültürün olması</li><li>4. Organik tarım faaliyetleri ve tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminin yaygınlaşması.</li><li>5. Mera alanlarının yüksek olması.</li><li>6. Su ürünleri üretiminin artması.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Üreticilerin teknik bilgilerinin yeterli olmaması.</li><li>2. Kooperatif kültürünün olmaması.</li><li>3. Arazilerin küçük ve çok parçalı olması.</li><li>4. Sulama imkânlarının kısıtlı olması</li><li>5. Pazarlama ile ilgili sorunların bulunması.</li><li>6. Büyükbaş hayvancılıkla ilgili sorunlar</li></ol>
Fırsatlar	Tehditler
<ol style="list-style-type: none"><li>1. İlçede turizmin gelişmiş olması.</li><li>2. İldeki üniversitede tarım bölümlerinin bulunması.</li><li>3. İlçenin bazı desteklemelerde öncelikli alanda bulunması.</li><li>4. Tarımsal nüfusun yüksek olması.</li><li>5. İlçenin su kaynaklarının bulunması.</li><li>6. Ürün ve üretim değişikliği fırsatlarının bulunması.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı.</li><li>2. Kırsaldan göçün artması.</li><li>3. İklim değişikliğinin olumsuz etkileri.</li><li>4. Bölgedeki güvenlik sorunları.</li><li>5. Ormanlardaki kaçak kesimler.</li><li>6. Küçükbaş hayvancılık ile ilgili riskler.</li></ol>

Tarımsal faaliyetlerde modern üretim tekniklerinin kullanılması, yeniliklerin yaygınlaştırılması, pazarlama marjının yükseltilmesi ve üretim faktörlerinin etkin kullanımı ile üreticilerin gelir düzeylerinin arttırılmasında kooperatiflerin önemli rolü bulunmaktadır (Özüdoğru ve Varol, 2020). İlçede kooperatif kültürünün gelişmemiş olması özellikle bahçe bitkileri alanlarında tarımsal faaliyetlerin gelişmesini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. İlçede yöresel ürünlerin satılabileceği pazar alanlarının bulunmaması ve bittim, kuru üzüm gibi ürünlerde alıcıların tekelleşmiş olması da örgütlenmenin olmadığını göstermektedir. Yeniliklerin yayılmasında önder çiftçilerin önemli etkileri olduğu bilinmekle birlikte Midyat ilçesinde üreticilerin örnek alabileceği liderlik kabiliyeti yüksek, yenilikleri benimsemiş yeterli sayıda önder çiftçinin olmaması da ilçenin tarımsal faaliyetlerinin zayıf yönleri arasında bulunmaktadır.

İlçede yetiştiriciliği yapılan büyükbaş hayvanların sadece %14.1’i kültür ırkları olup (TÜİK, 2021) büyük oranda yerli ve melez ırkların yetiştiriciliğinin yapılması ile yem bitkileri ekilişinin çok az olması büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin gelişmesini önleyici faktörler olarak belirlenmiştir.

## Fırsatlar

Midyat ilçesi milattan önceye kadar uzanan tarihi (Aytekin ve Elyiğit, 2019) ve binlerce yıldır korunmuş mimarisi ile her yıl yüzbinlerce yerli/yabancı turistin uğrak yeri olmaktadır. Bu durum yöresel ürünlere (özellikle şarap, pekmez ve cevizli sucuk) olan talebi arttırması ve kırsal turizmin gelişmesi için olanak sağlaması bakımından önemli bir fırsat olarak değerlendirilmiştir.

Tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde yayım faaliyetlerinin önemi göz önüne alındığında Mardin ilinde bulunan üniversitede tohumculuk ve organik tarım

programlarının bulunması ve çok sayıda öğretim üyesinin olması çiftçi eğitimi ve danışmanlık açısından değerlendirilebilecek bir avantaj olarak tespit edilmiştir. Tarımda istihdam edilebilecek aktif genç nüfus oranının yüksek olması ile bazı desteklemelerde (kırsal kalkınma, uzman eller vs.) ilçenin öncelikli desteklenen bölgeler içerisinde bulunması yeni yatırımların yapılması ve gençlerin tarımsal faaliyetlere teşvik edilmesi açısından önemli görülmüştür.

Tarım arazilerinin sulanabilmesi ve katma değeri yüksek ürünlerin üretimi için Midyat ilçesinin de sınırları içerisinde yer alan Beyazsu deresinin suyunun kullanılması ve ilçede bulunan binlerce bittim ve menengiç ağaçlarının aşılınarak ekonomik değeri daha yüksek olan fıstık üretimi için kullanılabilir olması diğer önemli fırsatlar olarak değerlendirilmiştir.

### **Tehditler**

Doğal kaynaklar içerisinde yer alan tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı (kentleşme, sanayi, turizm amaçlı vs.) ve/veya arazilerin miras yoluyla parçalanması tarımda sürdürülebilirliğin ve gıda güvencesinin yeterli düzeyde sağlanamamasının nedenlerinden biridir. Midyat ilçesinde de arazilerin yeter büyüklükte olmaması, miras yoluyla parçalanması, tarım arazilerinde konut yapımı ve kentleşme gibi etkenlerin birçok yerde arazilerin amaç dışı kullanımı veya hiç kullanılmamasına neden olduğu belirlenmiştir. İlçede küçükbaş hayvancılığa elverişli mera alanları olmasına rağmen kırsaldan meydana gelen göçler, bölgedeki güvenlik sorunları, çoban sıkıntısı gibi etkenlerin küçükbaş hayvancılığın gelişmesini önlediği (Acıbuca ve Budak, 2021) bilinmektedir. İlçedeki meraların göçer hayvancılık yapan üreticiler tarafından kullanılması küçükbaş hayvancılık faaliyetleri açısından olumlu olarak görülmüş ancak çoğu yaya olarak getirilen hayvanların hastalık taşıma riskinin bulunması Midyat ilçesinin küçükbaş hayvancılık faaliyetleri açısından risk olarak algılanmıştır.

Küresel ölçekte tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesinde sorun olarak görülen

iklim değişikliğinin olumsuz etkileri Midyat ilçesinde de tarımsal faaliyetleri ve üreticilerin motivasyonunu olumsuz yönde etkilemekte olup sürdürülebilir tarım açısından iklim değişikliği önemli bir tehdit olarak görülmektedir. İlçenin ormanlık alanlarında kaçak ağaç kesimlerinin yapılıyor olması da hem iklim değişikliğinin sebeplerinden biri olması hem de oluşabilecek erozyon riskleri nedeniyle ilçenin tarımsal faaliyetleri açısından tehdit olarak belirlenmiştir.

### **Sonuç**

Mardin ilinin hem tarım hem de turizm açısından önemli ilçelerinden biri olan Midyat ilçesinin mevcut tarımsal faaliyetlerinin sektör temsilcileri, üreticiler, ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile akademisyenlerin katılımıyla analiz edildiği çalışma neticesinde; arazi koşulları nedeniyle ilçede bahçe bitkileri ağırlıklı bir tarım sisteminin hakim olduğu ve makinalı tarıma elverişli olmayan arazilerin fazla olduğu ancak çok eski tarihi bulunan ilçenin yüzbinlerce turistin uğrak yeri olmasının tarımsal faaliyetlerin gelişmesi ve ürünlerin katma değerlerinin arttırılmasına önemli katkılar sağlayabileceği öngörülmüştür.

Hem Mardin ilinde yapılan çalışmalar (Acıbuca ve ark., 2018; Ünal ve ark., 2021) hem de yapılan SWOT analizi bağıcılığın söz konusu bölge için önemli bir faaliyet olduğunu göstermektedir. Yörede özellikle bağ bozumu ve şarap yapımı gibi turistleri cezbedecek kırsal turizm faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi üreticilere ek gelir kaynağı oluşturabilecektir.

İlçede kuru tarım sisteminin yaygın olması ve bazı çiftçilerin yerel tohumları kullanması tahıl ve baklagillerde verimin düşük olmasına neden olsa da buğday, mercimek, bazı sebzeler ve bağlarda gen kaynaklarının korunduğu düşünüldüğünde yerel tohumları bilerek/bilmeyerek gelecek nesillere aktaran üreticilerin ilave/alternatif desteklemelerle desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak özellikle bağ alanlarında omcaların ekonomik ömrünü yitirmiş, hastalık ve zararlılar ile mücadele yapılmadığı düşünüldüğünde söz konusu alanlardaki bağların yerel çeşitlerle yenilenmesi ve üreticilere bilinçli ilaçlama

ve gübreleme hususlarında eğitim verilmesi gerekmektedir. Kaya (2021), Kaya ve Bostan Budak (2021), Küresel tarım ticaretinin gelişmekte olan ülkeler için oldukça önemli olduğunu ve tarım ve gıda ticaretinin ekonomik katkıları olduğunu ortaya koymuştur. Pazarlamada güçlü olabilmek ve yayım faaliyetlerinde etkinlik ve izlenebilirliğin devamlılığın en etkin yolu ise bölgede kooperatif kültürünün başlatılıp yaygınlaştırılmasıdır.

İlçenin mera varlığının fazla olduğu ve her yıl göçerlerin ortalama 40 000 küçükbaş hayvan varlığını ilçedeki meralara getirdiği düşünüldüğünde yörede küçükbaş hayvancılığın gelişmesinin önünde hiçbir engel olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak özellikle genç neslin kırsal alanlarda yaşamak istememesi nedeniyle çoban sıkıntısı yaşandığı bu nedenle küçükbaş hayvancılığın giderek azaldığı tespit edilmiştir. Çobanlığın bir meslek olarak görülebilmesi ve gençlerin teşvik edilmesi için çoban/sürü yöneticisi desteğinin köy bazında verilmesi ve çobanların SGK primlerinin devlet tarafından karşılanması sağlanmalıdır.

#### Kaynaklar

- Acıbuca, V., Budak, D.B. (2021). Mardin ilindeki küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal durumu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(4), 898-905. DOI: 10.29133/yyutbd.925141.
- Acıbuca, V., Eren, A., Budak, D.B. (2018). Organik tarımda üreticilerin karşılaştıkları sorunlar (Mardin İli Örneği). *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2), 39-46.
- Anonim, (2021). <https://www.emidyat.com/> (Erişim Tarihi: 21.06.2021)
- Aytekin, O., Elyiğit, U. (2019). *Midyat Barıştepe (Salhe) Köyü Mor Yakup Manastırı*. Arkeoloji ve sanat tarihi araştırmaları. Van Yüzüncü yıl Edebiyat Fakültesi Yayınları, ISBN: 9786052816035.
- Bozok, D., Karaman, R. (2018). Isparta lavantasının kırsal turizm kapsamında SWOT analizi yöntemiyle değerlendirilmesi: Kuyucak Köyü Örneği. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 8(2), 27-33.
- Erbil, E., Taş, T. (2020). *Yağlı tohumlu bitkiler tarımının ve yağ sektörünün SWOT analizi ile değerlendirilmesi: GAP Bölgesi Örneği*. Geleceğin Dünyasında Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar, 20.
- Gündüz, A.Y. (2006). *Bölgesel Kalkınma Politikası*. (1. Baskı), Ekin Kitabevi Yayınları, 15-17. Ankara.
- Jochinke, D.C., Noonon, B.J., Wachsmann N.G., Norton, R.M. (2007). The adoption of precision agriculture in an Australian Broadacre Cropping System challenges and opportunities. *Field Crops Research* 104: 68-76.
- Kan, M., Gülçubuk, B., Kan, A., Küçükçongar, M. (2010). Coğrafi işaret olarak Karaman Divle tulum peyniri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(19), 15-23.
- Kansız, N., Akın Acuner, Ş., Yavuz, M. A. (2008). *Çay Sektörü SWOT analizi*. Milli Produktivite Merkezi Raporu. Haziran.
- Kaya, A., Bay, S. (2020). Adıyaman ilinde organik üzüm üretimi ve üretici yapısı; Besni ilçesi örneği. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (9): 1988-1993.
- Kaya, A. (2021). Türkiye şeker piyasası ve uygulanan politikalar. *Journal of Academic Value Studies*, 7(4), 429-437. DOI: 10.29228/javs.52032.
- Kaya, A., Bostan Budak, D. (2021). The role and importance of vegetables in the global economy and Turkey. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, Vol. 17, 88-97.
- Küçük, R., Tapkı, N. (2020). Hatay ilinde süt ve süt ürünleri üreten işletmelerin GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 3(2), 134-142.
- Özudoğru, H., Varol, A.G.N. (2020). *Türkiye'de Tarımsal Kooperatifiçilik*. Tarım ve Mühendislik, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayın Organı. 40-44 ISSNS: 1300-0071.
- Rawlinson, J.G. (2017). *Creative Thinking and Brainstorming*. Routledge. ISBN: 9781315259000. DOI: 10.4324/9781315259000.
- Taş, B. (2011). Tarım alanlarının planlaması sürecinde SWOT analizi kullanımına bir örnek: Sandıklı ilçesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(2), 189-208.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 27.06.2021).
- Ünal, M.S., Sezgin, H., Uçaş, C. (2021). Nusaybin/Mardin yöresi bağcılığına bir bakış: Yöresel çeşitlerin değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10(1), 75-84.
- Ünal, M.S., UÇAŞ, C., Sezgin, H. (2020). Midyat/Mardin ilçesinde yöresel üzüm çeşitlerini değerlendirilme şekilleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 268-279.
- Yavuz, F., Dilek, Ş. (2019). *Türkiye Tarımına Yeniden Bakış*. Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı. I. Baskı. ISBN: 978-605-7544-47-6.

# Mevsimlik Tarım İşçilerinin Asgari Yaşam Maliyetlerinin Hesaplanması<sup>1</sup>

Merve BOZDEMİR AKÇİL<sup>1</sup> Zeki BAYRAMOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

\* Sorumlu Yazar:

mbozdemir.akademi@gmail.com

Yayın Bilgisi:

Geliş Tarihi: 10.08.2022

Kabul Tarihi: 04.11.2022

**Anahtar kelimeler:** asgari geçim, mevsimlik işgücü, tarım, ücret, yaşam maliyeti

**Keywords:** subsistence, seasonal labour, agriculture, wage, cost of living

## Özet

Mevsimlik tarım işçileri; tarım işletmelerinde işletme içi işgücünün üretim faaliyetlerinde yetersiz kaldığı zamanlarda üretim süreçlerine katılan, hasat-bakım gibi emek yoğun faaliyetlerde görev alan, genellikle eğitim seviyelerinin düşük ve kalifiye işlerde çalışma imkânlarının kısıtlı olması nedeniyle zorlu çalışma ve barınma koşullarında düşük ücretler karşılığı çalışmaya razı olan kişilerdir. Ağır çalışma koşulları ve düşük ücretler mevsimlik işgücünün toplumsal entegrasyonunu, ekonomik ve sosyal var oluşlarını, refah düzeylerini olumsuz etkilemektedir. Mevcut olumsuzlukların bertaraf edilmesi kalkınmanın sağlanması ve toplumun yaşam standartlarının iyileştirilebilmesi için tarımsal istihdama yönelik planlamaların yapılarak, ücret politikalarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ikincil verilerden yararlanılarak Türkiye’de illere göre mevsimlik tarım işçilerinin ücret karşılıkları, çalışma ve yaşam koşulları belirlenmiştir. Çeşitli kaynaklardan derlenen veriler kullanılarak illere göre asgari yaşam maliyetleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar tartışılarak istihdam, yoksulluk, eğitim ve sağlık konularını içeren politika önerilerinde bulunulmuştur.

## Estimation of Minimum Cost of Living for Seasonal Agricultural Workers

### Abstract

Seasonal agricultural workers: They are the people who participate in the production processes in agricultural enterprises when the in-house workforce is insufficient in production activities, participate in labor-intensive activities such as harvesting and maintenance, and are willing to accept difficult working and accommodation conditions for low wages due to their low level of education and limited opportunities to work in qualified jobs. Heavy working conditions and low wages negatively affect the social integration, economic and social existence, and welfare of the seasonal workforce. In order to eliminate the current negativities, ensure development and improve the living standards of the society, it is necessary to determine wage policies by making plans for agricultural employment. Within the scope of this study, the wages, working and living conditions of seasonal agricultural workers in Turkey were determined by using secondary data. Minimum living costs were calculated according to provinces by compiling data from various sources. By discussing the results obtained, policy recommendations were made, including employment, poverty, education, and health.

<sup>1</sup>Bu çalışma Mevsimlik İşçi Göçü İletişim Ağı (MİGA) Konferansı kapsamında 5 Kasım 2021 tarihinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## Giriş

Tarım sektörü; insan beslenmesine yönelik temel gıda maddelerinin üretimini üstlenen ve diğer sektörler için hammadde kaynağı sağlayan bir yapıya sahiptir. Yaşamsal faaliyetlerin ve üretimin sürdürülebilir olması için tarımsal üretimin olması ve ürünlerin uygun maliyetlerle piyasaya sunulması şarttır. Optimal maliyetlerle elde edilmiş ürünler tüketicilerin yaşam kalitesini ve refahını artıracığı için gelişmişliğin önemli göstergelerindendir. Refah artışının sağlanabilmesi için tarım sektöründe üretilen malların; katma değerli üretim yapan sanayi sektörüne, pazarlama kanalındaki aktörlere ve nihai olarak tüketicilere minimum fiyatlarla ulaştırılması gerekmektedir. Tüketicilere minimum fiyatlı ürün sunmak için tarım işletmelerinde optimal girdi kullanımının gerçekleştirilmesi, maksimum verimin sağlanması ve ürünlerin minimum maliyetlerle elde edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de tarımsal üretimde kullanılan girdilerin (gübre, ilaç, mazot vb.) ithal edilmesi ve konjonktürel dalgalanmalardan doğrudan etkilenen bir yapıya sahip olması; işletmecileri emek karşılığı tasarruf etmeye zorlamaktadır. Üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için kullanımı zorunlu olan mazot, gübre, ilaç, tohum gibi girdilere karşılık işgücü ücret karşılığında tasarruf eden işletmeciler hem işletme içi hem işletme dışı işgücü için en düşük ücret karşılığını ayırmaktadır. Bu nedenle tarım sektöründe istihdam edilen nüfusun ücret karşılığı diğer sektörlerle karşılaştırıldığı zaman çok daha düşüktür.

Tarım işletmecileri; emek yoğun üretim süreçlerinde işletme içi işgücü varlığının yetersiz kaldığı üretim faaliyetlerinde işletmeye dışarıdan işgücü talep etmektedir. Özellikle bitkisel üretim faaliyetlerinde bulunan tarım işletmelerinde bakım ve hasat dönemlerinde oluşan işgücü ihtiyacı mevsimlik işgücü arzıyla karşılanmaktadır (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2020). Mevsimlik tarım işçilerinin ücret karşılıkları; tarım işletmelerindeki çalışma sürelerinin kısa ve kesikli olması, sosyal güvencelerinin olmaması, kayıtdışı üretime katılımın yüksek ve eğitim düzeylerinin düşük olması gibi nedenlerle tüm tarımsal işgücü çeşitleri içerisinde en düşük ücreti oluşturmaktadır. Tarımsal üretim süreçlerinde yoğun emek gerektiren alanlarda fiziksel güce tabii olarak çalışan mevsimlik tarım işçileri; asgari yaşam koşullarını karşılayacak ücretin oldukça altında kalarak, işgücü çeşitleri içerisinde en kötü çalışma koşullarına sahip olan toplumsal gruptan birini temsil etmektedirler.

Mevsimlik tarım işçilerinin en önemli hatta bazen tek geçim kaynakları, yevmiyeleridir. Yevmiyeler tarımda istihdam edilen ve ana geçim kaynakları tarımsal faaliyetler olan kişilerin asgari ücretidir. Asgari ücret; işveren tarafından işçilere emeklerinin karşılığı olarak ödenmesi gereken

ücretin en alt sınırını ifade etmektedir. Asgari ücret; çalışanlara ve onların ailelerine insan onuruna yaraşır bir hayat seviyesini sağlayan gelir tabanı olarak da değerlendirilebilir. Bu nedenle asgari ücret hem işçinin hem de onun ailesinin ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklere sahip olmalıdır. Ücretlendirmede işçinin ekonomik ihtiyaçları kadar işverenin kapasitesini de dikkate alarak zamana ve bölgesel özelliklere göre farklılık göstermektedir (Kutal, 1969; Korkmaz, 2003; Uzunoğlu, 2021). Bu yönüyle tarım sektöründe işgücü çeşitlerine, üretim desenine, teknoloji kullanım düzeyine göre ücretlendirmeler yapılmalıdır. Aynı zamanda işverenler açısından üretim maliyetlerini minimum düzeyde tutacak ve tüketiciye tarımsal ürünleri en ucuz maliyetle sunacak şekilde piyasa planlaması yapılmalıdır. Piyasa planlaması; mevsimlik tarım işçilerinin, işverenlerin ve tüketicilerin refahını gözlemelidir.

Türkiye’de mevsimlik işgücü ücret karşılığı değerlendirildiğinde; sosyal güvenceden yoksun olunması, kayıtdışı çalışma koşullarında istihdam yaratılması, özellikle son 10 yıl içerisinde işgücü piyasasındaki hem sosyal hem ekonomik koşulların değişmesi, tarımda istihdam edilen işgücünün niteliklerinin düşük olması, göçmen-mülteci istihdamının tarım sektörü içerisinde yaygınlaşması gibi nedenlerle ücret karşılıklarının azaldığı görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2022 yılı verilerine göre 2020 yılında 106 TL olan mevsimlik tarım işçilerinin günlük ücretleri %20.60 artarak 2021 yılında 127 TL olmuştur. Sürekli tarım işçilerinin aylık ücretleri ise 2020 yılında 2 894.00 TL iken %19.50 artarak 2021 yılında 3 457.00 TL olmuştur (TÜİK, 2022). Ücrete yönelik değişimlerin yanı sıra tarımsal istihdam yapısındaki değişimleri ve dönüşümleri de hem ekonomik hem sosyolojik açıdan değerlendirmek gerekmektedir. Türkiye’nin 2011 yılında izlediği “açık kapı politikası”nın ardından artan göçmen-mülteci nüfusu; çalışma izinlerinin olmaması ve istihdam sürecinde işe yönelik uzmanlaşma kriterinin aranmaması nedeniyle tarım sektörü başta olmak üzere tekstil, deri ve inşaat sektörlerinde istihdam edilmektedir. Göçmen-mülteci nüfusun kayıtdışı faaliyetlerde bulunmaları; işgücündeki artışın reel olarak ölçülmesini engellemektedir. Ayrıca işgücü piyasalarına girişte tarım sektörünün ilk basamak olarak görülmesi nedeniyle göçmen-mülteci nüfusun ucuz işgücü arzında bulunması yerel işgücünün tarım dışı sektörlerle yönelmesine ve tarım sektöründeki ücretlerin azalmasına neden olmaktadır (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2019; Bozdemir ark., 2019).

