

**DÜZFAD**

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

JOURNAL OF AGRICULTURE  
FACULTY OF DÜZCE UNIVERSITY

**JAFDU**

# DÜZFAD DÜZCE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

JOURNAL OF AGRICULTURE  
FACULTY OF DÜZCE UNIVERSITY  
JAFDU

Indexed in / Tarandığı İndekster

Asian Science Citation Index

An international peer-reviewed journal published two times a year. /Yılda iki kez yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir.  
The authors are responsible for their articles. / Makalelerin sorumluluğu yazarlarına aittir.

## **Owner / İmtiyaz Sahibi**

On behalf of Duzce University, Faculty of Agriculture  
Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ, Duzce University, Duzce, Türkiye

## **Editor in Chief / Baş Editör**

Assoc. Prof. Dr. Pınar GOC RASGELE, Duzce University, Duzce, Türkiye

## **Assoc. Editors / Editör Yardımcıları**

Assoc. Prof. Dr. Bekir CEVIK, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Emine AYDIN, Duzce University, Duzce, Türkiye

## **Section Editors / Alan Editörleri**

Prof. Dr. Hülya UNVER, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ersin DEMİR, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Filiz OKTUREN ASRI, Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin GUNGOR, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Zübeyde Filiz ARSLAN, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Emre TUNCA, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Selime CANAN, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye

## **Scientific Advisory Board / Bilimsel Danışma Kurulu**

Prof. Dr. Ali KAVGACI, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Türkiye  
Prof. Dr. Ebru SAKAR, Harran University, Sanliurfa, Türkiye  
Prof. Dr. Elchyn ALIIEV, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine  
Prof. Dr. Emine DEMİR OZDEN, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Prof. Dr. Erdal SAKIN, Harran University, Sanliurfa, Türkiye  
Prof. Dr. Fahriye ERCAN, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye  
Prof. Dr. Filiz AKSU, Istanbul University-Cerrahpaşa, Istanbul, Türkiye  
Prof. Dr. Gokcen YILDIZ, Bursa Teknik University, Bursa, Türkiye  
Prof. Dr. Gulay KACAR, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Türkiye  
Prof. Dr. Harun AKSU, Istanbul University-Cerrahpaşa, Istanbul, Türkiye  
Prof. Dr. Hasan DEGIRMENCI, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Türkiye  
Prof. Dr. Hasan ONDER, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye  
Prof. Dr. İsmet YILDIRIM, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ, Ordu University, Ordu, Türkiye  
Prof. Dr. Muharrem TÜRKKAN, Ordu University, Ordu, Türkiye  
Prof. Dr. Mustafa İMREN, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Türkiye  
Prof. Dr. Rasim ORAL, Bursa Teknik University, Bursa, Türkiye  
Prof. Dr. Salih KARABÖRKLÜ, Sakarya Uygulamalı Bilimler University, Sakarya, Türkiye  
Prof. Dr. Sevcan ÖZTEMİZ, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Prof. Dr. Sultan KIYMAZ, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Türkiye  
Prof. Dr. Yeşim AYSAN, Çukurova University, Adana, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ayse OZDEM, Directorate of Plant Protection Central Research Institute, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ayse YAZLIK, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Dilek DULGER ALTINER, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Dmytro MAKARENK, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine  
Assoc. Prof. Dr. Erdem KUCUKTOPCU, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Harun URAN, Kırklareli University, Kırklareli, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Hulya TORUN, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Khavar JABRAN, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mehmet MAMAY, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Melekber SULUSOGLU DURUL, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Oleksii DERKACH, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine  
Assoc. Prof. Dr. Sefer DEMIRBAS, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Seydi YIKMIS, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Bahadır SIN, Sakarya Uygulamalı Bilimler University, Sakarya, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Bülent PISKIN, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Fikret BUDAK, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Irem ALTIN, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Sam MOKHTARZADEH, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Assist. Prof. Dr Taylan ÇAKMAK, Duzce University, Duzce, Türkiye  
Dr. Ana ANDJELKOVIĆ, Institute for Plant Protection and Environment, Serbia  
Dr. Rui GAO, Mississippi State University, United States of America  
Dr. Václav NOVAK, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

#### **English Editor / İngilizce Editörü**

Assist. Prof. Dr. Sam MOKHTARZADEH, Duzce University, Duzce, Türkiye

#### **Layout Editor / Mizanpaj Editörü**

Arş. Gör. İbrahim CİNER, Duzce University, Duzce, Türkiye

#### **Technical Editor / Teknik Editör**

Arş. Gör. Yücel AVŞAR, Duzce University, Duzce, Türkiye

#### **Art Director/ Sanat Yönetmeni**

Prof. Dr. Acelya B. GONULLU, Duzce University, Duzce, Türkiye

#### **Cover Design / Kapak Tasarımı**

Öğr. Gör. Irem GÜRSU, Duzce University, Duzce, Türkiye

\* Sorting is done alphabetically within the title.

**Date of Issue / Yayın Tarihi:** 30.06.2024

- **Journal of Agriculture Faculty of Düzce University (JAFDU)** is an international refereed journal and is published in at least two issues a year (June and December).
- Dergimiz uluslararası hakemli bir dergi olup yılda iki sayı yayımlanmaktadır. Yayımlanan makalelerin sorumluluğu yazarlara aittir.



## Contents / İçindekiler

### Research Articles / Araştırma Makaleleri

- 1-6 Determination of The Effect of Drought Stress on Fresh and Dried Seedling Weight of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)  
**Kuraklık Stresinin Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) Yaş ve Kuru Fide Ağırlığı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi**  
*Engin Ertunc, Sam Mokhtarzadeh*
- 7-13 Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığına (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Karşı Antagonist Bakteri Etkinliği  
**Antagonist Bacteria Activity Against Tomato Bacterial Cancer and Wilt Disease (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)**  
*Hasan Doğan, İrem Altın*
- 14-20 Determination of Polyethylene Glycol Doses Affecting Germination Percentage, Germination Index and Seedling length of Different Basil (*Ocimum basilicum* L.) Genotypes  
**Farklı Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Yüzdesi, Çimlenme İndeksi ve Fide Uzunluğunu Etkileyen Polietilen Glikol Dozlarının Belirlenmesi**  
*Merve Hacan, Sam Mokhtarzadeh, Kagan Kokten*

### Reviews / Derlemeler

- 21-31 Hassas Tarımda Kullanılan Otonom Donanım Sistemleri  
**Autonomous Hardware Systems Used in Precision Agriculture**  
*Ömer Barış Özlüoymak*
- 32-45 Türkiye'nin Kırsal Kalkınma Belgelerinde Yer Alan Kırsal Veriler ve Bu Verilerin TÜİK Veritabanında Erişilebilirliği Açısından İncelenmesi  
**Examination of Rural Data in Turkey's Rural Development Reports and Their Accessibility within the Turkstat Database**  
*Gülce Olgun Susta*
- 46-59 Revealing the Current Scenario and Prospective Outlook of Citrus Gummosis in Pakistan  
**Pakistan'da Turunçgillerde Gözlenen Zamk Akıntısı Hastalığının Mevcut ve Gelecekteki Durumunun Ortaya Konulması**  
*Aysha Munawar Bhatti, Hafiz Muhammad Usman, Atika Iffat, Muhammed Tatar, Mohammad Mazharul Karim, Muhammad Irfan Zafar, Amjad Ali, Talha Shafique*



## CONTACT / İLETİŞİM

Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Üskübü Yerleşkesi, DÜZCE, 81620

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



Journal Of Agriculture Faculty Of Düzce University is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.  
Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Creative Commons Atf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



## Determination of the effect of drought stress on fresh and dried seedling weight of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)

Engin ERTUNÇ<sup>1</sup>  Sam MOKHTARZADEH<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Düzce University, Düzce, Türkiye

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 07.06.2024

Accepted: 15.06.2024

Available online: 30.06.2024

#### Keywords:

Medicinal Plant

*Fagopyrum esculentum*

Drought

Polyethylene Glycol

### ABSTRACT

*Fagopyrum esculentum* (Buckwheat) plant, which belongs to the Polygonaceae family, is one of the important medicinal plants. Buckwheat plant, like many plants, is affected by drought, which is one of the ecological factors that occurs as a result of climate change. In this research, the effects of drought stress on fresh and dry seedling weight of buckwheat plant were discussed. The experiment was established in 2023 at Düzce University Faculty of Agriculture Department of Field Crops Laboratories, according to the completely randomized design, with three replications. Four different concentrations of polyethylene glycol were applied to buckwheat seeds to measure their response to drought stress, and the data obtained were compared according to the control factor. In the experiment, a statistically significant difference was observed between the average seedling fresh and dry weight. According to the results, it was observed that the fresh and dry seedling weights of buckwheat plant were affected by drought. Seedling fresh and dry weight decreased as stress increased; It was observed that the highest fresh and dry seedling weight occurred in the control factor and the lowest fresh and dry seedling weight occurred in the germination medium containing 60 mg/l PEG.

## Kuraklık stresinin karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) yaş ve kuru fide ağırlığı üzerine etkisinin belirlenmesi

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 07.06.2024

Kabul: 15.06.2024

Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Tıbbi Bitki

*Fagopyrum esculentum*

Kuraklık

Polyethylene Glycol

### ÖZET

Polygonaceae familyasına ait olan *Fagopyrum esculentum* (Karabuğday) bitkisi önemli tıbbi bitkilerden birisidir. Karabuğday bitkisi de birçok bitki gibi iklim değişikliği sonucu meydana gelen ve ekolojik faktörlerden biri olan kuraklıktan etkilenmektedir. Bu araştırmada kuraklık stresinin karabuğday bitkisinin yaş ve kuru fide ağırlığı üzerine etkileri ele alınmıştır. Deneme 2023 yılında Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Karabuğday tohumlarına kuraklık stresine tepkisini ölçmek için polyethylene glycol'un dört farklı konsantrasyonu uygulanmış olup elde edilen veriler kontrol faktörüne göre kıyaslanmıştır. Denemede fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık görülmüştür. Sonuçlara göre karabuğday bitkisinin yaş ve kuru fide ağırlıklarının kuraklıktan etkilendiği gözlemlenmiştir. Fide yaş ve kuru ağırlığının stres arttıkça düştüğü; en fazla yaş ve kuru fide ağırlığının kontrol faktöründe ve en düşük yaş ve kuru fide ağırlığının 60 mg/l PEG içeren çimlendirme ortamında meydana geldiği görülmüştür.

## 1. Introduction

Medicinal and aromatic plants have been used by humans for various health and cosmetic purposes for thousands of years. These plants generally have an important place due to their natural properties, pleasant scents and various health benefits. In addition, medicinal and aromatic plants are plants that contain various biochemical components

\*Corresponding Author. e-mail: sam.mokhtarzadeh@gmail.com



and can provide positive effects on human health (Bakkalı et al., 2008; Meşe, 2019). Some medicinal plants are used as food supplements to contribute to daily nutrition. Additionally, many herbs used as spices add flavor to dishes and support digestion. Medicinal and aromatic plants play an important role in ecosystems. It increases plant diversity and maintains ecosystem balance through pollination by insects such as bees (Acıbuca & Bostan Budak, 2018). Buckwheat is one of the medicinal plants used both in medicine, food and beekeeping. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) is an annual herbaceous plant species belonging to the *Fagopyrum* genus from the Polygonaceae family. Buckwheat belongs to the pseudo-cereal group, which has both similarities and differences with grains. The main structural difference is that buckwheat is a dicotyledonous plant. Additionally, this plant has the ability to develop rapidly at high altitudes. Common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tatar buckwheat (*Fagopyrum tartaricum* Gaerth) are the buckwheat species most commonly grown as a food source (Dizlek et al., 2009).

Buckwheat cultivation is affected by environmental factors, like the cultivation of other plants. Meteorological factors such as precipitation, temperature, wind, humidity, sunshine duration, and intensity have significant effects on agriculture (Öztürk et al., 2014). Among these factors, the one that has the largest impact is the drought factor. Drought causes serious social, environmental and economic damage. This phenomenon is defined as a natural phenomenon that causes land and water resources to be negatively affected and the hydrological balance to deteriorate as a result of precipitation falling significantly below normal levels. Large temporal and spatial changes in meteorological factors cause serious fluctuations in agricultural production. It is predicted that significant crop losses will occur due to climate change, global warming and drought disasters expected in the 21st century (Kaplukan, 2013; Yurgiden, 2019). Germination of the seed begins with the intake of water under suitable conditions. However, there are many factors in the soil that prevent the uptake of water by the seed, such as drought, salinity and low temperature. In drought stress, seeds cannot germinate because they cannot get enough water, or their germination period is prolonged (Şehirali, 1997; Ashraf et al., 2021). Plants exposed to drought stress experience less dry matter production, higher susceptibility to diseases and pests, lower product quality and reduced quantity (Monti, 1987).

In this study, the effect of drought applied to the growing environments of buckwheat seeds on the fresh and dry weight of seedlings was examined.

## 2. Materials and Methods

The "Güneş" buckwheat variety registered by the Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute Directorate was used as plant material in the experiment. The research was conducted in 2023 in Düzce University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Laboratories, in three repetitions according to the randomized complete block design. To test the effect of drought stress on fresh and dry weights of buckwheat seedlings, control and four different polyethylene glycol (PEG 6000) concentrations (0, 15, 30, 45 and 60 g/L) were used. Distilled water was used as a control in the experiment. Seeds were randomly selected and sterilized before planting. In the sterilization process, the sterilization process was completed by keeping the seeds in 10% bleach for 10 minutes and then washing them with distilled water 3 times (Jabeen & Ahmad, 2012). Germination experiments were conducted in a completely dark incubator at  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  between petri dishes and blotting paper, with 3 replications and 20 seeds in each replication. Every two days, the papers were changed and 10 ml of solution was

added again and the germination of the seeds was monitored. In addition, the development of the seeds was monitored every day, and seeds with a radicle length of 2 mm were considered germinated. Germination trials were continued for 14 days, which is the last counting day for buckwheat according to ISTA (2018). Then, to obtain data on seedling fresh weight, the weight of ten randomly selected seedlings on the 14th day from each repetition was weighed on a 0.001 g precision scale and calculated as mg/plant by proportioning. Also, after determining the fresh weight of 10 randomly selected seedlings from each replicate, the dry weight of the seedlings dried in the oven at 70 °C for 48 hours was weighed on a precision scale and determined as mg/plant. At the end of the experiment, variance analysis of the data obtained for the examined features was carried out according to the random parcel design and in 3 repetitions, with the SPSS package program, and the LSD test was used to determine the significance levels of the differences between the applications.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Seedling fresh weight (mg/plant)

In the experiment, the fresh weight of ten randomly selected seedlings from each repetition on the 14th day was weighed on a 0.001 g precision scale and the variance analysis results of the data calculated as mg/plant are given in table 1. According to Table 1, there was a statistically significant difference in seedling fresh weights between PEG doses. According to Table 2, it was observed that the control factor was the heaviest and the other factors were in the lightest group in terms of seedling fresh weight. In the experiment, the highest seedling fresh weights were observed in the control factor seedlings, with an average of 1118.00 mg/plant. Additionally, the lowest seedling dry weight was observed as 415.66 mg/plant in media containing 60 mg/l PEG.

**Table 1.** Variance analysis of data obtained from different PEG doses used to determine *Fagopyrum esculentum* plant seedling fresh weight

S.O.V	df	Seedling Fresh Weight (mg/plant)	
		MS	F
General	14	-	-
PEG	4	253817.567	60.105**
Error	10	4222.933	-
C.V%=10.81			

\*\* : It is important at the level  $p < 0.01$ .

**Table 2.** Effects of different PEG doses used to determine *Fagopyrum esculentum* plant fresh weight

PEG (g/L)	Seedling Fresh Weight (mg/plant)**
Control	1118.00 a
15	506.00 b
30	473.00 b
45	494.33 b
60	415.66 b

\*\* Letters in the same column indicate different groups according to the LSD test at the 0.01 level.

In the study conducted by Bilgili (2016) using different doses of PEG 6000 on some bread wheat varieties; It was determined that the seedling fresh weight decreased significantly. Kahraman (2018), explained that examined amaranth seeds in terms of dry weight and allowed them to germinate under drought stress conditions, and as a result, the highest fresh weight was observed in the lowest PEG (0% PEG 6000) application,

while the lowest fresh weight was observed in the highest PEG (10% 6000 PEG) application. (Akyürek, 2020; Nazirzadeh, 2018) reported that drought testing on exotic vegetable species resulted in a decrease in seedling fresh weights.

It was observed that the data obtained in the experiment were in line with the literature discussed above.

### 3.2 Seedling dry weight (mg/plant)

After determining the fresh weight of 10 seedlings randomly selected from each replicate in the experiment, the samples were dried in the oven at 70 °C for 48 hours and weighed on a precision scale, and the variance analysis results of the obtained data are given in table 3. According to Table 3, there was a statistically significant difference in seedling dry weights between PEG doses. According to Table 4, it was seen that the control factor was the heaviest and the other factors were in the lightest group in terms of seedling dry weight. In the experiment, the highest seedling dry weights were observed in the control factor seedlings, with an average of 878.00 mg/plant. Additionally, the lowest seedling dry weight was observed as 322.00 mg/plant in media containing 60 mg/l PEG.

**Table 3.** Variance analysis of data obtained from different PEG doses used to determine *Fagopyrum esculentum* plant dry weights

S.O.V	df	Seedling Dry Weight (mg/plant)	
		MS	F
General	14	-	-
PEG	4	159343.600	79.744**
Error	10	1998.200	-

C.V%= 9.54

\*\* : It is important at the level  $p < 0.01$ .

**Table 4.** Effects of different PEG doses used to determine *Fagopyrum esculentum* plant dry weights

PEG (g/L)	Seedling Dry Weight (mg/plant)**
Control	878.00 a
15	397.33 b
30	365.33 b
45	381.33 b
60	322.00 b

\*\* Letters in the same column indicate different groups according to the LSD test at the 0.01 level.

In the study conducted by (Bilgili, 2016; Harmanci, 2020) using different doses of PEG 6000 on some bread wheat varieties; It was determined that the seedling dry weight decreased significantly. Akyürek (2020) observed that the seedling dry weight in some plant species he examined decreased against increasing drought.

## 4. Conclusion

Medicinal and aromatic plants have been used by humans for thousands of years and are produced for various health and cosmetic purposes. Medicinal and aromatic plants, like other plants, can be affected by environmental factors and vary in yield and active ingredient amounts. Among the environmental factors, drought is the factor that affects plant development the most. Drought causes serious social, environmental and economic damage. In order to prevent these damages, the effect of drought on plant growth, especially the effect of drought on the seed germination stage, should be thoroughly examined. In this study, it was observed that the control factor was the heaviest and the

other factors were the lightest in terms of seedling wet weight. It was observed that the control factor was the heaviest and the other factors were the lightest in terms of seedling dry weight. As can be seen, drought has an effect on fresh and dry seedling weights, which are buckwheat seed germination characteristics. It has been observed that the germination characteristics of this plant may show different reactions if grown in arid ecological conditions. As a result, it has been observed that the buckwheat plant, which is sensitive to drought, will be sensitive to different levels of drought during the seedling development period. It is recommended that the results obtained be used in buckwheat cultivation and breeding studies.

### **Acknowledgement**

We would like to thank Assoc. Prof. Dr. Hülya TORUN for providing the laboratory materials used in this study.

This article was produced from a master's thesis completed at Düzce University Graduate Education Institute, Department of Field Crops.

### **Author Contribution**

The authors' contributions to the study are equal.

### **Conflict of Interest Declaration**

There is no conflict of interest.

### **References**

- Acibuca, V., & Bostan Budak, D. (2018). The Place and Importance of Medicinal and Aromatic Plants in the World and Turkey (In Turkish). *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der*, 33(1): 37-44.
- Akyurek, G. (2020). *Determination of Drought Tolerance of Some Exotic Vegetable Species (In Turkish)*. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, s,114.
- Ashraf, T., Zargar, B., & Veres, S. (2021). Comparison Between Germinating Parameters of *Basils (Ocimum Basilicum L.)* and *Pumpkin (Cucurbita pepo L.)* Under Drought Stress Conditions. *Review on Agriculture and Rural Development*, 10(1-2): 100- 106. <https://doi.org/10.14232/rard.2021.1-2.100-106>
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., & Idaomar, M., (2008). Biological Effects of Essential Oils. *A Review. Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Bilgili, D. (2016). *Effect of salt and drought stress on germination and seedling development in some bread wheat genotypes (In Turkish)*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 91.
- Dizlek, H., M. Ozer, E. Inanc & H. Gul. (2009). Composition of buckwheat and its usage possibilities in the food industry (In Turkish). *Gıda*, 34: 337-324.
- Harmanci, P. (2020). *Investigation of Germination and Emergence Performance of Poppy (Papaver somniferum) Seeds under Different Abiotic Stress Conditions (In Turkish)*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, s. 66.
- ISTA (2018). [https://www.seedtest.org/en/2018\\_content---1--3404.html](https://www.seedtest.org/en/2018_content---1--3404.html)
- Jabeen, N., & Ahmad, R. (2012). "Improvement in Growth and Leaf Water Relation Parameters of Sunflower and Safflower Plants With Foliar Application of Nutrient Solutions Under Salt Stress". *Pak. J. Bot.*, 44(4):1341-1345.