Göçmen-mülteci işgücünün çalışma izinlerinin olmaması, tarımsal istihdama katılımlarına ve doğrudan kayıtdışı istihdamın artmasına neden olmaktadır. Sosyal Güvenlik

Kurumu (SGK) tarafından yapılan tahminlere göre 2021 yılında tarım sektöründe istihdam edilen işgücünün %84.56'sının kayıtdışı olduğunu ifade edilmektedir (SGK, 2022). İstihdamın kayıtdışılığı ve çalışma izinlerinin olmaması üretime katılan kişilerin sosyal güvence taleplerini engellemektedir (SGK, 2020). Sosyal güvenliğin olmadığı çalışma alanlarında ücret karşılıkları da asgari düzeyin altında kalmaktadır. Bu durumun temel sebebi; tarımsal istihdama yönelik bir planlamanın ve ücret politikasının olmamasıdır. İstihdam piyasasındaki söz konusu yapısal problemlerden en çok etkilenen, toplumun dezavantajlı ve kırılğan grubu ise mevsimlik tarım işçileridir. Mevcut problemler için çözüm önerileri geliştirmek, tarım sektöründe insana yakışır iş koşullarını oluşturmak ve kırsal refahın artırılmasına katkı sağlamak amacıyla bu çalışmanın gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında artan yaşam maliyetlerine karşılık asgari maliyetlerle yaşamlarını sürdürmeye çalışan mevsimlik tarım işçileri için yaşam maliyetleri hesaplanarak mevcut ücretlere yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar istihdam, yoksulluk, eğitim ve sağlık başlıklarına yönelik politikalar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

## Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında birincil veriler kullanılarak yapılmış olan ve işgücünün ücret karşılıklarını belirleyen çalışmalardan yararlanılmıştır. Mevsimlik gezici işgücünün çalışmaya katıldığı iller, ürünler ve ücretler tablo halinde derlenmiştir. Asgari yaşam maliyetlerinin hesaplanması amacıyla; 4 kişilik bir ailenin aylık ortalama tüketim miktarlarının ekonomik değeri belirlenmiştir. Ailedeki kişi sayısının belirlenmesi için açlık ve yoksulluk sınırının hesaplanmasında kullanılan aile bireylerinin standart sayısı dikkate alınmıştır. Elde edilen veriler illere göre karşılaştırılarak tarım sektöründe istihdam edilen mevsimlik işgücünün asgari ücretleri hesaplanmıştır. İkincil veriler kapsamında dünyadaki asgari ücret karşılıkları belirlenmiş, Türkiye'deki ücretlerde aynı yılın ortalama döviz kuru dikkate alınarak hesaplanmış ve uluslararası karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu yöntem sonucunda mevsimlik işgücünün ücret karşılıkları uluslararası düzeyde asgari ücretlerle karşılaştırılmıştır. Teorik bir çalışma olan tarımsal işgücü ücret karşılığı; götürü usulü çalışma, aile ile çalışma, çalışma saatlerinin uzunluğu, işe katılımda fiziksel özelliklerin ön plana çıkması gibi nedenlerle ücret tespitinin doğruluğuna yönelik tartışmaları meydana getirecektir. Bunun içinde gün doğumundan gün batımına kadar geçen zaman dilimi yerine 8 saatlik çalışma süresi referans alınmıştır. Mevsimlik tarım işçilerinin aylık ortalama ücret karşılıkları çalışma süresi ile çarpılarak yıllık gelir hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında mevsimlik tarım işçilerinin tek geçim kaynağının

tarımsal faaliyetlerden elde edilen gelirler olduğu varsayılmıştır. Temel yaşam maliyetleri aylık olarak hesaplanarak tarım sektöründe istihdam edilen mevsimlik işgücünün ücret yeterliliği ve asgari ücret düzeyi tartışılmıştır. Temel yaşam maliyetlerinin hesaplanmasında; her insanın yaşamsal faaliyetlerini karşılamak için gerekli olan gıda, barınma, ısınma, sağlık ve eğitim bileşenleri dikkate alınmıştır. Asgari yaşam maliyetleri hesaplanırken aşağıdaki kısıtlar dikkate alınmıştır;

**Gıda:** Birleşik Metal İş Sendikası Sınır Araştırmaları Merkezi (BİSAM) tarafından illere göre hazırlanan açlık sınırı haritası değerlendirilmiştir.

**Barınma:** 100m<sup>2</sup>'lik alan üzerinden ortalama kira değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mevsimlik tarım işçileri çalışma süreleri boyunca genellikle konteyner ve çadırlarda konaklamalarına rağmen, ikamet ettikleri illerde çalışma zamanlarının dışında konakladıkları evleri bulunmaktadır ve çalışma zamanlarında da bu evlerin masraflarını üstlenmektedirler. Bu nedenle barınma maliyetleri hesaplamalara dâhil edilmiştir.

**Isınma:** 100 metrekarelik bir evi ısıtmak için günde 7 saate yakın çalışması gereken 4 bin 500 Watt gücündeki bir klima, ayda 900 kilovat saat elektrik harcıyarak 639 TL karşılığı tüketim yapıldığı hesaplanmıştır. İlin bulunduğu iklim özelliklerine göre ısınma ihtiyaçları belirlenerek maliyetler hesaplanmıştır.

**Elektrik:** Bir evde günlük kullanılan cihaz gücü 275W yani  $275W/1000=0,275kW$  olarak hesaplanır. Dolayısıyla 1 günlük elektrik tüketimi  $0,275kW \times 3$  saat, yani 0,825 kW olacaktır. Konutlar için 2020 yılında 1 kW için 0,71 kuruş ödeme yapılmış ve 4 kişilik aile hesaplamaya dâhil edilmiştir.

**Sağlık:** 2019 yılında kişi başına sağlık harcaması 2.434,00 TL/yıl olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamın fiyat artışlarına bağlı olarak 2020 yılı içerisinde %12.28 oranında artış gösterdiği tahmin edilmiştir.

**Çocuk Bakımı:** 0-2 yaş grubunda bulunana bebeklerin günlük 6 ile 12 adet bebek bezine ihtiyaç duyduğu düşünülürse, TÜİK fiyatlarına göre ailenin ortalama günlük maliyeti, 7,80 TL ile 9,40 TL arasında değişiyor. Her bebeğin bir öğünde 84 gr. mama ve 3 biberon beslenmeye ihtiyacı vardır.

## Araştırma Bulguları

Birleşmiş Milletler Uluslararası Çalışma Örgütü (United Nations International Labour Organization-ILO)'nün 131 Sayılı Asgari Ücret Tespitine İlişkin Sözleşmesi'ne göre işçinin ve ailesinin ihtiyaçları, genel ücret seviyesi, hayat pahalılığı, sosyal güvenlik yardımları ile diğer sosyal grupların görece hayat standartları; asgari

ücretin belirlenmesinde dikkate alınması gereken unsurlar olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2021a). Bu nedenle tarım sektöründe istihdam edilen kişileri de kapsayan bir asgari ücret politikasının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Asgari ücretin bir fonksiyonu olan gelirin adil dağılımı mevsimlik çalışma koşullarının oluşturduğu toplumsal sorunların azaltılması açısından önemlidir (Kurtcebe ve Horzum, 2017). Tarım sektörüne yönelik asgari ücretlerin belirlenmesinde sosyal ve ekonomik açıdan asgari yaşam maliyetlerinin hesaplanması gerekmektedir. Yaşam maliyeti; belirli bir yaşam standardının sürdürülmesi olarak ifade edilirken; harcama eğilimleri, tüketim tercihleri ve sosyo-ekonomik koşullara göre değişir (Anonim, 2022). Mevsimlik tarım işçilerinin çalışma koşulları; örgütlü faaliyetlerde bulunulamamasına, beslenme sorunlarının yaşanmasına, toplumsal bütünleşmenin kısıtlanmasına neden olmaktadır (Geçgin, 2009; Fereli ark., 2016). Bu nedenle sosyo-ekonomik imkanlar açısından değerlendirildiğinde mevsimlik tarım işçilerinin gelirleri kısıtlanmakta, harcama eğilimleri ve tüketici tercihlerinde de zorunlu harcamalar öncelikli hale gelmektedir.

Asgari ücret; işgücü arzında bulunan her bireyin yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığının sağlayabilmesi için asgari yaşam masraflarını karşılayacak olan emek karşılığıdır. Asgari ücret aynı zamanda istihdam piyasalarını düzenlemeye katkı sağlayan önemli sosyal güvenlik araçlarından biridir (Sayın, 2019). Ülkelere göre aylık brüt asgari ücretlerin Avrupa İstatistik Ofisi (2021) verileri incelendiği en yüksek gelirin Lüksemburg'da olduğu görülmektedir. Lüksemburg'da aylık asgari ücret 17 232.95 TL olup günlük kazanç 574.43 TL'dir. İncelenen 28 ülkeler içerisinde Türkiye 23. sırada yer almaktadır. Türkiye'de aylık brüt asgari ücret karşılığı 3 084.57 TL ve günlük kazanç 102.82 TL'dir. Türkiye'nin istihdam yapısının benzer özellikler gösterdiği İspanya'da günlük asgari ücret 297.23 TL ve Yunanistan'da 203.37 TL olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de asgari ücrete yönelik son değişiklik 1 Temmuz 2022 - 31 Aralık 2022 tarihleri arasında uygulanacak olan Asgari Ücret Tespit Komisyonu Kararı sonucu 01 Temmuz 2022 tarihinde 31883 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanmıştır. Brüt 6 471.00 TL ve net 5 500.35 TL olan asgari ücret günlük net 183.35 TL'dir.

Tarım sektöründe asgari yaşam maliyetlerinin hesaplanması için işgücü başına

düşen ücretlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Tarımda istihdam yaratma açısından önemli ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde tarımsal faaliyetlerde uzmanlaşma söz konusu olup işin çeşidine göre ücretlendirme yapılmaktadır. Örneğin; 2020 yılı üretim faaliyetleri süresince tarımsal ekipman operatörleri iş birimi başına 15.36 \$/saat, fidanlık ve sera işçileri 14.58 \$/saat olarak ücretlendirilirken bakım-hasat işlerinde çalışan mevsimlik tarım işçilerinin ücret karşılığı 14.14 \$/saat olarak belirlenmiştir (USDA, 2021). Bu durumda 2020 yılı içerisinde ABD'de günlük 8 saatlik çalışan bir mevsimlik tarım işçisinin günlük ücreti yaklaşık 792.52 TL'ye karşılık gelmektedir<sup>1</sup>. Belirlenen ücret karşılığı 2020 yılı içerisinde Türkiye'deki mevsimlik tarım işçilerinin alması gereken ücretin yaklaşık 4 katıdır (Tablo 1).

Türkiye'de illere göre mevsimlik tarım işçilerinin ücret karşılıkları Tablo 1'de incelenmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre mevsimlik işgücü ücret karşılıkları en son 2019 yılı için yayınlanmıştır. Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)'nde meydana gelen değişimler dikkate alınarak 2020 ve 2021 yılları için mevsimlik işgücünün emek karşılığına yönelik tahminler gerçekleştirilmiştir. TÜFE değeri 2020 yılında bir önceki yıla kıyasla %12.28 oranında artış göstermiş, 2021 yılı Ekim ayı içerisinde de bir önceki yılın aynı dönemine kıyasla %19.58 artmıştır. Türkiye genelinde erkek işgücü ücret karşılığının en yüksek değer aldığı Çanakkale'de 2019 yılında 141.00 TL olan ücretin 2021 yılı içerisinde en az 172.00 TL olması gerekmektedir. Hatay ilinde 2019 yılı içerisinde erkek işgücü için ödenen 61.00 TL/gün'lük ücretin ise 2021 yılında en az 74.41 TL olması beklenmektedir. Tablo 1'de mevsimlik işgücünün emek karşılığında toplumsal cinsiyet eşitliğinin ihmal edildiği ve kişilere cinsiyete yönelik iş çeşitlerinin atfedilerek ücretlerin farklılaştırıldığı görülmektedir. Teknoloji ve teknik bilgi kullanımının yoğunlaştığı mekanize işlemler (toprağın hazırlanması, tohumlama, budama, kimyasal ilaçlama ve gübreleme, sulama, makineli hasat gibi) genellikle "erkek işi" olarak değerlendirilirken, kadınlar ot temizleme, çapalama, toplama (özellikle pamuk toplama), hasat (özellikle meyve ve sebze) gibi mekanize olmayan ve yoğun emek gerektiren işleri üstlenmektedirler (Kıymaz ark., 2004; Gülçubuk, 2008; FAO, 2016). Fakat mevsimlik tarımsal faaliyetlere katılan işgücünün aile ile üretim süreçlerine katılmalarının bir sonucu olarak kadınların; ailenin geçiminin sağlanmasında benzer roller üstlenmeleri, çalışma ve yaşam koşullarının diğer aile bireyleriyle aynı olması gibi nedenlerle ücretlerde de aynı ekonomik değerde emek karşılığını almaları gerekmektedir.

<sup>1</sup>Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın 2020 yılı ortalama döviz alış kuruna ait Amerikan doları (USD)'nin Değeri ortalama 7,006 TL'dir.



**Çizelge 1.** Mevsimlik Tarım İşçilerinin Günlük Ücretleri (TL/gün)

İl	Erkek			İl	Kadın		
	2019 (TL/gün)	2020 (TL/gün)	2021 (TL/gün)		2019 (TL/gün)	2020 (TL/gün)	2021 (TL/gün)
Çanakkale	141.00	158.31	172.00	Giresun	111.00	124.63	135.40
Edirne	138.00	154.95	168.34	Ordu	107.00	120.14	130.52
Ardahan	135.00	151.58	164.68	Sakarya	95.00	106.67	115.89
Giresun	124.00	139.23	151.26	Düzce	94.00	105.54	114.67
Aydın	121.00	135.86	147.60	Zonguldak	93.00	104.42	113.45
Ordu	115.00	129.12	140.28	Eskişehir	90.00	101.05	109.79
K.Maraş	110.00	123.51	134.18	Samsun	87.00	97.68	106.13
Manisa	109.00	122.39	132.96	Manisa	84.00	94.32	102.47
Isparta	107.00	120.14	130.52	Edirne	83.00	93.19	101.25
Balıkesir	106.00	119.02	129.30	K.Maraş	79.00	88.70	96.37
Bursa	105.00	117.89	128.08	Çanakkale	79.00	88.70	96.37
Eskişehir	103.00	115.65	125.64	Gaziantep	78.00	87.58	95.15
Denizli	103.00	115.65	125.64	Bursa	78.00	87.58	95.15
Sakarya	102.00	114.53	124.42	Isparta	78.00	87.58	95.15
Antalya	101.00	113.40	123.20	Aydın	77.00	86.46	93.93
Osmaniye	100.00	112.28	121.98	Antalya	77.00	86.46	93.93
Konya	100.00	112.28	121.98	Denizli	77.00	86.46	93.93
Düzce	100.00	112.28	121.98	Malatya	74.00	83.09	90.27
İzmir	99.00	111.16	120.76	Mersin	74.00	83.09	90.27
Gaziantep	98.00	110.03	119.54	İzmir	73.00	81.96	89.05
Zonguldak	97.00	108.91	118.32	Ankara	72.00	80.84	87.83
Samsun	92.00	103.30	112.23	Balıkesir	70.00	78.60	85.39
Mersin	87.00	97.68	106.13	Osmaniye	69.00	77.47	84.17
Kilis	83.00	93.19	101.25	Adana	68.00	76.35	82.95
Adana	82.00	92.07	100.03	Konya	66.00	74.10	80.51
Malatya	76.00	85.33	92.71	Kilis	63.00	70.74	76.85
Ankara	73.00	81.96	89.05	Hatay	50.00	56.14	60.99
Hatay	61.00	68.49	74.41	-	-	-	-

**Kaynak:** TÜİK, 2020; Anonim, 2021b; TÜİK, 2021.

Mevsimlik tarım işçilerinin üretimine yönelik işgücü arzında buldukları ürünler ve çalışma alanlarına dair bilgiler ise Tablo 2'de incelenmiştir. Antalya, Mersin ve Adana illerinde iklim yapısının tüm mevsimlerde üretime uygunluğu, seracılık faaliyetlerinin yaygınlığı ve üretim deseninin çeşitliliği nedeniyle çalışma süresi 12 aydır. Üretim deseninin sürekliliği ve geniş olması, seracılık faaliyetlerinin yapılması bu illerde hem yerel hem de yabancı işgücünün çalışma faaliyetlerine katıldığına bir göstergesidir. Akdeniz Bölgesi'nde yer alan illerde işgücü, yerleşik yerel-yabancı olabileceği gibi, gezici yerel-yabancı işgücü de olabilmektedir (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2020). Diğer illerde ise iklimsel faktörlere ve üretim desenine bağlı olarak üretimin süresi kısaltmakta bu

durum mevsimlik tarım işçilerinin sürdürülebilir çalışma olanaklarına sahip olmasını engellemektedir. Adana; bir üretim sezonu içerisinde 45 000 kişiye istihdam imkânı sağlayarak, en çok mevsimlik tarım işçisi istihdam eden il olmuştur. Adana ilini 50 000 ile Malatya ve 20 000 ile Giresun takip etmektedir. Geçici çadır yerleşimi sayısı en yüksek olan il 96 yerleşim alanı ile Konya'dır. Konya'nın arazi yüzölçümünün geniş olması ve üretim desenindeki çeşitlilik yerleşim sayısının artmasında etkili olmuştur. Konya ilinde mevsimlik tarım işçilerinin sayısı 10 000 kişi olarak belirlenmiş ve çadırlarda 32 000 kişinin yaşadığı tespit edilmiştir. Konya'da çadırlarda yaşayan kişi ve çadır sayısı incelendiğinde her hanenin en az 7 kişilik olduğu ve en az 3 kişinin çalışmaya katıldığı tahmin edilmektedir.

**Çizelge 2.** Bazı İllere Ait Mevsimlik Tarım İşçilerinin Üretim Faaliyetleri ve Çalışma Koşulları

İl	Ürün	Çalışma Süresi (Ay)	Geçici Çadır Yerleşimi Sayısı	Çadır Sayısı	Çadırda Yaşayan Kişi Sayısı	Mevsimlik İşçi Sayısı (Tahmini)
Antalya	Seracılık Faaliyetleri, Narenciye	12	-	-	-	6 500
Mersin	Narenciye, Yazlık-Kışık Sebze, Kavun, Karpuz, Fıstık, Patates, Muz	12	-	-	-	6 000
Adana	Narenciye, Yazlık-Kışık Sebze, Kavun, Karpuz, Fıstık, Patates, Taze-Kuru Soğan	12	47	2 200	15 000	45 000
Gaziantep	Antep Fıstığı, Sebze, Sarımsak, Zeytin	9	-	-	-	8 000
İzmir	Üzüm, Zeytin, İncir, Patates, Kuru Soğan, Pamuk, Domates, Biber	8	-	-	-	10 000
Hatay	Taze-Kuru Soğan, Pamuk, Havuç, Maydanoz	8	-	-	-	9 000
Bursa	Domates, Biber, Yeşil Fasulye, Enginar, Kuru Soğan, Patates, Armut, Şeftali, Kiraz, Zeytin	7	27	777	4 300	9 000
Çanakkale	Domates, Biber, Üzüm, Zeytin	7	-	-	-	-
Manisa	Domates, Biber, Üzüm, Zeytin, Pamuk, Hıyar, Kiraz	7	26	392	2 700	15 000
Konya	Şekerpancarı, Kuru Fasulye, Nohut, Mercimek, Kimyon, Anason, Domates, Biber, Lahana, Kuru Soğan, Patates, Kiraz, Haşhaş, Ayçiçeği, Mısır	7	96	4 220	32 000	10 000
Eskişehir	Şekerpancarı, Domates, Biber, Lahana, Marul, Kuru Soğan, Patates, Kiraz	7	20	1 032	7 000	-
Ankara	Şekerpancarı, Kuru Soğan, Patates, Havuç, Marul, Kuru Fasulye, Nohut, Kimyon, Kiraz	7	46	2 638	20 000	10 000
Aydın	Zeytin, İncir, Üzüm, Pamuk, Enginar, Yer Fıstığı, Patates, Domates, Biber	3	-	-	-	-
Denizli	Tütün, Şekerpancarı, Haşhaş, Üzüm, Elma	3	-	-	-	-
Düzce	Fındık	1	-	-	-	10 000
Sakarya	Fındık	1	-	-	-	15 000
Zonguldak	Fındık	1	-	-	-	-
Samsun	Fındık	1	-	-	-	7 000
Ordu	Fındık	1	-	-	-	15 000
Giresun	Fındık	1	-	-	-	20 000
Malatya	Kayısı	1	-	-	-	50 000

**Kaynak:** Kalkınma Atölyesi, 2014; Anonim, 2015; Kalkınma Atölyesi, 2020.

Üretim faaliyetlerinin ve çalışma koşullarının belirlenebildiği iller aylık yaşam maliyetlerinin hesaplanması için seçilmiştir. Aylık yaşam maliyeti 7 alt kategoride 4 kişilik bir aile için hesaplanmıştır. Ailede 2 yetişkin, 6 yaş ve üzeri 1 ve 0-2 yaş arası 1 çocuk olduğu varsayımı dikkate alınmıştır. Açlık sınırı<sup>1</sup> 2020 yılı içerisinde aylık 3 049.00 TL, yoksulluk sınırı<sup>1</sup> 9.931,59 TL ve bekâr bir kişinin yaşam maliyeti<sup>1</sup> 3 709.00 TL olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021c). Mevsimlik tarım işçileri için aylık yaşam maliyetleri ise Tablo 3'te incelenmiştir. Mevsimlik tarım işçilerinin buldukları ilde ikamet etmesi ya da çalışmak için seyahat etmelerine rağmen ikametgâh adreslerinin bulunduğu illerde daimî bir konaklama alanlarının olması nedeniyle 100 m<sup>2</sup> üzerinden barınma maliyetleri hesaplanmıştır. Buna karşılık çalışma alanlarına toplu seyahat etmeleri ve seyahat masraflarının yevmiyelerinden kesilerek net ücrete yansıtılmaması nedeniyle ulaşım maliyetleri hesaplanmamıştır. Gerçekleştirilen tüm mali hesaplamalar için 2020 yılına ait fiyatlar üzerinden değerlendirme yapılmıştır. İllerin ortalaması alınarak Türkiye'de istihdam edilen bir mevsimlik tarım işçisinin ve ailesinin asgari yaşam maliyetlerinin ortalaması hesaplanmıştır. Elde edilen hesaplamalara göre aile gelirinin; asgari yaşam standartlarına göre aylık ortalama 4 322.76 TL olması gerekmektedir. Mevsimlik tarım işçilerinin yaşam maliyetleri Türkiye'deki aylık brüt asgari ücretin (3 084.57 TL) üzerinde bir değere

sahiptir. Fakat tarımsal üretim süreçlerinin mevsimsel değişimler, iklim koşulları ve doğal kaynakların kullanımı açısından sınırlanması nedeniyle tarımsal ücretler sürdürülebilir olmamaktadır. Düzce, Sakarya, Zonguldak gibi tek ürünün ağırlıkla yetiştirildiği illerde; yerleşik mevsimlik tarım işçiliği yapan ve yaşamlarını yalnız tarımsal gelirleri ile sürdüren bir ailenin sosyal ve ekonomik imkânları doğrudan kısıtlanmaktadır. Çalışma koşullarının incelendiği illerde çalışma süresi yaklaşık 6 aydır. Buna karşılık bir mevsimlik tarım işçisinin 2020 yılı üretim sezonunda 6 aylık tam zamanlı çalışmayla elde edilen kazanç en fazla 28 495.80 TL'dir<sup>1</sup>. Mevsimlik tarım işlerinden elde edilen gelirin tek kazanç kaynağı olduğu ve yıl içerisindeki tüm masrafların bu gelirden karşılandığı varsayıldığında; aylık harcanabilir değer 2 374.65 TL'dir. Söz konusu gelir bir aile için hesaplanan ortalama gıda ve enerji maliyetini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Mevsimlik tarım işlerinden elde ettikleri kazanç ile yaşamlarını sürdürmek zorunda olan aileler barınma, sağlık, eğitim gibi temel giderler için dâhi bütçe ayıramamaktadırlar. Dünyada gıda enflasyonunun artarak artan bir eğilimde olması yıllar itibarıyla mevsimlik tarım işçilerinin asgari yaşam maliyetlerinin artacağını ve gıda maliyetlerinin dahi karşılanmasında güçlüklerin oluşacağını bir göstergesidir.

**Çizelge 3.** İllere Göre Mevsimlik Tarım İşçisi Bir Ailenin Aylık Asgari Yaşam Maliyetleri (TL/Ay-Aile)

İller	Gıda	Barınma (100 m <sup>2</sup> )	Isınma	Enerji	Sağlık	Eğitim (6 yaş ve üzeri)	Çocuk Bakımı (0-2 yaş)	Toplam
Antalya	2 381.00	425.99	106.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 304.10
Mersin	2 229.00	250.04	106.50	70.28	811.33	251.00	258.00	3 976.15
Adana	2 229.00	303.20	106.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 029.31
Gaziantep	2 134.00	352.28	372.75	70.28	811.33	251.00	258.00	4 249.64
İzmir	2 603.00	503.69	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 710.30
Hatay	2 187.00	268.85	106.50	70.28	811.33	251.00	258.00	3 952.96
Bursa	2 245.00	311.32	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 159.93
Çanakkale	2 432.00	434.27	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 469.88
Manisa	2 335.00	335.63	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 274.24
Konya	2 142.00	271.43	372.75	70.28	811.33	251.00	258.00	4 176.79
Eskişehir	2 445.00	325.97	372.75	70.28	811.33	251.00	258.00	4 534.33
Ankara	2 309.00	301.22	372.75	70.28	811.33	251.00	258.00	4 373.58
Aydın	2 413.00	341.92	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 358.53
Denizli	2 413.00	381.58	213.00	70.28	811.33	251.00	258.00	4 398.19
Düzce	2 462.00	261.42	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 433.53
Sakarya	2 462.00	315.73	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 487.84
Zonguldak	2 415.00	351.96	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 477.07
Samsun	2 313.00	283.58	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 306.69
Ordu	2 410.00	347.59	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 467.70
Giresun	2 410.00	306.34	319.50	70.28	811.33	251.00	258.00	4 426.45
Malatya	2 197.00	250.46	372.75	70.28	811.33	251.00	258.00	4 210.82
Ortalama	2 341.24	329.74	261.18	70.28	811.33	251.00	258.00	4 322.76

## Tartışma ve Sonuç

Türkiye'deki mevsimlik tarım işçilerinin aylık asgari yaşam maliyetlerinin hesaplandığı bu çalışma kapsamında; tarımda sürdürülebilir bir istihdam ve gelir yapısının olmadığı tespit edilmiştir. Türkiye genelinde mevsimlik tarım işçilerinin ortalama 6 aylık bir çalışma zamanına sahip olması, elde edilen gelirin yıl boyunca yaşamsal faaliyetlerin devamlılığı için kullanılması nedeniyle asgari ücretin de altında bir gelir oluşumu söz konusudur. Asgari yaşam maliyetleri hesaplamasına göre mevsimlik tarım işçiliğiyle geçimini sağlayan 4 kişilik bir ailenin aylık 4 322.76 TL değerinde gelire sahip olması gerekmektedir. Bu durumda yıllık gelir de en az 51 873.12 TL olmalıdır. Düşük gelir koşulları altında gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında dâhi güçlük yaşayan mevsimlik tarım işçileri diğer maliyet kalemlerini oluşturan barınma, sağlık, eğitim gibi harcamaların fırsat maliyetine göre gelirlerini harcamaya yönlendireceklerdir. Mevsimlik tarım işçilerinin harcama tercihleri; yetersiz beslenme, sağlık ihtiyaçlarının karşılanamaması ve eğitime erişimin kısıtlanması gibi problemleri beraberinde getirecektir.

Tarım sektöründe düşük ücretlerin ekonomik ve sosyal yaşamı kısıtlaması nedeniyle, sektör uzun vadede çalışma alanı olarak tercih edilmeyecektir. Mevcut şartlar nedeniyle mevsimlik tarım işçileri kent alanlarında daha yüksek ücret karşılığında iş bulmaları durumunda kırsal alanlardan göç etmeye yöneleceklerdir. İç göçler işgücü piyasasını olumsuz etkileyecek nitelikte olacaktır. Tarımda istihdam edilen işgücünün eğitim düzeyinin düşük olması, başka mesleklere yönelik yetenek ve yeterliliklerinin kısıtlı olması yeni istihdam alanlarına katılmaları sonucunda yapısal işsizliği artıracaktır. Bu durum üretilen işin kalitesinin ve verimliliğinin azalmasına, dolayısıyla uluslararası rekabet gücünün kısıtlanmasına neden olacaktır. Ayrıca göçer konu olmuş işgücünün yeni istihdam alanlarında işe adaptasyonlarının sağlanması, işin yapılmasına yönelik becerilerin ve yeterliliklerin kazandırılması sürecinde maliyetlerin artacak ve refah azalacaktır. Yerel kırsal nüfusun iç göçlere yönelmesi, tarım işletmecilerinin üretimlerini sürdürebilmeleri için göçmen-mülteci istihdamını tercih etmelerine neden olacaktır. Göçmen-mülteci nüfusun çalışma izinlerinin olmaması, dil bariyerleri, tarım işlerine yönelik yetenek ve yeterliliklerin kısıtlılığı piyasada daha düşük ücretlerin oluşumuna neden olacaktır. Göç sonucunda değişen istihdam yapısı ekonomik problemlerin yanı sıra hem kırsal hem de kentel alanlarda sosyal yapının değişimine ve dönüşümüne de neden olacaktır. Kontrolsüz

meydana gelen bu süreç sosyal dokunun ve kültürel değerlerin yok oluşuna sebebiyet verecektir. Problemlerin minimize edilebilmesi için tarım sektöründe istihdam edilen nüfusun kırsal alanda tutundurulmasına yönelik planlama ve uygulamaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarımda ücretler açısından koruyucu iş yasalarının olmaması, kayıtdışı çalışma koşulları, sosyal güvence yoksunluğu, işgücünün örgütlenme problemlerinin olması, sosyal ve beşerî sermaye düzeyinin düşüklüğü, insana yakışır iş koşullarının olmaması kırsalda istihdamın ve işgücünün sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen unsurlardır. Bu unsurların iyileştirilmesine yönelik kamu kurumlarının, sivil toplumun ve uluslararası kuruluşlarının işbirliklerinin geliştirilmesi ve sermaye sahiplerinin duyarlılık düzeyinin artırılması gerekmektedir. Tarımda istihdam edilen ve özellikle mevsimlik tarım işçileri gibi kesikli çalışma koşullarına maruz kalan kişilerin korunması ve ücretlerin iyileştirilmesine yönelik özel bir sosyal güvenlik yasasının çıkarılması gerekmektedir. Tarım işletmelerindeki hem işverenlerin hem de işgücünün ücret karşılıklarının işgücü çeşitlerine göre belirlenmesini sağlayacak ihtiyaç analizleri ve işverenin ödeme gönüllülüğünü ölçen çalışmalar yapılarak mevcut durumun tespit edilmesine yönelik eylemler uygulanmalıdır. Tarım sektöründe istihdam edilen işverenler ve işçiler için yapılacak çalışmalar geleceğe yönelik beklentilerin, üretimin sürdürülebilirliğinin ve tarımda kalma eğiliminin tespit edilmesine yönelik önem arz ederken, tarımsal ücret politikasının ve sosyal koruma koşullarının hazırlanmasına da doğrudan katkı sağlayacaktır. Ayrıca tarım sektöründe istihdam edilen mevsimlik tarım işçileri yoğun emek gerektiren alanlarda fiziksel güce tabii olarak çalışmaktadırlar. Bu nedenle sosyal korumaya yönelik oluşturulacak politikalarda yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanacağı, gıdaya erişimin garanti edileceği eylemlerin ön plana çıkarılması gerekecektir.

Tarımsal istihdama yönelik ücretler ve refah artışına sağlanacak katkılar planlanırken toplumsal cinsiyet eşitliği kavramının da kırsal alan çalışmalarına yönelik olarak mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevsimlik tarım işçilerinin ücret karşılıkları incelendiğinde kadınların erkeklere kıyasla daha düşük ücretler aldığı görülmektedir. Örneğin; 2020 yılı içerisinde Çanakkale ilinde en yüksek erkek işgücü ücret karşılığı 158.31 TL iken, Giresun ilinde kadınların aldığı en yüksek ücret 124.63 TL'dir. Ücretler arasında %21.28 oranında fark söz konusudur. Kadınların erkeklerle eşit düzeyde ücretlendirilmesi; aile gelirinin artırılması, adil gelir

karşılığının sağlanması kırsal alanda kadın istihdamının teşvik edilmesi açısından önem taşımaktadır. Kadınların istihdama katılımı ailenin yaşam standartlarının artırılmasına katkı sağlaması açısından önemli bir unsur olup ayrıca ailenin kırsal alanda tutundurulması için de etkilidir. Kırsal alanda kadınlara yeni iş imkânlarının sağlanması, kadın girişimlerinin desteklenmesi, teknoloji kullanımına yönelik teşviklerin sağlanması ve gelir getirici farklı ürünlerin kadınlar tarafından yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kadınların ekonomik hayata katılımalarının kolaylaştırılması ve desteklenmesi için kırsal alanda ocuk ve yaşlı bakım evlerinin açılması, sosyal yaşama katılımı kolaylaştıracak tesis alanlarının kurulması kadın istihdamını teşvik edecektir. Kadın istihdamına yönelik uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için belediyeler ve sivil toplum kuruluşları işbirliği içerisinde çalışmaları gerekmektedir.

Tarımsal retim faaliyetlerine katılan mevsimlik tarım işçilerinin gelirlerinin artırılması ve asgari yaşam maliyetlerini karşılayacak düzeyde bir gelire sahip olunmasını sağlayacak önemli unsurlardan diğeri de eğitimidir. Mevsimlik tarım işçilerinin çalışma alanlarının ve yeteneklerinin belirlenerek istihdama katıldıkları alanlarda uzmanlaşmaları sağlanmalıdır. Uzmanlaşmaya yönelik sertifikalı eğitimler düzenlenmeli; bu eğitimler istihdam süreçlerinde işe tercih edilme kriteri olarak değerlendirilmelidir. Bu uygulama hem mevsimlik işgücünün kayıt altına alınmasını hem de uzmanlaşma ile ücretlerin artışını sağlayacak nitelikte olacaktır. Mevsimlik işgücünün artan ücretleri asgari yaşam maliyetini oluşturan eğitim kategorisinde de harcama yapılmasını teşvik edecek, ailedaki çocuklar eğitimlerine devam etmelerine imkân sağlayacaktır. Böylece mevsimlik tarım işçilerinin yoksulluk döngüsü kırılacak, refah toplumun tüm kesimlerine yansiyacak ve kırsal alanlar kalkınma süreçlerine katkı sağlayacaklardır.

## Kaynakça

- Anonim (2015). Mevsimlik işçiler, <https://140journos.com/mevsimlik-i%CC%87%C5%9F%C3%A7ilercdc8cd0c15ce>, Erişim Tarihi: 25/10/2021.
- Anonim (2021a). <https://www.evrensel.net/haber/392631/asgari-ucret-ne-kadar-nasil-hesaplaniyor>, Erişim Tarihi: 24/10/2021.
- Anonim (2021b). Bursa Ticaret ve Sanayi Odası, <https://www.btso.org.tr/?page=databank/ufetufe.asp&qufetufeyear=2020>, Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Anonim (2021c). Eylül 2021 Açlık ve yoksulluk sınırı, <http://www.tes-is.org.tr/assets/view/userfile/aclikeylul21.pdf>, Erişim Tarihi: 27/10/2021.
- Anonim, (2022). <https://ipa.istanbul/wp-content/uploads/2022/03/Istanbulda-Yasam-Maliyeti-Arastirmasi-SUBAT-2022.pdf>, Erişim Tarihi: 25/10/2022.
- Avrupa İstatistik Ofisi (European Statistics – Eurostat) (2021). [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/earn\\_mw\\_cur/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/earn_mw_cur/default/table?lang=en), Erişim Tarihi: 01/11/2021.
- Bayramoğlu, Z., Bozdemir, M. (2019). Dış glerin mevsimlik tarım işçiliği üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 1164-1176.
- Bayramoğlu, Z., Bozdemir, M. (2020). Tarım sektöründe işgücü terminolojisinin tanımlanması. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(3), 773-783.
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım rgt (United National Food and Agriculture Organization - FAO) (2016). Tarımsal ve kırsal geçimin ulusal cinsiyet profili Türkiye. lke Toplumsal Cinsiyet Değerlendirme Serisi, Ankara.
- Bozdemir, M., Gülçubuk, B., Bayramoğlu, Z. (2019). Tarımda göçmen-mltesi istihdamı ve kırsalda emek temelli çatışma rntleri. 2. Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi, 19-20 Nisan 2019, 309-317, Konya.
- Fereli, S., Akta, ř., Güneş, F. E. (2016). Mevsimlik tarım işçilerinin çalışma koşulları, beslenme durumları ve görülen sorunlar. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(3), 36-47.
- Geçgin, E. (2009). Ankara-Polatlı rneğinde sosyal dışlanma açısından mevsimlik tarım işçiliği. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(1), 3-35.
- Gülçubuk, B. (2008). Türkiye'de kırsal alanda kadın. Kırsal Alanda Kadın alıştayı, 15-17 Ekim 2008.
- Kalkınma Atölyesi (2014). Fındık hasadının oyuncuları, batı karadeniz illerinde fındık hasadında yer alan mevsimlik gezici tarım işçileri, çocuklar, tarım aracıları ve bahçe sahipleri temel araştırması (1. Basım). Ankara.
- Kalkınma Atölyesi (2020). Virüs m, yoksulluk mu?, Korona virüs salgınının mevsimlik gezici tarım işçileri ve onların çocukları ile bitkisel üretime olası etkisi. Ankara.
- Kıymaz S., zekici B., Tekinel O. (2004). Women in agriculture and irrigation: Turkish case. Integration of Gender Dimension in water management in the Mediterranean region: INGEDİ Project. Bari: CIHEAM, 123-131.
- Korkmaz . (2003). ağdağ gelişmeler açısından asgari cret Kamu İşletmeleri İşverenleri Sendikası Yayınları, Ankara.

- Kurtcebe, E., Horzum, A. O. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de asgari ücret uygulaması. Dayanışma Dergisi, İzmir Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası, 126, 23-34.
- Kutal M. (1969). Asgari Ücret (1. Baskı). Sermet Matbaası, İstanbul.
- Sayın, A. K. (2019). ILO normları bakış açısı ile dünyada ve Türkiye'de asgari ücret uygulamaları. Çalışma ve Toplum, 62, 1877-1916.
- T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) (2020). [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/calisan/kayitdisi\\_istihdam/kayitdisi\\_istihdam\\_oranlari](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/calisan/kayitdisi_istihdam/kayitdisi_istihdam_oranlari), Erişim Tarihi: 20/10/2021.
- T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) (2022). [http://eski.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/calisan/kayitdisi\\_istihdam/kayitdisi\\_istihdam\\_oranlari](http://eski.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/calisan/kayitdisi_istihdam/kayitdisi_istihdam_oranlari), Erişim Tarihi: 24/10/2022.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2020). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tarimsal-İşletme-İşgücü-Ücret-Yapisi-2019-33728>, Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2021). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Tuketici-Fiyat-Endeksi-Eylul-2021-37387>, Erişim Tarihi: 22/10/2021.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022). Tarımsal İşletme İşgücü Ücret Yapısı, 2020-2021, Sayı: 45783.
- United States Department of Agriculture (USDA) (2021). <https://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-labor/#wages>, Erişim Tarihi: 24/10/2021.

# Biyostimulant Olarak Bitki Ekstraktları ve Çimlenmiş Buğday Tohumu Ekstraktı

Muhammet KARAŞAHİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Çumra, Konya.

**\* Sorumlu Yazar**

Tel.: -  
mkarasahin@selcuk.edu.tr

**Yayın Bilgisi:**

Geliş Tarihi: 13.07.2022  
Kabul Tarihi: 24.09.2022

**Anahtar kelimeler:** Bitki ekstraktları, biyostimulantlar, çimlenmiş buğday tohumu

**Keywords:** Biostimulants, plant extracts, sprouted wheat seed

## Özet

Bir taraftan bilinçsiz kullanım nedeniyle tarım alanları gün geçtikçe daralırken diğer taraftan iklim değişikliği nedeni ile bitkisel üretim sıklıkla abiyotik ve biyotik stres şartlarına maruz kalmaktadır. Gıda güvenliği için verim ve kalite kayıplarının önlenmesi, birim alandan elde edilen verimin artırılması kaçınılmazdır.

Biyostimulantlar bitki büyüme ve gelişimini teşvik etmekte verim ve kaliteyi artırmakta ayrıca biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı güçlendirmektedirler. Böylece kimyasal gübre kullanımını azaltarak çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir üretim yapma imkanı sunmaktadırlar. Birçok araştırıcı biyostimulantları; deniz yosunu özleri, humat içerikli maddeler, bitkisel ve hayvansal menşeyli protein hidrolizatları ve amino asitler, mikroorganizmalar, kitin ve kitosan benzeri biyopolimerler şeklinde sınıflandırmıştır.

Zengin biyoaktif madde içerikleri ile bitki ekstraktları yaygın araştırılan ve kullanılan biyostimulantlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitki ekstraktlarına biyostimulant özelliği veren biyoaktif bileşikler arasında genellikle polifenoller, amino asitler gibi organik bileşikler, bitki hormonları, vitaminler, makro ve mikro elementler yer almaktadır. Buğday çim suyunun yüksek konsantrasyonlarda klorofil ve farmakolojik enzimler ile biyoflavonoid, fenolik, terpenoid ve fitokimyasal bileşikler, vitamin ve mineraller bakımından zengin olduğu ve 17 farklı aminoasidi bünyesinde bulundurması gibi özellikleri ile alternatif biyostimulant olduğu belirtilmektedir.

Farklı bitki ekstraktları ile çimlenmiş buğday tohumu ekstraktının biyostimulant olarak kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde su ve bitki besin elementi alım ve kullanım etkinliğini artırarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik ettikleri, verim ve kaliteyi artırdıkları, biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı güçlendirdikleri görülmektedir. Kimyasal gübre kullanımını azaltan, çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir bitkisel üretim için önemli bir alternatif biyostimulant olarak değerlendirilebilir.

## Plant Extracts and Sprouted Wheat Extract as Biostimulant

### Abstract

On the one hand, agricultural areas are shrinking day by day due to unconscious use, on the other hand, plant production is frequently exposed to abiotic and biotic stress conditions due to climate change. For food safety, it is inevitable to prevent yield and quality losses and to increase the yield obtained from the unit area.

Biostimulants encourage plant growth and development, increase yield and quality, and strengthen resistance to biotic and abiotic stress conditions. Thus, by reducing the use of chemical fertilizers, they offer the opportunity to produce environmentally friendly, economical and sustainable. Many investigative biostimulants; seaweed extracts, humate-containing substances, protein hydrolysates of vegetable and animal origin and amino acids, microorganisms, chitin and chitosan-like biopolymers.

Plant extracts with their rich bioactive substance contents are widely researched and used biostimulants. Among the bioactive compounds that give biostimulant properties to plant extracts, there are generally organic compounds such as polyphenols, amino acids, plant hormones, vitamins, macro and micro elements. It is stated that wheatgrass juice is an alternative biostimulant with high concentrations of chlorophyll and pharmacological enzymes, rich in bioflavonoid, phenolic, terpenoid and phytochemical compounds, vitamins and minerals, and containing 17 different amino acids.

When the studies on the use of different plant extracts and sprouted wheat seed extract as a biostimulant are evaluated, it is seen that they increase the efficiency of water and plant nutrient uptake and use, encourage plant growth and development, increase yield and quality, and strengthen resistance to biotic and abiotic stress conditions. It can be considered as an important alternative biostimulant for environmentally friendly, economical and sustainable plant production, which reduces the use of chemical fertilizers.

## 1. Giriş

Bir taraftan dünya nüfusu sürekli artarken diğer taraftan gıda üretiminin gerçekleştiği tarım arazileri; bilinçsiz sulama, gübreleme, ilaçlama, toprak işleme ve tarım alanlarını yerleşime açma gibi hatalı kullanım nedeniyle kirlenmekte, erozyonla kaybolmakta ve gün geçtikçe daralmaktadır. Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle de bitkiler sıklıkla kuraklık, sıcaklık (aşırı sıcak ve soğuk), sel, tuzluluk, ağır metal toksisiteleri ve yetersiz oksijen gibi abiyotik stres koşullarına maruz kalmaktadırlar. Bitki büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyen, biyolojik sistemine ve fonksiyonuna zarar veren tüm olumsuz faktörler stres olarak tanımlanmaktadır. Karşılaşılan stresin şiddetine göre verim ve kalite kayıpları %50-80'lere ulaşabilmektedir (Zhang ve ark., 2018). Gıda güvenliği için verim ve kalite kayıplarının önlenmesi, birim alandan elde edilen verimin artırılması vaz geçilmez stratejilerdendir. İnorganik gübrelerle birlikte organik gübreler ve/veya biyostimulantların uygulanması sinerjik etki göstererek bitki besin elementi alımını artırmakta daha iyi bitki gelişimi ve yüksek verimlerin alınmasını sağlamakta aynı zamanda kimyasal gübre kullanımını azaltarak çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir üretim yapma imkanı sunmaktadır (Karavaşahin, 2014; Yakhin ve ark., 2017). Stres kaynaklı yaşanan verim ve kalite kayıplarını önlemede biyostimulantlar önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Shahrajabian ve ark., 2021).