- Kahraman, M. (2018). *Determination of Germination Performance of Amaranth Seeds Subjected to Different Aging Tests Under Drought Stress (In Turkish)*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, s. 63.
- Kapluhan, E., (2013). Drought in Turkey and Its Effect on Agriculture (In Turkish). *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27: 487-510.
- Mese, N. (2019). *Development of an in vitro method for early determination of drought tolerance in American grapevine rootstocks (In Turkish)*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s,122.
- Monti, L. M. (1987). Breeding plants for drought resistance; the problem and its relevance drought resistance in plants: *Meeting Held in Amalfi, Belgium*. 1-8
- Nazirzadeh, A. (2018). *Responses of Different Potato (Solanum tuberosum L.) Cultivars to Drought and Salinity Stress in Vitro (In Turkish)*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, s,90.
- Ozturk, I., & Avcı. R., (2014). Relationships between grain yield and some agricultural characters in bread wheat (*Triticum aestivum L.*) (In Turkish). *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 35-45. <https://doi.org/10.21566/tbmaed.14229>
- Sehirali, S. (1997). *Seed and Technology (In Turkish)*. Fakülteler Matbaası İstanbul, s. 422.
- Yurgiden, B. (2019). *Examination of germination and emergence performances of black cumin genotypes under different abiotic stress conditions (In Turkish)*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 85.

**To cite:** Ertunç, E., & Mokhtarzadeh, S. 2024. Determination of The Effect of Drought Stress on Fresh and Dried Seedling. *Journal of Agriculture Faculty of Düzce University*, 2(1):1-6.

**Alıntı için:** Ertunç, E., & Mokhtarzadeh, S. 2024. Kuraklık Stresinin Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) Yaş ve Kuru Fide Ağırlığı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):1-6.



## Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) karşı antagonist bakteri etkinliği

Hasan DOĞAN<sup>1</sup> , İrem ALTIN<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Üskübü Kampüsü, Merkez/Düzce

### MAKALE BİLGİSİ

**Makale Geçmişi:**  
Geliş: 27.06.2024  
Kabul: 30.06.2024  
Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

**Anahtar Kelimeler:**  
*Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*  
Antagonist bakteriler  
Bakteriyel Kanser ve solgunluk Hastalığı  
*Cmm*

### ÖZET

Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*) üretimde önemli ölçüde ürün kayıplarına neden olmaktadır. Hastalığın inokulum kaynağı tohumda bulunan bir bakteri olması alınacak önlemlerin patojenin bulaşımının önlenmesine yönelik olmalıdır. Fakat uygulanabilirliği kabul edilmiş tohum uygulamaları her zaman olumlu sonuç göstermemektedir. Son yıllarda *Cmm*'e karşı biyolojik alternatif mücadele yöntemi olabileceği belirtilmektedir. Yapılan bu çalışmanın amacı topraktan izole edilen antagonist bakteri adaylarının biyokimyasal özellikleri ve domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni *Cmm*'i engelleme potansiyeli *in vitro* koşullarda denendi. Çalışmada Düzce ilindeki topraklardan izole edilen 10 adet antagonist bakteri adayı kullanılmıştır. *in vitro* sonuçlarına göre en etkili antagonist bakteri adayı Gram (-) olduğu tespit edilmiş, test edilen bakteriyel antagonistlerin 0,26-0,6 cm arasında değişen engelleme zonları oluşturmuştur.

## Antagonist bacteria activity against tomato bacterial cancer and wilt disease (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received: 27.06.2024  
Accepted :30.06.2024  
Available online: 30.06.2024

**Keywords:**  
*Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*  
Antagonist bacteria  
Bacterial Cancer and Wilt Disease  
*Cmm*

### ABSTRACT

Tomato Bacterial Cancer and Wilt Disease *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*) causes significant crop losses in production. Since the inoculum source of the disease is a bacterium found in the seed, the measures to be taken should be aimed at preventing the transmission of the pathogen. However, accepted seed treatments do not always show positive results. In recent years, it has been stated that biological alternative control methods may be used against *Cmm*. The aim of this study was to test the biochemical properties of antagonist bacterial candidates isolated from soil and their potential to inhibit tomato bacterial cancer and wilt agent *Cmm* under *in vitro* conditions. In the study, 10 antagonist bacterial candidates isolated from soils in Düzce province were used. According to the *in vitro* results, the most effective antagonist bacterial candidate was found to be Gram (-) and the tested bacterial antagonists formed inhibition zones ranging from 0.26-0.6 cm.

### 1.Giriş

*Solanacea* familyasında yer alan domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisi dünyada ve ülkemizde üretimi ve tüketimi fazla miktarda yapılan sebze türlerinden biridir. Dünyada her geçtiğimiz yıl üretim miktarında artış göstermektedir (Anonymous, 2005). Türkiye'de domates üretimi ilk defa Adana ilinde 1900 yıllarının başında

\*Sorumlu Yazar. e-mail: iremaltin@duzce.edu.tr

üretimine geçilmiştir. Ülkemizde sera şartlarında yetiştiriciliğinin başlangıcı 1950 yıllarıdır. 1990 yılına kadar üretimi artmaya devam etmiştir. 1990 yılından sonra domates üretimimin de hızlı bir artış yaşanmıştır. Beslenmede vazgeçilmez ürünlerden biri olması nedeni ile salça, ketçap, konserve üretimine geçinilmiştir. Gıda sanayisinde uygulanan bu çeşitlilik sayesinde domates üretiminde artış sağlanmıştır (Güney,2005). Üreticilerin önemli gelir kaynaklarından olan domates bitkisinin üretim ve tüketimi göz önünde bulundurduğumuzda listenin en üstünde yer alan bir sebzedir. Bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına neden olan *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis* ülkemizde ve dünya genelinde ürünlerde yüksek miktarlarda verim kayıplarına neden olmaktadır. Hatalığın Amerika Birleşik Devletleri'nde 1910 yılında ilk tespiti yapılmıştır (Hayvard ve Waterson ,1964). *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'in tipik belirtisi solgunluktur. Domates bitkisi erken dönemde hastalığa yakalanmış ise bitki olgunlaşmada geç fide döneminde solmaya başlar. Bu bitki enfeksiyonuna karşı yenik düşer ve sistemik enfeksiyon gerçekleşir ancak bitki olgunken geç dönemde hastalığa yakalanmışsa solgunluk belirtisinin yayılımı ve gelişimi yavaş ilerlediği gözlemlenir. Bitki yapraklarındaki lekeler ise lokal enfeksiyona sebep olmaktadır (Çetinkaya ve ark., 2019).

Domateste bakteriyel ve solgunluk hastalığı tohum, toprak, topraktaki bitki artıkları, yağmur ve sulama suyu, doğal açıklıklar ve yara açıklıkları yayılışına neden olmaktadır. Etmenin tohum ile taşınmasını önlemek amacıyla başvurulacak yöntemlerden birisi sertifikalı tohum kullanılmasıdır. Bu durum hastalığın yayılımını kısmen baskıladığı gözlemlenmiştir ancak fide döneminde sağlıklı bir bitki hastalığa yakalanabilmektedir (Chang ve ark. 1992).

Fiziksel mücadele yöntemlerinden biri olan solarizasyon yöntemi hastalığı baskılamada %50 üzeri oranda başarı sağlamıştır. Bu yöntem uzun vade kullanımda sonuç vermektedir. Solarizasyon uygulaması işçi yükü ve maddi külfet gerektirmektedir. Bir başka fiziksel mücadele yöntemi olan budama ve koltuk alma işlemleri bilinçsiz bir şekilde yanlış uygulamalarla yaralanmalar, açıklıklar oluşmaktadır, bu açıklıklarda da bakteriler kolaylıkla giriş yapabilmektedir (Özaktan ve Bora, 1991). Hastalık etmeninin bitkiye girişini engellemek için koruyucu bakır uygulaması da yapılabilmektedir. Etmene karşı bazı fungusit uygulamalar kullanıldığında hastalığı baskılamada yeterli seviyede olmadığı gözlemlenmiştir. Ülkemizde domates yetiştiriciliği üretim ve tüketim açısından geçtiğimiz her gün artış sağlanmaktadır. Yetiştiriciliği sırasında fungus, bakteri ve virüs hastalıklarıyla mücadele edilmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda kışı bitki artıklarında geçiren *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis* toprağın alt yüzeyindeki bitki artıklarında 7 ay, toprağın üst yüzeyinde ise 24 ay kadar canlılığını sürdürebilmektedir. Toprağın -20°C ve -35°C sıcaklığında canlılığını sürdüren hastalık etmeni, farklı yerlerde konaklamasıyla mücadelesini oldukça zorlaştırmaktadır. Üreticilerin hastalık ve zararlıya karşı uygulanacak mücadele yönteminde her zaman

akla ilk gelen yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir. Kimyasal mücadele insan, hayvan ve çevre sağlığına zararları yadsınamaz ölçüde büyüktür. Kimyasallar yalnızca hastalık etmenine karşı etkili olmazlar, su ve toprağa karışarak istemediğimiz kadar çok sayıda sorunlara neden olabilmektedir. Dünya üzerindeki bitkiler, hayvanlar ve bütün canlılar kimyasal pestisitlerden etkilenirler. Kimyasal kullanımı sonucu hastalık etmeninde dayanıklılık oluşturması mücadelenin kontrolünden çıkmasına neden olmaktadır. Biyolojik mücadele insana, çevreye ve doğaya zarar vermeyen bir baskılayıcı yöntemdir. Biyolojik mücadelede kullanılan etmenler böcekler, akarlar, bakteriler, funguslar, nematodlar, protozoalar ve diğer canlı gruplarıdır. Başarılı biyolojik mücadele için hastalığa neden olan patojen ve bu hastalığı baskılayan antagonist arasında gerçekleşen etkileşmedir. Antagonistler hiperparazit olarak patojen üzerinde yaşayarak gelişimini veyayımlını baskırlarlar (Özaktan ve Bora, 1998).

## 2. Materyal ve Metot

Ülkemizde Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Düzce ilimizden toprak numuneleri alınmıştır. Alınan bu numuneler Üniversitenin Ziraat Fakültesinde yer alan Bitki Koruma Bölümüne ait laboratuvarında incelemeye tabi tutulmuş ve toprak numunelerinden aday antagonist bakteriler izole edilmiştir.

Aday antagonist bakteri izolasyon için her bir toprak örneğinden 10 gr tartılarak 90 ml nutrient broth(NB) içerisinde 2-3 saat süreyle 150 rpm hızla orbital çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Her birsüspansiyondan 1'er ml alınarak içerisinde 9 ml NB bulunan tüplere aktarılmıştır. Böyleceher bir örnekten ayrı ayrı seyreltme serisi hazırlanmıştır. Son üç seyreltme serisinde 100 er  $\mu$  alınarak 3 tekerrürlü olacak şekilde NSA (Nutrient Sucrose Agar: 3 g Beef extract, 5 g Sucrose and 15 g agar) içeren petrilere steril baget ile yayılmıştır. Petriler 48 saat 26 °C'de inkübe edilmiştir. Farklı koloni morfolojisine sahip bakteriler saflaştırılmış ve tütün bitkisinde hipersensitif reaksiyon testi yapılmıştır.

Koloni morfolojisinden antagonist olduğu düşünülen bakteriyel izolatların hipersensitif reaksiyonu (HR) gözlemek için tütün (*Nicotianatabacum cv. Samsun N*) bitkisinin yapraklarının alt yüzeyine damar aralarına aday antagonist bakterilerin  $10^8$  hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyonu infiltre edilmiştir. 24-36 saat içerisinde bakteri infiltre edilen alanlarda nekrotik bir görünüm oluşturmeyen izolatlar HR negatif olarak kabul edilmiş ve aday antagonist bakteri olarak değerlendirilmiştir (Klement ve Goodman, 1967). Bakteriyel süspansiyonların tütün bitkisine infiltrasyonundan 24-48 saat sonra, inokule edilen alanlarda nekrotik görünüm oluşması durumunda sonuç HR pozitif olarak değerlendirilmiş ve bu bakteriler ile biyolojik mücadele kapsamında çalışmalara devam edilmemiştir. HR negatif olan izolatlar daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere YDCA besi yerinde +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Bakterilerin katalaz aktivitesini tespit etmek için lam üzerine 30  $\mu$ l %3'lük H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi damlatılmıştır. Bakteri izolatlarının öze yardımıyla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi ile karıştırılması sonucu gaz çıkışı olup olmadığı gözlenmiştir. Gaz çıkışı



olması pozitif reaksiyon, olmaması ise negatif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir (Klement ve ark., 1990). Bu test için *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan antagonist bakteri izolatlarının patojen bakteriye karşı antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesi için NSA besi yeri içeren petrilere kullanılmıştır. Bunun için patojen bakteri NSA besi ortamında 24 °C'de 1-2 gün süre ile geliştirilmiştir. Potansiyel antagonist bakteri izolatları ise Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilerek 24 °C'de inkübasyona bırakılarak taze kültür elde edilmiştir. Gelişen taze bakteri kültürleri steril öze ile alınarak sdH<sub>2</sub>O ile süspansiyon edilmiş ve bakteriyel hücre konsantrasyonu 1x10<sup>8</sup> hücre/ml'ye ayarlanmıştır. Konsantrasyonları ayarlanan antagonist bakterilerden 20 µl pipet yardımı ile alınarak içerisinde NSA besi yeri bulunan petrilere nokta şeklinde üç kez olacak şekilde bırakılmıştır. Üç nokta bakteri inokulasyonu yapılan petrilere patojen bakterinin 10<sup>6</sup>cfu/ml konsantrasyonundan püskürtülmüştür. Petrilere 24- 36 saat süre ile 24 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda aday antagonist bakterilerin oluşturduğu engelleme bölgesinin çapı ölçülmüştür. Her bakteri 3 tekerrür olarak test edilmiş ve elde edilen değerler yardımıyla antagonist bakterilerin oluşturduğu etkileri belirlenmiştir (Tekiner ve ark., 2018).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. İzolatların biyokimyasal özellikleri

Düzce ilinden elde edilen izolatların biyokimyasal özelliklerini belirlemek amacı ile Potasyum Hidroksit (KOH), Katalaz testi ve Tütün'de aşırı duyarlılık testi (HR) yapılmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmaya ait izolatlar, izolatların elde edildiği yerler ve biyokimyasal özellikleri.

İzolat No	İzolasyon Tarihi	İzole Edildiği Yer	Örneğin Lokasyonu	Gram Reaksiyon	Katalaz Testi	Hipersensitif Reaksiyon
A1-1	11.2023	Akçakoca	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
A1-2	11.2023	Akçakoca	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
A2-2	11.2023	Akçakoca	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
C1-1	11.2023	Cumayeri	Toprak	Pozitif	Pozitif	Negatif
Ç1-1	11.2023	Çilimli	Toprak	Pozitif	Pozitif	Negatif
Ç1-2	11.2023	Çilimli	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
Ç1-5	11.2023	Çilimli	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
Cal2-1	11.2023	Cumayeri	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
M1-2	11.2023	Merkez	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif
M3-2	11.2023	Merkez	Toprak	Negatif	Pozitif	Negatif

Uygulanan Gram reaksiyon testinde, Gram pozitif olan izolatlar uygulamada kullanılan lam üzerinde sümüksü bir yapı oluşturmayan izolatlardır. Lam üzerinde sümüksü bir yapı oluşturan

izolatlar Gram negatif olarak kabul edilmiştir. Elde edilen toplam 10 adet izolattan 2 adet izolat Gram pozitif olduğu 8 adet izolatın ise Gram negatif olduğu tespit edilmiştir. Katalaz testinin sonucuna bakıldığında bu izolatların hepsinin sonucunun pozitif olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan tütün aşırı duyarlılık testi (HR) bir şırınga yardımı ile tütün bitkisinde yaprakların damarlarına izolatlar enjekte edilmiştir. Sonuç gözlemlendiğinde bu izolatların enjekte edildiği bölgelerde hiçbir ölü dokuya rastlanılmamıştır. Tüm izolatların negatif reaksiyon gösterdiği gözlemlenmiştir.

### 3.2. İzolatların *in vitro* etkinliği

izole edilen 10 antagonist bakteri adayı *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı *in vitro* biyokontrol aktivesi açısından test edilmiştir (Tablo 2). *in vitro* test sonuçlarına göre 5 izolatta 0,26-0,6 cm arasında değişerek engelleme zonları oluşturarak *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı gelişimi göstermiştir.

**Tablo 2.** Antagonist adayı bakterilerin *Cmm*'e karşı *in vitro* etkililik testi sonuçları.

İzolat No	1.İnhibisyon Zonu (cm)	2.İnhibisyon Zonu (cm)	3.İnhibisyon Zonu (cm)	İnhibisyon Zonu Ortalaması (cm)
A1-1	0,7	0,4	0,3	0,46
A1-2	0,3	0,2	0,6	0,26
A2-2	0	0	0	0
C1-1	0	0	0	0
Ç1-1	0,4	0,3	0,5	0,4
Ç1-2	0,4	0,9	0,5	0,6
Ç1-5	0	0	0	0
Cal2-1	0	0	0	0
M1-2	0,4	0,3	0,4	0,36
M3-2	0	0	0	0

Bakteriyel antagonistlerin Domateste Bakteriyel Kanser ve Solgunluk etmeni *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı *in vitro* etkinliği yukarıdaki Tabloda göstermektedir. *in vitro*'da gerçekleştirilen test sonucuna bakıldığında Ç1-2 no lu izolat 0,6 cm engelleme zonu ile en başarılı antagonist bakteri olurken, A2-2, C1-1, Ç1-5, Cal2-1, M3-2 nolu izolatlarda patojen hiç gelişmemiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında Özaktan ve Bora 1991 yılında domates bitkisinin meyve etinin fermantasyon sıvısından, fermantasyon sırasında izole ettikleri antagonist bakterilerin *Cmm*'e karşı biyolojik savaşımı ile ilgili konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde *Streptomyces citrefluorescens* ve *S. pulcher*' in etkileri araştırıldı. Bakteriyel antagonistlerle *Cmm*'e karşı uygulanan *in vitro* ve *in vivo* çalışmaları lavanta, kekik, adaçayı, geyik otu, yer fıstığı, kuşburnu ve yabancı fesleğen gibi bitkilerden eterik yağ elde

edildi ve bu yağlar *in vitro* koşullarında *Cmm*'e karşı gösterdiği etkilerin değerlendirildi bir çalışma olmuştur (Dimitra ve ark., 2022). Akat ve Özaktan'ın 2016 yılında yaptığı çalışmada *in vitro* test sonuçlarına bakıldığında Gram (+) bakterilerin *Cmm*'e karşı daha etkili oldukları 2,8 – 3,7 cm engelleme zonu oluşumu ile gözlemlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada *in vitro* sonuçlarına bakıldığında 0,6 cm engelleme zonu oluşturan Ç1-2 no lu izolat Gram (-) bir bakteri türüdür. Gözlemlenen bu sonuç Akat ve Özaktan'ın yaptığı çalışmadan farklı bir sonuç elde edilmiştir. Engelleme zonu 3,7 cm oluşturan gram (+) bakteri en etkili antagonist çıkmasına rağmen uygulanan *in vivo* testinde aynı sonuç gözlemlenmemiştir. Özaktan ve Bora (1998) yılında şöyle açıklamıştır: Antagonist bakteri besi yerinde patojenin gelişmesini engellemek için antibiyotik veya metabolitler üretilebilir fakat saksı testinde bunu yapmak zor olabilmektedir. Patojen ve antagonist bakteri petri kabında birbirine belirli uzaklıklarda ekildiği için karşılaşma olasılığı yüksek olabilmektedir fakat saksıda bu şans bulunamayabilir. Akat ve Özaktan'ın yaptığı çalışmada ki 49 antagonist bakteri adayı *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı kullanılmış olup 13 adet izolat patojenin gelişimini başarılı bir şekilde engelleme bilmıştır. Bu tezde yürütülen çalışmada ise 10 antagonist bakteri adayı izolata 5 adet izolatu patojene karşı engelleme zonları oluşturmuştur.

#### 4. Sonuçlar

Dünyada ve ülkemizde domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı önemli bir miktarda ürün kaybına sebep olmaktadır. Ürüne yatma dönemin birden kendini belli etmesi ve bitkinin içerisinde sistemik bir şekilde yayılmasından dolayı alınacak önlemleri sınırlamaktadır. Yapılan çalışmalara baktığımızda bakırlı preparatlar ile bitkiye uygulama ve tohum ilaçlaması gibi mücadele yöntemlerinin uygulandığı görülmüştür. Yapılan bu çalışmada *Clavibacterium michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı biyolojik savaşımlı konusunda gerçekleştirilmiş bir çalışma niteliğindedir. Bu bulgular ilerleyen yıllarda hastalık ile mücadele yapılması gerektiğinde patojenin engellenmesinde entegre mücadelenin yani birden fazla mücadele yönteminin bir arada kullanılmasına önem vermek ve bu amaca yönelik mücadele programı oluşturmaktır. Geçtiğimiz bir kaç yılda bu anlamda zararsız kimyasallar ve biyolojik uygulama gibi alternatif mücadele yöntemleri dikkat çekmektedir. Bitki iletim demetine yapılacak damla sulama ile antagonistlerin uygulaması sorunu bir nebze azaltabilir. Bu patojeni engellemede ümit var sonuçlar görülebilir. Bu çalışmanın amacı domateste bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni *Cmm*'e karşı antagonist bakterilerin biyokontrol potansiyellerin saptanmasıdır. Bakteriyel antagonistlerin başarılı olması durumunda domates bitkisinin ekosisteminde popülasyonları zamanla artacaktır. Üretimi yapılan domates bitkisinde tehdit oluşturan patojene karşı etkin bir mücadele geliştirilebilecektir.