Biyostimulantlar bitkilere yapraktan, topraktan ve tohuma uygulanabilmekte, içermiş oldukları nükleik asit, amino asit, polisakkarit, peptit, protein, vitamin, lipid, karbonhidrat, fenolik bileşikler, hümitik, fulvik asit, fitohormon (Parrado ve ark., 2008) mikroorganizma ve mikroorganizmalar için gerekli enerji kaynakları, toprak düzenleyiciler ve şelatlayıcılar ile katyon değişim kapasitesi artmakta, kök gelişimi teşvik edilmekte, besin elementleri alınımı, kullanımı ve bitkide taşınımı iyileşmekte, stoma açıklığı kontrol edilmekte, suyun kullanım etkinliği artmakta, fizyolojik ve metabolik aktiviteleri hızlandırmakta enerji kullanımını

azaltarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik etmekte verim ve kaliteyi artırmakta (Yakhin ve ark., 2017; Bhupenchandra ve ark., 2020) ayrıca abiyotik (Sharma ve ark., 2012) ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı güçlendirmektedirler (Du Jardin, 2012; Traon ve ark., 2014; Shahrajabian ve ark., 2021). Biyostimulantların bu olumlu etkileri gübreler ile birlikte kullanıldıklarında daha belirgin hale gelmekte böylece kimyasal gübre kullanımını azaltarak çevre kirliliğini önlemeye yardımcı olmaktadır (Calvo ve ark., 2014; Yakhin ve ark., 2017).

Bu çalışma ile biyostimulant olarak en yaygın kullanılan bitki ekstraktları ile çimlenmiş buğday tohumu ekstraktı uygulamalarının hangi bitki üzerlerinde test edildiği ve ne gibi etkilerinin görüldüğünü içeren literatür bilgilerini derleyerek konu ile ilgili çalışacak araştırmacılara ışık tutmak amaçlanmıştır.

## 2. Biyostimulantların Sınıflandırılması

Biyostimulantları sınıflandırmada farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte birçok araştırmacı tarafından; deniz yosunu özleri, humat içerikli maddeler, bitkisel ve hayvansal menşeyli protein hidrolizatları ve amino asitler, mikroorganizmalar, kitin ve kitosan benzeri biyopolimerler şeklinde sınıflandırılmıştır (Calvo ve ark., 2014; Du Jardin, 2015; Külahtaş ve Çokuysal, 2016; Bhupenchandra ve ark., 2020; Cataldo ve ark., 2022). Bazı araştırmacılar ise su ve bitki besin elementi alımı ile kullanım etkinliğini artırarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik ediciler ile bağışıklık sistemini güçlendirerek streslere karşı tolerans artırıcıları biyostimulant olarak tanımlamışlar ve bunların kimyasal içermeyen, sentetik olmayan doğal organik asitler, hormonlar ve biyoaktif bileşikleri içeren ürünler olduğunu belirtmişlerdir (Bulgari ve ark., 2015; Chojnacka ve ark., 2015; Yakhin ve ark., 2017). Farklı literatürlerden elde edilen bilgiler ışığında biyostimulantlar ve içerdikleri biyoaktif maddeler ile etki mekanizmaları Çizelge 1'de sınıflandırılmıştır (Yakhin ve ark., 2017; Garcia-Garcia ve ark., 2020; Shahrajabian ve ark., 2021; Cataldo ve ark., 2022).

**Çizelge 1.** Biyostimulantların sınıflandırılması

Biyostimulantlar	Biyoaktif içerikler	Etki mekanizmaları
Deniz yosunu özleri	Karboksilik asitler, alginik asit, absisik asit, oksinler ve oksin benzeri maddeler, betainler, karbonhidratlar, sitokininler, gibberalinler, yağlar, melatonin, mineraller, fenolik bileşikler, polisakkaritler, proteinler, brassikasteroller.	Su ve bitki besin elementi alım ve kullanım etkinliğini artırır, hormonal etki yaparlar, gen ifadesini düzenlerler, fotosentez verimliliğini ve fotosentetik pigmentleri artırır, toplam protein, amino asit, betain, fenolik bileşikler ve karbonhidrat miktarını artırır, yaşlanmayı geciktirirler, stoma açıklığını etkileyerek transpirasyonu azaltırlar, kök salgılarını düzenlerler, hücre duvarını güçlendirirler, biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklılık sağlarlar.
Leonardit, kompost, vermikompost vb. humat içerikli maddeler	Mineraller, hümitik ve fulvik asitler, amino peptitler, sakkaritler,	Bitki besin elementi alımını artırır, taşınımını hızlandırır, oksin, gibberallin benzeri aktivite gösterirler, hormonal yapıyı ve gen ifadesini düzenlerler, çeşitli metabolik faaliyetleri hızlandırır, klorofil ve karoten



	mikroorganizmalar, bitkisel hormonlar.	lipitler,	pigmentlerini artırır, fotosentez verimliliğini artırır, protein ve fenolik içerikleri artırır, enzim aktivitelerini hızlandırır, stres şartlarına karşı dayanıklılığı artırır.
Bitkisel ve hayvansal menşeyli protein hidrolizatları ve amino asitler	Amino asitler, oksinler, karbohidratlar, sitokinler, mineraller, vitaminler, antioksidanlar, gibberalinler, lipidler, polifenoller, melatonin, fenolikler, proteinler, saponinler, uçucu bileşikler.		Bitki besin elementi alımını artırır, köklenmeyi teşvik ederler, hormonal sistemi ve gen ifadesini düzenlerler, protein miktarını, CO <sub>2</sub> asimilasyonunu artırır, transpirasyonu azaltır, fotosentez verimliliğini artırır, fotosentetik pigmentleri ve biyokimyasal içerikleri artırır, enzim aktivitelerini düzenlerler, antioksidan savunma sistemini aktive ederler, stoma açıklığını kontrol ederek su kullanım etkinliğini artırır, biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı artırır, antimikrobiyal etki gösterirler.
Kitin ve kitosan benzeri biyopolimerler	Polinükleotitler, polisakkaritler.	polipeptitler,	Bitki besin elementi alımını artırır, fotosentetik aktiviteyi teşvik ederler, pigment ve fenolik bileşik miktarını artırır, protein sentezini, hücre bölünmesini ve enzimatik faaliyetleri artırır, biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı artırır.
Bakteri ve mantarlar	Amino asitler, oksinler ve oksin benzeri bileşikler, betain, gibberalinler, karbon hidratlar, lipopolisakkaritler, melatonin, kitosan, kitin, mineraller, protein, vitamin, sideroforlar, oligopeptitler.		Bitki besin elementlerin yarayışlılığını ve enzim aktivitesini artırır, azot alımını teşvik ederler, toprak verimliliğini sürdürürler, azot fiksasyonu yaparlar, bitkilerin hormonal yapılarına etki ederler, toplam karbohidrat, protein ve fenol miktarını ve amino asit sentezini artırır, klorofil ve karoten pigmentlerini artırır, antioksidatif bileşikler artırır, stres şartlarına karşı dayanıklılık sağlarlar.

### 3. Biyostimulant Olarak Bitki Ekstraktları Uygulamaları

Gün geçtikçe artan dünya nüfusunun gıda ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ekosistemde yaşanan tahribatının önlenmesi, sürdürülebilir tarımsal üretim yöntemlerinin uygulanması ve birim alandan elde edilen verimin artırılabilmesi ile mümkündür. Sürdürülebilir tarımsal üretim insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanımının azaltılması ile sağlanabilir. Bu sebeple alternatif ve sürdürülebilir üretim yöntemleri ile ilgili çalışmalar daha önem kazanmaktadır. Bu hedeflere ulaşabilmek için biyostimulant kullanımı alternatif organik girdi olarak ön plana çıkmaktadır. Zengin biyoaktif

madde içerikleri ile bitki ekstraktları yaygın araştırılan ve kullanılan biyostimulantlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitki ekstraktlarına biyostimulant özelliği veren biyoaktif bileşikler arasında genellikle polifenoller, amino asitler gibi organik bileşikler, bitki hormonları, vitaminler, makro ve mikro elementler yer almaktadır.

Yapılan literatür taramalarından elde edilen bilgilere göre biyostimulant olarak en yaygın kullanılan bitki ekstraktları, hangi bitki türlerinde test edildiği ve ne gibi etkilerinin görüldüğünü içeren bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir (Colla ve ark., 2015; Yakhin ve ark., 2017; Bulgari ve ark., 2019; Godlewska ve ark., 2020; Moreno-Hernandez ve ark., 2020; Godlewska ve ark., 2021).

**Çizelge 2.** Biyostimulant olarak kullanılan bazı bitki ekstraktları ve etkileri

Bitki ekstraktı	Test edilen bitkiler	Bitki üzerine etkileri	Kaynaklar
Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	Ayçiçeği, bamyası, bezelye, biber, börülce, buğday, domates, erik, fasulye, fesleğen, kabak, kinoa, kişniş, kolza, marul, mısır, pamuk, piriç, roka, soğan, sorgum,	Klorofil miktarını artırmıştır. Kök ve yaprak gelişimini, bitki boyunu artırmıştır. Çimlenme ve çıkış süresini %50 azaltmıştır. Fotosentez oranını, stoma iletkenliğini, fitohormon miktarını artırmıştır. Verim ve verim unsurlarında artış sağlamıştır. Toplam fenolik madde, protein, makro ve mikro element içeriğinde artış sağlamıştır. Meyve tutumu ve ağırlığını artırmıştır. Kuraklık, su ve tuz stresine karşı dayanıklılık sağlamıştır. Mantar ve afitlere karşı toleransı artırmıştır.	(Culver ve ark., 2012; Abdalla, 2013; Mona, 2013; Yasmeen ve ark., 2013; Iqbal ve ark., 2014; Yasmeen ve ark., 2014; Zaki ve Rady, 2015; Basra ve Lovatt, 2016; Latif ve Mohamed, 2016; Abd El-Mageed ve ark., 2017; Khan, 2017; Maishanu ve ark., 2017; Pervez ve ark., 2017; Thanaa ve ark., 2017; Desoky ve ark., 2018; Mamka ve Gwa, 2018; Merwad, 2018; Ogbuehi ve Agbim, 2018; Rashid ve ark., 2018; Hassanein ve ark., 2019; Kanchani ve Harris, 2019; Mazrou, 2019; Shah ve

	soya, sudan otu, seftali, üzüm		ark., 2019; Bakhsh ve ark., 2020; Khan ve ark., 2020; Yaseen ve Hajos, 2020; Khan ve ark., 2021; Nisar ve ark., 2021; Yaseen ve Hajos, 2021)
Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	Elma, biber, fesleğen, kadife çiçeği, kurşun kalem ardıcı, mısır, şeker pancarı	Kök ve yaprak gelişimi ile azot asimilasyonunu artırmıştır. Toplam biyomasta artış sağlamıştır. Meyve kalitesinde artış sağlamıştır. Tuz ve nematod stresine karşı tolerans sağlamıştır.	(Schiavon ve ark., 2008; Ertani ve ark., 2009; Ertani ve ark., 2012; Ertani ve ark., 2013; Ertani ve ark., 2014; Kibatu ve ark., 2014; Shikur, 2015; Naboulsi ve ark., 2018; Soppelsa ve ark., 2018; Kisvarga ve ark., 2020; Barna ve ark., 2021; Emilia, 2021)
Sarımsak ( <i>Allium sativum</i> )	Bakla, biber, buğday, domates, patlıcan, fasulye	Çimlenme yüzdesini, fotosentetik pigment miktarını, bitki boyunu, yaprak sayısını ve gelişimi ile bitki verimini artırmıştır. Yaprak küfü, yaprak yanıklığı, yaprak pası vb. mantari ve bakteriyel hastalıkların gelişimini engellemiştir.	(Azad ve Sarker, 2017; Shabana ve ark., 2017; Elzaawely ve ark., 2018; Hayat ve ark., 2018; Karabüyük, 2018; Ali ve ark., 2019; E-Saadony ve ark., 2019; Hayat ve ark., 2020)
Meyan kökü ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	Badem, biber, çin lahanası, fasulye, rezene, soğan	Bitki boyu, yaprak sayısı, klorofil pigment miktarında, kuru madde ve verimde artış sağlamıştır. Esansiyel yağ ve kimyasal kompozisyonunu artırmıştır. Su ve tuz stresine karşı dayanıklılık sağlamıştır.	(Babilie ve ark., 2015; El-Azim ve ark., 2017; Desoky ve ark., 2019; Rady ve ark., 2019; Akram ve ark., 2022)
Mısır ( <i>Zea mays</i> )	Ayçiçeği, buğday, fasulye, karnabahar	Çimlenme ve bitki gelişimini teşvik etmiştir. Yapraklarda pigment miktarı ile makro ve mikro element alımını artırmıştır. Biyomas ve tane verimini artırmıştır. Kuraklık ve tuz stresine karşı tolerans sağlamıştır.	(Semida ve Rady, 2014; Rehman ve ark., 2018; Alzahrani ve Rady, 2019; Alharby ve ark., 2020)
Çemen otu ( <i>Trigonella foenum graecum</i> L.)	Mango, portakal, üzüm	Yaprak pigment ve mineral madde miktarını artırmıştır. Bitki büyüme ve gelişimini artırmıştır. Meyve tutumunu, meyve kalitesini ve verimini artırmıştır.	(Abd El-Rahman, 2015; Ahmed, 2015; Ebrahim, 2017; El-Salhy ve ark., 2020)
Soya ( <i>Glycine max</i> )	Üzüm, marul	Bitki gelişimi ve verimini artırmıştır. Bağ mildiyösü stresine karşı dayanıklılık sağlamıştır.	(Lachhab ve ark., 2014; Jang ve Kuk, 2019)
Acı kekik ( <i>Thymbra capitata</i> )	Buğday, kabak	Kök ve sap gelişimi ile klorofil miktarını artırmıştır. Meyve sayısı, ağırlığı ve toplam verimi artırmıştır. Beyaz sinek stresine karşı etkili olmuştur.	(Ben-Jabeur ve ark., 2019; Beni ve ark., 2020)
Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	Domates	Kök ve sap gelişimini, bitki boyunu ve verimini artırmıştır.	Soui ve Bakhtiarzade, 2019; Chrysargyris ve ark., 2020)

Buğday tanelerinin çimlenme ve büyümeleri için gerekli olan nem, ısı, ışık vb. şartların topraksız ortamda sağlanması ile hidroponik buğday çimi elde edilmektedir. Taneler çimlendikten sonra kökler birbirine geçerek halı görünümünü almakta 6-8 gün içerisinde yeşil aksam 20-25 cm boya ulaşabilmektedir. Hidroponik üretimde verim ve kalite; sistem yönetimi, kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, su kalitesi ve pH, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besi elementi varlığı, sıcaklık, karbondioksit ve nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi özelliklerden etkilenmektedir (Karavaşahin, 2022). Buğday çim suyu elde etmede ısı ve oksidasyonla enzim kayıplarını önleyen düşük devirle çalışan, soğuk sıkım, vidalı-pres sistem çim sıkacakları

kullanılmaktadır.

Tohumların çimlendirilmesi antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin miktarını artırmada başarılı bir strateji olarak görülmektedir. Çimlenme ile birlikte karbonhidrat, lipid ve proteinleri temel bileşenlerine indirgemek için gerekli enzimler aktif hale gelmekte böylece besinlerin biyo yararlılıkları artmaktadır. Nişasta ve proteinler, hidrolitik enzimler tarafından aktive edilmekte ve ayrıştırılmakta, bunun sonucu oligosakkarit ve amino asit miktarlarında artış meydana gelmektedir. Fitik asit miktarı azalmakta, tripsin inhibitörü aktivitesi hızla düşmektedir (Pakfetrat ve ark., 2019; Ikram ve ark., 2021). Çimlendirilmiş tahıl tanelerinin avantajlı olarak kullanımı bünyelerindeki protein miktarı ve kalitesindeki artışın sonucudur.

Çimlenme anında amilaz ve lipaz enzimlerinin aktif hale gelmesi ile tanelerin bünyesinde şeker ve esansiyel yağ asitleri miktarında artış olmaktadır. Çimlenme anında vitamin içeriklerinde özellikle A, B ve E vitamini kapsamında 20 katına yakın bir artış olmaktadır. Çimlenme ile mineraller protein bileşikleriyle şelatlanmakta ve faydalılıkları artmaktadır. Çimlenme ile aynı zamanda fitaz enzimi oluşumuyla fitik asitin olumsuz etkisi azaltılmaktadır (Sharif ve ark., 2013). Bu sayılan faydaları destekleyici bir diğer unsurda çözülebilir çim suyu faktörüdür. Buğday çimi bütün besin maddelerini bünyesinde bulunduran tam gıda olarak tanımlanmaktadır. Bir birim buğday çiminin besleyici değerinin içermiş olduğu aminoasitler, vitaminler, mineraller, klorofil ve enzimler yönünden diğer sebzelerin yaklaşık 20 katı kadar olduğu bildirilmiştir (Pannu and Kapoor, 2015).

Buğday çim suyunun kimyasal içeriği

üzerine yapılan araştırmalarda yüksek konsantrasyonlarda klorofil ve proteaz, amilaz, lipaz, sitokrom, oksidaz, transhidrogenaz, superoksit dismutaz gibi farmakolojik enzimler ile apigenin, kuersetin, luteolin gibi bioflavonoidler içerdiği, absisik asit, ferulik asit, gallic asit, kafeik asit, p-fumarik asit, elajik asit, benzoik asit, p-hidroksibenzoik asit, siringik asit, kuersetin ve bütil hidroksianisol gibi önemli fenoliklerle, gamma sitosterol, skualen, karyofilen, amirins, saponin, tanen, kumarin gibi terpenoid ve fitokimyasal bileşiklerle, biyotin, kolin, folasin, vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, E ve K bakımından zengin olduğu, kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, magnezyum, sodyum, sülfür, çinko, bor, mangan, molibden, selenyum ile 17 farklı aminoasidin bulunduğu belirtilmiştir (Mujoriya ve Bodla, 2011; Shah ve ark., 2011; Chauhan, 2014; Karashahin, 2015), (Çizelge 3 ve 4).

**Çizelge 3.** Buğday çim suyu kimyasal içeriği (100 g)

Makro Besin Değerleri		Vitaminler		Aminoasitler		Enzimler	
Kül	0.48	Biotin	10 mcg	Alanin	306 mg	Amilaz	Eser miktar
Kalori	21 cal	Kolin	92.4 mg	Aspartik Asit	260 mg	Lipaz	Eser miktar
Karbonhidrat	2 g	Folasin	29 mcg	Sistein	31.2 mg	Proteaz	Eser miktar
Klorofil	42.2 mg	Inositol	Eser miktar	Glutamik Asit	Eser miktar	<b>Esansiyel Yağ Asitleri</b>	
Diyet lif	<0.1 g	A	427 IU	Glisin	Eser miktar	Lesitin	<0.3 g
Yağ	0.06 g	B1	0.08 mg	Histidin	Eser miktar	Tekli Doymamış Yağ A.	Eser miktar
Nem	95 g	B2	0.13 mg	Isolusin	56.6 mg	Çoklu Doymamış Yağ A.	Eser miktar
Protein	1.95 g	B3	0.11 mg	L-Arginin	135 mg	Doymuş Yağ Asidi	Eser miktar
	<b>Mineraller</b>	B5	6 mg	L-Lizin	37 mg	<b>Karbonhidratlar</b>	
Ca	24.2 mg	B6	0.2 mg	Lösin	105.3 mg	Fruktoz	Eser miktar
Fe	0.61 mg	B12	<1 mcg	Metiyonin	93.6 mg	Glukoz	0.8 g
Mg	24 mg	C	3.65 mg	Fenilalanin	103.4 mg	Laktoz	Eser miktar
P	75.2 mg	D	Test edilmedi	Prolin	237 mg	Maltoz	Eser miktar
K	147 mg	E	15.2 IU	Serin	Eser miktar	Sakkaroz	Eser miktar
Se	< 1 ppm	K	Test edilmedi	Treonin	280 mg		
Na	10.3 mg			Triptofan	Test edilmedi		
Zn	0.33 mg			Tirozin	62.4 mg		
				Valin	44.9 mg		

<http://www.dynamicgreens.com/wheatgrass-juice-nutritional-analysis/>

Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz, guaiakol peroksidaz (GPX), askorbat peroksidaz (APX), guaiakol peroksidaz (GPOX), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR), glutatyon redüktaz (GR) ve glutatyon stransferazlar (GST) enzimatik antioksidanlar olarak tanımlanmaktadır. Askorbik asit, glutatyon, karotenoidler, tokoferoller, prolin, glisin betain ve favonoidler ise enzimatik olmayan antioksidanlar olarak belirtilmiştir (Xie ve ark., 2019). Kulkarni ve ark. (2006) buğday çim suyunun serbest radikallerin

zararlı etkilerini nötralize eden iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Yang ve ark. (2001) buğday çiminin 7 günde maksimum antioksidan potansiyeline ulaştığını tespit etmişlerdir. Taze sıkılmış buğday çim suyu; süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz, katalaz, sitokrom oksidaz, fosfataz, DNazlar, RNazlar ve malat dehidrojenaz dahil birçoğu enzim bakımından oldukça zengindir. Buğday gibi yeşil bitkilerde bolca bulunan klorofil ve buna eşlik eden karotenoidler güçlü antioksidan özelliklere sahiptirler (Çizelge 3 ve 4).

**Çizelge 4.** Buğday çim suyu fenolik (Eissa ve ark., 2020) ve bazı diğer kimyasal analizleri (Wang ve ark., 2022)

Fenolikler	Çim suyu (µg/ml)	Fenolikler	Çim suyu (µg/ml)	Analizler	Çim suyu
Gallik asit	8.94	Ferulic	0.46	pH	6.04
Protocatechuic	22.34	Sinapic	27.98	Klorofil a (µg/100 g FW)	401.80
p-hydroxybenzoic	4.05	Rutin	6.06	Klorofil b (µg/100 g FW)	106.54
Gentisic	1.74	p-coumaric	3.04	Karotenler (µg/100 g FW)	58.30
Catechin	0.80	Apigenin-7-glucoside	1.85	TPC (mg GAE/100 g FW)	92.36
Chlorogenic	3.29	Rosmarinic	11.31	DPPH (µmol TE/g FW)	1.27
Caffeic	12.03	Cinnamic	0.29	ORAC (µmol TE/g FW)	12.93
Syringic	0.58	Apigenin	0.22	POD (U/g FW)	84.37
Vanillic	2.16	Kaempferol	0.33	PPO (U/g FW)	4.82
Scopoletin	0.62	Chrysin	1.25	SOD (U/g FW)	33.57

Buğday çimi suyu, çok farklı fenolik bileşimler içermektedir (Çizelge 4). Buğday çim suyunun fenolik asit ve flavonoid içerikleri aynı zamanda antioksidan potansiyelini belirlemede olup genotip, yetiştirme lokasyonu ve hasat zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kulkarni ve ark., 2006).

### 5. Biyostimulant Olarak Çimlenmiş Buğday Tohumu Ekstraktı Uygulamaları

El-Khawaga ve Mansour (2014) Mısırın El-Fashen bölgesinde 2012 ve 2013 yetiştirme sezonunda 22 yaşında Washington portakal ağaçları üzerine yaptıkları araştırmada %0.4 dozlarında çimlenmiş buğday, roka ve çemen tohumu ekstraktlarını, %0.1'lik potasyum slika ve %0.1'lik glutatyon ile birlikte ve ayrı ayrı olarak büyüme başlangıcı, meyve tutumu ve sonrası 30. ve 60. günleri olmak üzere farklı zamanlarda toplam 4 kez yapraklardan uygulamışlardır. Kontrol ile birlikte 13 farklı

uygulama yapmışlardır. En yüksek (12.1 mg/g FW) toplam klorofil miktarı, (51.5 mg/100 ml) vitamin C, (%12) toplam şeker, (%12.3 brix°) değerleri ile yine en yüksek (36.2 cm<sup>2</sup>) yaprak alanı ve yaprak kimyasal kompozisyon değerlerini %0.4 dozunda çimlenmiş buğday tohumu ekstraktı ile %0.1'lik potasyum slika ve %0.1'lik glutatyonun birlikte uygulandığı araştırma konusundan elde etmişlerdir. Yine aynı uygulamalardan en yüksek (76.1 kg/ağaç) meyve verimi elde ederek, kontrole göre (47.1 kg/ağaç) %61.5'lük bir verim artışı sağladıklarını ortaya koymuşlardır. Yüksek verim ve kaliteli meyve elde etmek için %0.4 dozunda çimlenmiş buğday tohumu ekstraktı ile %0.1'lik potasyum slika ve %0.1'lik glutatyon uygulamalarını tavsiye etmişlerdir.

Abdelaziz ve ark. (2017) Mısırın Bibeis bölgesinde 2016 ve 2017 yıllarında 5 yaşında valensiya portakalı ağaçlarına yapraklardan çimlendirilmiş turp, pırasa, arpa ve buğday tohumu ekstraktlarını %0.1, 0.2 ve 0.4 dozlarında, büyüme

başlangıcı, meyve tutumu ve bir ay sonrası olmak üzere üç kez uygulamışlardır. En yüksek (7.3 cm) sürgün uzunluğu, (7.1) sürgün yaprak sayısı, (3.6 mm) sürgün kalınlığı, (51.7 mg/100 ml) vitamin C, (%9.1) toplam şeker, (%13.3 brix°) değerleri ile yine en yüksek (25.5 cm<sup>2</sup>) yaprak alanı ve yaprak kimyasal kompozisyon değerlerini %0.4'lük çimlendirilmiş buğday tohumu ekstraktı uygulamasından elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yine aynı uygulamadan en yüksek (79.0 kg/ağaç) meyve verimi elde ederek, kontrole göre (49.8 kg/ağaç) %55.8'lik bir verim artışı sağladıklarını ortaya koymuşlardır.

Akgün ve ark. (2018) biyo gübre olarak buğday çim suyunun mısır üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada perlit ve peat karışımı kullanarak 10-15 cm çaplı plastik fide torbalarına her torbaya 3 tohum gelecek şekilde ekimini yaptıkları mısır tohumlarını her iki güne bir 100 ml sadece taze sıkım çim suyu ile sulamışlar, kontrol uygulamasında ise aynı sürede ve miktarda sadece şebeke suyu kullanmışlardır. 30 gün sonra kökleri ile birlikte hasat ettikleri mısır fideleri üzerinde ölçümler yapmışlardır. Sadece buğday çim suyu kullanımının bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Ali ve ark. (2018) Mısırın Esna bölgesinde 2016 ve 2017 yetiştirme sezonunda 10 yaşında mango ağaçları üzerine yaptıkları araştırmada makro ve mikro element içerikli karboksilik asit karışımını farklı dozlarda (%0.05, 0.1, 0.2 ve 0.4) ve çimlenmiş buğday tohum ekstraktını farklı dozlarda (%0.25, 0.5 ve 1.0) birlikte ve ayrı ayrı olarak büyüme başlangıcı, meyve tutumu ve bir ay sonrası olmak üzere farklı zamanlarda toplam 3 kez yapraktan uygulamışlardır. Her iki araştırma konusunda aynı miktarda tavsiye edilen dozda tabana kimyasal gübre uygulaması yapmışlardır. En yüksek (26.1 cm) sürgün uzunluğu, (23) sürgün yaprak sayısı, (9.1 mm) sürgün kalınlığı, (12.2 mg/g FW) toplam klorofil miktarı, (3.5 mg/g FW) toplam karotenoid miktarı (56.3 mg/100 ml) vitamin C, (%14.2) toplam şeker, (%18.4 brix°) değerleri ile yine en yüksek (91.4 cm<sup>2</sup>) yaprak alanı ve yaprak kimyasal kompozisyon değerlerini %0.2'lik makro ve mikro element içerikli karboksilik asit karışımı ile %1'lik çimlendirilmiş buğday tohumu ekstraktının birlikte yapıldığı uygulamalardan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yine aynı uygulamalardan en yüksek (69 kg/ağaç) meyve verimi elde ederek, kontrole göre (35.1 kg/ağaç) %96.5'lik bir verim artışı sağladıklarını ortaya koymuşlardır. Elde edilen bu değerlerle %0.1'lik makro ve mikro element içerikli karboksilik asit karışımı ile %0.5'lik çimlendirilmiş buğday tohumu ekstraktının birlikte yapıldığı uygulamalardan elde ettikleri değerler ile kıyaslandığında istatistikî önemli fark olmadığından en yüksek meyve verimi ve kalitesine ulaşmak için %0.1'lik makro ve mikro element içerikli karboksilik asit karışımı ile %0.5'lik çimlendirilmiş buğday tohumu ekstraktının birlikte uygulanmasının tavsiye

edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Mohamed (2018) Mısırın Matay bölgesinde 2016 ve 2017 yetiştirme sezonunda 10 yaşında üzüm asmaları üzerine yaptığı çalışmada farklı dozlarda (%0.5, 1 ve 2) çimlenmiş buğday tohum ekstraktı ile farklı dozlarda (%0.025, 0.05 ve 0.1) nano bor gübresini birlikte ve ayrı ayrı olarak büyüme başlangıcı, meyve tutumu ve bir ay sonrası olmak üzere farklı zamanlarda toplam 3 kez yapraktan uygulamıştır. %0.1'lik çimlenmiş buğday tohum ekstraktı ile %0.05'lik nano bor gübresinin birlikte uygulanmasından (138.3 cm) sürgün uzunluğu, (%20.3 brix°) değerleri ile (20 m<sup>2</sup>) sürgün yaprak alanı ve en yüksek yaprak kimyasal kompozisyon değerlerini elde etmiştir. Yine aynı uygulamadan en yüksek (14.9 kg/asma) meyve verimi elde ederek, kontrole göre (7.9 kg/asma) %88.6'lık bir verim artışı sağladığını belirtmiştir.

Ismail (2019) Mısırın Malawi bölgesinde 2016 ve 2017 yetiştirme sezonunda 35 yaşında valenciya portakalı üzerine yaptığı çalışmada çimlenmiş soğan, sarımsak, arpa, buğday, roka, kereviz ve çemen tohum ekstraktlarını %0.1 dozunda ayrı ayrı olarak büyüme başlangıcı, meyve tutumu ve bir ay sonrası olmak üzere farklı zamanlarda toplam 3 kez yapraktan uygulamıştır. Tüm çimlenmiş tohum ekstraktları uygulamalarında kontrole kıyasla önemli artışlar olduğunu tespit etmiştir. Vejetatif bitki gelişim parametreleri, kimyasal bileşen içerikleri, fotosentetik pigment miktarları ile meyve kalitesi ve toplam meyve verimi bakımından elde edilen en yüksek değerler en yüksekten doğru doğru sıralanacak olursa çimlenmiş çimen, kereviz, roka, arpa, buğday, sarımsak ve soğan tohumu ekstraktları uygulamalarından elde edildiğini belirtmiştir.

## 6. Sonuç

Araştırmalarda biyostimulant olarak kullanılan farklı bitki ekstraktları ile çimlenmiş buğday tohum ekstraktlarından benzer ve farklı sonuçların elde edilmesinin nedenlerinin; ekstrakt materyali, ekstraksiyon metotları, uygulama şekli, uygulama dozu ve sayısı, uygulamanın yapıldığı bitkinin gelişim dönemleri, genotip, çevre koşulları ve hasat zamanı ile ilgili benzerlik ve farklılıklardan kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Farklı bitki ekstraktları ile çimlenmiş buğday tohumu ekstraktının biyostimulant olarak kullanımı ile ilgili araştırmalar değerlendirildiğinde su ve bitki besin elementi alım ve kullanım etkinliğini artırarak bitki büyüme ve gelişimini teşvik ettikleri, verim ve kaliteyi artırdıkları, biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı dayanıklılığı güçlendirdikleri görülmektedir. Kimyasal gübre kullanımını azaltan, çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir bitkisel üretim için önemli bir alternatif biyostimulant olarak değerlendirilebilir.

## Kaynakça

- Abdalla, M.M. (2013). The potential of moringa oleifera extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria subsp. sativa*) plants. International Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 5(3): 42-49.
- Abdelaziz, F.H., Hussein, Y.A., Abd El-Latif, W.M.A. (2017). Producing capacity of valencia orange trees as affected with spraying some crop seed sprout extracts. New York Science Journal, 10 (12): 120-128.
- Abd El-Mageed, T.A., Semida, W.M., Rady, M.M. (2017). Moringa leaf extract as biostimulant improves water use efficiency, physiobiochemical attributes of squash plants under deficit irrigation. Agric. Water Manag., 193: 46-54.
- Abd El- Rahman, M.M.A. (2015). Yield and fruit quality of washington navel oranges as influenced by foliar application of fenugreek and rocket seed sprouts. World Rural Observations, 7 (2): 99-104.
- Ahmed, Y.M. (2015). Effect of spraying fenugreek seed sprout extract and some nutrients on fruiting of keitte mango trees grown under Aswan region conditions. Alex. J. Agric. Res., 60 (2): 33-40.
- Alharby, H.F., Alzahrani, Y.M., Rady, M.M. (2020). Seeds pretreatment with zeatins or maize grain-derived organic biostimulant improved hormonal contents, polyamine gene expression, and salinity and drought tolerance of wheat. International Journal of Agriculture & Biology, 24 (4): 714-724.
- Akgün, İ., Ayata, R., Karaman, R., Karaca, G. (2018). Effect of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) juice on seedling growth and *Rhizoctonia solani* on corn. Scientific Papers Series A. Agronomy, 11 (1): 149-154.
- Akram, W., Fatima, S., Anjum, T., Ali, B., Li, G. (2022). Foliar application of leaf extracts of *glycyrrhiza uralensis* increases growth and nutritional value of chinese flowering cabbage plants under field conditions. Journal of Food Quality, 2022: 3-7.
- Ali, H., Refaai, A.M.M., Abd El-Baset, H.R. (2018). Improving productivity of ewaise mango trees by using seed sprout extract of wheat beside carboxylic acid enriched with some macro and micronutrients. Researcher, 10 (12): 30-38.
- Ali, M., Cheng, Z.H., Hayat, S., Ahmad, H., Ghani, M.I., Liu, T. (2019). Foliar spraying of aqueous garlic bulb extract stimulates growth and antioxidant enzyme activity in eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Integr. Agr., 18: 10-13.
- Alzahrani, Y., Rady, M.M. (2019). Compared to antioxidants and polyamines, the role of maize grain-derived organic biostimulants in improving cadmium tolerance in wheat plants. Ecotoxicol. Environ., 182: 1-13.
- Azad, M., Sarker, S. (2017). Efficacy of some botanical extracts on plant growth, yield and pest management in eggplant field. J. Environ. Sci. Nat. Resour., 10 (1): 37-40.
- Babilie, R., Jbour, M., Trabi, B.A. (2015). Effect of foliar spraying with licorice root and seaweed extracts on growth and seed production of onion (*Allium cepa* L.). Int. J. Chem. Tech. Res., 8: 57- 63.
- Bakhsh, A., Javaad, H.V., Hussain, F., Akhtar, A., Raza, M.K. (2020). Application of moringa oleifera leaf extract improves quality and yield of peach (*Prunus persica*). Journal of Pure and Applied Agriculture, 5 (2): 42-51.
- Barna, D., Kisvarga, S., Kovacs, S., Csatari, G., Toth, I.O., Fari, M.G., Alshaal, T., Bakonyi, N. (2021). Raw and fermented alfalfa brown juice induces changes in the germination and development of french marigold (*Tagetes patula* L.) plants. Plants, 10: 1076. <https://doi.org/10.3390/plants10061076>
- Basra, S.M.A., Lovatt, C. (2016). Exogenous applications of moringa oleifera leaf extract and cytokinins improve plant growth, yield and fruit quality of cherry tomato (*Solanum lycopersicum*). Hort. Technol., 26: 32-37.
- Beni, C., Casorri, L., Masciarelli, E., Ficociello, B., Masetti, O., Neri, U., Aromolo, R., Rinaldi, S., Papetti, P., Cichelli, A. (2020). Characterization of thyme and tansy extracts used as basic substances in zucchini crop protection. J. Agricult. Stud., 8: 95-110.
- Ben-Jabeur, M., Vicente, R., Lopez-Cristoffanini, C., Alesami, N., Djebali, N., Gracia-Romero, A., Serret, M.D., Lopez-Carbonell, M., Araus, J.L., Hamada, W. (2019). A novel aspect of essential oils: coating seeds with thyme essential oil induces drought resistance in wheat. Plants-Basel, 8: 1-13.
- Bhupenchandra, I., Devi, S.H., Basumatary, A., Dutta, S., Singh, L.K., Kalita, P., Bora, S.S., Devi, S.R., Saikia, A., Sharma, P., Bhagowati, S., Tamuli, B., Dutta, N., Borah, K. (2020). Biostimulants: Potential and prospects in agriculture. International Research Journal of Pure & Applied Chemistry 21(14): 20-35.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: A review. Biol. Agric. Hortic., 31: 1-17.
- Bulgari, R., Franzoni, G., Ferrante, A. (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. Agronomy, 9 (306): 2-30.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil, 383: 3-41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
- Cataldo, E., Fucile, M., Mattii, G.B. (2022). Biostimulants in viticulture: A sustainable approach against biotic and abiotic stresses. Plants, 11 (162): 1-27. <https://doi.org/10.3390/plants11020162>
- Chauhan, M. (2014). A pilot study on wheat grass juice for its phytochemical, nutritional and therapeutic potential on chronic diseases. International Journal of Chemical Studies, 2 (4): 27-34.
- Chojnacka, K., Michalak, I., Dmytryk, A., Wilk, R., Gorecki, H. (2015). Innovative natural plant growth biostimulants in Fertilizer Technology: II Biofertilizer. (Eds. Sinha, S., Pant, K.K., Bajpai, S., Govil, J.N. Houston, TX: Studium Press LLC, 451-489.
- Chrysargyris, A., Charalambous, S., Xylia, P., Litskas, V., Stavrinides, M., Tzortzakis, N. (2020). Assessing the biostimulant effects of a novel plant-based formulation on tomato crop. Sustainability, 12: 1-15.
- Collaa, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., Rouphealf, Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 28-38.
- Culver, M., Fanuel, T., Zvenhamo, C.A. (2012). Effect of moringa oleifera leaf aqueous extract on growth and yield of rape and cabbage. African Journal of Biotechnology, 11 (73): 13796-13800.
- Desoky, E.S.M., Merwad, A.R.M., Rady, M.M. (2018). Natural biostimulants improve saline soil characteristics and salt stressed-sorghum performance. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 49 (8): 967-983.

- Desoky, E.S.M., Elrys, A.S., Rady, M.M. (2019). Licorice root extract boosts *Capsicum annuum* L. production and reduces fruit contamination on a heavy metals-contaminated saline soil. *Int. Lett. Nat. Sci.*, 73: 1-16.
- Du Jardin, P. (2012). The science of plant Biostimulants- a bibliographic analysis. Ad hoc Study Report. Brussels: European Commission. <http://hdl.handle.net/2268/169257>
- Ebrahim, A.A. (2017). Effect of spraying extracts of rocket and fenugreek seed sprouts on yield and quality of flame seedless grapevines. *Zagazig J. Agric. Res.*, 44 (5): 1581-1588.
- Eissa, H.A., Mohamed, S.S., Hussein, A.M.S. (2020). Nutritional value and impact of wheatgrass juice (Green Blood Therapy) on increasing fertility in male albino rats. *Bulletin of the National Research Centre*, 44 (30): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-0272-x>
- El-Azim, A., Khater, W.M., Badawy, R.M.R. (2017). Effect of biofertilization and different licorice extracts on growth and productivity of *Foeniculum vulgare*, Mill. plant. *Middle East J. Agric. Res.*, 6: 1-12.
- El-Saadony, F.M., Mohsen, A.A.M., Bardisi, I.A. (2019). Effect of foliar spray with some plant natural extracts on growth and yield of (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Fayoum J. Agric. Res. & Dev.*, 33 (1): 66-77.
- El-Salhy, A.M., Saeed, H.H., Ahmed, A.Y., Hassan, I.A. (2021). Response of ewaise mango trees to foliar spray with egyptian clover and fenugreek seed sprout extract under aswan conditions. *Journal of Plant Production*, 12 (5): 483-487.
- Elzaawely, A.A., Ahmed, M.E., Maswada, H.F., Al-Araby, A.A., Xuan, T.D. (2018). Growth traits, physiological parameters and hormonal status of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprayed with garlic cloves extract. *Arch. Agron. Soil Sci.*, 64: 68-82.
- El- Khawaga, A.S., Mansour, A.E.M. (2014). Promoting productivity of washington navel orange trees by using some crop seed sprout extracts, silicon and glutathione. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4 (3): 779-785.
- Emilia, K. (2021). Fermentation of alfalfa brown Juice and its environmental friendly reusing. *Stockholm Junior Water Prize – Hungarian competition*, 1-19.
- Ertani, A., Cavani, L., Pizzeghello, D., Brandellero, E., Altissimo, A., Ciavatta, C., Nardi, S. (2009). Biostimulant activities of two protein hydrolysates on the growth and nitrogen metabolism in maize seedlings. *J. Plant. Nutr. Soil. Sci.*, 172: 237-244.
- Garcia-Garcia, A.L., Garcia-Machado, F.J., Borges, A.A., Morales-Sierra, S., Boto, A., Jimenez-Arias, D. (2020). Pure organic active compounds against abiotic stress: A biostimulant overview. *Front. Plant Sci.*, 11: 575829. doi: 10.3389/fpls.2020.575829
- Godlewska, G.K., Pacyga, P., Michalak, I., Biesiada, A., Szumny, A., Pachura, N., Piszcz, U. (2020). Field-scale evaluation of botanical extracts effect on the yield, chemical composition and antioxidant activity of celeriac (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*). *Molecules*, 25: 4-12.
- Godlewska, K., Ronga, D., Michalak, I. (2021). Plant extracts-importance in sustainable agriculture. *Italian Journal of Agronomy*, 16: 1851.
- Hassanein, R., Abdelkader, A., Faramawy, H. (2019). Moringa leaf extracts as biostimulants-inducing salinity tolerance in the sweet basil plant. *Egypt. J. Bot.*, 59: 303-318.
- Hayat, S., Ahmad, H., Ali, M., Hayat, K., Khan, M.A., Cheng, Z. (2018). Aqueous garlic extract as a plant biostimulant enhances physiology, improves crop quality and metabolite abundance, and primes the defense responses of receiver plants. *Appl. Sci.*, 8: 1505-1515.
- Hayat, S., Ahmad, H., Nasir, M., Khan, M.N., Ali, M., Hayat, K., Khan, M.A., Khan, F., Ma, Y., Cheng, Z. (2020). Some physiological and biochemical mechanisms during seed-to-seedling transition in tomato as influenced by garlic allelochemicals. *Antioxidants*, 9: 1-20.
- Iqbal, M.A., Saleem, A.M., Ahmad, B. (2014). Effect of seed invigoration techniques on germination and seedling growth of chinese sweet sorghum. *Journal of Advanced Botany and Zoology*, 2 (2): 1-4.
- Ikram, A., Saeed F., Afzaal M., Imran A., Niaz B., Tufail T., Hussain M., Anjum, F.M. (2021). Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 9: 4617-4628. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>
- Ismail, H.M.H. (2019). Effect of foliar application of some crops seeds sprout extracts on fruiting of valencia orange trees. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 1 (2): 43-51.
- Jang, S.J., Kuk, Y.I. (2019). Growth promotion effects of plant extracts on various leafy vegetable crops. *Hort. Sci. Technol.*, 6 (3): 22-36.
- Kanchani, A.M.K.D.M., Harris, K.D. (2019). Effect of foliar application of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract with recommended fertilizer on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*). *AGRIEAST*, 13 (2): 38-54.
- Karabüyük, F. (2018). Bitki ekstraktlarının domates bakteriyel hastalık etmenlerine antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karaşahin, M. (2014). The effects of poultry manure and inorganic fertilizer applications on nitrogen and irrigation water use efficiency in forage corn cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 32 (1): 104-111.
- Karaşahin, M. (2015). Farklı karbondioksit dozlarının hidroponik buğday (*Triticum aestivum* L.) çim suyunun verim ve besin değerleri üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(2): 57-63.
- Karaşahin, M. (2022). Hidroponik Çim. Nobel Yayınları, Ankara.
- Khan, S. (2017). Screening of moringa land races for leaf extract as biostimulant in wheat. *Int. J. Agric. Boil.*, 19: 999-1006.
- Khan, S., Basit, A., Hafeez, M.B., Irshad, S., Bashir, S., Bashir, S., Maqbool, M.M., Sadiq, M.S., Hasnain, Z., Aljuaid, B.S., El-Shehawi, A.M., Li, Y. (2021). Moringa leaf extract improves biochemical attributes, yield and grain quality of rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress. *PLoS ONE*, 16 (7): 44-52. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254452>
- Khan, A.S., Ibrahim, M., Basra, S.M.A., Ali, S., Almas, S.M., Azam, M., Anwar, R., Hasan, M.U. (2020). Post-bloom applied moringa leaf extract improves growth, productivity and quality of early-season maturing grapes (*Vitis vinifera*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 24 (5): 1217-1225.