#### Yazarlık Katkısı

H.D., İ.A.: makalenin yazılması, deney düzeneğinin oluşturulması ve deneylerin yapılması.

H.D.: Literatür araştırması ve verilerin istatistiksel hesaplamaları.

H.D., İ.A.: Bulguların yorumlanması, literatür araştırması ve deney için gerekli malzemelerin temin edilmesi.

Yazarlar yukarıda belirtilen konularda çalışmaya katkı sağladıklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### **Kaynaklar**

Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology (5th ed.). Elsevier Academic Press.

Akat, S., & Özaktan, H. (2016). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığıyla [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et. al] biyolojik mücadelede bakteriyel antagonistlerin etkinliğinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(1): 3-18.

Basım, E., Basım, H., & Özcan, M. (2005). Antibacterial activities of Turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. In *Journal of Food Engineering*, 992-996.

Bora, T., & Özaktan, H. (1998). Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. İzmir: Prizma Matbaası.

Chang, R. J., Ries, S. M., & Pataky, J. K. (1992). Local sources of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. *Phytopathology*, 82: 553-560.

Çetinkaya-Yıldız, R., Belgüzar, S., & Aysan, Y. (2019). Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı. In H. Saygılı, F. Şahin, Y. Aysan, S. Soylu, & M. Mirik (Eds.), Bitki Bakteri Hastalıkları (pp. 37-47). Tekirdağ: Toprak Ofset Matbaacılık.

Günay, A. (2005). Genel ve Özel Sebzeçilik. Sebze Yetiştiriciliği (Vol. 1). İzmir.

Hayward, A. C., & Waterson, J. M. (1964). CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria (No. 19).

King, E. O., Ward, M. K., & Raney, D. E. (1954). Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. *Journal of Clinical Pathology*, 44: 301-307.

Klement, Z., & Goodman, R. N. (1967). The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 5: 17-44.

Özaktan, H., & Bora, T. (1991). Domates Bakteriyel Solgunluğu (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.) ile savaşım olanakları üzerinde Araştırmalar (Doktora tezi).

**To cite:** Dogan, H., & Altın, İ. 2024. Antagonist bacteria activity against tomato bacterial cancer and wilt disease (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). *Journal of Agriculture Faculty of Düzce University*, 2(1):7-13.

**Alıntı için:** Doğan, H. & Altın, İ. 2024. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığına (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Karşı Antagonist Bakteri Etkinliği. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):7-13.





## ***Determination of polyethylene glycol doses affecting germination percentage, germination index and seedling length of different basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes***

Merve HACAN<sup>1</sup>  Sam MOKHTARZADEH<sup>2\*</sup>  Kagan KOKTEN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Bingöl University, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Düzce University, Düzce, Türkiye

<sup>3</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Sivas Science and Technology University, Sivas, Türkiye

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 12.06.2024

Accepted: 15.06.2024

Available online: 30.06.2024

#### Keywords:

Drought

Polyethylene glycol

Genotype

*Ocimum basilicum* L.

### ABSTRACT

Among the developmental stages of the basil plant, germination and seedling development periods are the most sensitive periods to stress, so increasing the resistance of this plant to germination, emergence and seedling development stages in drought stress is known as an important element. In this study, the drought resistance of different basil lines in Türkiye was investigated, and characteristics such as germination percentage, germination index and seedling length of seeds under drought stress were examined. The experiment was conducted in Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Laboratories, as a factorial study, in three repetitions according to the completely randomized design. In the study, five different populations (Elâzığ, Kahramanmaraş, Hatay, Denizli and İstanbul) and five different PEG 6000 concentrations (0%-2.5%-5.0%-7.5% and 100%) were used, and seed germination and its effects on seedling growth were investigated. According to the data obtained, it was determined that *Ocimum basilicum* L. genotypes responded differently to abiotic stress conditions. Under drought stress, *Ocimum basilicum* L. seeds gave better results in the Hatay variety, while the lowest germination percentage and germination index were observed in the Elâzığ variety. In addition, in terms of seedling length under drought stress, the shortest seedling length was observed in the Denizli population, and the highest seedling length was observed in the Elâzığ population.

## **Farklı fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinin çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi ve fide uzunluğunu etkileyen polietilen glikol dozlarının belirlenmesi**

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 12.06.2024

Kabul: 15.06.2024

Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Kuraklık

Polietilen glikol

Genotip

*Ocimum basilicum* L.

### ÖZET

Fesleğen bitkisinin gelişim aşamaları arasında, çimlenme ve fide gelişim dönemleri, strese en hassas dönemler olduğundan dolayı bu bitkinin kuraklık stresinde çimlenmesi, çıkışı ve fide gelişim evrelerinde dayanıklılığının artırılması, önemli bir unsur olarak bilinmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de bulunan farklı fesleğen hatlarının kuraklığa dayanıklılığı incelenmiş olup, tohumların kuraklık streslerinde çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi ve elde edilen fidelerin uzunluğu gibi özellikler incelenmiştir. Deneme Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında, faktöriyel çalışması olarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarda yürütülmüştür. Araştırmada, beş farklı popülasyon (Elâzığ, Kahramanmaraş, Hatay, Denizli ve İstanbul) ve beş farklı PEG 6000 konsantrasyon (%0-%2,5- %5,0- %7,5 ve %100) kullanılmış olup, tohum çimlenmesi ve fide büyümesine olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, *Ocimum basilicum* L. genotiplerinin abiyotik stres koşullarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Kuraklık stresinde *Ocimum basilicum* L. tohumları, Hatay çeşidinde daha iyi sonuçlar verirken, Elâzığ çeşidinde en az çimlenme yüzdesi ve çimlenme indeksi görülmüştür. Ayrıca kuraklık stresinde fide uzunluğu bakımından Denizli popülasyonunda en az ve Elâzığ popülasyonunda en çok fide uzunluğu gözlemlenmiştir.

\*Corresponding Author. e-mail: sam.mokhtarzadeh@gmail.com

## 1. Introduction

In recent years, the demand for herbal medicines for treatment purposes, the fact that fragrant plants constitute the main raw material of the perfumery, food and cosmetics industries, and the emergence of new areas of use have increased the demand for medicinal and aromatic plants (Kan et al., 2006). The Lamiaceae (Labiatae) family, found in the flora of Türkiye and many genera of which are used for medicinal and aromatic purposes, is represented by approximately 224 genera and 5600 species in the world (Hickey & King, 1997). Türkiye constitutes one of the important gene centers for the Lamiaceae family. Additionally, there are 45 genera, 565 species and 735 taxa belonging to this family in Türkiye (Güner et al., 2000). Plants belonging to the Lamiaceae family are distributed in a wide area as far as America (Heywood, 1996). One of them, belonging to the genus *Ocimum*, grows in annual or perennial herbaceous and woody forms throughout the world; It is *Ocimum basilicum* L. species found naturally in the warm and temperate regions of Asia, Africa and South America (Baydar, 2013). Basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the world's popular and fragrant herbs. This plant has great variation in morphology and essential oil components (Paton et al., 1999). In addition, *Ocimum basilicum* L. species is traded in many countries and is one of the world's important essential oil-containing plants. *Ocimum campechianum*, *Ocimum fruticosum*, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum tenuiflorum*, which are other species of the *Ocimum* genus, are normally distributed in nature. It is reported that the origin of the basil plant is South Asia, especially India, and according to information obtained from some sources, Iran (Omidbaigi, 2004). The essential oil of basil is widely used in medicine, perfumery, food industry and spices (Telci et al., 2006). As seen with other plants, different results can be obtained from basil in different climate and ecological conditions. Especially plants rich in essential oils are more sensitive to environmental conditions and show great variation in the quantity of basic components according to different geographical origins (Arabacı & Bayram, 2004). Considering their usage areas, medicinal and aromatic plants have a wide distribution according to their properties. However, abiotic stresses have negative effects on medicinal and aromatic plants, affecting their cultivation and therefore their economy. Under abiotic stress conditions such as low and high temperatures, salinity, drought and heavy rainfall, plants react with physiological and metabolic changes in a way that will be minimally affected during their development periods (Kalefetoğlu & Ekmekçi, 2005). Despite many years of work to develop more tolerant and resistant varieties, the resistance mechanisms of plants to abiotic stress factors have not been fully determined (Öz & Ekinci, 2015). Because, not only genetic factors are effective in abiotic stress conditions, but also the developmental period in which the plant is exposed to these conditions is important (Çulha & Çakşır, 2011).

Increasing the resistance of the basil plant to drought stress during germination, emergence and seedling development stages plays an important role in the cultivation of this plant. Among all the growth stages of the basil plant, the germination and seedling development periods are known to be the most sensitive periods to stress. In this study, the responses of germination percentage, germination index and seedling fresh weight characteristics of different basil lines to drought were investigated.

## 2. Materials and Methods

The seed material used in the study was obtained by Bozok University faculty member, Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR. The experiment was conducted in Bingöl University,

Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Laboratories, as a factorial study, in three repetitions according to the completely randomized design. In the study, five different populations (Elâzığ, Kahramanmaraş, İstanbul, Denizli and Hatay) and five different PEG 6000 concentrations (0.0%-2.5%-5.0%-7.5% and 10.0% PEG) were used and the effects of drought on germination percentage, germination index and seedling fresh weight were investigated. Distilled water was used as a control in the experiment. Germination experiments were carried out between petri dishes and blotting paper at a temperature of  $20\pm 1^\circ\text{C}$ , and were set up in a completely dark incubator, in three replicates, with 30 seeds in each repetition. Every two days, the papers were changed and 10 ml of solution was added again, and the germination of the seeds was monitored. In addition, basil seeds were counted every day, and seeds with a radicle length of 2 mm were considered germinated. Germination trials were continued for 14 days, which was the last counting day for basil, according to ISTA (2018). To determine the Germination Percentage, the number of seeds germinating on the fourteenth day was calculated as a percentage (%) by proportioning it to the total number of seeds. To determine the Germination Index; The formula  $GI = (10 \times n_1 + 9 \times n_2 + \dots + 1 \times n_{10}) / (\text{total number of days of germination} \times \text{number of seeds used in germination})$  was used (Mares & Mrva, 2001). In this formula, the number "n" indicates the number of seeds that germinated on the xth day. To determine the length of the seedlings, the lengths of 10 seedlings chosen randomly on the fourteenth day from each repetition were measured with a ruler and written in cm. The evaluation of the last obtained data was made through the SAS package program. Additionally, the LSD test was used to determine the significance levels of differences between applications.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Germination percentage (%)

In the experiment, the number of seeds that germinated on the 14th day was proportional to the total number of seeds and was determined as a percentage (%), and the data obtained is given in Table 1. According to Table 1, a statistically significant difference was observed between populations in terms of germination percentage. It was observed that there was a statistically significant difference in terms of germination percentage between different PEG doses. Additionally, no statistical difference was detected on the germination percentage in terms of the interaction of different populations and different PEG doses. According to Table 1, Elazığ and Hatay populations were determined as the populations with the least and highest germination, at 40.4% and 59.8%, respectively. Additionally, the minimum and maximum germination percentages of *Ocimum basilicum* L. seeds were observed at 10% and 0% (control) doses.

**Table 1.** Effects of different populations and different PEG doses used to determine the germination percentage of *Ocimum basilicum* plant seeds

Populations	PEG Doses					Average
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0	
Elâzığ	51.1	47.8	40.0	26.7	36.7	40.4 C
Kahramanmaraş	64.4	58.9	50.0	62.2	34.4	54.0 AB
Hatay	65.6	63.3	57.8	61.1	51.1	59.8 A
Denizli	60.0	47.8	42.2	50.0	31.1	46.2 BC
İstanbul	64.4	61.1	51.1	57.8	55.6	58.0 A
Average	61.1 A	55.8 AB	48.2 BC	51.6 ABC	41.8 C	

\*\* Letters in the same column indicate different groups according to the LSD test at the 0.01 level.

Yurgiden (2019), in his thesis study examining the germination and emergence performances of black cumin genotypes, stated that the germination percentage

decreased in increasing drought levels. Almansuri (2001), in his study on Durum wheat (*Triticum durum*), investigated the resistance of drought stress on germination and reported that germination percentages decreased at different PEG concentrations. In another study, the effect of drought stress induced by PEG on some germination parameters of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) was investigated and it was found that basil seeds were extremely sensitive to water deprivation and could not germinate in 2.5% PEG solution (Ashraf, 2021). This study is consistent with the findings of Gheidary & Pessaraki (2017) and Tilki (2002).

### 3.2. Germination index

The data obtained regarding the germination index are given in Table 2. According to Table 2, a statistically significant difference was observed in the germination index in terms of both populations, PEG doses and the interaction of the two factors. According to Table 2, Elazığ and Hatay populations were determined as the populations with the lowest and highest germination indexes of 0.8 and 2.0, respectively. In addition, the minimum and maximum germination index data of *Ocimum basilicum* L. seeds were observed at 10% and 0% (control) PEG doses.

**Table 2.** Effects of different populations and different PEG doses used to determine the germination index of *Ocimum basilicum* plant seeds

Populations	PEG Doses					Average
	Control	2.5	5.0	7.5	100	
Elazığ	1.7 cdefg	1.6 efgh	0.3 ij	0.1 j	0.3 ij	<b>0.8 C</b>
Kahramanmaraş	2.8 abc	3.1 ab	2.6 abcde	0.7 ghij	0.1 j	<b>1.9 AB</b>
Hatay	3.4 a	2.6 abcde	2.8 abcd	0.6 ghij	0.4 ij	<b>2.0 A</b>
Denizli	2.5 abcde	1.4 fghi	0.5 ghij	0.4 hij	0.1 j	<b>1.0 C</b>
İstanbul	2.8 abc	2.0 bcdef	1.6 defg	1.0 fghij	0.4 ij	<b>1.6B</b>
Average	<b>2.7 A</b>	<b>2.1 B</b>	<b>1.6 C</b>	<b>0.6 D</b>	<b>0.3 D</b>	

\*\* Letters in the same column indicate different groups according to the LSD test at the 0.01 level.

Harmancı (2020) reported in his study that the germination index decreased due to increasing drought in poppy varieties and populations. Increasing drought stress in damson varieties significantly reduced the germination index (Aslan, 2018). Berg and Zeng (2006) created drought stress on South African native grasses and found that PEG doses significantly reduced germination percentages. These studies support the experiment and prove that drought and germination index are inversely proportional.

### 3.3. Seedling length (cm)

In the experiment, the height of 10 randomly selected seedlings on the fourteenth day of each repetition was measured with a ruler and determined in cm, and the obtained data are given in Table 3. According to Table 3, there was a statistically significant difference between the populations, PEG doses, and seedling lengths in terms of the interaction of the two factors. According to Table 3, in terms of seedling length, Denizli and Elazığ were determined as the populations with the minimum and maximum seedling length of 0.5 and 1.2 cm, respectively. In addition, the minimum and maximum seedling length data of *Ocimum basilicum* L. seeds were 0.30 and 1.6 cm, respectively, at 10% and 0% (control) PEG doses.

**Table 3.** Different population and different doses of PEG used to determine the effects of *Ocimum basilicum* plant seeds on seedling length

Populations	PEG Doses					Average
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0	
Elâzığ	1.19 b	1.45 b	1.31 b	1.66 ab	0.19 c	1.2 A
Kahramanmaraş	1.45 b	1.58 ab	0.16 c	1.66 ab	0.16 c	1.0 AB
Hatay	1.67 ab	1.37 b	0.36 c	0.26 c	0.43 c	0.82 B
Denizli	1.34 b	0.46 c	0.22 c	0.34 c	0.21 c	0.5 C
İstanbul	2.10 a	1.61 ab	0.46 c	0.50 c	0.54 c	1.0 A
<b>Average</b>	<b>1.6 A</b>	<b>1.3 B</b>	<b>0.5 D</b>	<b>0.9 C</b>	<b>0.3 E</b>	

\*\* Letters in the same column indicate different groups according to the LSD test at the 0.01 level.

Akyürek (2020), in drought study on exotic vegetable species such as coriander, basil, molehiya, Japanese mustard, komatsuna, mibuna, mizuna, found that there were serious decreases in seedling plant height due to lack of water. In the drought dose study conducted on plant and root height in potato varieties, it was stated that as drought stress increases, decreases in plant height are observed (Nazirzadeh, 2018). In order to see the effects of drought stress on seedling height in wheat forage crops, PEG-6000 doses were given and a decrease was determined (Rouhi et al., 2011).

#### 4. Conclusion

Considering the results, it was determined that basil genotypes responded differently to abiotic stress conditions. Under drought stress, *Ocimum basilicum* L seeds gave better results in the Hatay variety, while the lowest germination percentage and germination index were observed in the Elazığ variety. In addition, in terms of seedling length under drought stress, the shortest seedling length was observed in the Denizli population and the highest seedling length was observed in the Elazığ population. As a result, although Elazığ and Denizli are tolerant to low PEG stresses during germination and seedling development periods, it has been observed that Hatay variety is more resistant to drought, and it is thought that these may be genotypes that should be taken into consideration in breeding studies for this purpose.

#### Acknowledgement

This article was produced from a master's thesis completed at Bingöl University Graduate Education Institute, Department of Field Crops.

#### Author Contribution

The authors' contributions to the study are equal.

#### Conflict of Interest Declaration

There is no conflict of interest.

#### References

- Akyurek, G. (2020). *Bazı Egzotik Sebze Türlerinin Kuraklığa Toleransının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, s,114.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231, 243-254. <https://doi.org/10.1023/A:1010378409663>
- Arabacı, O., & Bayram, E. (2004). The Effect of Nitrogen Fertilization and Different Plant Densities on Some Agronomic and Technologic Characteristic of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Argon*, 3(4), 255- 262. <https://doi.org/10.3923/ja.2004.255.262>

- Ashraf, T., Zargar, B., & Veres, S. (2021). Comparison Between Germinating Parameters of *Basils (Ocimum Basilicum L.)* and *Pumpkin (Cucurbita Pepo L.)* Under Drought Stress Conditions. *Review on Agriculture and Rural Development*, 10(1-2): 100- 106. <https://doi.org/10.14232/rard.2021.1-2.100-106>
- Aslan, H. (2018). *Bazı Yaygın Mürdümük Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi* Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, s. 53.
- Baydar, H. (2013). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 51.
- Berg, L. V., & Zeng, Y. J. (2006). Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *South African Journal of Botany*, 72, 284-286. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2005.07.006>
- Culha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11, 11-34.
- Gheidary, S., & Pessarakli, D. M. (2017). Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus sativus L.* *Journal of Plant Nutrition*, 40(10), 1507-1514. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1269349>
- Guner, A., Ozhatay, N., Ekim, T & Baser, K. H. C. (2000). Flora of Turkiye and East Aegean Islands. Supplement II. *Edinburgh Univ*, 11, 618-619.
- Harmancı, P. (2020). *Farklı Abiyotik Stres Koşullarında Haşhaş (Papaver somniferum) Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performanslarının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, s. 66.
- Heywood, V. H. (1996). Flowering Plants of the World. *BT Batsford Ltd*, 239 p.
- Hickey, M & King, C. (1997). *Common Families of Flowering Plants*. Cambridge Univ, 119-127.
- ISTA (2018). [https://www.seedtest.org/en/2018-\\_content---1--3404.html](https://www.seedtest.org/en/2018-_content---1--3404.html)
- Kalefetoglu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 723-740.
- Kan, Y., Arslan, N., Altun, L., & Kartal, M. (2006). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin kültürünün ekonomik önemi. 15. *Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı bildiri kitabı*, 3: 213-219.
- Mares, D. J., & Mrva, K. (2001). Mapping quantitative trait loci associated with variation in grain dormancy in Australian wheat, *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, 1257-1265. <https://doi.org/10.1071/AR01049>
- Nazirzadeh, A. (2018). *Farklı Patates (Solanum Tuberosum L.) Çeşitlerinin in vitro Kuraklık ve Tuzluluk Stresine Tepkileri*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, s,90.
- Omidbaigi, R. (2004). *Production and Prossesing of Medicinal Plants*. Tarbiat Modarres University. Tehran.
- Oz, S., & Ekinci, M. (2015). Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim*, 32, 237-250.
- Rouhi, H. R., Aboutalebian, M. A., & Sharif-Zadeh, F. (2011). Seed priming improves the germination traits of Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). *Not. Sci. Biol.*, 3(2), 57-63. <https://doi.org/10.15835/nsb325409>

Paton, A., Harley, R. M. & Harley, M. M. (1999). *Ocimum an overview of relationships and classification*. In: Holm, Y., Hiltunen, R. (Eds.), *Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles*. Harwood Academic, Amsterdam, p. 1-38.

Telci, I., Bayram E., Yılmaz, G. & Avcı, B. (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.) *Biochem. Sys. and Ecology*, 34, 489- 497. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2006.01.009>

Tilki, F. (2002). *Türkiye'de Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Tohumu Üzerine Teknolojik Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 167.