- Kibatu, T., Mamo, D., Getachew, G. (2014). Effect of alfalfa (*Medicago sativa*) organic extract on the growth of pencil cedar (*Juniperus procera*) seedlings. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 4 (6): 47-51.
- Kisvarga, S., Barna, D., Kovacs, S., Csatari, G., Toth, I.O., Fari, M.G., Makleit, P., Veres, S., Alshaal, T., Bakonyi, N. (2020). Fermented alfalfa brown juice significantly stimulates the growth and development of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Agronomy*, 10: (657): 1-13.
- Kulkarni, S.D., Tilak, J.C., Acharya, R., Rajurkar, N.S., Devasagayam, T.P.A., Reddy, A.V.R. (2006). Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different condition. *Phytotherapy Research*, 20: 218-227.
- Külahtaş, B., Çokuysal, B. (2016). Biyostimulantların sınıflandırılması ve Türkiye'deki durumu. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.*, 31 (3): 185-200.
- Lachhab, N., Sanzani, S.M., Adrian, M., Chiltz, A., Balacey, S., Boselli, M., Ippolito, A., Benoit, P. (2014). Soybean and casein hydrolysates induce grapevine immune responses and resistance against *Plasmopara viticola*. *Front. Plant Sci.*, 5: 7-16.
- Latif, H.H., Mohamed, H.I. (2016). Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South African Journal of Botany*, 106: 221-231.
- Mamka, D.P., Gwa, V.I. (2018). Effect of *Moringa oleifera* and *Vernonia amygdalina* leaf extracts against *Aspergillus flavus* and *Botryodiplodia theobromae* causing rot of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp) seeds. *International Journal of Applied Science-Research and Review*, 5: (1-2): 1-7.
- Maishanu, H.M., Mainasara, M.M., Yahaya, S., Yunusa, A. (2017). The use of moringa leaves extract as a plant growth hormone on cowpea (*Vigna unguiculata*). *Traektoria Nauki Path of Science.*, 3: 1-12.
- Mazrou, R.M. (2019). Moringa leaf extract application as a natural biostimulant improves the volatile oil content, radical scavenging activity and total phenolics of coriander. *J. Med. Plant Stud.*, 3: 1-15.
- Merwad, A.R.M.A. (2018). Using *Moringa oleifera* extract as biostimulant enhancing the growth, yield and nutrients accumulation of pea plants. *J. Plant Nutr.*, 41 (4): 25-31.
- Mohamed, H.M.A. (2018). Response of superior grapevines grown under Minia region conditions to spraying wheat seed sprout extract and nano-boron. *Fayoum J. Agric. Res. & Dev.*, 32 (2): 68-79.
- Mona, M.A. (2013). The potential of *Moringa oleifera* extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants. *Int. J. Plant Physiol. Biochem.*, 5 (4): 2-9.
- Moreno-Hernandez, J.M., Benítez-García, I., Mazorra-Manzano, M.A., Ramirez-Suarez, J.C., Sanchez E. (2020). Strategies for production, characterization and application of protein-based biostimulants in agriculture: A review. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80 (2): 274-289.
- Mujoriya, R., Bodla, R.B. (2011). A study on wheat grass and its nutritional value. *Food Science and Quality Management*, 2:1-8.
- Naboulsi, I., Aboulmouhajir, A., Kouisni, L., Bekkaoui, F., Yasri, A. (2018). Plants extracts and secondary metabolites, their extraction methods and use in agriculture for controlling crop stresses and improving productivity: A review. *Acad. J. Med. Plants.*, 6 (8): 223-240.
- Nisar, N., Nasir, M., Saleem, S., Iqbal, M.U., Atha, T. (2021). Effect of foliar application of moringa leaf extract (MLE) on growth and yield of *Gossypium hirsutum*. *Acta Scientific Agriculture*, 5 (2): 33-36.
- Ogbuehi, H.C., Agbim, J.U. (2018). Impact of *Moringa oleifera* leaf extract on biochemical contents and yield of soybean (*Glycine max* L.). *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 5 (2): 5162-5268.
- Pakfetrat, S., Amiria, S., Radia, M., Abedic, E., Torrid, L. (2020). The influence of green tea extract as the steeping solution on nutritional and microbial characteristics of germinated wheat. *Food Chemistry*, 332 (2020) 127288.
- Pannu, J.S., Kapoor, R.K. (2015). "The green blood" wheatgrass juice, a health tonic having antibacterial potential. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4 (3): 46-54.
- Parrado, J., Bautista, J., Romero, E.J., García-Martínez, A.M., Friaza, V., Tejada, M. (2008). Production of a carob enzymatic extract: potential use as a biofertilizer. *Bioresour. Technol.* 99: 2312-2318. doi: 10.1016/j.biortech.2007.05.029
- Pervez, K., Ullah, F., Mehmood, S., Khattak, A. (2017). Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaf aqueous extract on growth attributes and cell wall bound phenolics accumulation in maize (*Zea mays* L.) under drought stress *Kuwait J. Sci.*, 44 (4): 110-118.
- Rady, M.M., Desoky, E.S.M., Elrys, A., Boghdady, M. (2019). Can licorice root extract be used as an effective natural biostimulant for salt-stressed common bean plants? *South Afr. J. Bot.*, 121 (2019): 294-305.
- Rashid, N., Basra, S.M.A., Shahbaz, M., Iqbal, S., Hafeez, M.B. (2018). Foliar applied moringa leaf extract induces terminal heat tolerance in quinoa. *Int. J. Agric. Biol.*, 20: 157-164.
- Rehman, H.U., Alharby, H.F., Alzahrani, Y., Rady, M.M. (2018). Magnesium and organic biostimulant integrative application induces physiological and biochemical changes in sunflower plants and its harvested progeny on sandy soil. *Plant Physiol. Biochem.*, 126: 97-105.
- Schiavon, M., Ertani, A., Nardi, S. (2008). Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:11800-11808. doi:10.1021/jf802362g
- Semida, W.M., Rady, M.M. (2014). Presoaking application of propolis and maize grain extracts alleviates salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Sci. Hortic. (Amst.)*, 168: 210-217.
- Shahrajabian, M.H., Chaski, C., Polyzos, N., Petropoulos, S.A. (2021). Biostimulants application: A low input cropping management tool for sustainable farming of vegetables. *Biomolecules*, 11: 698. <https://doi.org/10.3390/biom11050698>



- Shabana, Y.M., Abdalla, M.E., Shahin, A.A., El-Sawy, M.M., Draz, I.S., Youssif, A.W. (2017). Efficacy of plant extracts in controlling wheat leaf rust disease caused by *Puccinia triticina*. Egypt. J. Basic Appl. Sci., 4(1): 67–73.
- Shah, K.V., Kapupara, P.K., Desai, T.R. (2011). Determination of sodium, potassium, calcium and lithium in a wheat grass by flame photometry. Pharma Science Monitor An International Journal of Pharmaceutical Sciences, 900-909.
- Shah, M.N., Shafi, M.J., Wahid, A. (2019). Influence of foliage applied moringa leaf extract on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under water deficit conditions. Journal of Arable Crops and Marketing, 1 (2): 45-52.
- Sharif, M., Hussain, A., Subhani, M. (2013). Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants. Paripex-Indian Journal of Research, 10 (2):1-7.
- Sharma, K., Bruns, C., Butz, A.F., Finckh, M.R. (2012). Effects of fertilizers and plant strengtheners on the susceptibility of tomatoes to single and mixed isolates of phytophthora infestans. Eur J. Plant Pathol., 133: 739–751. doi: 10.1007/s10658-012-9954-z
- Shikur, T.F. (2015). Effect of alfalfa (*Medicago sativa*) extract on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa*), Beet root (*Beta vulgaris*) and pepper (*Capsicum annum*). World Journal of Agricultural Sciences, 11 (2): 89-93.
- Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., Andreotti, C. (2018). Use of biostimulants for organic apple production: effects on tree growth, yield, and fruit quality at harvest and during storage. Frontiers in Plant Science, 9:13-42. doi:10.3389/fpls.2018.01342
- Souri, M.K., Bakhtiarzade, M. (2019). Biostimulation effects of rosemary essential oil on growth and nutrient uptake of tomato seedlings. Sci. Hort., 243 (47): 2-6.
- Thanaa, S., Kassim, N., AbouRayya, M., Abdalla, A. (2017). Influence of foliar application with moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf extract on yield and fruit quality of Hollywood plum cultivar. J. Hortic., 4: 1-7.
- Traon, D., Amat, L., Zotz, F., Du Jardin, P. (2014). A Legal Framework for Plant Biostimulants and Agronomic Fertiliser Additives in the EU–Report. Brussels: European Commission, 1-133.
- Xie, X., He, Z., Chen, N., Tang, Z., Wang, Q., Cai, Y. (2019). The Roles of Environmental Factors in Regulation of Oxidative Stress in Plant BioMed Research International, 9732325: 1-12. <https://doi.org/10.1155/2019/9732325>
- Wang, J., Cheng, J.H., Sun, D.W. (2022). Enhancement of wheat seed germination, seedling growth and nutritional properties of wheat plantlet juice by plasma activated water. Journal of Plant Growth Regulation. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10677-3>
- Yakhin, O.I., Lubyantsev, A.A., Yakhin, I.A., Brown, P.H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. Front. Plant Sci., 7: 20-49. doi:10.3389/fpls.2016.02049
- Yang, F., Basu, T.K., Ooraikul, B. (2001). Studies on germination condition and antioxidant contents of wheat grain. Int. J. Food Sci. Nutr., 52 (4): 319-330.
- Yasmeen, A., Basra, S.M.A., Farooq, M., Rehman, H., Hussain, N., Athar, H.R. (2013). Exogenous application of moringa leaf extract modulates the antioxidant enzyme system to improve wheat performance under saline conditions. Plant Growth Regul., 69: 225–233. doi: 10.1007/s10725-012-9764-5
- Yaseen, A., Takacs-Hajos, M. (2020). Effect of moringa leaf extract and set size on the bulb weight, diameter and yield of onions (*Allium cepa* L.). Acta Agraria Debreceniensis, 2 (2020): 127-131.
- Yaseen, A.A., Takacs-Hajos, M. (2021). The potential role of moringa leaf extract as bio-stimulant to improve some quality parameters of different lettuce (*Lactuca sativa* L.) genotypes. Sarhad Journal of Agriculture December, 37 (4): 1107-1119.
- Yasmeen, A., Nouman, W., Basra, S.M.A., Wahid, A., Rehman, H., Hussain, N. (2014). Morphological and physiological response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to natural and synthetic cytokinin sources: a comparative study. Acta Physiol. Plant., 36: 3147–3155. doi: 10.1007/s11738-014-1662-1
- Zaki, S.S., Rady, M.M. (2015). Moringa oleifera leaf extract improves growth, physicochemical attributes, antioxidant defence system and yields of salt-stressed *Phaseolus vulgaris* L. plants International Journal of ChemTech Research, 8 (11): 120-134.
- Zhang, H., Li, Y., Zhu, J.K. (2018). Developing naturally stress-resistant crops for a sustainable agriculture. Nat. Plants, 4: 989–996. doi: 10.1038/s41477-018-0309-4

# Optimum Şartlarda Tanelik Mısır Üretiminde Radyasyon Verilerine Dayalı Ulaşılabilecek Maksimum Ürün Miktarı Belirleme: Konya Örneği

Muhammet KARAŞAHİN\*

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Çumra, Konya, Türkiye

\* Sorumlu Yazar  
mkarasahin@selcuk.edu.tr

Yayın Bilgisi:  
Geliş tarihi: 29.09.2021  
Kabul Tarihi: 17.01.2022

Anahtar kelimeler: Mısır,  
radyasyon, verim

Keywords: Corn, radiation, yield

## Özet

Tanelik mısır üretiminde yeni geliştirilen hibrit çeşitlerin genetik verim potansiyelleri 4000 kg da<sup>-1</sup> olarak kabul edilmektedir. Ülkemizin tanelik mısır verimi ortalaması ise 941 kg da<sup>-1</sup> dir. Bitkisel üretimde genetik verim potansiyeline yakın ürün alabilmek için ulaşılabilir maksimum ürün (hedef) miktarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Hedef ürün miktarını vejetasyon süresince yakalanan toplam fotosentetik aktif ışık (IPAR) miktarı, yakalanan ışığın kimyasal enerjiye (kuru maddeye) dönüştürülme etkinliği (RUE) ve hasat indeksi değerleri (HI) belirlemektedir. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarını coğrafi konum, zaman, bağıl nem, basınç, optikal derinlik ve aerosol konsantrasyonu gibi atmosferik koşullar etkilemektedir. RUE ve HI değerleri yetiştirilen çeşitlerin kanopi yapısı, yaprak alanı indeksi, hasat indeksi, erkenci, geçici oluşu gibi genetik özellikleri, PAR şiddeti, sıcaklık, nem, yağış, toprak koşulları gibi iklim ve çevre değerleri, bitki sıklıkları, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi yetiştirme uygulamaları ile hesaplamada yakalanan veya absorbe edilen toplam ışık değerlerinin kullanımına göre farklılık göstermektedir. Teorik olarak stres koşullarının olmadığı optimum yetiştirme koşullarında mısır bitkisi için ulaşılabilir maksimum potansiyel RUE değerleri 5.5 g MJ<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir. Mısır için 0.5 HI değeri ortalama olarak kabul edilmektedir. Radyasyon verilerine göre Konya ilinde tanelik mısır üretiminde teorik olarak ulaşılabilir maksimum verim 2822 kg da<sup>-1</sup> olarak hesap edilmiştir. Hesaplanan bu verim miktarına ulaşabilmek için bitki tarafından topraktan kaldırılacak besin elementi miktarları doğru olarak belirlenmeli ve toprak analizleri doğru olarak yorumlanmalıdır. Bitki gelişimi ve topraktan kaldırılan bitki besin elementleri miktarları takip edilerek doğru zamanda ve doğru miktarda sulama suyu ile birlikte gübre uygulanmalıdır.

## Determining The Attainable Maximum Grain Yield Amount Based on Radiation Data in Corn Production Under Optimum Growing Conditions: The Case of Konya

### Abstract

Genetic yield potential of newly developed hybrid varieties in grain corn production is accepted as 4000 kg da<sup>-1</sup>. The average grain corn yield of our country is 941 kg da<sup>-1</sup>. In order to obtain products close to the genetic yield potential in plant production, the maximum amount of yield (target) that can be reached must be determined correctly. The total amount of intercepted photosynthetically active radiation (IPAR) during the vegetation period, the efficiency of using the captured radiation into chemical energy (dry matter) (RUE) and the harvest index values (HI) determine the target yield amount. Atmospheric conditions such as geographic location, time, relative humidity, pressure, optical depth and aerosol concentration affect the amount of photosynthetically active radiation (PAR). RUE and HI values differ according to the genetic characteristics of cultivars such as canopy structure, leaf area index, harvest index, early and late maturity period, climate and environment conditions such as PAR intensity, temperature, humidity, precipitation, soil condition, cultivation practices such as plant densities, irrigation, fertilization, disease and pest control, and the use of intercepted or absorbed total radiation values in the calculation. Theoretically, the maximum potential RUE values that can be reached for maize plant under optimum growing conditions without stress conditions are stated as 5.5 g MJ<sup>-1</sup>. For maize, an HI value of 0.5 is considered average. According to the radiation data, the maximum yield that can be reached theoretically in corn grain production in Konya was calculated as 2822 kg da<sup>-1</sup>. In order to reach this calculated yield amount, the amount of nutrients to be removed from the soil by the plant should be determined correctly and soil analyzes should be interpreted correctly. Fertilizer should be applied at the right time and with the right amount of irrigation water by monitoring the plant growth and the amount of plant nutrients removed from the soil.

## 1. Giriş

Geliştirilmiş yeni hibrid tanelik mısır çeşitleri, yaklaşık 4 ton/da genetik verim potansiyeline sahiptir. Bu potansiyelin ortaya çıkarılması; iklim (ışık ve sıcaklık, yağış ve nem, rüzgar, CO<sub>2</sub>), toprak (strüktür ve tekstürü, organik madde miktarı, mineral madde içeriği, pH (antagonizm), EC) ve yetiştirme teknikleri (toprak hazırlığı, ekim zamanı ve bitki sıklığı, yabancı ot mücadelesi, su yönetimi, fertigasyon, hastalık ve zararlılarla mücadele) gibi faktörlerin birlikte etkilerine göre değişmektedir (Karaşahin, 2021).

Atmosferi ve yeryüzünü ısıtan en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneşten yeryüzüne bir dakikada gelen enerjinin, insanların bütün kaynaklarını çalıştırarak bir yılda elde edebileceği enerjiye eşit olduğu düşünülürse, güneş enerjisinin büyüklüğü daha iyi anlaşılabilir. Bütün canlılar ve meteorolojik olaylar doğrudan doğruya veya dolaylı olarak güneş enerjisine bağlı gelişirler. Bitkilerin fotosentez yapabilmeleri, gıda üretimi ve hayatın tümü güneşten gelen enerjiye bağlıdır. Güneşten gelen ışınlar "radyasyon" (ışınım) denir. İyonosfer tabakasına giren ışığın yoğunluğu 1.39 kW m<sup>-2</sup>'dir. Dalga boyları ise 225-3200 nm arasındadır. Bu ışınların bir kısmı görünen, bir kısmı da görünmeyen ışınlardır. Dalga boyu ile ışık enerjisi ters orantılıdır. Bitkilerin fizyolojik olarak yararlandıkları 400-700 nm arasında dalga boyunda ışınlardır.

Görünen veya görünmeyen ışınlar atmosfer içine girdiği andan itibaren dağılıp birbirinden ayrılırlar, cisimlere çarpınca yansır kırılır ve dalga uzunluklarına göre atmosfer içinde yutulup emilirler. Sonunda yine uzaya dönerler. Yer yuvarlağı güneşin yaydığı enerjinin ancak iki milyonda birini alır ki, bu da büyük bir enerjidir. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin küçük bir kısmı bitkiler tarafından tutulmakta, fotosentez yoluyla besin enerjisine çevrilmiştir (Yalçın ve ark., 2005).

Işık bütün canlılarda olduğu gibi, bitkiler için de gerekli bir yaşam kaynağıdır. Bitkiler için gerekli olan ışık azaldığı veya çoğaldığı zaman zararlı etkiler yapar. Işık bitkilerde; klorofil oluşumuna, stomaların açılıp kapanmasına, fotosentez olayına, transpirasyonun şiddetine, hormon oluşumuna, bitkilerin hareketine, bitki yapısının değişimine, bitkilerde çiçek ve yaprak veriminin yükselmesine, kardeşlenmenin artmasına etkili olmaktadır. Bulutluluk genellikle güneşlenmeyi azaltan bir etkidir. Çünkü bulut, güneş ışınlarının toprak yüzeyine ulaşmasını engellemekte ve sıcaklığı düşürmektedir (Asar ve ark., 2007).

Yeşil bitkiler güneş enerjisi sayesinde havanın karbondioksitini indirgeyerek organik

madde yaparlar. Canlıların dış ortamdaki aldıkları inorganik maddelerden gelişmeleri için zorunlu olan organik maddeleri yapmalarına "özümleme" (asimilasyon) denir. Bu işi kendileri yapan ve başka canlılardan organik maddeye gereksinim duymayan canlılar ototrof olarak tanımlanır. Tüm yeşil bitkiler bu yeteneğe sahiptir. Yeşil bitkilerin güneş enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik besin maddesi yapmasına "fotosentez" denir (Asar ve ark., 2007).

Bitkiler içinde, mantarlar dışında kalan bütün bitkiler, fotosentez, solunum ve terleme gibi temel fizyolojik olayları yönlendiren enzim ve hormonlar ile başta klorofil olmak üzere antosiyanin gibi renk pigmentlerinin oluşumu için ışığa ihtiyaç duymaktadırlar. Bunların dışında ışık, bitkilerde, çimlenme, yumru oluşumu, çiçeklenme, cinsiyetin belirlenmesi gibi değişik olaylar üzerinde de etkili olmaktadır. Bitki yetiştiriciliğinde ışığın süresi ve niteliğinin yanında yoğunluğunun da büyük önemi vardır. Işık intensitesi (yoğunluğu), belirli bir alanda belirli bir sürede gelen ışık miktarını ifade eder ve birimi "Lüx" tür (Özcan, 2020).

Fotosentezin meydana gelmesinde ışık yanında, klorofil, sıcaklık ve su etkili olmaktadır. Yapraklar, bitkilerin besin üretim merkezleridir. Bitki yapraklarını oluşturan hücrelerin içinde kloroplast denilen çok küçük yapılar bulunmaktadır. Bu yapıların içindeki yeşil renkli boyar madde (pigment) olan klorofil maddesinin görevi ışığı yakalamaktır. Kloroplastlar güneş ışınlarını bir panel gibi toplayıp, kollektör gibi enerjiye dönüştürerek besin üretirler. Üretilen besin, yapraklardan bitkinin beslenmesi gereken diğer bölümlerine gönderilmektedir (Özcan, 2020).

Işık bitkilerde stomaların açılmasına hücre zarlarının geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu olay ışıklenme süresi ve yoğunluk ile doğru orantılıdır. Bitkilerin büyük bir çoğunluğunda gündüzleri stomalar açık iken geceleri kapanmakta, böylelikle gece saatlerindeki terleme azalmaktadır (Özcan, 2020). Işık, bitki gelişiminde absorbe edilebilen en küçük parçacık anlamındaki foton ya da kuantum şeklinde tanımlanır. Fotonların enerji içeriği dalga boyları (ışık renk spektrumu) ile ters orantılıdır. Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı da artar. Ancak ışık şiddeti belli bir değeri geçtikten sonra sabit kalır. Her bitkinin ışık ihtiyacı oldukça değişkendir. Bitkilerin gelişmeleri için gerekli olan ışık yoğunluğundan daha fazlasına maruz kalmaları sonucunda fotosentezde meydana gelen verim kaybına fotoinhibisyon denir (Maxwell ve Johnson, 2000). Fotoinhibisyon olayı bitkilerin büyümesi üzerinde durdurucu etki yapmaktadır. Işığın süresi fotoperiyodizm olarak adlandırılır ve gün uzunluğu ile bitki metabolizması arasında kuvvetli bir ilişki

vardır (Dalchau ve ark., 2010; Greenup ve ark., 2009; Sönmez, 2019). Yüksek ışık şartlarında güneş bitkileri fotosentez kapasitelerini tedricen artırmaktadırlar.

Bitkisel üretimde genetik verim potansiyeline yakın ürün alabilmek için ulaşılabilecek maksimum ürün miktarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu makalede tanelik mısır üretiminde radyasyon verilerine dayalı hedef ürün miktarını belirlemede Konya örneği verilerek literatür ışığında hesaplama yapılmıştır.