Yurgiden, B. (2019). *Farklı abiyotik stres koşullarında çörek otu genotiplerinin çimlenme ve çıkış performanslarının incelenmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 85.

**To cite:** Hacan M., Mokhtarzadeh, S., & Kokten K. 2024. **Determination of Polyethylene Glycol Doses Affecting Germination Percentage, Germination Index and Seedling length of Different Basil (*Ocimum basilicum* L.) Genotypes**. *Journal of Agriculture Faculty of Düzce University*, 2(1):14-20.

**Alıntı için:** Hacan M., Mokhtarzadeh, S., & Kökten K.. 2024. Farklı Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Yüzdesi, Çimlenme İndeksi ve Fide Uzunluğunu Etkileyen Polietilen Glikol Dozlarının Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):14-20.





## Hassas tarımda kullanılan otonom donanım sistemleri

Ömer Barış ÖZLÜOYMAK<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

*Makale Geçmişi:*  
Geliş: 24.04.2024  
Kabul: 23.06.2024  
Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

*Anahtar Kelimeler:*  
Hassas tarım  
Tarım 4.0  
Tarımda otomasyon

### ÖZET

Dünya nüfusunun hızla artması sonucunda, beslenme sorunu ile ilgili çözüm arayışı günümüzde güncelliğini korumaktadır. Dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ise kaçınılmaz olarak görülmektedir. Günümüzde tarımsal üretimde yaşanan artışlar gelişen teknolojinin etkisiyle büyük bir atılım yapmakta, tarım sektörünün geleceği ise kullanılan teknolojik uygulamalar ile şekillenmektedir. Tarım 4.0 ile birlikte, tarımsal mekanizasyon alanında pek çok yenilik ortaya çıkmış, bilgisayar destekli kontrol sistemleri, sensör teknolojileri entegre edilmiş tarım makineleri ve ekipmanları, sayısal görüntü işleme yazılım ve donanımları söz konusu akıllı sistemlerin gelişmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca GNSS destekli otonom zirai hava ve kara araçlarının kullanımı ve yaygınlaşması hassas tarım alanında büyük atılım sağlamıştır. Bu çalışmada, hassas tarımda en çok kullanılan otonom donanım sistemleri hakkında bilgi verilmiş, söz konusu teknolojiye dayalı ekipmanların hangi amaçla kullanıldıkları ortaya konmuştur. Tarım makinasına eklenecek sensör, kamera, vb. donanımlar ile geliştirilecek ve sisteme eklenecek yazılımlar sayesinde, makinanın dış çevreden bilgi alma ve karar destek sistemleri sayesinde verilen kararın uygulanması sağlanmaktadır.

## Autonomous hardware systems used in precision agriculture

### ARTICLE INFO

*Article history:*  
Received: 24.04.2024  
Accepted: 23.06.2024  
Available online: 30.06.2024

*Keywords:*  
Precision agriculture  
Agriculture 4.0  
Automation in agriculture

### ABSTRACT

As a result of the rapid increase in the world population, the search for a solution to the nutritional problem remains current today. Increasing productivity in agriculture is seen as inevitable to meet the nutritional needs of the world's population. Advances in technology have led to significant improvements in agricultural production today, and the future of the agricultural sector is being shaped by technological applications. With Agriculture 4.0, numerous innovations have emerged in agricultural mechanization. Computer-assisted control systems, sensor technologies integrated into agricultural machinery and equipment, digital image processing software, and hardware have all contributed to the development of these smart systems. Furthermore, the use and proliferation of GNSS-supported autonomous agricultural aerial and ground vehicles have made a significant impact on precision agriculture. In this study, information has been provided about the most commonly used autonomous hardware systems in precision agriculture, and the purposes for which this technology-based equipment are used have been highlighted. By adding sensors, cameras and other equipment to the agricultural machinery, and by developing and integrating software into the system, these machines are capable of acquiring information from the external environment and implementing decisions through decision support systems.

## 1.Giriş

Artan küresel nüfus ile birlikte, küresel gıda talebi de gün geçtikçe artmaktadır. Dünya nüfusunun 2030 yılı itibari ile 8.5 milyara, 2050 yılında ise 9.7 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir. Söz konusu bu nüfus artışının gıda ihtiyacının karşılanması için tarımsal üretimin 2050 yılına kadar %70 artış göstermesi gerekmektedir (Saygılı ve ark., 2019).

\*Sorumlu Yazar. e-mail: ozluoymak@cu.edu.tr

Verim artışı, girdi kullanımının azaltılması, maliyetin düşürülmesi ve çevreye duyarlılık; ileri düzeyde bilişim teknolojilerinin kullanıldığı hassas tarım uygulamalarının temel odak noktalarıdır. Mikroişlemciler ve diğer elektronik donanımlarda yaşanan gelişmeler üreticilerin hassas tarım uygulamalarına erişebilmelerini olanaklı kılmaktadır (Tekin ve Değirmencioğlu, 2010). Tarımda teknolojinin kullanılması Tarım 4.0 teriminin ortaya çıkmasında etkili olmuş, Tarım 4.0 sistemleri tarımın dijital hale geçmesine olanak sağlamıştır (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Hassas tarımın gelişimi, mekânsal ve zamansal değişkenliği daha iyi kontrol etme arzusuyla ortaya çıkmıştır (Blackmore, 2009). Hassas tarım uygulamaları ile; gübre yönetimi, hava koşulları, bitkinin ihtiyacı olan mineral, ilaç ve su miktarı, toprağın durumu, tahmini hasat zamanı, vb. konularda üreticiye destek olarak verimin en üst düzeye çıkartılması hedeflenmektedir. Bu sayede üreticiler, ekim alanını yönetme ve gözlem yapma imkânına sahip olmakta, emek gücünü ve üretim girdi maliyetlerini minimize edip, kaliteli ve yüksek miktarda ürün elde etme imkânına sahip olmaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Otonom sistemlerin ortaya çıkışı, daha az enerji tüketen, ekonomik, küçük, akıllı makinelerle dayalı yeni bir esnek tarımsal donanım yelpazesi geliştirme fırsatı da vermektedir (Şahin, 2022). Söz konusu sistemlerin en büyük avantajı sürekliliğe imkân vermesidir. Bu sayede, aralıksız çalışma özelliği otonom sistemlerin en önemli özelliği olmaktadır. Otonom özelliğe sahip tarım makinaları, herhangi bir dış müdahaleye gerek kalmadan çalışmakta ve güvenli çalışma için söz konusu sistemlere algılama, koşul değerlendirme ve karar verme gibi yetenekler kazandırmaktadır.

Otonom araçlarda hareketin kontrolü için algoritma, modelleme ve metotların belirlenmesinin yanı sıra; engellerden kaçınma, lokalizasyon ve harita oluşturma işlemleri için de gerekli donanım ve yazılımlar geliştirilmektedir. Bu amaca yönelik yol planlama ve navigasyon uygulaması için aracın konumunun doğru bir şekilde kestirilmesi ve aracın hareketi sırasında çevrenin hassas olarak algılanması büyük önem taşımaktadır (Özgüven, 2018). Akıllı tarım makinaları özgün olarak tasarlanmış olabileceği gibi, mevcut tarım makinaları üzerinde yapılacak modifikasyonlar sayesinde (otomatik dümenleme sistemi, sensörler, kameralar, vb.) de otonom hâle getirilebilmektedir (Özgüven, 2022).

Geleneksel tarım yönteminde belirli bir bölge için benzer tarımsal prosedürler takip edilirken; gelişmiş konum, kontrol, veri işleme teknolojileri ile geliştirilen sistematik bir yaklaşımın ürünü olan hassas tarım yönteminde ise tüm detaylar incelenerek karar mekanizmaları oluşturulmaktadır. Bu çalışmada; daha verimli ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim sağlama potansiyeli taşıyan hassas tarım teknolojilerinde kullanılan otonom donanım sistemleri incelenmiş, mevcut sistemlere eklenebilecek otonom sistem donanımları açıklanmıştır.

## **2. Otonom Tarım Aracı Donanımları**

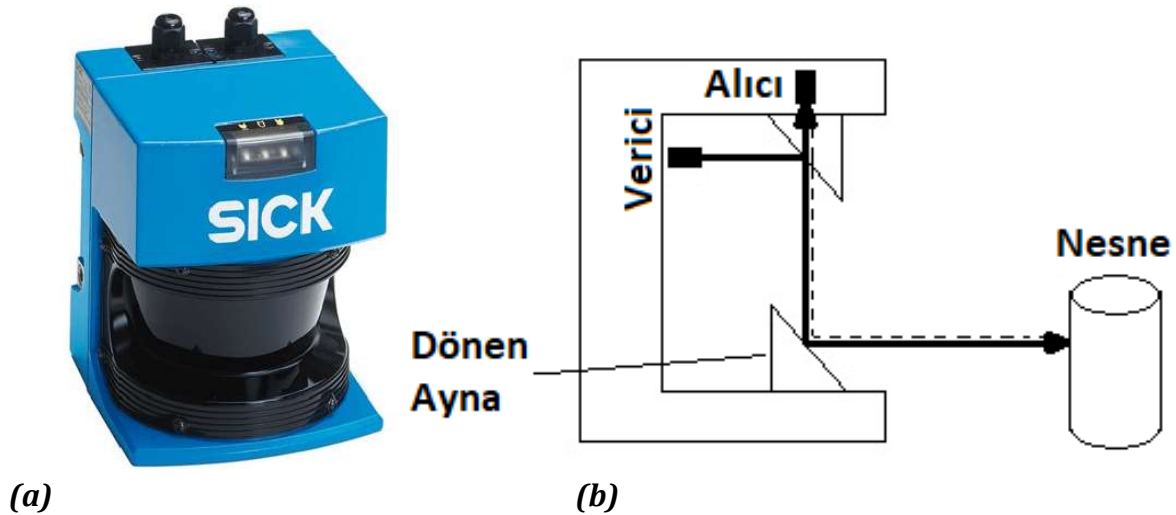
İnsan desteği olmadan çevresini algılayan, navigasyon ve yönlendirme yeteneğine sahip araçlara “Otonom Araçlar” adı verilmektedir. Günümüzde akıllı tarım uygulamalarına uyum sağlayabilecek ve sürücüyü ihtiyaç duymadan kurallı bir şekilde

sürüş sağlama kabiliyetine sahip otonom araçlar üretilmektedir. Otonom sistemlerin üretimi sırasında ise radar, LIDAR, GPS, odometri, sensör, bilgisayar görüşü gibi teknolojiler ve teknikler kullanılarak, algılama sistemine sahip otonom tarım araçları üretilmiştir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu [BTK], t.y.). Ayrıca otonom donanım sistemleri; sürüş destek sistemleri, aktuatörler, servo ve step motorlar, güvenlik algılayıcıları, vb. ekipmanları da kapsamaktadır. Otonom sistemler, bir işletim sistemine yüklenmiş algoritmalar ve yazılımlar sayesinde yönlendirilebilmekte ve sürücüsüz bir şekilde çalışabilmektedir. Söz konusu sistemler sayesinde tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesi sırasında, hem operatör hatalarının önüne geçilmekte hem de çok hassas bir şekilde tarımsal işlemler yapılabilmektedir. Minimum hata ile çalışan otonom tarımsal sistemler sayesinde yakıt, ilaç, tohum, gübre ve işçilikten tasarruf etme imkânı da mümkün olmakta, böylece çalışmaların verimi artmaktadır.

Hassas tarım uygulamalarında kullanılan otonom sistemlerin verimli bir şekilde görevlerini yerine getirebilmeleri için kararlı bir navigasyon sistemine sahip olmaları gerekmektedir. Saha koşullarında, çevresel verilerin toplanma görevi sensörler aracılığıyla sağlanmaktadır. Bir işlemcide işlenen veriler, geliştirilen yazılımla uyumlu olarak karşılaştırılmakta ve sonuç mikrokontrolöre aktarılmaktadır. Mikrokontrolcü ise sistem tarafından verilen karara göre işlevini yerine getirmektedir. Otonom tarımsal sistemlerde kullanılan başlıca donanımlar aşağıda yer almaktadır.

### A. Lazer Tarayıcılar

Lazer tarayıcılar, nesneye lazer dalga boylu ışık göndererek ölçüm yapmaktadır. Cihaz içerisinde ışını yayan ve alan elemanların olduğu lazer tarayıcılar, ağırlıklı olarak otonom sistemlerde kullanılmaktadır. Lazer tarayıcı ile çalışma prensibine ilişkin görsel Şekil 1 (a) ve (b)'de yer almaktadır (Kavak, 2008).



Şekil 1. (a) Lazer tarayıcı (b) Lazer tarayıcı çalışma prensibi (Kavak, 2008)

Otonom araçlarda en çok kullanılan lazer tipi, 2D lazer range finder olarak bilinen, hem nesnenin lazere olan mesafesini hem de nesnenin lazere göre yönünü açı cinsinden ölçen lazer tarayıcılarıdır. Mesafe bilgisi, algılanan nesnenin yansıtıcılığına bağlı olarak değişmektedir (Kavak, 2008).

Lazer darbeleri kullanılarak bir nesne veya bir yüzeyin uzaklığını belirleme amacıyla kullanılan lazer teknolojiler sayesinde, hassas tarım uygulamalarına uyum sağlayabilecek otonom sürüş sağlayabilen sistemler geliştirilmiştir.

## B. Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (Global Navigation Satellite Systems-GNSS)

Otonom insansız kara araçlarının konumlarının belirlenebilmesi ve haritalanabilmesi için küresel navigasyon uydu sistemlerinden (Global Navigation Satellite Systems-GNSS) faydalanılmaktadır. GNSS sistemleri belirli bir referans eksenine göre aracın konumunu belirleme işleminde kullanılmaktadır.

Küresel navigasyon uydu sistemi, bir kullanıcının Dünya'daki coğrafi konumunun belirlenmesinde küçük uyduların kullanıldığı bir uydu yol bulma sistemi olarak tanımlanabilmektedir. Kullanıcının konumu söz konusu yöntemde uydu-alıcı uzaklığına bağlı olarak sinyalin uydudan alıcıya ulaşana kadar geçen zamanın ışık hızı ile çarpılması sonucu dünyanın hangi noktasında bulunursa bulunsun tespit edilebilmektedir. GNSS sistemleri GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU/COMPASS, QZSS gibi birçok uydu bazlı sistemden oluşmaktadır. Bu sistemlerden ABD asıllı GPS (Global Positioning System) ve Rusya asıllı GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) sistemleri dünya üzerinde en sık kullanılan iki konum servisidir (Endüstriyel Test Cihazları, 2020).

Otonom sistemlerde yaygın olarak kullanılan GPS uyduları bir tür radyo sinyali yaymakta, yeryüzündeki GPS alıcıları da bu sinyalleri alıp yorumlayarak konum belirlemesini gerçekleştirmektedir (Wikipedia, 2024). Otonom insansız kara araçlarında kullanılan GNSS konum belirleme donanımlarına ilişkin görseller Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. GNSS alıcı donanımları (Trimble, t.y.; Graftek, t.y.; Xsens, 2020)

Gerek otonom gerekse de konvansiyonel sistemlerde olsun, tüm tarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi aşamasında konum bilgisinin en doğru ve hassas bilgisi GNSS verileri yardımıyla belirlenebilmektedir (Kahveci, 2014).

## C. LIDAR Sistemi

Lazer darbeleri kullanılarak bir nesne veya bir yüzeyin uzaklığını anlamaya yarayan teknolojiye LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) adı verilmektedir. Lazer ışınlarını kullanarak bir nesne veya bir yüzeyin uzaklığı belirlenmektedir. Radar teknolojisinin çalışmasına benzeyen bir prensiple çalışmaktadır. Aradaki fark radyo dalgaları yerine lazer darbelerinin çevredeki objelere çarpması ve yansıma süresini

kullanarak aradaki mesafe değerinin hesaplanarak kullanılmasıdır. LIDAR ile ölçülen alanın 3 boyutlu (3D) nokta bilgileri; çok kısa sürede, istenen sıklıkta ve yüksek doğrulukta elde edilebilmektedir (Özguven, 2022). LIDAR sensör örneği Şekil 3'te yer almaktadır.



**Şekil 3.** LIDAR sensörü (Sick, t.y.)

Hassas tarımda ve ileri düzey tarımsal mekanizasyon sistemlerinde önemli bir yere sahip olan ve aracın otonomluğuna büyük katkı sağlayan LIDAR, lazer ışığını kullanarak, bulunduğu çevrenin yüksek çözünürlüklü 3 boyutlu haritasını çıkarabilen, hızlı ve yüksek doğruluk oranına sahip bir uzaktan algılama teknolojisidir. Bu nedenle yüksek hassasiyete sahip bir LIDAR sensörü, otonom araçlar için oldukça önemli bir yere sahiptir (Kağızman ve Altuğ, 2019). LIDAR sistemlerinin, tarımsal hareket sistemlerine entegre edilmesi sayesinde mevcut araç, otonom sürüş kabiliyeti kazanmakta, sistem navigasyonu sayesinde de aracı otonom olarak hareket ettirebilmek ve dümenleyebilmek mümkün olmaktadır. Ayrıca LIDAR sensörü, hareket esnasında otonom tarım aracının çevresinde bulunabilecek olası tüm engellerden kaçınmak için de kullanılmaktadır.

#### **D. Radar (RADio Detection And Ranging) Sensörleri**

Çevreye radyo dalgaları göndererek yansıyan dalgaları bir alıcı yardımıyla ölçümleyen, nesnelere uzaklıklarını, açıları ve hızlarını ise Doppler etkisi kullanarak algılayan donanımlara radar sensörleri adı verilmektedir. Gönderilen radyo sinyalleri yansıma yaptığı anda, otonom aracın hızına göre dalga boyu ve frekansı değişmekte, bu sayede aracın hızı tespit edilebilmektedir. Zorlu hava koşullarında bile verimli çalışmaya imkân tanıyan radar sensörleri, otonom araçlarda tercih edilmektedir. Otonom tarım araçlarında kullanılan radar sensörüne ilişkin görsel Şekil 4'te yer almaktadır.



**Şekil 4.** Radar sensörü (Smartmicro, t.y.)

Hassas tarım uygulamalarında ve ileri düzey tarımsal mekanizasyon çalışmalarında LIDAR sensörleri ile beraber de kullanılabilen radar sensörlerinden, rotası üzerindeki sabit veya hareketli engelleri algılayarak durabilen veya yeni yol atayarak işine devam

edebilen otonom traktörler ve robotların geliştirilmesinde yararlanılmaktadır (Baran ve ark., 2023).

### E. Ultrasonik Sensörler

Ultrasonik sensörler ses dalgalarını kullanarak temassız mesafe ölçmeye ve varlık tespiti yapmaya yarayan bir sensör türüdür. Otonom sistemlerde yaygın olarak kullanılan ultrasonik sensörler, hedef nesneye ultrasonik ses dalgaları yollamakta, geri yansımaya elektrik sinyaline dönüştürmektedir. Ultrasonik ses dalgasının nesneye gönderilme ve geri gelme süresine bağlı olarak mesafe algılama işlemi gerçekleştirilmektedir. Otonom sistemlerde ultrasonik sensörler, daha çok destek uyarı sistemi ve güvenlik amacıyla kullanılmaktadır. Otonom tarım araçlarında kullanılan ultrasonik sensörlere ilişkin görseller Şekil 5'te yer almaktadır. Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanan ultrasonik sensörler, hassas tarım sistemlerinde özellikle mesafe ölçme ve engel algılama proseslerinde kullanılmaktadır.



Şekil 5. Ultrasonik sensör çeşitleri (Maxbotix, t.y.; Soldered, t.y.; Pepperl-Fuchs, t.y.)

### F. Kamera Sistemleri

Otonom sistemlerde en çok kullanılan bir diğer sistem ise kamera sistemleridir. Olumsuz hava koşullarına ve aydınlatma değişikliklerine karşı hassas olmasına rağmen, sahip olduğu teknoloji ve yüksek çözünürlük ile karmaşık görüntülerin işlenmesi sayesinde, çevrede bulunan nesnelerin sınıflandırılması, doku, renk ve kontrast bilgilerinin belirlenmesi, gerçek zamanlı 3 boyutlu görüntülerinin çıkarılması gibi işlemleri mümkün kılarak çevre hakkında ayrıntılı bilgi elde edilmesini sağlamaktadır. Elde edilen görüntülerin işlenmesi sırasında büyük miktarlarda verinin kullanılması, hesaplamanın yoğun olmasına ve geliştirilen algoritmanın karmaşık hale gelmesine neden olmaktadır (Özguven, 2022). Otonom tarım araçlarında kullanılan kameralara ilişkin görseller Şekil 6'da verilmiştir. Hassas tarım sistemlerinde kullanılan kameralar sayesinde belirli bir sırayı takip edebilmek ve bu şekilde rotayı izlemek mümkün olmaktadır.



Şekil 6. Kamera sistemleri (OtoStil, 2017)



### 3. Otonom Donanım Sistemlerinin Kullanıldığı Tarım Araçları

Son yıllarda bilgi teknolojilerinde görülen hızlı gelişimin bir sonucu olarak tarımsal alanda kullanılmaya başlanan hassas tarım sistemleri ve otonom sürüş teknolojileri, artık günümüzde geleneksel üretim yöntemlerinin yerini almaya başlamıştır.

Cantelli ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada seralarda kullanılmak üzere, otonom bir ilaçlama robotu geliştirmişlerdir. Otonom navigasyon için robot üzerinde stereo kamera, RTK-DGPS GNSS alıcı, lazer tarayıcı, ultrasonik sensörler, vb. donanımlardan faydalanılmıştır. Geliştirilen sistem Şekil 7’de yer almaktadır.



Şekil 7. Otonom ilaçlama robotu (Cantelli ve ark., 2019).

Baltazar ve ark., (2021) geliştirdikleri robotik ilaçlama sistemi sayesinde hassas ilaçlama yapabilmişlerdir. Söz konusu sistem otonom olarak çalışmakta ve otonom sürüş amacıyla üzerine LIDAR sensörleri ile GNSS alıcısı yerleştirilmiştir. Ayrıca sistem üzerinde stereo kamera da bulunmaktadır. Geliştirilmiş akıllı tarım aracına ilişkin görsel Şekil 8’de yer almaktadır.



Şekil 8. Otonom robotik ilaçlama sistemi (Baltazar ve ark., 2021).



Grimstad ve ark., (2018) çalışmalarında otonom bir tarım robotu geliştirmişler, robot üzerinde 3D kamera, ultrasonik sensör, 2D LIDAR, odometre, enkoder, vb. gibi çok sayıda sensör kullanmışlardır. Sistemde kullanılan sensörlerin, otonom tarım robotu üzerindeki yerleşimi Şekil 9'da gösterilmiştir.



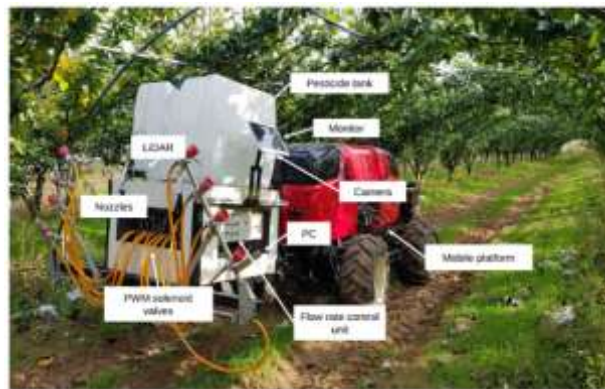
**Şekil 9.** Sensörlerin otonom tarım robotu üzerinde konumlandırılması (Grimstad ve ark., 2018)

Li ve ark., (2020) biçerdöver tabanlı bir otonom hasat makinası geliştirmişlerdir. Robotik biçerdöver üzerinde yer alan ekipmanlar Şekil 10'da yer almaktadır.



**Şekil 10.** Otonom biçerdöver üzerindeki sensörlerin yerleşimi (Li ve ark., 2020)

Seol ve ark., (2022) tarafından geliştirilen hassas tarım makinası üzerinde otonom sürüşe ve çevreden bilgi toplamaya yönelik kamera ve sensör sistemleri kullanılmıştır. Akıllı ilaçlama sistemine ilişkin görsel Şekil 11'de verilmiştir.



**Şekil 11.** Otonom ilaçlama makinası üzerindeki kamera ve sensörlerin yerleşimi (Seol ve ark., 2022)

Geleneksel olarak arazi şartlarında kullanılan fosil yakıtlar dışında elektrik enerjisine yönelik kaynakların kullanımına geçilmesi ve bunun sürdürülebilir olması söz konusu hassas tarım sistemlerinin en önemli avantajlarından birisidir. Özellikle; çevre dostu olması, yenilenebilir enerji kaynağı kullanıyor olması, vb. üstünlükleri, düşük maliyetli üretim yapılmasına imkân sağlamaktadır.

Tüm bu olumlu yönlerinin yanı sıra hassas tarım sistemlerinin tarım işletmelerine entegrasyonu aşamasında bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu zorlukların başında da akıllı tarım uygulamalarının maliyetleri ve bu maliyetlerin sektörde faaliyet gösteren çiftçiler tarafından karşılanabilme imkânı gelmektedir (Güldal ve Özçelik, 2022).

#### **4. Sonuç**

Tarım sektörü, teknolojik ilerlemelerin hızla benimsenmesiyle büyük bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu dönüşümün en önemli unsurlarından biri, otonom tarımsal robotlar tarafından sağlanmaktadır. Bu robotlar, tarımsal üretimde verimliliği artırmak, ürün kalitesini iyileştirmek ve üretim maliyetlerini azaltmak gibi kritik hedefleri gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır. Ayrıca, otonom sistemler tarım sektöründe yoğun iş gücü gerektiren birçok görevde insan iş gücünün yerini alarak çiftçi refahını artırmayı amaçlamaktadır.

Otonom tarımsal robotlar, bitkisel ve hayvansal üretimde bir dizi kritik görevi yerine getirmek için geliştirilmiştir. Bu görevler arasında ekim, dikim, ilaçlama, gübreleme, hasat, süt sağımı, yemleme, yem itme ve ahır temizleme gibi işlemler bulunmaktadır. Bu robotlar, tarım süreçlerinin otomatikleştirilmesi ve verimliliğin artırılması için temel bir araç olarak kabul edilmektedir. Otonom tarımsal robotların etkili çalışması, gelişmiş sensör teknolojilerinin kullanımına dayanmaktadır. Bu robotlar, çevrelerini algılamak ve çeşitli görevleri yerine getirmek için bir dizi sensör kullanmaktadırlar.

Son yıllarda; sensörler, aktüatörler ve gelişmiş elektronik donanımların otonom tarım robotlarına başarılı bir şekilde entegrasyonu sayesinde, tarım robotlarının hassas görevleri güvenilir bir şekilde yerine getirmesi sağlanmıştır. Ayrıca, bu gelişmeler sayesinde tarım sektöründe daha verimli ve sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi mümkün hale gelmiştir. Örneğin; gübre dağıtımında arazi ihtiyaçlarının tespit edilerek, uygun miktarda verilmesi ile toprak, su gibi kaynakların sağlığı ve korunması sağlanmaktadır. Sensör teknolojisi ve teknolojik ilerlemeler, bu robotların etkili bir şekilde çalışmasını sağlamak için temel öneme sahiptir. Gelecekte, tarım robotlarının daha geniş bir şekilde benimsenmesiyle tarım sektörü daha sürdürülebilir ve verimli bir hale gelecektir.

#### **Çıkar Çatışma Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### **Yazarlık Katkısı**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### **Etik Onay Beyanı**

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

## Kaynaklar

- Baltazar, A.R., Santos, F.N.d., Moreira, A.P., Valente, A., & Cunha, B.J. (2021). Smarter robotic sprayer system for precision agriculture. *Electronics*, 10, 2061, 1-15. <https://doi.org/10.3390/electronics10172061>
- Baran, F.O., Kara, E., & Sürmen, M. (2023). Tarım, Orman ve Su Bilimlerinde Yenilikçi Çalışmalar, Türkiye'de Tarımda Dijitalleşme Sürecinde Yaşanan Gelişmeler (Bölüm 8), 151-177. Duvar Yayınları, ISBN: 978-625-6507-40-1.
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (T.Y.). *Akıllı Tarım*. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/a-rastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>
- Blackmore, S. (2009). New concepts in agricultural automation. Precision in Arable Farming: Current Practice and Future Potential, October.
- Cantelli, L., Bonaccorso, F., Longo, D., Melita, C.D., Schillaci, G., & Muscato, G. (2019). A small versatile electrical robot for autonomous spraying in agriculture. *AgriEngineering*, 1, 391-402. <https://doi.org/10.3390/agriengineering1030029>
- Endüstriyel Test Cihazları. (2020, Ekim). *GNSS Nedir? GNSS Sistemleri Nedir?*. <https://www.endustriyeltestcihazlari.com/gnss-nedir-gnss-sistemleri-nedir/>
- Graftek. (t.y.). *Trimble R12 GNSS Alıcı*. <https://graftek.com.tr/urunler/trimble-r12-gnss-alici/480/1/>
- Grimstad, L., Zakaria, R., Le, T.D., & From, P.J. (2018). A Novel Autonomous Robot for Greenhouse Applications. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 8270-8277. <https://doi.org/10.1109/IROS.2018.8594233>
- Güldal, H.T., & Özçelik, A. (2022). Tarım işletmelerinin sermaye yapılarının akıllı tarıma uygunluğunun değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 28(1): 1-11. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.1009535>
- Kağızman, A., & Altuğ, E. (2019). Otonom araçlarda navigasyon için düşük maliyetli, taşınabilir ve 360° görüş alanına sahip yeni bir 3B LIDAR sisteminin geliştirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 759-769. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.527888>
- Kahveci, M. (2014). Uydularla Konum Belirleme Sistemleri (GNSS)'nin hassas tarımda kullanımı ve sağladığı katkılar. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 35-48.
- Kavak, D. (2008, Ocak). *İnsansız Kara Araçları Navigasyonunda Genişletilmiş Kalman (GKF) ve Sıkıştırılmış Genişletilmiş Kalman Filtre (SGKF) Tabanlı Slam Yöntemlerinin Geliştirilmesi ve Karşılaştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=-Z0vbSUgrhM9fXoGkRe6Q2zmJGqtIeNnxag-UOQaqhHG5tKg5tXtCzCte8T1MJ>
- Kılavuz, E., & Erdem, İ. (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk tarımının dönüşümü. *Social Sciences (NWSASOS)*, 14(4),133-157. <https://doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.3C0189>
- Kirmikil, M., & Ertas, B. (2020). Tarım 4.0 ile sürdürülebilir bir gelecek. *ICONTECH International Journal of Surveys, Engineering, Technology*, 1-12, ISSN 2717-7270. <https://doi.org/10.46291/ICONTECHvol4iss1pp1-12>
- Li, Y., Iida, M., Suyama, T., Suguri, M., & Masuda, R. (2020). Implementation of deep-learning algorithm for obstacle detection and collision avoidance for robotic harvester. *Computers and Electronics in Agriculture*, 174, 105499. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105499>
- Maxbotix. (t.y.). *MB1000 LV-MaxSonar-EZ0*. [https://maxbotix.com/products/ultrasonic\\_sensors\\_mb1000](https://maxbotix.com/products/ultrasonic_sensors_mb1000)
- Otostil. (2017, Ekim). *Bosch objeleri takip eden akıllı kameraları geliştirdi*. <https://www.otostil.com/bosch-akilli-kameralar/>

- Özguven, M.M. (2018). *Hassas tarım*. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0.
- Özguven, M.M. (2022). Bir tarım makinesi nasıl akıllı tarım makinesine dönüşür?. *AKİTEK 4.0 Dergisi*, 1, 46-53.
- Pepperl-Fuchs. (t.y.). *Ultrasonic sensor UB4000-30GM-E5-V15*. [https://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid\\_186.htm?view=productdetails&prodid=1482](https://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_186.htm?view=productdetails&prodid=1482)
- Saygılı, F., Kaya, A.A., Çalışkan, E.T., & Kozal, Ö.E. (2019). *Türk tarımının global entegrasyonu ve Tarım 4.0*. Tükelmat Basımevi, İzmir, Türkiye, 100s. ISBN: 978-605-137-710-0.
- Seol, J., Kim, J., & Son, H.I. (2022). Field evaluations of a deep learning-based intelligent spraying robot with flow control for pear orchards. *Precision Agriculture*, 23,712-732. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09856-1>
- Sick. (t.y.). *MRS1000*. <https://www.sick.com/tw/en/lidar-sensors/3d-lidar-sensors/mrs1000/c/g387152>
- Smartmicro. (t.y.). *Radars for autonomous and industrial vehicles*. <https://www.smartmicro.com/automotive-radar/drvegrd-169>
- Soldered, (t.y.). *Ultrasonic module HC-SR04*. <https://soldered.com/product/ultrasonic-module-hc-sr04/>
- Şahin, H. (2022). Dijital tarım, Tarım 4.0, Akıllı tarım, Robotik uygulamalar ve Otonom sistemler. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(2), 68-83.
- Tekin, A.B., & Değirmencioğlu, A. (2010). Tarımsal Bilişim: İleri Tarım Teknolojileri. *Akademik Bilişim'10 - XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 10 - 12 Şubat 2010, Muğla Üniversitesi, Muğla, 351-359.
- Trimble. (t.y.). *AgGPS 542 GNSS receiver*. <https://uk.ptxtrimble.com/product/aggps-542-gnss-receiver/>
- Wikipedia. (2024, Haziran). *GPS*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS>
- Xsens. (2020, Şubat). *MTi User Manual*. [https://www.xsens.com/hubfs/Downloads/usermanual/MTi\\_usermanual.pdf](https://www.xsens.com/hubfs/Downloads/usermanual/MTi_usermanual.pdf)

**To cite:** Ozluoymak, O., B. 2024. Autonomous Hardware Systems Used in Precision Agriculture. *Journal of Agriculture Faculty of Duzce University*, 2(1):21-31

**Alıntı için:** Özlüoymak, Ö., B. 2024. *Hassas Tarımda Kullanılan Otonom Donanım Sistemleri*. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):21-31



## Türkiye'nin kırsal kalkınma belgelerinde yer alan kırsal veriler ve bu verilerin TÜİK veritabanında erişilebilirliği açısından incelenmesi

Gülce OLGUN SUSTA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye*

### MAKALE BİLGİSİ

*Makale Geçmişi:*

Geliş: 02.05.2024

Kabul: 28.06.2024

Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

*Anahtar Kelimeler:*

*Kırsal kalkınma*

*Kırsal alan*

*Kırsal veriler*

*Kırsal veri tabanı*

### ÖZET

Çalışmada ulusal kırsal kalkınma politikalarını büyük ölçüde yönlendiren belgelerde altı çizilen kırsal kalkınma politika ve stratejilerini uygulamaya geçirmek veya eyleme geçmiş plan ve projelerin izleme ve değerlendirmesini yapabilmek için gereksinim duyulan verilerin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) eri tabanında erişime açık olup olmadığı değerlendirilmektedir. Türkiye'nin kırsal kalkınma politikasının belirlenmesinde ve uygulanmasında kullanacağı istatistikleri belirlemesi ve bu istatistiklerden kırsal alan göstergeler setini oluşturması gerekmektedir. Bu istatistik ve göstergeler seti kırsal kalkınma uygulamalarında ülke kaynaklarının nasıl, nereye ve ne şekilde yönlendirileceğinin tespit edilmesi bakımından önemlidir.

Kırsal kalkınma politika belgelerinde ele alınan konular, sorun tespitleri ve çözüm önerileri adı üzerinde kırsal alanları, kırsalda ve/veya tarımda faaliyet gösteren, yaşamını sürdüren kesimi ilgilendirmektedir. Ortaya çıkan aksaklıkların büyük oranda çeşitli temel istatistiksel göstergelerde kırsal alan detayında veriyi erişilememesinden dolayı yaşandığı görülmektedir.

TÜİK veri tabanında 2014 öncesi döneme yönelik yayınlanan kır-kent ayrımındaki istatistiklerin özellikle "işgücü" ve "Gelir Dağılımı ve Yaşam Koşulları" başlıkları altındaki oldukça kısıtlı veri setlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Oysaki, kırsal politikaların üretilmesinde ve uygulanmasına zemin oluşturacak göç istatistikleri, eğitim, sağlık, cinsiyete yaş grubuna göre nüfus verilerinin kırsal alan ayrımında üretilmesi önem arz etmektedir. Yalnızca 2014 sonrası değil, öncesi dönemde de kırsala ait demografik yapı verileri kapsamlı bir şekilde mevcut değildir.

TÜİK kırsal kesimin genel ekonomik ve sosyal profilini yansıtmak üzere, düzenli aralıklarla güncellenen kırsal göstergeler veri tabanına sahip değildir. Kırsal nüfusu ve kırsal alanları ilgilendiren veriler dağınık bir şekilde, çeşitli veri tabanları taranarak elde edilmek durumundadır. 2014 sonrası veriler genellikle Türkiye geneli şeklinde derlenmekte, nadir de olsa bazı verilerin ilçe düzeyine kadar detaylandırıldığı görülmektedir.

## Examination of rural data in Turkey's rural development reports and their accessibility within the Turkstat database

### ARTICLE INFO

*Article history:*

Received: 02.05.2024

Accepted: 28.06.2024

Available online: 30.06.2024

*Keywords:*

*Rural development*

*Rural area*

*Rural data*

*Rural database*

### ABSTRACT

The study aims to assess the accessibility of data necessary for implementing the rural development policies and strategies outlined in documents that largely guide national rural development policies. Additionally, it aims to determine whether the data needed to monitor and evaluate implemented plans and projects are accessible in the TURKSTAT (Turkish Statistical Institute) database. The objective is to identify gaps in the database where data for rural indicators, as outlined in Turkey's rural development policy documents, is lacking. It is crucial to determine and create a set of statistics and indicators for shaping and implementing Turkey's rural development policy. This set of statistics and indicators plays a vital role in determining how, where, and in what manner national resources will be directed in rural development applications.

The issues addressed in Turkey's rural development policy documents, problem assessments, and proposed solutions are specifically relevant to rural areas, impacting the population engaged in rural and/or agricultural activities. The challenges that have emerged largely stem from the inability to access detailed data on rural areas in various key statistical indicators.

Statistics that differentiate between rural and urban areas published before 2014 in the TURKSTAT database are notably concentrated in limited datasets, particularly under the headings of "labor force" and "income distribution and living conditions." However, migration statistics, education, health, and population data by gender and age group specific to rural areas are crucial for generating and implementing rural policies.

Comprehensive demographic structure data specific to rural areas is not readily available, not only after 2014 but also in the pre-2014 period. TURKSTAT lacks a regularly updated database of rural indicators reflecting the overall economic and social profile of rural areas. Data relevant to the rural population and rural areas are obtained by searching various scattered databases, which are updated at irregular intervals. 2014 data is often compiled at the national level, with rare instances of data being detailed down to the district level.

## 1.Giriş

Günümüzde kırsal ekonomi; gıda güvenliği, iklim değişikliği, kısıtlı ekonomik çeşitlilik, kırsalda gelir düzeyinin düşüklüğü, kırsaldaki yaşam standartlarının kente göre daha geride kalması, kırsalda nüfus çözülmesi ve tarımsal üretime etkileri vb. önemli sorunlarla karşı karşıyadır. Özellikle tarımsal üretimle ilgili sorunlarının büyük ölçüde üstesinden gelmiş olan Avrupa Birliği (AB) ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üye ülkeleri arasında, kırsal kalkınma, akıllı, sürdürülebilir ve kapsayıcı büyümenin desteklenmesi amacına ulaşmak açısından önemli bir rol oynamaktadır. AB üye ülkeleri, birliğin ilk yıllarında kırsal alanlarda kalkınmayı hedefleyen politikalarını, tarım sektörünü doğrudan destekleyen ve tarımsal büyümeyi amaçlayan bir perspektifle şekillendirmişlerdir. Ancak 2000'li yıllara gelindiğinde, AB'nin kırsal kalkınma politikası, birliğin değişen önceliklerine adapte olmuş ve "Ortak Tarım Politikası"nın (OTP) ikinci bir ayağı olarak ortaya çıkmıştır. AB'nin kırsal kalkınma politikası, zaman içinde bir dizi değişiklikle şekillenmiş ve kırsal alanlardaki ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesi, kırsal bölgelerde rekabet gücünün artırılması, yerinde kalkınmanın teşvik edilmesi, çevresel ve insan sağlığına duyarlılık gibi sürdürülebilirliği hedefleyen politikalar öne çıkmıştır (Yenigül, 2017).

Türkiye, Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren kırsal kalkınma konusuna önem vermesine rağmen yakın zamana kadar kırsal kalkınma konusu daha çok tarımsal büyüme ile özdeşleştirilmiş ve bu yönde politikalar izlenmiştir. Türkiye'nin kendi iç dinamikleri, bölgeler arası farklılaşan coğrafi ve sosyo-kültürel yapı ve karmaşık sorunlarının varlığı kırsal kalkınmanın önünde engel teşkil etmiştir. Türkiye kalkınma plan ve programlarında özellikle Avrupa Birliği uygulamalarını yakından takip edip, kendi koşullarına uyarlamasına rağmen, kırsal politikaların başarıya ulaşmasında adaylık sürecinin de etkisiyle model olarak aldığı AB ülkelerinin gerisinde kalmıştır.

1999 yılında gerçekleştirilen ilk Tarım Şurası ile tarım ve kırsal konusunda tüm paydaşlar geniş bir platformda bir araya getirilerek Tarım ve Orman Bakanlığı'nın kısa, orta ve uzun dönem stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Daha sonra 2004 ve 2019 yıllarında ikincisi ve üçüncüsü gerçekleştirilen şuralar ile çeşitli bakanlıkların kurum ve kuruluşlarının üst düzey temsilcileri, üniversiteler, meslek odaları, sivil toplum kuruluşları, özel sektör temsilcileri bir araya gelmiş, çalışmalar sonucu ortaya çıkan sonuç bildirgesi ile tarım ve kırsal politikaların ilgili dönemi kapsayan öncelikleri kamuoyuna sunulmuştur.