## 2. Tanelik Mısır Üretiminde Verimi Etkileyen Fotosentetik Unsurlar

Fotosentez kapasitesi ve etkinliği bitkisel üretimde doğrudan verimi belirlemektedir. Bitkisel üretimde verim potansiyelini yakalanan fotosentetik aktif ışık (IPAR) miktarı, yakalanan ışığın kimyasal enerjiye (kuru maddeye) dönüştürülme etkinliği (RUE) ve hasat indeksi değerleri (HI) belirlemektedir (Araus ve ark., 2001; Morales ve ark., 2020).

Tane Verimi = IPAR x RUE x HI (Şekil 1).



Şekil 1. Verimi etkileyen fotosentetik unsurlar

### 2.1. Bitki Kanopisi Tarafından Yakalanan Işık Miktarı

Bitkiler yaprakları üzerine düşen ışığı ya absorbe ederler ya yansıtırlar veya geçirirler. Bunun derecesi ışığın dalga boyuna, yaprağın yapısına ve pozisyonuna bağlıdır. Yaprak tüyleri ışığın yansıtılmasına neden olur. Kızıl ötesi ışınların %70'i genelde yapraklar tarafından yansıtılabilir. Halbuki görünen ışığın (400-700nm) %6-12'si ve ultraviyole ışığın yalnızca %3'ü yapraklar tarafından yansıtılabilir. Görünür ışınlar içerisinde en fazla yansıtılan ise yeşil ışınlardır (%10-20), en az yansıtılan ise kırmızı ışınlardır (%3-10). Kloroplast pigmentleri görünen ışınları (400-700nm) absorbe eder. İnce yapraklar ışığı daha çok geçirirler. Bir bitkinin ışık absorpsiyon yeterliliği birim yaprak alanında bulunan klorofil miktarına bağlıdır.

Işık spektrumunun mavi ve kırmızı bölgelerinde ışık absorpsiyonu ve fotosentez hızı en yüksek seviyededir. Kırmızı ışığın bitkilerde fotosentez, bitki büyümesi, çiçeklenme ve bitkilerin besin içeriği üzerinde etkileri vardır. Mavi ışık;

fotosentez, fototropizma, gövde uzaması ve fide büyümesi, stoma hareketleri ve bitkilerin besin içeriğinde etkili olmaktadır (Massa ve ark., 2008; Kopsell ve ark., 2015).

İnsan gözü 400-735 nm arasındaki dalga boyuna sahip ışıkları görebiliyorken; bitkilerin fotosentetik spektrum aralığı 400-700 nm' dir. Bu aralığa ise PAR (photosynthetic active radiation; fotosentetik aktif radyasyon) denir (Sönmez, 2019), (Şekil 2).

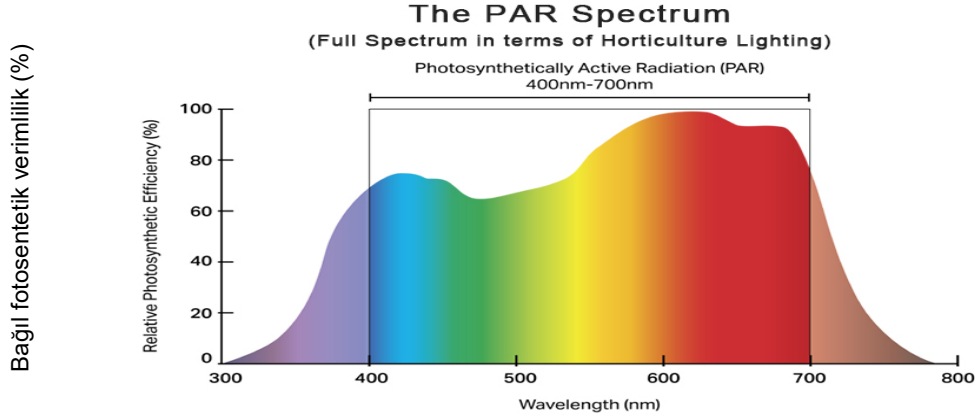
Fotosentez, kırmızı ve mor dalga boylarında hızlı, yeşil ışıkta ise minimum hızdadır. Işığın şiddeti havadaki bulutlara ve rakıma göre değişir. Deniz seviyesinde ve 30° zenith açısında fotosentetik aktif radyasyonun toplam güneş radyasyonuna oranı 0.44 olarak belirlenmiştir. Farklı lokasyon ve yükseltilerde yapılan hesaplamalarda 0.44 ile 0.54 arasında değerler elde edilmiştir (Tsubo ve Walker, 2005). Pratik uygulamalar için bu oranın 0.50 olarak alınması tavsiye edilmektedir (Garcia-Rodriguez ve ark., 2020).

Bitkisel üretimde biyotik ve abiyotik stres şartları yoksa verim doğrudan bitki tarafından

absorbe edilen ışık miktarına bağlıdır (Kiniry ve ark., 1989; Sinclair ve Muchow, 1999). Absorbe edilen ışık miktarı ise bitkinin yaprak alanı indeksi ve yaprak açıları ile ilişkilidir. Yaprak açısına göre, bitki kanopileri erektofil, plagiofil ve planofil kanopi olmak üzere üç ana tipte sınıflandırılabilir. Yaprakların çoğunun dikey açıları 60°'den daha büyükse erektofil konopi, yaprakların açısı çoğunlukla yatay yani 35°'den küçük olduğunda ise

planofil kanopi olarak tanımlamıştır. Erektofil kanopiler göreceli olarak daha iyi ışık penetrasyonuna izin verdikleri için kanopinin fotosentetik verimliliğini artırmaktadırlar.

Mısır yapraklarının nispi fotosentetik potansiyelinin, kanopinin üst kısmında orta kısımdaki yapraklara göre iki kat, kanopinin alt kısmındaki yapraklara göre ise beş kat daha büyük



Şekil 2. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) spektrumu ([www.vanqled.com](http://www.vanqled.com))

Bitki yaprak gelişimini ve yaşlanmasını etkileyen faktörlerin verim üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Bitki kanopileri tarafından absorbe edilen ışık miktarı yaprak alan indeksi ile doğru orantılıdır.

Yaprak alan indeksi; birim toprak alanı başına düşen yaprak alanı olup, ışık tutma oranı ve ışık tutma etkinliği ile birlikte bitkilerin fotosentetik verimliliklerini belirlemede kullanılan önemli bir göstergedir. Çevre koşulları ve kültürel uygulamalar bitkilerin fotosentetik verimliliklerini etkilemektedir (Hunt, 1982).

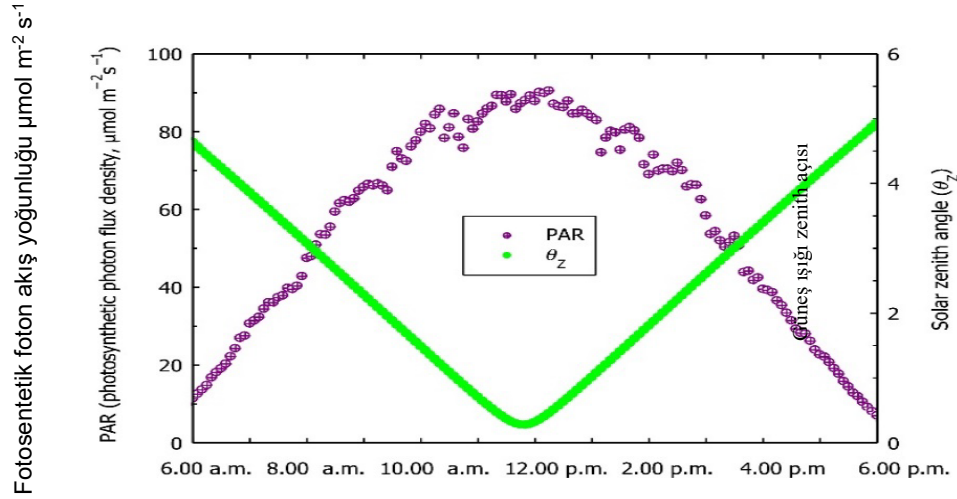
Bitki tarafından yakalanan ışık miktarının tespitinde;

$IPAR = (1 - I / I_0)$  formülü kullanılmaktadır (Andrade ve ark., 1992).

IPAR: Yakalanan fotosentetik aktif ışık radyasyonu, I: Bitki kanopisinin altından, toprak yüzeyinden ölçülen PAR,  $I_0$ : Bitki kanopisi üzerinden ölçülen PAR

Erken ekim vejetasyon süresini uzatacağı için toplam PAR miktarını artıracaktır. Bu sebeple yerel iklim ve çevre şartlarına uygun çeşitlerin seçimi yüksek verim elde etmede önem arz etmektedir. Daraltılmış sıra aralığı ekim modeli ile yabancı ot gelişimleri baskı altına alınmakta ve toprak yüzeyinden su buharlaşması azaltılmakta aynı zamanda bitki kanopisi tarafından daha fazla ışık yakalanmaktadır. Yetiştiricilikte özellikle erken dönemde ideal sulama ile bitki yaprak alanı artırılacağı için daha çok miktarda PAR absorbe edilecektir (Sharratt ve McWilliams, 2005; Drouet ve Kiniry, 2008).

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarını coğrafi konum, zaman (Şekil 3), hava yoğunluğu, su buharı, bulutluluk, optikal derinlik ve aerosol konsantrasyon gibi atmosferik koşullar etkilemektedir coğrafi konum, hava olayları ve zamana göre değişkenlik göstermektedir (Kukal ve İrmak, 2020).



Şekil 3. Saatlik (öğleden önce ve sonra) fotosentetik aktif radyasyon (PAR) miktarları (Deo ve ark., 2019).

Earl ve Davis (2003) kuraklık stresinin IPAR, RUE ve HI değerleri üzerine etkilerinin önemli olduğunu ve bu değerlerdeki azalmanın ciddi verim kayıplarına neden olduğunu belirtmişlerdir. Ekim sonrası öğle saatlerinde haftada bir kere yapılan ölçümlerde 0-30 gün arasında 0-0.17, 31-50 gün arasında 0.18-0.70, 51-75 gün arasında 0.71-0.92, 76-105 gün arasında 0.91-0.86, 106-135 gün arasında 0.85-0.83 IPAR oranı değerlerini elde etmişlerdir.

Singer ve ark. (2011) IPAR ölçümlerinde 31 hektar mısır tarlasına 50-75m aralıklarla yerleştirdikleri 8 sensörden 60 sn'de bir veri almışlar ve bu verileri 30 dakikada bir ortalamasını alarak kaydetmişlerdir. Anlık ölçümlerle daha güvenilir değerlere ulaştıklarını belirtmişlerdir. Ekim sonrası yapmış oldukları ölçümlerde 0-30 gün arasında 0-0.14, 31-50 gün arasında 0.15-0.68, 51-75 gün arasında 0.69-0.96, 76-105 gün arasında 0.95-0.92, 106-135 gün arasında 0.91-0.86 IPAR oranı

değerlerini elde etmişlerdir. Puntel (2012) farklı dozda (kontrol 0, 90 ve 225 kg ha<sup>-1</sup>) azot uygulamaları yaparak bunların IPAR değerleri üzerine etkilerini araştırmış ve en yüksek değerlere yüksek azot dozu uygulamalarından elde ettiğini belirtmiştir. Kukul ve Irmak (2020) IPAR ölçümlerinde sürekli ve haftalık elde edilen verilerin doğruluğunu araştırmışlardır. Sürekli yapılan ölçümlerde sensörlerden dakikalık veri almışlar ve bunların 15 dakikalık ortalamasını kaydetmişlerdir. Sürekli yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin daha güvenli olduğunu belirtmişlerdir. Radyasyon kullanım etkinliği (RUE) hesaplamalarında kullanılan yakalanan fotosentetik aktif radyasyon (IPAR) verileri ile absorbe edilen fotosentetik aktif radyasyon (APAR) verileri arasında %12'leri bulan farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sebebi bitki kanopisi ve toprak yüzeyi tarafından yansıtılan ışık miktarlarının APAR değerlerinin ölçülmesinde dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1b. Tanelik mısır üretim periyodunda bitki kanopisi tarafından yakalanan ışık oranları

Ekim sonrası gün	Gelişim dönemi	Gallo ve ark. (1993)	Kanton ve Dennett (2000)	Lindquist ve ark. (2005)	Liu ve ark. (2017)	Mahesh ve ark. (2015)	Tsubo (2000)
Yıl		1983	2000-2001	1998-1999	2013-2015	1986-1987	1998-2000
Yer		Purdue/USA	Shinfield/UK	Nebraska/USA	Shandong/China	Minnesota/USA	South Africa
Konum		40°28'N 87°0'W	51°25'N 0°56'W	40°26'N 97°36'W	35°15'N 115°25'E	17°19'N 78°23'E	29°01'S 26°09'E
0-30	V0-V6	0-0.28	0-0.10	0-0.17	0-0.10	0-0.40	0-0.16
31-50	V7-V10	0.27-0.55	0.11-0.35	0.18-0.75	0.11-0.80	0.41-0.75	0.17-0.73
51-75	V11-R1	0.56-0.97	0.36-0.70	0.76-0.98	0.81-0.94	0.76-0.92	0.74-0.94
76-105	R2-R3	0.96-0.92	0.71-0.85	0.97-0.95	0.93-0.85	0.91-0.88	0.93-0.85
106-135	R4-R6	0.91-0.86	0.84-0.78	0.94-0.90	-	0.87-0.80	0.84-0.80

Çizelge 1a ve 1b'de yer alan araştırmalarda elde edilen IPAR oranı değerleri arasındaki farklılıkların yetiştirilen çeşit özellikleri, bitki sıklıkları, iklim ve toprak koşulları, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi yetiştirme uygulamaları ile kullanılan sensör ve ölçüm tekniklerinden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

## 2.2. Radyasyon Kullanım Etkinliği

Bitki tarafından üretilen kuru madde miktarının yakalanan fotosentetik aktif radyasyon miktarına oranlanmasına "**radyasyon kullanım etkinliği**" (RUE) denilmektedir (Gallagher ve Biscoe, 1978). Bitkilerin fotosentez kapasiteleri fotosentetik aktif radyasyon yakalama kabiliyetleri ve yakaladıkları bu ışık enerjisini etkin olarak karbon asimilasyonunda kullanımları ile ilgilidir. Bitki fizyologları tarafından bu iki unsur IPAR ve RUE olarak isimlendirilmektedir (Monteith, 1972). Biyolojik ve çevresel kısıtlamaların yokluğunda mısır kanopisinin oluşturacağı yaprak alanı indeksi değerlerini öncelikle bitki sıklıkları ve çeşitlerin yaprak yapıları ile vejetatif periyod döneminde yeterli su ve bitki besin elementi varlığı belirlemektedir (Maddonni ve ark., 2001).

Mısır radyasyon kullanım etkinliği üzerine yapılmış bazı araştırmalar Çizelge 2'de verilmiştir. Teorik olarak su, sıcaklık ve besin elementi vb. stres koşullarının olmadığı ve bitki kanopisi tarafından gelen solar radyasyonun büyük çoğunluğunun yakalanabildiği şartlarda mısır bitkisi için 14, 16 ve 18 quanta mol<sup>-1</sup> IPAR değerlerinde ulaşılacak maksimum potansiyel RUE değerleri sırasıyla 5.5, 4.6 ve 4 g MJ<sup>-1</sup> olarak belirtilirken, 14, 16 ve 18 quanta mol<sup>-1</sup> APAR değerlerinde ulaşılacak maksimum potansiyel RUE değerleri sırasıyla 5.8, 4.9 ve 4.2 g MJ<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir (Loomis ve Amthor, 1999). Mısırın genetik verim potansiyeli yeterli sulama, gübreleme ve optimum bitki sıklığı uygulamalarında ortaya çıkarılabilmektedir (Singh ve Singh, 2006). Bu verim artışı yaprak çıkış hızının ve yaprak alanının artışı ile daha fazla PAR yakalanması ile izah edilmektedir (Mahesh ve ark., 2015). Toplam biomas ile bitki çıkışından fizyolojik oluma kadar elde edilen toplam PAR değerleri ile doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek verim elde etmek için optimum yetiştirme tekniklerini uygulamanın yanında yüksek miktarda PAR yakalama ve yakalanan bu ışığın yüksek oranda taneye dönüştürülmesi gerekmektedir (Hossain ve ark., 2014). Yaprak azot miktarı radyasyon kullanım etkinliğini belirleyici önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerde genellikle çiçeklenme sonrası RUE göreceli olarak azalmaktadır (Bonelli ve ark., 2020). Kiniry ve ark. (1989) 1987 yılında Teksas'ta yürüttüğü çalışmada üç farklı bitki sıklığında 3.9, 6.4 ve 10.4 bitki m<sup>-2</sup> sırasıyla 2.1, 3.9 ve 3.4 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde

ettiğini belirtmiştir. Otegui ve ark. (1995) 1991 ve 1992 yıllarında dört farklı mısır çeşidini dört farklı (Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım) ekim tarihlerinde 8 bitki m<sup>-2</sup> sıklıkta su ve bitki besin elementi stresi oluşturmadan yetiştirmişler ve koçan püskülü çıkış dönemi öncesi 4.14 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşırlarken, koçan püskülü çıkış döneminden sonra 2.45 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde ettiklerini belirtmişlerdir. Linquist ve ark. (2005) 1998 ve 2002 yılları arasında optimum çevre koşullarında 8.9 bitki m<sup>-2</sup> sıklıkta yetiştirdikleri Pioneer 33A14 hibrit mısır çeşidinde ekimden 148 gün sonra fizyolojik oluma ulaşmışlar ve en yüksek 3.8 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerini tespit etmişlerdir. Torres (2012) Amerika'nın Oklahoma bölgesinde 2010 yılında üç farklı bitki sıklığı (4.94, 7.41 ve 9.8 bitki m<sup>-2</sup>) ve iki farklı kanopi yapısına sahip (yatay ve dikey yaprak yapılı), hibrit mısır çeşitlerinde RUE değerlerini belirlediği çalışmada yatay bitki kanopsinde en yüksek 3.55 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşırken, dikey bitki kanopsinde 3.64 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaştığını belirtmiştir. Bitki sıklıkları ortalamaları olarak düşük, orta ve yüksek bitki sıklıklarında sırasıyla, 3.38, 3.18 ve 1.91 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde ettiğini belirtmiştir. Zhao ve ark. (2015) dört farklı hibrit mısır çeşidini Çin'in Siping şehrinde 2010 ve 2011 yıllarında, 6 bitki m<sup>-2</sup> sıklıkta yetiştirmişler tepe püskülü çıkışı dönemi öncesinde en yüksek 2.7 MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşırlarken, tepe püskülü çıkışı döneminden sonra en düşük 1.6 MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde ettiklerini belirtmişlerdir. Hao ve ark. (2016) iki farklı mısır çeşidini iki farklı sulama programında (tam sulama ve %50 su kısıtı) iki yıl yetiştirerek RUE değerlerini araştırmışlardır. Tam sulama programında 2013 yılında çeşitler arasında 4.28 ve 4.84 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde ederlerken, 2014 yılında 3.48 ve 3.71 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerleri elde etmişler ve bu iki yıl arasındaki farkı 2013 yılı ile 2014 yılı arasında günlük ortalama IPAR değerleri arasındaki farklılıkla izah etmişlerdir sırasıyla 20.9 ve 23.6 MJ m<sup>-2</sup>. Benzer konularda yapılan diğer araştırmalarda da günlük IPAR değerlerinde 1 MJ m<sup>-2</sup> artışın RUE değerlerini 0.20 g MJ<sup>-1</sup> azalttığı belirtilmektedir (Kiniry ve ark., 1989; Muchow, 1994; Massignam ve ark., 2009; Hao ve ark., 2016). Gou ve ark. (2017) 2013 ve 2014 yıllarında Hollanda'nın Wageningen bölgesinde yürüttükleri çalışmada mısır için sırasıyla, 3.21 ve 3.15 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşmışlardır. Bonelli ve Andrade (2020), mısır bitkisinde farklı yaprak alanı indeksi ve PAR değerlerinde ulaşılacak maksimum RUE değerlerini modelleme yaparak hesap etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre 15.2 MJ m<sup>-2</sup> günlük PAR değerlerinde 3.0, 4.9 ve 6.5 yaprak alanı indeksi değerleri için ulaşılacak maksimum RUE değerlerini sırasıyla 3.94, 4.11 ve 4.15 g MJ<sup>-1</sup>, 11.4 MJ m<sup>-2</sup> günlük PAR değerlerinde 3.0, 4.9 ve 6.5 yaprak alanı indeksi değerleri için sırasıyla 4.28, 4.46 ve 4.55 g MJ<sup>-1</sup> ve 7.6 MJ m<sup>-2</sup> günlük PAR değerlerinde 3.0, 4.9 ve 6.5 yaprak

alanı indeksi değerleri için sırasıyla 4.59, 4.84 ve 4.98 g MJ<sup>-1</sup> olarak açıklamışlardır. Kukal ve Irmak (2020) 2016 ve 2017 yıllarında iki farklı (80 ve 113 gün) olum grubuna ait mısır çeşidini toprakaltı sulama yöntemi ile optimum sulama ve gübreleme koşullarında Nebraska'da yetiştirerek sürekli yaptıkları ölçümlerle IPAR ve APAR değerlerini belirleyerek RUE değerlerini hesap etmişlerdir. APAR değerlerine göre 80 ve 110 günlük mısır çeşitlerinde sırasıyla 5.21 ve 5.37 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşırlarken, IPAR değerlerine göre ise sırasıyla 4.82 ve 5.10 g MJ<sup>-1</sup> RUE değerlerine ulaşmışlardır.

Çizelge 2'de yer alan araştırmalarda elde edilen RUE değerleri arasındaki farklılıkların yetiştirilen çeşitlerin kanopi yapısı, yaprak alanı indeksi, hasat indeksi, erkenci, geçici oluşu gibi genetik özellikleri, PAR şiddeti, sıcaklık, nem, yağış, toprak koşulları gibi iklim ve çevre değerleri, bitki sıklıkları, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi yetiştirme uygulamaları ile hesaplamada yakalanan veya absorbe edilen toplam ışık değerlerinin kullanımından kaynaklandığı varsayılmaktadır.