Türkiye'nin kırsal kalkınma politikalarının belirlenmesi ve uygulanması sürecinde kullanılacak istatistikleri belirlemesi, bu istatistiklerden kırsal alan göstergeler setini oluşturması önem arz etmektedir. Oluşturulacak bu istatistik ve göstergeler seti, hem AB kaynaklı fonların hem de ülke kaynaklarının kırsal kalkınma projelerine nasıl, nereye ve ne şekilde aktarılacağına tespitinde temel bir rol oynayacaktır. İstatistiklerin eksikliği, birlik tarafından sağlanacak yardımların alınması, kırsal kalkınma projelerinin uygulanması, kaynak temini, veri temini ve izleme-değerlemede zorluklara yol açabilir. Bu bağlamda, çalışma Türkiye'nin kırsal kalkınma politikalarını belirleyen üç temel belgeyi (Üçüncü Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi, Üçüncü Tarım Şurası Kırsal Kalkınma Komisyon Raporu ve Onbirinci Kalkınma Planı Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyon Raporu) kapsamaktadır. Bu belgelerde ifade edilen politika yönergeleri, amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik uygulanacak faaliyetler için politika yapıcılar ve uygulayıcıların ihtiyaç duyduğu verilerin TÜİK üzerinden erişilebilirliğini ortaya koymaktadır. Çalışma, sadece gelecekteki uygulamalar için değil, aynı zamanda mevcut projelerin performansının izlenmesi ve değerlendirilmesi için gerekli olan veri boşluklarının belirlenmesi açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Türkiye için

kırsal kalkınma uygulamalarında öncelikli istatistik göstergelerinin belirlenmesine, eksik olan verilerin giderilmesine yönelik sorumlu kuruluşlara öneri sunma açısından da önem arz etmektedir.

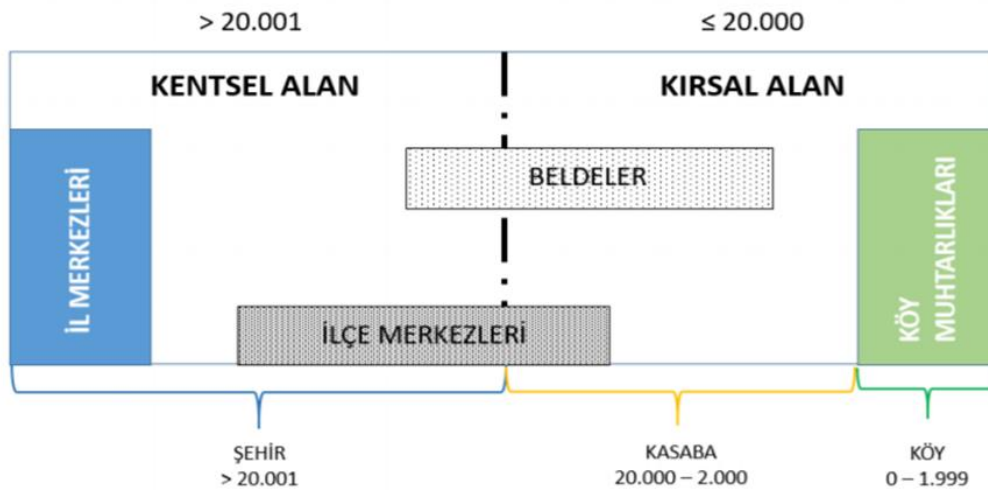
## 2. Materyal ve Metot

Çalışma TÜİK, OECD ve Eurostat veri tabanları, ulusal kırsal kalkınma politika belgeleri ve diğer tez, makale vb. bilimsel çalışmaların literatür taramasına dayanmaktadır. Çalışmada Türkiye’de ve adaylık /üyelik bağı bulunduğu AB ve OECD’de kabul gören kırsal alan tanımları metodolojik olarak kıyaslanmış, AB ve Türkiye’de geçerli olan güncel kırsal kalkınma yaklaşımları tartışılmış, AB ve Türkiye’de resmi istatistik kurumu tarafından yayınlanan kırsal istatistiklerin genel bir değerlendirmesi yapılmış, sonrasında da ulusal kırsal kalkınma politikalarını büyük ölçüde yönlendiren belgelerin en son yayınlanmış tarihli resmi raporları üzerinden veri boşluk analizi yapılmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kırsal politikalara yönelik olarak değil, kırsal politikalar ile ilişkili verilere yönelik olarak tavsiye niteliğinde çıktılar elde etmek amaçlanmıştır.

## 3. Tanımsal Olarak “Kırsal Alan” Sorunsalı

Kırsal alan denildiğinde nüfus yoğunluğunun nispeten az olduğu, ekonomik faaliyetlerin daha çok tarımda odaklandığı, doğa şartlarının ve geleneksel normların yaşamı yönlendirmede etkin olduğu, sağlık, eğitim ve haberleşme gibi sosyal olanakların görece yetersiz olduğu alanlar anlaşılmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2004).

Ülkeler, idari yapılarını dikkate alarak kendilerine özgü kırsal alan tanımları geliştirmekte ve farklı amaçlar için çeşitli tanımlar kullanmaktadır. Türkiye’de çeşitli kamu kurumları tarafından yürütülen faaliyetlerin kapsamı ve amacına bağlı olarak farklı kırsal alan tanımlamaları mevcuttur. Bu tanımlamalar arasında, genellikle TÜİK’in tanımlarının referans alındığı gözlemlenmektedir. İki farklı yaklaşım dikkat çekmektedir. İlk yaklaşım, 6360 sayılı On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun öncesi dönemde, yerleşim yerlerinin idari statüsüne göre il ve ilçe merkezleri haricindeki tüm yerleşim yerlerini içermekteydi. İkinci yaklaşım ise demografik unsurlara dayanarak, nüfus eşiğini kriter olarak alan; nüfusu 20.000’den az olan yerleşim yerlerini kırsal alan olarak tanımlamaktadır. Bu iki yaklaşımın kesişim kümesine bakıldığında Şekil 1’de gösterilen şema oluşmaktadır.



Şekil 1. İdari statü ve nüfus eşiği kriterine göre kırsal ve kentsel alan tanımlarının kapsamı



18.03.1924 tarihli 442 sayılı Köy Kanunu'na göre ise, nüfusu 2.000'den az olan yerlere "köy", nüfusu 2.000-20.000 arasında olanlara "kasaba", ve 20.000'den fazla olanlara "şehir" denilmektedir. Bu tanımlamalara göre, köy ve kasabalar "kırsal alan", il ve ilçe merkezleri ise "kentsel alan" anlamına gelmektedir. Ancak, Türkiye'de kır/köy ve kent/şehir kavramlarının sıkça birbirleriyle yer değiştirmesi, yapılan araştırmalarda mekânsal boyutta veri elde edilmesini ve istatistiklerin sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Köy-şehir tanımı genellikle tam sayımlarda, kır-kent tanımı ise anket çalışmalarında kullanılmaktadır (Olgun Susta, 2018).

Türkiye'de kırsal kalkınma politikalarının odak noktasını oluşturan tanım, Ulusal Kırsal Kalkınma Strateji Belgesi (2021-2023) tarafından belirlenen nüfus eşiği kriterine dayanmaktadır. Bu bağlamda, 20.000 altındaki nüfusa sahip olan tüm yerleşim yerleri kırsal yerleşim olarak sınıflandırılmaktadır. 2012 yılı itibarıyla, Türkiye'de kentsel yerleşimler (Ardahan hariç), tüm il merkezleri ile birlikte belirli ilçe merkezleri ve bazı beldelerden oluşurken; kırsal yerleşimler, tüm köy muhtarlıkları ve belirli beldeler ile ilçeleri kapsamaktadır. Bu sınıflandırma, kır ve kent arasındaki farkı belirleme amacını taşımaktadır ve ülkenin yerleşim alanlarını kapsamlı bir şekilde tanımlamaktadır.

2012 yılında kabul edilen 6360 sayılı "On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile birlikte, büyükşehir belediyesi sınırları genişletilerek kırsal alanlar da kapsama alınmıştır. Ancak, bu yasa ile birlikte mahalleye dönüştürülen köyler ve beldeler nedeniyle tüzel kişiliği kaldırılan yerleşim birimleri, istatistiksel açıdan kentsel ve kırsal alanlar arasında ayırım yapmayı zorlaştırmıştır. Tüzel kişiliklerinin olmaması sebebiyle, şehir merkezlerindeki mevcut mahalleler ile kırsal alandaki yeni mahalleler arasında kesin bir istatistiksel ayırım yapılamamaktadır. Bu durum, kırsal nüfus büyüklüğü ve kırsal alan sınırlarının belirlenmesini mevcut tanımlar üzerinden tespit etmeyi ve gelecek yıllar için planlamayı zorlaştırmıştır. Bu nedenle, yerel yönetimdeki bu değişikliklere minimal düzeyde etki edecek yeni bir kırsal alan tanımının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi 2014-2020 (UKSS-II) belgesinde, yeni tanımın oluşturulması sürecinde göz önünde bulundurulması gereken detaylar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2014). UKSS-III belgesinde ise kırsal alan tanımının yeniden gözden geçirilme çalışmalarının, On Birinci Kalkınma Planı'nda yer alan 711.1 numaralı tedbir çerçevesinde ilgili kurumlarla işbirliği içinde TÜİK tarafından yapılacağı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, kırsal alan tanımı çalışması dışında ihtiyaç halinde il veya ilçe düzeyinde genel bir kırsallık endeksi çalışmasının da yürütüleceği rapor kapsamında ifade edilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

2012 yılında büyükşehir statüsüne kavuşan illerden, OECD'ye göre hiçbiri "Ağırlıklı Kentsel Bölge" kategorisinde değildir. Bu illerden dokuz tanesi "Orta Bölge" sınıfında, dört tanesi (Tekirdağ, Manisa, Şanlıurfa, Mardin) "Kente Yakın Ağırlıklı Kırsal Bölge" ve bir tanesi (Muğla) "Kente Uzak Ağırlıklı Kırsal Bölge" kategorisinde yer almaktadır. OECD verileri incelendiğinde ortaya çıkan tablo, Türkiye'de idari statü kriterine dayanılarak elde edilen kır ve kent nüfusu verilerini bir kez daha sorgulattır niteliktedir. Zira kır-kent

nüfusu ele alındığında ulusal ve uluslararası veriler arasında göz ardı edilemeyecek düzeyde fark oluşmaktadır. 6360 sayılı yasa sonrası 2014 yılı itibariyle TÜİK verilerine göre %91.8 olan şehir nüfusu, OECD metodolojisine göre %33.4 olarak saptanmaktadır. Bu durum ülkeler arası karşılaştırmaya olanak sağlayan yeni bir kırsal alan tanımının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır (OECD, 2022).

Avrupa Komisyonu, 2010 yılında OECD metodolojisine dayalı yeni bir tipolojiyi benimseyerek bölgeleri "Ağırlıklı Kırsal Bölge", "Orta Bölge" ve "Ağırlıklı Kentsel Bölge" olmak üzere üç kategoriye ayırmıştır. Bu tipoloji, her bölgenin verilerinin karşılaştırılabilir olmasını sağlamak amacı gütmektedir. Sonuç olarak Eurostat tarafından bölgesel istatistiksel verilerin temini için İstatistikî Bölge Birimleri Nomenklatürü (NUTS) oluşturulmuştur. NUTS sistemi, Avrupa Birliği'ndeki ekonomik bölgeleri üç dereceye ayıran bir kategorizasyon içermektedir (Eurostat, 2020a).

2013 yılından itibaren büyükşehir belediyesi bulunan 30 ildeki belde ve köylerin nüfusunun mahalle statüsüyle şehir nüfusu altında raporlanması, idari statü ölçütüyle hesaplanan köy-şehir nüfusu oranlarını şehirler lehine yapay olarak bozmuştur. Belde ve köy nüfusları bağlı oldukları ilçenin toplam nüfusu içinde gösterilmeye başlanmıştır. Dolayısıyla, nüfusu 20.000 altında yer alan köy ve beldelerin nüfusu ilçe merkezi nüfusu içerisine dahil edildiğinden ilçelerin hemen hemen tamamının nüfusu 20.000 üzerine çıkmıştır. Böylece, nüfus eşiği kriteri açısından gerçeği yansıtmayan bir şekilde kırsal nüfusun kentsel nüfusa nicel anlamda geçişi söz konusu olmuştur. Günümüzde, mevcut koşullarda köy ve beldelerin idari bağlılık değişikliğinden dolayı veri hesaplama yöntemi sağlıklı sonuçlar sunmamaktadır. Bu sebeple Türkiye'de kırsal istatistiklerin güvenilir ve sürekli şekilde üretilebilmesi için, idari bağlılık ve yönetsel alan değişikliklerinden etkilenmeyen, uluslararası karşılaştırılabilirliği olan bir tanıma ihtiyaç vardır.

Günümüzde, küresel düzeyde mekânsal tanımlamalara yönelik eğilimler, kır-kent ayrımını keskin bir çizgi ile ayırmaktan ziyade, birden fazla bileşenden oluşan çok kademeli tanımlara doğru kaymaktadır. Sert sınırlar yerine, kır-kent ayrımının bir derecelendirme sorunu olarak değerlendirilmesine yönelik çabalar artmaktadır. Kırsal alanların tanımlanması tek bir faktöre indirgenemez. Kırsal alanların özelliği ve kırsallığı oluşturan sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel karakterler, ülkeler arasında çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle, kırsal alan tanımında farklı kriterlerin bir araya getirilmesi ve bu kriterlere dayalı derinlemesine bir tanımlamanın yapılması önemlidir. Kırsal istatistik verilerinin temini açısından, Eurostat ve OECD tarafından geliştirilen kırsal alan tanımları geçerliliklerini koruyan, kapsamlı tanımlamalardır.

Eurostat'ın çeşitli yıllarda yayınlamış olduğu veriler ele alındığında kırsal/kentsel alan kavramlarının sadece ülkeden ülkeye değil yıldan yıla, kullanılan metodolojiye göre değiştiği görülmektedir (Eurostat, 2020b). Eurostat'ın kullanmış olduğu metodolojide belli aralıklarla düzeltmeler yapılmakta ülkeler arası kıyaslamada yerel yönetim birimleri kaynaklı heterojenliklerin minimuma indirilmesi hedeflenmektedir. Gerek OECD gerek ise Avrupa Birliği'nin arşiv raporları incelendiğinde kullanılan metodolojilerin dinamik bir yapıda seyrettiği görülmektedir. Küresel ve yerel ölçekte kırsal alanların sınıflandırmasına olanak sağlayan, aynı zamanda uluslararası karşılaştırmalara da sıfır hata ile olanak veren kabul görmüş bir kırsal alan tanımı yaratmak elbette kolay

olmayacaktır fakat coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanarak hazırlanacak olan veri tabanı tasarımları kırsal alanların mekânsal boyutta planlanmasında ve optimal düzeyde sınıflandırılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

TÜİK Resmi İstatistik Programı (2022-2026) belgesinde, Kır-kent tanımlamasının kesin bir doğrulukta yapılabilmesi için İçişleri Bakanlığı tarafından yürütülen Mekansal Adres Kayıt Sistemi Projesi (MAKS) projesinin sonuçlanması gerektiğini ifade etmiştir. Halihazırda "MAKS" projesinin tamamlandığı illerde adres noktaları ile eşleştirilen gerçek nüfus bilgisinden yola çıkarak nüfus yoğunluğu gridleri üretilmesi planlanmaktadır. Bu yöntemle elde edilen nüfus yoğunluğu gridleri, AB standartlarında kır-kent tanımlaması için belirtilen üçlü ve yedili sınıf ayrımında il/ilçe bazında kır-kent sınıflandırması yapmak için kullanılacaktır. TÜİK il, ilçe ve grid ayırımında Avrupa kentleşme derecesi tanımına uygun kent-kır verisi üretimi için 2024 yılını işaret etmiştir (TÜİK, 2022).

#### **4.Kavramsal Olarak Kırsal Kalkınma ve Türkiye'nin Kırsal Kalkınma Gündemi**

Kalkınma, mevcut durumdan veya önceki konumdan hareket ederek, olumlu yönde değişimi teşvik eden dinamik bir kavramdır. Bu terim, bir ülkenin yapısal niteliklerinin olumlu yönde evrimi olarak tanımlanabilir (Tolunay ve Akyol, 2006).

Ekonomide, "Büyüme" (growth) ve "Kalkınma" (development), en çok tartışılan kavramlardan ikisidir. Bu durum, ekonomik kalkınma teorisinin karmaşık bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Sıkça, bu iki kavramın aynı şeyi ifade ettiği düşünülmektedir. Ancak, teoride ve uygulamada, büyüme ve kalkınma kavramları farklı yerlere ve anlamlara sahiptir (Savaş, 1979). Geray'a (1991) göre bir ülkenin ekonomisinin sağlıklı bir seyir izlemesi önemlidir, ancak kalkınma perspektifinden bakıldığında, sadece olumlu ekonomik gelişmelerle yetinmek yeterli değildir. Ekonomik büyüme, olumlu ekonomik gelişmelerin elde edilmesini ifade ederken, kalkınma daha çok niteliklerle ilişkilidir.

İkinci Dünya Savaşı sonrasındaki olaylar, ulusal kalkınma sürecinde ekonomik büyümenin tek başına yeterli olmadığını göstermiştir. Bu süreç, ekonomik büyümenin sosyo-kültürel, çevresel ve mekânsal boyutlar gibi yaşamın diğer alanlarıyla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu değişiklikler, kalkınma anlayışını "ekonomik büyüme" den "toplumsal kalkınma" ya doğru yönlendirmiş ve bir bakıma "sürdürülebilir kalkınma" anlayışının temelini atmıştır.

Dünya genelinde kırsal kalkınma yaklaşımı, toplumların gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak değişen bir süreç izlemektedir. İlk başlarda gelir düzeyini artırma amacına odaklanan kırsal kalkınma çabaları, zamanla edinilen deneyimler sonucunda kırsal altyapının geliştirilmesi, eğitim ve sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması, doğal kaynakların korunarak kullanılması gibi hedeflere yönelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde, kırsal kalkınma genellikle tarımsal üretim ve gelir artışı üzerine odaklanmış, ancak bu yaklaşımın sürdürülebilir olmadığı anlaşılarak insan ve çevre odaklı bir kalkınma modeli benimsenmiştir. Yeni kırsal kalkınma paradigması, sadece üretim artışını değil, çevre dostu üretim tekniklerini, gelirin adil dağılımını ve sosyo-kültürel yapıyı da gözeterek bütüncül bir yaklaşım benimsemektedir.

Kırsal kalkınma, 19. yüzyılın başlarından itibaren literatüre girmiş olup, zaman içinde teknolojik ilerlemeler ve sosyo-ekonomik faktörlerin etkisiyle bağımsız bir politika alanı haline gelmiştir. Dünya genelinde ekonomik, siyasi, sosyal ve çevresel politikalarda yaşanan değişimlere paralel olarak, ülkeler ulusal ve uluslararası politika oluşturma ve

uygulama konularında revizyonlara gitmişlerdir (Gülçubuk ve ark.). Küreselleşme, iklim değişikliği, kentleşme gibi etmenler uzun süredir bu politikaların şekillenmesinde etkili olmuşken, son dönemde kırsal kalkınma süreçlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen sosyal, mekânsal ve çevresel sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımlar da öne çıkmıştır.

Türkiye'de kırsal kalkınma çalışmalarının, Cumhuriyet'in ilanından sonra başladığı bilinmektedir. Cumhuriyet'in kuruluşundan hemen sonra, ülke genelinde tarım ve kırsal kesimde kalkınma çabaları ortaya çıkmıştır. Öte yandan nüfusun büyük bir bölümünün kırsal kesimde yaşaması ve ekonominin tarıma dayalı olması sebebiyle, kırsal alanlara atfedilen önemin arttığını söylemek mümkündür. Türkiye ekonomisinin 1960'lardan sonra planlı döneme geçişiyle birlikte, belirlenen planların uygulanmasıyla kalkınma düzeyinde hızlı bir artış gözlemlenmiştir (Akalin, 2021).

Tarımda modernizasyonun öne çıktığı 1960'lar, tarımsal destekleme sübvansiyonları ve devlet müdahalelerinin belirleyici olduğu 1970'ler, ticaretin serbestleştirilmesi ve piyasa ekonomisine geçişin ön planda olduğu 1980'ler, katılımcılık ve yetki devri gibi politika yaklaşımlarının öne çıktığı 1990'lar, kırsal kalkınma süreçlerini şekillendiren evreler olarak özetlenebilir (Gülçubuk vd. 2010).

Türkiye'de 2000'li yıllardan sonra hayata geçirilen politika ve uygulamaları belirleyen Kalkınma Planları, Ulusal Kırsal Kalkınma Strateji Belgesi, Kırsal Kalkınma Eylem Planları ve diğer ilgili belgeler ele alındığında, bu politika ve uygulamaların belli başlı bazı hedefler doğrultusunda şekillendiği görülmektedir (Güven, 2017). Bu hedefler:

- Kırsal alanlarda yoksulluğun hafifletilmesi,
- Köyden kente göçün önüne geçilmesi,
- Kırsal ve kentsel alanların gelişme düzeyleri arasındaki makasın daraltılması,
- Kırsal bölgelerde refah seviyesinin artırılması,
- Yereldeki kuruluşların beşeri ve kurumsal potansiyellerinin iyileştirilmesi.