**Çizelge 2.** Mısır radyasyon kullanım etkinliği üzerine yapılmış bazı araştırmalar

Kaynak	Radyasyon kullanım etkinliği (g MJ <sup>-1</sup> )	Kaynak	Radyasyon kullanım etkinliği (g MJ <sup>-1</sup> )
Kiniry ve ark. (1989)	2.1-3.9	Zhao ve ark. (2015)	1.6-2.7
Otegui ve ark. (1995)	2.45-4.14	Hao ve ark. (2016)	3.48-4.84
Loomis ve Amthor (1999)	4.0-5.8	Gou ve ark. (2017)	3.15-3.21
Lindquist ve ark. (2005)	3.74-3.84	Bonelli ve Andrade (2020)	3.94-4.98
Torres (2012)	1.91-3.64	Kukal ve Irmak (2020)	4.82-5.37

### 2.3. Hasat İndeksi

Birim alandan elde edilen tane veriminin toprak üstü kuru madde miktarına oranı "**hasat indeksi**" (HI) olarak tanımlanmaktadır (Lucas, 1981; Beadle, 1985). Hasat indeksi mısır üretiminde tane verimi üzerine etki eden önemli bir faktördür. Kuşçu ve Demir (2012) Bursa koşullarında tam ve üç farklı oranda (%75, 50 ve 25) kısıntılı sulama koşullarının mısır üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada 2008 yılında 0.35 ile 0.60 HI değerleri elde ederken, 2009 yılında 0.48 ile 0.69 arası HI değerleri elde etmiştir. Tollenaar ve Lee (2011) su kısıtı olmayan şartlarda iki farklı mısır çeşidi üzerine yaptıkları araştırmada 0.55 ile 0.59 arası HI değerleri elde etmişlerdir. Arous ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada optimum sulama koşullarında mısırın HI değerlerinin 0.40 ile 0.55 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Djaman ve ark. (2013) Nebraska'da kısıtlı ve tam sulama koşullarında mısır üzerine yaptıkları araştırmada sırasıyla 0.49 ve 0.54 HI değerleri elde etmişlerdir. Roth ve ark. (2013) kuzeybatı Hindistan'da optimum yetiştirme koşullarında üç farklı (P1151HR, P1162HR ve P1184HR) hibrit mısır çeşidinde 0.58 ile 0.60 arasında değişen HI değerleri elde etmişlerdir. Mısır bitkisinde bitkinin biomas ağırlığı artışı ile birlikte HI değerleri de artış göstermektedir (Ismail, 1983).

Hasat indeksi değerleri çeşidin genetik özelliği, sıcaklık, karbondioksit miktarı, yağış gibi

çevre koşulları, bitki sıklığı, bitki besin elementi yeterliliği, yakalanan PAR miktarı, sulama yönetimi, yabancı ot rekabeti, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi uygulamalardan etkilenmekte bu sebeple HI değeri ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen değerler farklılık göstermektedir (Potarzycki ve Grzebisz, 2009; Ion ve ark., 2015; Khan ve ark., 2017; Tokatlidis ve Remountakis, 2020). Genel olarak mısır HI değerleri üzerine yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre ortalama olarak 0.50 HI değeri almak doğru bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

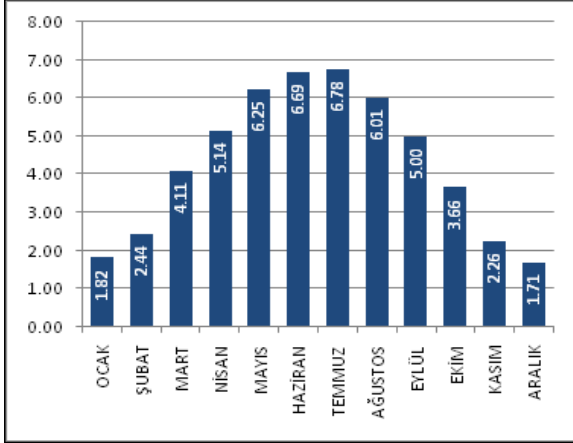
### 3. Konya İlinde Tanelik Mısır Üretiminde Radyasyon Verilerine Dayalı Ulaşılabilecek Maksimum Ürün Miktarı Belirleme

Bitkisel üretimde verim potansiyelini yakalanan toplam fotosentetik aktif ışık (IPAR) miktarı, yakalanan ışığın kimyasal enerjiye (kuru maddeye) dönüştürülme etkinliği (RUE) ve hasat indeksi değerleri (HI) belirlemektedir (Arous ve ark., 2001; Morales ve ark., 2020).

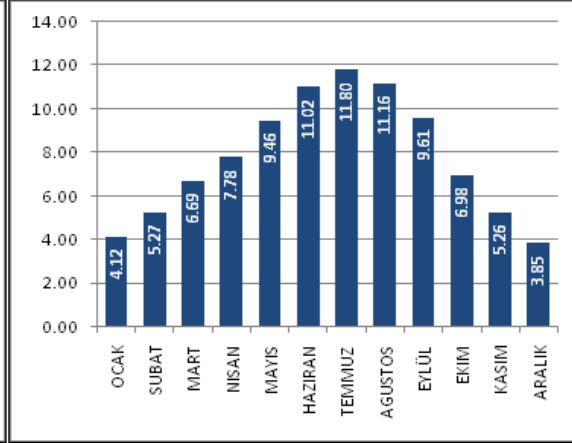
Tane Verimi = IPAR x RUE x HI

Konya ilinde 1997 ile 2008 yılları arasında ölçülmüş verilerin ortalaması olarak güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri Şekil 4 ve 5'te verilmektedir. Bu veriler ışığında aylık radyasyon değerleri hesap edilmiştir (Çizelge 3).





Şekil 4. Konya global radyasyon değerleri (kWh m<sup>-2</sup> - gün) (Anonim, 2012)



Şekil 5. Konya güneşlenme süreleri (saat) (Anonim, 2012)

Hesaplama sonucu elde edilen aylık radyasyon değerlerinin %50'si PAR değeri olarak alınmıştır. Tanelik mısır üretiminde çıkıştan fizyolojik olum dönemine kadar geçen sürede yakalanan aktif fotosentetik ışık (IPAR) oranları bu konuda daha önce yapılmış Çizelge 1a ve 1b'de belirtilen araştırmalarda elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesap edilmiştir. Teorik olarak stres koşullarının olmadığı optimum yetiştirme koşullarında mısır bitkisi için ulaşılacak maksimum potansiyel RUE değerleri 5.5 g MJ<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir (Loomis ve Amthor, 1999). Mısırın hasat indeksi değerlerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerin

ortalaması olarak hasat indeksi değeri olarak 0.5 alınmıştır. Bu bilgiler ışığında elde edilen verilere göre Konya ilinde tanelik mısır üretiminde teorik olarak ulaşılacak maksimum verim 2822 kg da<sup>-1</sup> olarak hesap edilmiştir. Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere mayıs ayı IPAR değerleri oldukça düşüktür. Erken ekim veya bitki sıra arası daraltılarak bu değerlerde artış sağlanabilirse elde edilecek tane verimi değerleri daha da yükselecektir. Üretim sezonu boyunca yaşanacak stres koşulları veya uygun olmayan yetiştirme teknikleri sonucu ise hesap edilen bu verim değerlerinde azalmalar yaşanacaktır.

Çizelge 3. Konya ili radyasyon verilerine göre elde edilebilecek maksimum tanelik mısır verim hesabı

Aylar	Günlük radyasyon (kWh m <sup>-2</sup> - gün)	Aylık radyasyon (kWh m <sup>-2</sup> - gün)	PAR R*%50	F: extinction coefficient	IPAR kWh m <sup>-2</sup> - ay)	IPAR x3.6: MJ	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> ) : IPAR x RUE x HI : 1026.3 x 5.5 x 0.5
Mayıs	6.25	62.5	31.3	0.10	3.13	11.27	
Haziran	6.69	200.7	100.3	0.50	50.15	180.54	Teorik maksimum
Temmuz	6.78	203.4	101.7	0.83	84.41	303.88	mısır
Ağustos	6.01	180.3	90.1	0.92	82.89	298.40	RUE: 5.5 g MJ <sup>-1</sup>
Eylül	5.00	150.0	75.0	0.86	64.50	232.20	Loomis ve Amthor (1999)
<b>Toplam</b>		<b>796.9</b>	<b>398.4</b>		<b>302.87</b>	<b>1026.3</b>	<b>2822 kg da<sup>-1</sup></b>

### 3. Sonuç

Ülkemizde tanelik mısır üretiminde elde edilen verim ortalaması hibrit çeşitlerin genetik verim potansiyellerinin yaklaşık dörtte biri kadardır. Genetik verim potansiyeline yakın ürün alabilmek için ulaşılacak maksimum ürün miktarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Hedef ürün miktarını vejetasyon süresince yakalanan toplam fotosentetik aktif ışık (IPAR) miktarı, yakalanan ışığın kimyasal enerjiye (kuru maddeye) dönüştürülme etkinliği (RUE) ve hasat indeksi değerleri (HI) belirlemektedir. Teorik olarak stres koşullarının olmadığı optimum yetiştirme

koşullarında mısır bitkisi için ulaşılacak maksimum potansiyel RUE değerleri 5.5 g MJ<sup>-1</sup> olarak belirtilmektedir. Mısır için 0.5 HI değeri ortalama olarak kabul edilmektedir. Uzun yıllar ortalaması radyasyon verilerine göre Konya ilinde tanelik mısır üretiminde teorik olarak ulaşılacak maksimum verim 2822 kg da<sup>-1</sup> olarak hesap edilmiştir. Hesaplanan bu verim miktarına ulaşabilmek için bitki tarafından topraktan kaldırılacak besin elementi miktarları doğru olarak belirlenmeli ve toprak analizleri doğru olarak yorumlanmalıdır. Bitki gelişimi ve topraktan kaldırılan bitki besin elementi miktarları takip

edilerek doğru zamanda ve doğru miktarda sulama suyu ile birlikte gübre uygulanmalıdır.

## Kaynakça

- Andrade, F.H., Uhart, S.A., Agruissain, G.G., Ruiz, R.A. (1992). Radiation use efficiency of maize grown in a cool area. *Field Crops Res.*, 28(4), 345–354. DOI: 10.1016/0378-4290(92)90020-A.
- Anonim, (2012). *Konya'da yenilenebilir enerji kaynakları malzeme üretilebilirlik araştırması*. <http://www.konyadayatirim.gov.tr/images/dosya/Jeotermal%20Enerji%20%20Konya%E2%80%99da%20Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20Malzeme%20%C3%9Cretilebilirlik.pdf>
- Araus, J.L., Tapia, L., Alegre, L., Casadesus, J., Bort, J. (2001). *Recent Tools for the Screening of Physiological Traits Determining Yield*. (Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., McNab, A. Eds). Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, CIMMYT.
- Araus, J.L., Serret, M.D., Edmeades, G.O. (2012). Phenotyping maize for adaptation to drought. *Front. Physiol.*, 3: 305. DOI: 10.3389/fphys.2012.00305.
- Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y., Erciyas, H. (2007). *Zirai Meteoroloji*. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Beadle, C.L. (1985). *Plant Growth Analysis. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis*. (Edit by Coombs, J., Hall, D.O., Kong, S.P., Scurlock J.M.O.) Chapter 2, 20–25.
- Bonelli, L.E., Andrade, F.H. (2020). Maize radiation use efficiency response to optimally distributed foliar nitrogen-content depends on canopy leaf-area index. *Field Crops Research*, 247: 1-8. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.107557.
- Bonelli, L.E., Cerudo, A., Pico, L.B.O., Di Matteo, J.A., Monzon, J.P., Rizzalli, R.H., Andrade, F.H. (2020). Does the photo-thermal environment limit post-flowering maize growth? *Field Crops Research*, 252(1), 1-10. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107805.
- Dalchau, N., Hubbard, K.E., Robertson, F.C., Hotta, C.T., Briggs, H.M., Stan, G.B., Gonçalves, J.M., Webb, A.A. (2010). Correct biological timing in arabidopsis requires multiple light-signaling pathways, proceedings. *National Academy of Sciences, USA*, 107(29), 13171-13176. DOI: 10.1073/pnas.1001429107.
- Deo, R.C., Downs, N.J., Adamowski, J.F., Parisi, A.V. (2019). Adaptive neuro-fuzzy inference system integrated with solar zenith angle for forecasting subtropical photosynthetically active radiation. *Food Energy Secur*, 8(1), 145-151. DOI: 10.1002/fes3.151.
- Djaman, K., Irmak, S., Rathje, W., Martin, R., Derrel, L., Eisenhauer, D.E. (2013). Maize evapotranspiration, yield production functions, biomass, grain yield, harvest index, and yield response factors under full and limited irrigation. *Biological Systems Engineering, Papers and Publications*, 407. 56(2), 373-393. DOI: 10.13031/2013.42676.
- Drouet, J.L., Kiniry, J.R. (2008). Does spatial arrangement of 3D plants affect light transmission and extinction coefficient within maize crops?. *Field Crops Research*, 107(1), 62–69. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.12.015.
- Earl, H.J., Davis, R.F. (2003) Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agron. J.*, 95(3), 688–696. DOI: 10.2134/agronj2003.6880.
- Edwards, J.T., Purcell, L.C., Vories, E.D. (2005). Light interception and yield potential of short-season maize (*Zea mays* L.) hybrids in the Midsouth. *Agron. J.*, 97(1), 225-234. DOI: 10.2134/agronj2005.0225a.
- Gallagher, J. N., Biscoe, P.V. (1978). Radiation absorption, growth and yield of cereals. *J. Agric. Sci.*, 91(1), 47-60. DOI: 10.1017/S0021859600056616.
- Gallo, K.P., Craig, S.T., Daughtry, C.S.T., Weigand, C.L. (1993). Errors in measuring absorbed radiation and computing crop radiation use efficiency. *Agron. J.*, 85(6), 1222–1228. DOI: 10.2134/agronj1993.00021962008500060024x.
- Garcia-Rodriguez, A., Garcia-Rodriguez, S., Diez-Mediavilla, M., Tristan, C.A. (2020). Photosynthetic active radiation, Solar Irradiance and the CIE Standard Sky Classification. *Appl. Sci.*, 10(22), 8007. DOI: 10.3390/app10228007.
- Gou, F., Van Ittersum, M.K., Simon, E., Leffelaar, P.A., Van der Putten, Peter, E.L., Zhang, L., Van der Werf, W. (2017). Intercropping wheat and maize increases total radiation interception and wheat RUE but lowers maize RUE. *Eur. J. Agron.*, 84: 125-139. DOI: 10.1016/j.eja.2016.10.014.
- Greenup, A., Peacock, W.J., Dennis, E.S., Trevaskis, B. (2009). The molecular biology of seasonal flowering-responses in arabidopsis and the cereals. *Annals of Botany*, 103(8): 1165-72. DOI: 10.1093/aob/mcp063.
- Guiducci, M., Antognoni, A., Benincasa, P. (1992). Effect of water availability on leaf movement, light interception and light utilisation efficiency in several field crops. *Rivista di Agronomia*, 27: 392-397.
- Hao, B., Xue, Q., Marek, T.H., Jessup, K.E., Hou, X., Xu, W., Bynum, E.D., Bean, B.W. (2016). Radiation-use efficiency, biomass production, and grain yield in two maize hybrids differing in drought tolerance. *J. Agro Crop Sci.*, 202(4), 269–280. DOI: 10.1111/jac.12154.
- Hossain, M.M., Rumi, M.S., Nahar, B.S., Batan, M.A. (2014). Radiation use efficiency in different row orientation of maize (*Zea mays* L.). *J. Environ. Sci. & Natural Resources*, 7(1), 41-46. DOI: 10.3329/jesnr.v7i1.22142.
- Hunt, R. (1982). *Plant Growth Curves: The functional approach to plant growth analysis*. Edward Arnold Limited. 248 pp. London.
- Ion, V., Georgeta, D., Marin, D., Georgeta, T., Ioan, N., Alecu, A., Gheorghe, B., Daniel, S. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(6), 15-20.
- Ismail, A.M.A. (1993). A critical analysis of harvest index. *Qatar Univ. Sci. J.*, 13(2), 253- 263.
- Kanton, R.A.L., Dennett, M.D. (2000). Radiation capture and use as affected by morphologically contrasting maize/pea in sole and intercropping. *West African Journal of Applied Ecology*, 13(1), 1-8. DOI: 10.4314/wajae.v13i1.40585.

- Karaşahin, M. (2021). *Sürdürülebilir ve Hassas Tanelik Mısır Üretimi*. Nobel Bilimsel Eserler, Ankara. [https://www.nobelyayin.com/surdurulebilir-ve-hassas-tanelik-misir-uretimi\\_16865.html](https://www.nobelyayin.com/surdurulebilir-ve-hassas-tanelik-misir-uretimi_16865.html)
- Khan, S., Khan, A., Jalal, F., Khan, M., Khan, H. (2017). Dry matter partitioning and harvest index of maize crop as influenced by integration of sheep manure and urea fertilizer. *Adv. Crop Sci. Tech.*, 6(4), 276. DOI: 10.19045/bspab.2017.600149.
- Kiniry, J.R., Jones, C.A., Blanchet, R., O' Toole, J.C., Cabelguenne, M., Spanel, D.A. (1989). Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling in five grain crop species. *Field Crops Research*, 20(1), 51-64. DOI: 10.1016/0378-4290(89)90023-3.
- Kopsell, D.A., Sams, C.E., Morrow, R.C. (2015). Blue wave lengths from led lighting increase nutritionally important metabolites in specialty crops. *Hortscience*, 50(9), 1285-1288. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.9.1285.
- Kukal, M.S., Irmak, S. (2020). Light interactions, use and efficiency in row crop canopies under optimal growth conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 284: 107-887. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.107887.
- Kuşçu, H., Demir, A.O. (2012). Responses of maize to full and limited irrigation at different plant growth stages *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 15-27.
- Lindquist, J.L., Arkebauer, T.J., Walters, D.T., Cassman, K.G., Dobermann, A. (2005). Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agron. J.* 97(1), 70-72. DOI: 10.2134/agronj2005.0072.
- Liu, X., Rahman, T., Yang, F., Song, C., Yong, T., Liu, J. (2017). PAR interception and utilization in different maize and soybean intercropping patterns. *PLoS ONE*, 12(1), 169218. DOI: 10.1371/journal.pone.0169218.
- Loomis, R.S., Amthor, J.S. (1999). Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. *Crop Sci.* 39(6), 1584-1596. DOI: 10.2135/cropsci1999.3961584x.
- Lucas, E. (1981). The growth of two maize varieties in farmers, plots located at two contiguous ecological zones in Nigeria. *J. Agric. Sci. Camb.*, 97(1), 125-134. DOI: 10.1017/S0021859600035942.
- Maddoni, G.A., Otegui, M.E., Cirilo, A.G. (2001). Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Research*, 71(3), 183-193. DOI: 10.1016/S0378-4290(01)00158-7.
- Mahesh, N., Rani, P.L., Sreenivas, G., Madhavi, A. (2015). Resource use efficiency of kharif maize under varied plant densities and nitrogen levels in Telangana State, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4(7), 632-639.
- Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M., Mitchell, C.A. (2008). Plant productivity in response to led lighting. *HortScience*, 43(7), 1951-1956. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.7.1951.
- Massignam, A.M., Chapman, S.C., Hammer, G.L., Fukai, S. (2009). Physiological determinants of maize and sunflower grain yield as affected by nitrogen supply. *Field Crops Res.* 113(3), 256-267. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.06.001.
- Maxwell, K., Johnson, G.N. (2000). Chlorophyll fluorescence a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 659-668. DOI: 10.1093/jexbot/51.345.659.
- Monteith, J.L. (1972). Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 9(3), 747-766. DOI: 10.2307/2401901.
- Morales, F., Maria, A., Dorra, F., Gonzalez-Torralba, J., Angie, L. Gamez, A.S., David, S., Sinda, B.M., Miguel, G., Iker, A. (2020). Photosynthetic metabolism under stressful growth conditions as a bases for crop breeding and yield improvement. *Plants*, 9(1), 88. DOI: 10.3390/plants9010088.
- Muchow, R.C. (1994). Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments. *Field Crops Res.* 38(1), 1-13. DOI: 10.1016/0378-4290(94)90027-2.
- Otegui, M.E., Nicolini, M.G., Ruiz, R.A., Dobbs, P.A. (1995). Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. *Agron. J.*, 87(1), 29-33. DOI: 10.2134/agronj1995.00021962008700010006x.
- Özcan, M. (2020). *Ekoloji Ders Notu*. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/muozcan/126205/Ekoloji%20Ders%20Notu-2020.pdf>.
- Potarzycki, J., Grzebisz, W. (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant Soil Environ.*, 55(12), 519-527.
- Puntel, L.A. (2012). *Field characterization of maize photosynthesis response to light and leaf area index under different nitrogen levels: a modeling approach*. Graduate Theses and Dissertations. 12673.
- Roth, J.A., Ciampitti, I.A., Vyn, T.J. (2013). Physiological evaluations of recent drought-tolerant maize hybrids at varying stress levels. *Agron. J.*, 105(4), 1129-1141. DOI: 10.2134/agronj2013.0066.
- Sharratt, B.S., McWilliams, D.A. (2005). Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. *Agron. J.*, 97(4), 1129-1135. DOI: 10.2134/agronj2004.0292.
- Sinclair, T.R., Muchow, R.C. (1999). Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy*, 65: 215-265. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60914-1.
- Singer, J.W., Meek, D.W., Sauer, T.J., Prueger, J.H., Hatfield, J.L. (2011). Variability of light interception and radiation in maize and soybeans. *Field Crops Res.*, 121(1), 147-152. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.12.007.
- Singh, D., Singh, S.M. (2006). Response of early maturing maize (*Zea mays*) hybrids to applied nutrients and plant densities under agro-climatic conditions of Udaipur in Rajasthan. *Indian J. Agron.*, 76(6): 372-374.
- Sönmez, E. (2019). *Tuz stresi altındaki mısır (Zea mays L.) bitkisinde potasyum uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal etkisinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Sakarya Ü. Fen Bil. Enst., 133 s. Sakarya.
- Tokatlidis, I.S., Remountakis E. (2020). The impacts of interplant variation on above ground biomass, grain yield, and harvest index in maize. *International Journal of Plant Production*, 14: 57-65. DOI: 10.1007/s42106-019-00067-3.

- Tollenaar, M., Lee, E.A. (2011). Strategies for enhancing grain yield in maize. *Plant Breed. Rev.*, 34: 37-82.
- Torres, G.M. (2012). *Precision planting of maize (Zea mays L.)*. (Thesis of Doctor of Philosophy). Oklahoma State University, Oklahoma.
- Tsubo, M. (2000). *Radiation interception and use in a maize and bean intercropping system*. (Doctor of Philosophy). In the Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Department of Agrometeorology at University of the Orange Free State, Bloemfontein.
- Tsubo, M., Walker, S. (2005). Relationships between photosynthetically active radiation and clearness index at Bloemfontein, South Africa. *Theor. Appl. Climatol.*, 80: 17–25.
- Vina, A., Gitelson, A.A. (2005). New developments in the remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation in crops. *Geophysical Research Letters*, 32(17), L17403. DOI: 10.1029/2005GL023647.
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., Bulut, E. (2005). *Klimatoloji-I*. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 2005/1.
- Zhao, J., Lin, X., Gretchen, F., Sassenrath, S.D., Shuo, L., Xiaochao, C., Fanjun, C., Guohua, M. (2011). Radiation interception and use efficiency contributes to higher yields of newer maize hybrids in Northeast China. *Agronomy Journal*, 107(4), 1473-1480. DOI: 10.2134/agronj14.0510.