UKKS III (2021-2023)'de ifade edildiği şekliyle Türkiye'nin kırsal kalkınma politikasının temel amacı; "sürdürülebilir kırsal kalkınma anlayışıyla, üretici birlikleri ve aile işletmelerinin üretim kapasitesinin ve kırsal iş gücünün istihdam edilebilirliğinin artırılması, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, yoksulluğun azaltılması ile kırsal toplumun düzenli ve yeterli gelir imkânlarına kavuşturularak refah düzeyinin artırılması, nüfusun kırsalda tutunmasının sağlanması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kılınmasıdır" (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Son yıllarda kırsal kalkınma, uluslararası düzeyde önemli bir konu haline gelmiş, küreselleşme ile birlikte dünya genelindeki tarımsal ve kırsal sorunlar tüm insanları etkileyen bir hale gelmiştir. Tarımın ekonomik ve çevresel krizlere karşı dirençli bir sektör olduğu anlaşılmış ve kırsalın itici güç olarak değerlendirilen hizmetlerin eksikliği, kırdan kente göç ve kırsal çözülmenin devam etmesi, gelişmekte olan ülkeler için ciddi bir tehdit oluşturmuştur.

Dünya genelindeki kırsal kalkınma gelişmeleri, Türkiye'yi de etkilemektedir. Türkiye, çeşitli kırsal kalkınma yaklaşımlarını deneyen ve uygulayan bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Ancak genellikle büyük ölçekli, sektörel bir odaklı tarımsal üretimi artırmayı amaçlayan merkezi yönetim tarafından kontrol edilen çabalar beklenen sonuçları vermemiştir. Türkiye'nin kırsal alanındaki sorunlar, kırsal bölgelerden kente göçün ekonomik, sosyal ve kültürel zorluklarını göz önüne alarak bütünsel bir yaklaşım ve çeşitli

önlemler gerektirmektedir. Bu nedenle, kırsal kalkınma konusu Türkiye'nin gündeminde önemli bir yer tutmaktadır ve üzerine yönelik çalışmalar ve arayışlar önemli bir ivme kazanmıştır.

Türkiye'nin kırsal kalkınma politikaları iki temel eksene dayanmaktadır. İlk eksen AB'ye uyum sürecinde izlenen politikalar yer alırken, ikinci eksen genel talepler ve değişimlere göre şekillenen ulusal politikalar bulunmaktadır. "Onbirinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyonu (ÖİK) Raporu ile içsel ve dışsal dinamiklerin etkisi çerçevesinde, kırsal alandaki mevcut durumu ve Türkiye için oluşturulacak kırsal kalkınma politikasının çerçevesini çizmeye çalışmaktadır. Raporda temel dayanak noktası, büyümeye dayalı politika öncelikleri yerine toplumu bütünsel olarak kapsayan bir kalkınma anlayışı içinde 'Sürdürülebilir Refah Toplumu ve Sürdürülebilir Kalkınma' kavramının vurgulanmasıdır" (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Onbirinci Kalkınma Planı Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyon Raporunda uzun vadeli hedeflere ulaşmada Türkiye için önerilen kırsal kalkınma vizyonu; "Sürdürülebilir kırsal kalkınma için; ekonomik, sosyal ve çevresel şoklara karşı daha dayanıklı, üretken, rekabetçi ve kapsayıcı bir kırsal toplum" şeklinde ifade edilmiştir. Bu vizyon çerçevesinde; uygulanan tüm eylemlerde sürdürülebilirlik, kapsayıcılık, tamamlayıcılık, ortaklık, yenilikçilik, toplumsal cinsiyet eşitliği ve iyi yönetim ilkelerini göz önüne alan çok sektörlü ve çok paydaşlı bir kırsal kalkınma politikasının yürütülmesinin önemi vurgulanmıştır. Raporda kırsal kalkınmaya ilişkin amaç, hedef ve politikalar ayrıntılı olarak, maddeler halinde açıklanmıştır. Bu bağlamda 6 temel amaç belirlenmiş, bu amaçlara ulaşmak için alt hedefler sıralanmıştır. Kırsal kalkınma için ortaya konulan amaç ve hedefler UKKS III belgesindeki ulusal hedefler ile uyumlu olup, BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sunacak niteliktedir.

Ulusal Kırsal Kalkınma belgeleri incelendiğinde; kırsal alanı tarımsal üretimin yapıldığı merkezler olarak gören yaklaşımdan çok, kırsalın sosyolojik yapısını dikkate alan ve kırsalın değişen talep ve beklentileri doğrultusunda şekillenen bir yaklaşımın belirlendiği anlaşılmaktadır. Kırsal alanlardaki hedef sektör sadece tarım değil, turizm ve imalat gibi hizmetler ve sanayi sektörlerini de içermektedir. Tarım sektörünün rekabet gücünü ve tarım gelirlerini artırma hedefleri; kırsal alanın rekabet gücünü artırma, yerelde insan kaynakları ve doğal kaynakların değerlendirilmesini temel alan insan ve çevre odaklı hedeflere yönelmiştir. Tarımsal alanda verilen devlet desteklerinin salt sübvansiyonlar şeklinde değil, yatırımları destekleyici nitelikte olmasının önemi ortaya konulmuştur. Kırsal alanda faaliyet gösteren tüm paydaşların kamu, çiftçi ve özel sektör ve STK'ların işbirliği içinde katılımcılık anlayışıyla görev alması yaklaşımı benimsenmiştir. Burada vurgulanan katılımcılık yaklaşımı çiftçilerin sadece alınan kararlara katılımı değil, kararların alınmasına katılması anlamına gelmektedir.

## 5.Sonuç ve Öneriler

Türkiye'nin kırsal kalkınma politika belgelerinde ele alınan konular, sorun tespitleri ve çözüm önerileri kırsal alanları, kırsalda ve/veya tarımda faaliyet gösteren, yaşamını sürdüren kesimi ilgilendirmektedir. Söz konusu belgelerde ortaya konulan amaç, hedef ve stratejilere yönelik faaliyetlerin uygulanabilirliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi aşamasında ortaya çıkan aksaklıkların, büyük oranda çeşitli temel istatistiksel göstergelerde kırsal alan detayında veriye erişilememesinden dolayı yaşandığı görülmektedir. Mevcuttaki sorunlar, kır ve kent tanımının yerleşim yerleri nüfusları dikkate alınarak yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, mevcut tanımın idari sınırlara bağlı tanımlama olduğu söylenebilir. TÜİK, 1982

yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından yayımlanan "Kent Eşiği Araştırması: Türkiye İçin Kent Tanımı" kriterlerini kullanarak 20.001 ve daha fazla nüfuslu yerleşim yerlerini kent, 20.000 ve daha az nüfuslu yerleşim yerlerini kır olarak sınıflandırmıştır. Ancak, Resmi Gazete’de yayımlanan 5393, 6360 ve 6447 sayılı kanunlara dayalı olarak 2014 yılı Mart ayında gerçekleşen idari bölünüş değişiklikleri, kır-kent yapısına önemli etkiler yapmıştır. Bu nedenle, kır ve kent yapısının temsiliyetinde olası sorunların önüne geçmek amacıyla, TÜİK Başkanlığı tarafından 2014 yılından itibaren tüm istatistiklerin kır ve kent ayrımında değil; ülke genelinde üretilmesi kararı alınmıştır. Ancak, bu durum, kırsal alanların kalkındırılmasına yönelik plan ve projelerin hazırlanmasında gerekli verilerin istenen düzeyde temin edilememesine yol açmaktadır.

Kırsal alanların ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının daha etkin bir biçimde analiz edilmesi, buna bağlı olarak kırsal kalkınma politikalarının belirlenmesi ve uygulanması sürecinde etkinliğin sağlanabilmesi için gerekli veri setinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, kırsal alan tanımı ile bu tanımı oluşturan bileşenlerin Türkiye'nin özel koşullarına uygun bir şekilde güncellenmesi, uluslararası karşılaştırmalara olanak sağlayacak bir düzeye getirilmesi gerekmektedir. TÜİK veri tabanında 2014 öncesi döneme yönelik yayınlanan kır-kent ayrımındaki istatistiklerin özellikle işgücü ve istihdam yapısı, eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert geliri, yoksulluk oranı gibi “İşgücü” ve “Gelir Dağılımı ve Yaşam Koşulları” başlıkları altındaki oldukça kısıtlı veri setlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Oysaki kırsal politikaların belirlenmesine ve uygulanmasına zemin oluşturacak göç istatistikleri, eğitim, sağlık, cinsiyete yaş grubuna göre nüfus verilerinin kırsal alan ayrımında üretilmesi önem arz etmektedir. Nitekim bu verilerin bir kısmı iller düzeyinde bile yayınlanmış değildir. 2002 yılında yürürlüğe giren Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (IBBS) olmasına rağmen hala bazı istatistikler bu ayrıntıda derlenememektedir. Örneğin eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert geliri, gini katsayısı ve yoksulluk oranı gibi veriler sadece Türkiye geneli düzeyinde yayınlanmaktadır. Bir diğer dikkati çeken nokta ise; 2014 öncesi kır-kent ayrımındaki yoksulluk oranı, eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert geliri, gini katsayısı gibi bazı göstergelerin 2014 yılı öncesi döneme ait verileri sadece ilgili döneme ait haber bültenlerinde yayınlanmakta, veri tabanı içerisinde yer almamaktadır. Bu durum verilerin erişilebilirliği ile ilgili ikilik yaratmaktadır.

Bir başka ikilik yaratan nokta ise TÜİK tarafından kır-kent ayrımında yayınlanan bazı verilere (Örneğin; iller düzeyinde köy nüfusları) en son 2012 yılını içerecek şekilde yer verilirken, diğer bazı verilerin (kırsal alan işgücü istatistikleri) ise son derlendiği tarih 2013 olarak gösterilmektedir. İdari bölünüş değişikliklerinin 2014 yılı Mart ayında gerçekleştiği göz önüne alındığında bütün kırsal verilerin en son 2013 yılını da kapsayacak şekilde mevcut olması beklenmektedir.

TÜİK veri tabanında adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları incelendiğinde; nüfus sayılarının istatistiki bölge birimleri, il ve ilçeler düzeyinde beşer yıllık dönemi kapsayan dar aralıklı yaş grubu ve cinsiyet ayrımında mevcut olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tek tek mahalle ve köy özelindeki veriler cinsiyet ve yaş grubu ayrımı olmadan sadece 2014 öncesi dönem için mevcuttur. Görüldüğü üzere sadece 2014 sonrası için değil, öncesi dönemde de kırsala ait demografik yapı verileri kapsamlı bir şekilde mevcut değildir. Oysaki kırsal alanların cinsiyet ve yaş grubu detayında nüfuslarının bilinmesi kırsal kalkınma politikalarında hedef kitlesine yönelik olarak çalışmak bakımından oldukça anlamlı verilerdir (TÜİK, 2023).

Eurostat’ın kırsal kalkınma veri tabanı içinde ele aldığı önemli kırsal verilerden (nüfus yoğunluğu, yaş grubu ve cinsiyete göre nüfus, kaba doğum-ölüm oranları, cinsiyet ve yaşa göre işgücü ve istihdam yapısı, cari fiyatlar ile GSYH, cinsiyete göre eğitim düzeyi, ölçek boyutuna göre iş demografisi vb.) hiçbiri TÜİK veri tabanında kır-kent ayrımında mevcut değildir. TÜİK kırsal kesimin genel ekonomik ve sosyal profilini yansıtmak üzere, düzenli aralıklarla

güncellenen kırsal göstergeler veri tabanına sahip değildir. Kırsal nüfusu ve kırsal alanları ilgilendiren veriler dağınık bir şekilde çeşitli veri tabanları taranarak elde edilmektedir. 2014 sonrası veriler genellikle Türkiye geneli şeklinde derlenmekte, nadir de olsa bazı verilerin ilçe düzeyine kadar detaylandırıldığı görülmektedir, fakat bu veriler üzerinden kırsal alan veya köy düzeyinde bir çıkarım yapmak oldukça zordur.

Kırsal alanlardaki fiziki altyapıya ilişkin olarak; asfalt-beton köy yolu uzunluğu, internet erişimi, kanalizasyon şebekesine sahip köy sayısı, şebekeli içme suyu sahne köy sayısı, katı atığı toplanan köy sayısı, yerleşik alan tespiti yapılmış köy sayısı, atık suyu ve içme suyu arıtılan köy sayısına ilişkin veriler TÜİK veri tabanında yer almamaktadır. Tarımsal üretim altyapısına ilişkin örneğin; sulanan tarım arazisi ve ne tür sulama teknikleri kullanıldığına dair bir veri TÜİK tarafından yayınlanmamaktadır. Benzer şekilde erozyona maruz kalmış araziler ile ilgili de herhangi bir veri TÜİK veri tabanında bulunmamaktadır. Ayrıca toplulaştırma yapılmış tarım arazilerine ilişkin veri TÜİK kapsamında yer almamaktadır.

Sosyal altyapı hizmetleri ele alındığında ilkökula ve ortaokula erişebilen nüfus oranı veya köye en yakın eğitim-öğretim birimi mesafesi gibi konularda TÜİK veri yayınlamamaktadır. Benzer şekilde hastaneye erişebilen nüfus ile ilgili veriler de TÜİK kapsamında mevcut bulunmamaktadır. Özellikle son 20-25 yılda kırdan kente göç sonucunda kırsal alanlardaki pek çok eğitim ve sağlık birimleri kapanmış, bu durum hizmetlere erişimde aksaklıklar ortaya çıkarmış, sonuç olarak temel hizmetlere erişim sorunu kırsaldaki çözümü daha da derinleştirmiştir. Oysaki eğitim-öğretim ve sağlık kurumlarının erişilebilirliği ve fiziksel donanımı gibi verilerin her bir köy özelinde ulaşılabilir olması kırsal kalkınmada çözüm odaklı proje ve politikalar geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Söz konusu verilerin bir kısmına ilgili kurumların iç belgelerinden ulaşım imkânı bulunmakla birlikte, özellikle kırsal alanlardaki fiziksel ve sosyal altyapı istatistiklerinin TÜİK kapsamında yer alması kırsal alanlara yönelik politikaların yönlendirilmesinde pratiklik sağlayacaktır.

Üçüncü Tarım Şurası komisyon raporunda söz edilen hedeflerden biri; kırsal nüfusun (yerleşik ve gezici) diğer pek çok temel gereksinime olduğu gibi sosyal güvenceye de kavuşturulmasıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Kırsal alanların en önemli aktörü olan çiftçiler aynı zamanda aile çiftçiliğinin yoğunlukta olduğu Türkiye gibi ülkelerde kırsal kalkınma politikalarının da öncelikli hedef kitlesi konumundadır. Maalesef Türkiye geneli toplam çiftçi sayısı henüz netlik kazanmış bir veri değildir. Çeşitli resmi kurumlarca açıklanan veriler bu konuda bir fikir vermek konusunda etkili olabilmekte, ancak kesin rakamı ifade etmemektedirler. Çiftçi kayıt sistemine kayıtlılık zorunluluk içermemektedir. Dolayısı ile buradaki rakam gerçek değerinin altında olabilmektedir. Sosyal güvenlik kurumu tarafından açıklanan çiftçi sayısı verileri ise sadece kayıtlı çiftçileri içermektedir. TÜİK tarım sektöründe istihdam edilen nüfusa yönelik verileri sosyal güvenlik kurumuna bağlı olup olmama durumuna göre yayınlamakla birlikte, tarım sektöründe istihdam edilen nüfus sadece çiftçilik ile uğraşan nüfusu temsil etmemektedir. Dolayısı ile açıklanan resmi verilerin hiçbiri Türkiye'deki çiftçi sayısını tam olarak yansıtmamakla birlikte, gerçeğe en yakın rakam olarak TÜİK verileri esas alınabilir olarak gözükmektedir. Mevsimlik çalışan işçi sayısı net olarak bilinmeden toplam çiftçi sayısına kesinlik kazandırmak zor olacaktır. TÜİK verileri ışığında Türkiye'de tarım sektöründe kayıt dışılığın %85'i aştığı göz önüne alındığında, mevsimlik işçilerin toplam bitkisel üretimde oldukça önemli bir katkı sağladıkları yadsınamaz bir gerçektir. Öte yandan tarımda kayıt dışı çalışanların büyük bölümünün mevsimlik tarım işçisi olduğu düşünüldüğünde işçi sayısı verisinin TÜİK veri tabanında mevcut olmayıp, kayıt dışı işçi sayısı verisinin mevcut olması kendi içinde çelişkili bir durumdur. Türk tarımında bu denli önemli paya sahip olan mevsimlik işgücü sayısının bilinir olması, tarım sektöründe yıllardır kronikleşmiş olan eğitim ve sağlık hizmetlerine erişim konularında yaşanan sorunların çözümüne yönelik önemli bir adım niteliğindedir. Mevsimlik işgücü aynı zamanda kırsal alanda



çocuk ve kadın nüfusu doğrudan etkileyen bir sorunlar yumağının merkezinde bulunmaktadır. Mevsimlik işgücü sayısının bilinmesi ve TÜİK veri tabanında yer alması ile tarımda çocuk işgücü ve eğitime erişim olanakları arasındaki bağlantı mekanizmasının ne şekilde işlediği daha net bir şekilde ortaya çıkmış olacaktır. ÇKS, SGK ve TÜİK verilerinin bütünleştirilerek tek bir veri tabanı üzerinden yayınlanması Türkiye'deki net çiftçi sayısı ile ilgili kafa karışıklığının giderilmesini sağlayacaktır. Tablo 1'de seçilmiş bazı kırsal göstergelerin TÜİK veri tabanındaki mevcudiyet durumu ortaya konulmuştur.

**Tablo 1.** Seçilmiş bazı kırsal göstergelerin TÜİK veri tabanındaki mevcudiyet durumu

Gösterge	2014 Öncesi Veri Mevcut	Kırılım Göstergeleri	2014 Sonrası Veri Mevcut	Kırılım Göstergeleri
Nüfus	√	Türkiye geneli, <b>Köy/Şehir</b>	√	Türkiye geneli, İBBS 1-2-3, İlçe
Nüfus Yoğunluğu	√	Türkiye geneli	√	Yaş grubu, cinsiyet Türkiye Geneli, İBBS-3
Göç sayısı / hızı	√	İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim	√	İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim
İşgücü	√	Türkiye geneli, İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim, <b>Kır/Kent</b>	√	Türkiye geneli, İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim
Çocuk işgücü	√	Türkiye geneli, <b>Kır/kent</b> (2006 ve 2012), Sektörel dağılım	√	Türkiye geneli, Sektörel dağılım
Mevsimlik işgücü İstihdam	- √	- Türkiye geneli, İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim, <b>Kır/Kent</b>	- √	- Türkiye geneli, İBBS 1-2-3, Yaş grubu, Cinsiyet, Eğitim
İşsizlik	√	Türkiye Geneli, İBBS-1, İBBS-2, Sektörel dağılım, Yaş grubu, Cinsiyet Eğitim, <b>Kır/kent</b>	√	Türkiye Geneli, İBBS-1, İBBS-2, Sektörel dağılım, Yaş grubu, Cinsiyet Eğitim
SGK'ya kayıtlılık durumu	√	Türkiye geneli, Sektörel dağılım	√	Türkiye geneli, Sektörel dağılım
Yoksulluk Oranı	√	Hanehalkı tipi, Eğitim düzeyi, <b>Kır-kent</b>	√	Hanehalkı tipi, Eğitim düzeyi
Hanehalkı kullanılabilir fert geliri	√	Hanehalkı tipi, <b>Kır-kent</b>	√	Hanehalkı tipi
Gini katsayısı	√	Türkiye geneli, İBBS-1, İBBS-2, <b>Kır/Kent</b>	√	Türkiye geneli, İBBS-1, İBBS-2
GSYH	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, NACE rev.2, Sektörel dağılım	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, NACE rev.2, Sektörel dağılım
Eğitim hizmetlerine erişim	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, Cinsiyet, Yaş grubu	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, Cinsiyet, Yaş grubu
Eğitim düzeyi	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, İlçe, Cinsiyet, Yaş grubu	√	Türkiye geneli, İBBS-1-2-3, İlçe, Cinsiyet, Yaş grubu
Sağlık hizmetlerine erişim	√	Türkiye geneli, İBBS-3	√	Türkiye geneli, İBBS-3

Mevcut sorunlar, şu anki kır-kent tanımının yerleşim yerlerinin nüfusunu dikkate alarak oluşturulmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, tanımın genelde idari sınırlara

dayalı olması anlamına gelir. Bu nedenle, uzun vadede kullanılabilir, hem AB standartlarına uygun hem de idari sınırlara bağlı olmayan bir ulusal tanımın oluşturulması, kırsal kalkınma politikalarının doğru bir şekilde yönlendirilmesi, planların ve projelerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi, aynı zamanda uluslararası karşılaştırmalara olanak tanıyan istatistiklerin üretilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

TÜİK, yeni bir kır-kent tanımının oluşturulması amacıyla başlattığı çalışmaları kapsamında, Resmi İstatistik Portalı web sayfasında kısa bir bilgilendirme açıklaması yapmıştır. TÜİK'in açıklamasına göre, uluslararası uygulamalardan biri olan "ayrıştırma" (areal interpolation) yöntemi kullanılarak bir kilometrekare çözünürlüklü nüfus yoğunluğu gridleri üretilmiştir. Bu gridlerin oluşturulmasında, temel olarak il/ilçe sınırları haritası, ADNKS nüfus sonuçları ve CORINE Arazi Örtüsü/Kullanımı sınıflaması kullanılmıştır. CORINE, Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına uygun olarak, uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama yöntemiyle elde edilen arazi örtüsü/kullanımı verisidir. Bu bağlamda, elde edilen nüfus yoğunluğu gridlerinin her bir kilometrekarelik hücresinde tahmini nüfus yoğunluğu hesaplanmıştır. EUROSTAT normlarına uygun olarak geliştirilen nüfus yoğunluğu gridinden yola çıkarak, yine EUROSTAT tarafından oluşturulan kır-kent tanımlarından faydalanılarak il ve ilçe bazında üçlü sınıf kırılımında, kır ve kent sınıflandırması yapılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

TÜİK 2010-2018 yıllarını kapsayan Sürdürülebilir Kalkınma Göstergelerini revize etmiş, gösterge setini daha çok tarımsal ve kırsal gösterge içerecek şekilde genişletmiş ve detaylandırmıştır (TÜİK, 2020). Göstergeler netleştikten sonra, sıra verilerin derlenip düzenlenmesine gelecektir. Bütün süreç sona erdiğinde tarım ve kırsal kalkınma politikalarına veri tabanı niteliğinde faydalı istatistikler elde edilmiş olacaktır. Bu süreçte kazanılan deneyimin de yardımı ile kır-kent ayrımında, ulusal kırsal kalkınma belgelerinin de üzerinde durduğu amaç ve hedeflere yönelik kırsal göstergeler oluşturulmaya devam edilmeli, sektörün ve politika yapımcıların gereksinim duyduğu verilerin kolaylıkla ulaşılabildiği tek bir platform üzerinden yayınlanması sağlanmalıdır. Özellikle, kırsal alan fiziki altyapı hizmetleri ile yaşam kalitesini belirleyen istatistiklerin daha detaylı ortaya çıkarılması, kırsal kalkınma uygulamaları için gerekli bir araştırma olacaktır. Ayrıca elde edilen verilerin Eurostat veri tabanında olduğu gibi tarım ve kırsal kalkınma şeklinde ayrı ayrı başlıklandırılan veri tabanları üzerinden yayınlanması verilerin erişilebilirliği ve kullanım kolaylığı açısından faydalı olacaktır. Zira mevcut durumda TÜİK kırsal kalkınma alanında özelleşmiş bir veri tabanına sahip olmadığından dolayı, talep edilen verileri bulmak için çeşitli veri setlerini incelemek durumunda kalınmaktadır (Eurostat, 2023).

Kırsal ve tarımsal politikaların etkili bir şekilde yönlendirilmesini sağlayacak, gereksinim duyulan istatistiksel verilerdeki boşluklar; kır-kent tanımlamasındaki belirsizliklerin getirdiği kırsal veri eksiklerinin dışında, yirmi yıllık bir süreçte tarım sektörü gibi stratejik bir sektörde nitelikli istatistiksel veri toplanamamasından da kaynaklanmaktadır. En yakın zamanda kapsamlı bir tarım sayımı yapılarak özellikle tarımsal işletme sayısı, işletme ölçek yapısı, aile çiftçiliği ve çiftçilik kavramı, çiftçi sayısı,

mevsimlik işçi sayısı ve kırsal nüfusun demografik yapısına ilişkin verilerin daha detaylı bir şekilde ortaya çıkarılması, tarım ve kırsal alanlardaki sorunların daha etkili bir şekilde analiz edilip, çözüm odaklı projeler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak kırsala ilişkin verilerin ihtiyaç temelli (toplumsal cinsiyet eşitliği gözetilerek) üretilmesi ve mümkünse tek bir ulusal resmi kaynak üzerinden yayınlanması, güncel ve güvenilir verilere kolay erişim sağlanması, tarımsal veri havuzunun genişletilerek bu verilere dayalı olarak CORINE uygulamasında olduğu gibi ileri bilgi-veri üretim teknolojilerine yatırım yapılması, AB Uyum Yasaları içerisinde çiftçilerin Çiftlik Muhasebesi Veri Ağı Sistemini kullanımının sağlanması önemlidir.

### **Çıkar Çatışma Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Yazarlık Katkısı**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### **Etik Onay Beyanı**

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır

### **KAYNAKLAR**

- Akalın, A. (2021). Planlı dönemler itibariyle Türkiye’de kalkınma çalışmaları ile kırsal kalkınma arasındaki ilişki, *Ahi Evran Akademi*, 2(1): 32-39
- EUROSTAT. (2020a). *Rural development database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/rural-development/data/database>. Erişim: Kasım 2022.
- Eurostat. (2020b). *Sustainable development indicators*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/indicators>. Erişim: Kasım 2022.
- Eurostat, (2023). *Rural europe*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Rural\\_Europe](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Rural_Europe). Erişim: Aralık 2022.
- Geray, U., (1991). *Ekonomi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3633, Or. Fak. Yayın No:408, 291-292
- Gülçubuk,B., Yıldırak, N., Kızılaslan, N., Ozer, D., Kan, M. & Kepoğlu, A. (2010). Kırsal kalkınma yaklaşımları ve politika değişimleri, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII.Teknik Kongresi*, pp.1227-1243
- Güven, O. (2017). Türkiye kırsal kalkınma politikalarının analizi. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi* (63), 209-227.
- OECD. (2022). National area distribution. <https://data.oecd.org/popregion/national-area-distribution.htm#indicator-chart>. Erişim: Aralık 2022.
- Olgun, Susta, (2018). *6360 sayılı yasa ile oluşan yeni büyükşehir yasasının kırsal alanda hizmet etkililiği açısından incelenmesi: İzmir ili Kiraz ilçesi örneği* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara]
- Savaş, F.V., (1979). *Kalkınma ekonomisi*, İ. İ. T. İ. A. Nihad Sayar Yardım Vakfı Yayınları (İkinci baskı). 315-547
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2004). *II. Tarım şurası: kırsal kalkınma politikaları komisyon raporu*, Ankara. <https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/15588> Erişim: Ocak 2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2014). *II. Ulusal kırsal kalkınma strateji belgesi*, Ankara. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150221-12-1.pdf>. Erişim: Nisan 2022.









- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2018). *Onbirinci kalkınma planı: kırsal kalkınma özel ihtisas komisyonu raporu*, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/KirsalKalkinmaOzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf>, Erişim: Kasım 2022.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2019). *III. Tarım orman şurası*, Ankara [https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/330/DosyaGaleri/958/iii\\_tarim\\_orman\\_surasi\\_sura\\_kitabi.pdf](https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/330/DosyaGaleri/958/iii_tarim_orman_surasi_sura_kitabi.pdf). Erişim: Nisan 2022.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021). *Ulusal kırsal kalkınma stratejisi 2021-2023*, Ankara <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/UKKS-Strateji-Belgesi.pdf> Erişim: Aralık 2023.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2022). *Coordination of information on the environment - çevresel bilginin koordinasyonu projesi* <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/> Erişim: Aralık 2023.
- Tolunay, A. & Akyol A. (2006). Kalkınma ve kırsal kalkınma: temel kavramlar ve tanımlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 116-127
- TÜİK, (2020). *Resmi istatistik portalı, sürdürülebilir kalkınma hedefleri* <https://officialstatistics.gov.tr/en/detail/subject/sustainable-development-indicators/> Erişim: Kasım 2022.
- TÜİK, (2022). *Resmi istatistik programı 2022-2026*, Ankara [https://officialstatistics.gov.tr/media/pdf/rip/resmi\\_istatistik\\_programi.pdf](https://officialstatistics.gov.tr/media/pdf/rip/resmi_istatistik_programi.pdf) Erişim: Ekim 2022.
- TÜİK, (2023). *Haber bülteni, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları-2022* <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685> Erişim: Ekim 2022.
- Yenigül, S. B., (2017). Kırsal kalkınma politikalarında yeni yaklaşımlar ve bu yaklaşımların Türkiye'nin kırsal kalkınma politikalarına etkisi, *Planlama Dergisi*, 27(1): 16-25.

**To cite:** Olgun Susta, G. 2024. Examination of Rural Data in Turkey's Rural Development Reports and Their Accessibility within the Turkstat Database. *Journal of Agriculture Faculty of Düzce University*, 2(1):32-45.

**Alıntı için:** Olgun Susta, G. 2024. Türkiye'nin Kırsal Kalkınma Belgelerinde Yer Alan Kırsal Veriler ve Bu Verilerin TÜİK Veritabanında Erişilebilirliği Açısından İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):32-45.



## Revealing the current scenario and prospective outlook of citrus gummosis in Pakistan

Ayesha MUNAWAR BHATTI<sup>1</sup> , Hafiz Muhammad USMAN<sup>2</sup> , Atika IFFAT<sup>3</sup> , Muhammed TATAR<sup>4\*</sup>   
 Mohammad Mazharul KARİM<sup>5</sup> , Muhammad Irfan ZAFAR<sup>6</sup> , Amjad ALI<sup>4</sup> , Talha SHAFIQUE<sup>7</sup> 

<sup>1</sup>Department of Botany, Government College University, Faisalabad, Pakistan

<sup>2</sup>Department of Plant Pathology, College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang-550025, P. R. China

<sup>3</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences & Technology, Bahauddin Zakariya University, Multan-60800, Pakistan

<sup>4</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Sivas University of Science and Technology, Sivas-58140, Türkiye

<sup>5</sup>Plant Pathology Division, Bangladesh Agricultural Research Institute, Gazipur 1701, Bangladesh

<sup>6</sup>Department of Plant Protection, Agricultural College, Shihezi University, Shihezi-832003, P.R. China

<sup>7</sup>Department of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Sargodha, Sargodha-40100, Pakistan

### MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş: 19.06.2024

Kabul: 30.06.2024

Çevrimiçi mevcut: 30.06.2024

Keywords:

*Citrus gummosis*

*Phytophthora* spp.

Disease incidence

Pathogenicity

Management strategies

### ABSTRACT

*Citrus* is an important fruit crop in terms of economic and nutritional value. *Citrus* production is threatened by many biotic and abiotic factors. Among the biotic factors, Brown rot, gummosis, and root rot are common prevailing diseases around the globe. Gummosis is one of the primary diseases that cause damage to citrus orchards. *Citrus gummosis*, caused by *Phytophthora citrophthora*, is widely distributed in citrus-growing areas of Pakistan. The affected plants show signs of decline, including twig die-back, chlorosis, wilted leaves, tips, and discolored fruits. Symptoms manifest visibly on the aerial parts of the tree in close proximity to the soil. The presence of cracks and cankers can be observed on the trunk, branches, and bark, often accompanied by the exudation of gum. The branches exhibit a characteristic bleeding appearance. Given that the pathogen is soil-borne, the symptoms typically progress from the base of the tree upwards, affecting both primary and secondary branches. As the severity of the infection increases, necrosis of taproots and crowns becomes apparent, leading to the expansion of necrotic lesions. Finally, the tree experiences a decline in health, culminating in death. Although the preventive or therapeutic control of citrus gummosis cannot be guaranteed by chemical and horticultural measures, the utilization of resistant rootstocks remains the most dependable management strategy for destructive disease. It is imperative to assess phytoextracts for their efficacy against this particular pathogen in order to identify an eco-friendly method for managing citrus gummosis disease. The geographical pattern of gummosis disease has the potential to be utilized in developing predictive models and designing effective disease management strategies.

## Pakistan'da turuncgillerde gözlenen zamk akıntısı hastalığının mevcut ve gelecekteki durumunun ortaya konulması

### ARTICLE INFO

Article history:

Received: 19.06.2024

Accepted: 30.06.2024

Available online: 30.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Turuncgil

*Phytophthora* spp.

Hastalık görülme sıklığı

Patojenite

Mücadele yöntemleri

### ÖZET

Narenciye ekonomik ve besin değerleri açısından önemli bir meyve bitkisidir. Narenciye üretimi birçok biyotik ve abiyotik faktör tarafından tehdit edilmektedir. Biyotik faktörler arasında Kahverengi çürüklüğü, diş eti çürüğü ve kök çürüklüğü dünya çapında yaygın olarak görülen hastalıklardır. Gummosis, narenciye bahçelerine zarar veren hastalıkların başında gelmektedir. *Phytophthora citrophthora*'nın neden olduğu narenciye gummosis'i Pakistan'ın narenciye yetiştirilen bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir. Etkilenen bitkiler, dalların ölmesi, kloroz, solmuş yapraklar, uçlar ve renksiz meyveler dahil olmak üzere düşüş belirtileri göstermektedir. Belirtiler ağacın toprağa yakın toprak üstü kısımlarında gözle görülür şekilde ortaya çıkar. Gövde, dallar ve ağaç kabuğunda çatlaklar ve kanserlerin varlığı gözlemlenebilir ve buna sıklıkla sakız sızıntısı da eşlik eder. Dallar karakteristik bir sıvı akıntısı görünümünü sergiler. Patojenin toprak kaynaklı olduğu göz önüne alındığında, semptomlar tipik olarak ağacın tabanından yukarıya doğru ilerleyerek hem birincil hem de ikincil dalları etkiler. Enfeksiyonun şiddeti arttıkça, kazık köklerde ve kronlarda nekroz belirgin hale gelir ve bu da nekrotik lezyonların genişlemesine yol açar. Ağaçta hastalık hali ve sonucunda ölüm gözlenir. Narenciye gummosisinin önleyici veya iyileştirici kontrolü kimyasal ve kültürel önlemleriyle garanti edilemez de, dayanıklı anaçların kullanılması hastalıkla mücadelede en güvenilir yönetim stratejisi olmaya devam etmektedir. Narenciye gummosis hastalığının mücadelesi için çevre dostu bir yöntem belirlemek amacıyla bitkisel kökenli ekstratları bu özel patojene karşı etkinlikleri açısından değerlendirilmesi zorunludur. Gumoz hastalığının coğrafi yapısı, öngörücü modellerin geliştirilmesinde ve etkili hastalık yönetimi stratejilerinin tasarlanmasında kullanıma potansiyeline sahiptir.

\* Corresponding Author e-mail: mtatar@sivas.edu.tr

## 1. Introduction

One of the most significant fruit crops worldwide is citrus, which is a member of the *Rutaceae* family having 130 genera and 7 sub-families (Mubeen et al., 2015a, b; Khan, 2015). It is usually grown in tropical and subtropical regions of the world (Mubeen et al., 2024). The correlation between soil infestation by *P. nicotianae* and the severity of root rot suggests that indirect germination plays a more significant role in the life cycle (Ahmed et al., 2012). In comparison with other fruits, antioxidants are more abundant in citrus, catalyzing our immune system and triggering protection from life-threatening diseases (Rafiq et al., 2018). Citrus can be grown in Pakistan due to its good soil and favorable climate. There was a time when Pakistan was ranked 13<sup>th</sup> but dropped to 16<sup>th</sup> by the end of 2020 with an annual production of 2.89 million metric tons (FAO, 2020). Different commercially grown citrus cultivars in Pakistan include Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), Mosambi (*C. sinensis* (L) Osb.), grapefruit (*C. paradise* Macf.), lemon (*C. limon* (L) Burm), lime (*C. aurantifolia* (Christm) swingle), and sweet lime (*C. limettioides* Tanaka). Kinnow and Feutrell's Early represent 80% of all citrus cultivars grown in Pakistan (Iftikhar et al., 2021). Citrus is cultivated in all provinces of the country, with Punjab having favorable growing conditions and contributing over 95% of total citrus production (Rasool et al., 2020). Punjab, Pakistan, produces 2,315,895 tons annually, which is 98% of the total national production, with Kinnow occupying 70% of the share (FAO, 2020).

Citrus production accounts for 34% of the total fruit production in the country. *Citrus* production in Pakistan is lower than that of neighboring countries like China and India. Citrus yield per hectare in Pakistan is 10-12 tons compared to up to 26 tons per hectare in other citrus-producing countries worldwide (Iqbal, 2014). This decline in citrus production is attributed to numerous abiotic and biotic factors. Among the biotic factors, *citrus tristeza virüs* (CTV), citrus viruses and viroids, citrus greening disease, citrus canker, and Gummosis have been reported as major contributors to citrus decline (Iftikhar et al., 2022; Sajid et al., 2022; Riasat et al., 2020; Nauman et al., 2023; Ali et al., 2022; Ali et al., 2023). Due to numerous fungal infections that can affect citrus, the crop suffers enormous losses. The occurrence of a specific pathogen, its virulence, survival, and spread are directed by soil type, varietal susceptibility and agro-climatic conditions. Among fungal diseases, soil-borne diseases of citrus are widely distributed. The soil-borne plant pathogen becomes an endemic problem in a given location once it enters, especially if there are vulnerable hosts and ideal environmental circumstances for its growth and reproduction. *Phytophthora* spp. is widely spread in citrus-growing regions of Punjab and poses a threat to citrus production. *Phytophthora citrophthora* is prevalent in all citrus-growing areas of Pakistan. Regular monitoring of the fungus is lacking in Pakistan. The limited literature is available on the effect of gummosis disease on citrus plants in Pakistan. Chemical controls on the pathogen become an ongoing expense and environmental problem. Chemicals used to control soil-borne plant diseases may lead to the development of resistance (Nauman et al., 2023).

## 2. Important fungal pathogens of *Citrus*

Citrus fruit is susceptible to many fungal pathogens that cause significant crop losses. Agroclimatic conditions, varietal resistance, and soil type are factors involved in the appearance of pathogens, their survival, spread, and threshold level of damage. Soil-borne fungal diseases in citrus are widespread, while foliage diseases depend on the weather. *Fusarium* dry rot is an important soil-borne fungal disease caused by *Fusarium solani*, affecting the plant's root system and reducing its nutritional uptake ability. This fungus also produces toxins that move in the plant's xylem system, causing vessel plugging. Other fungal pathogens involved in soil-borne diseases are *Diplodia natalensis*, *Armillaria mellea*, *Pythium* spp., and *Thielaviopsis basicola*, which have a negative effect on yield. Mal secco is a vascular disease caused by the fungus *Phomatra cheiphila*, first observed in Greece in the 1880s. It enters the stomata systemically and occupies the xylem, leading to wilting, discoloration of wood, veinal chlorosis, leaf wilting, and twig die-back. Soil-borne infections caused by *Phytophthora* spp. and post-harvest pathogens are widespread, leading to heavy yield losses. Infections in producing trees cause canopy decay, leaf chlorosis defoliation, and reduction in production and fruit quality. Brown spot of citrus, stem-end rot of citrus, and black rot of citrus are well-known diseases that produce brown to black spots on fruit and leaves. Black rot infects the fruit internally. These diseases are caused by *Alternaria citri*. Citrus melanose is an important fruit and foliar disease caused by *Diporthe citri*, resulting in tear drops, blemishes, and mud cake symptoms. It does not affect the fruit pulp but reduces its market value. Citrus scab is caused by *Elsinoë australis*, affecting citrus fruit, leaves, and shoots under warm and humid weather conditions. Several species of *Colletotrichum* cause important diseases of citrus, with citrus anthracnose being a significant disease characterized by withering twigs and lesions on fruits and leaves. Numerous fruits produced by citrus species are consumed worldwide. However, several pathogenic fungi, such as *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Geotrichum citri-aurantii*, *Aspergillus flavus*, and *Aspergillus niger*, can cause postharvest decay in citrus fruits (Iqbal, 2014; Ali et al., 2022; Ali et al., 2023).

## 3. *Phytophthora* species

*Phytophthora* species are commonly found not only in citrus-growing areas around the world but also in Pakistan (Lad et al., 2020). There are about 70 species in the genus *Phytophthora*, family Pythiaceae of phylum Oomycota under the kingdom Stramenopila. *P. boehmeriae* Sawada, *P. cinnamomic*, *P. cactorum* Schröeter, *P. citrophthora*, Leonian, *P. citricola* Sawada, *P. megasperma* Drechsler, *P. hibernalis* Carne, *P. nicotianae* van Breda de Haan (*P. parasitica* Dastur), *P. syringae* Klebahn, and *P. palmivora* Butler are the key species that pose a threat to citrus trees worldwide. The most prevalent species in citrus orchards are *P. citrophthora* and *P. nicotianae*. Gummosis caused by *Phytophthora* species has been identified as a significant barrier to maintaining optimal output, reducing plant yield by 46% annually (Dandurand and Menge, 1993). It is responsible for 10 to 30% of global citrus crop losses (Timmer et al., 2000; Rajput et al., 2020). The term "*Phytophthora*" is of Greek origin and means "plant-destroyer" (Riisberg et al., 2009).



*Phytophthora* spp. cause root rot, foot rot, crown rot, and gummosis in citrus orchards. These diseases are caused by several *Phytophthora* species (Wagh et al., 2018; Verniere et al., 2004), but among them, the most widespread and devastating are *Phytophthora citrophthora* and *Phytophthora nicotianae* (var. *parasitica*) (Erwin and Ribeiro, 1996; Graham and Timmer, 2011; Gade, 2012). In citrus groves, fibrous root rot and gummosis have been the cause of tree decline and yield losses. The two *Phytophthora* species cause similar diseases, making it difficult to differentiate them based on host symptoms. Generally, *P. citrophthora* causes root and collar rots in cooler areas and is more abundant than other *Phytophthora* species (Mound et al., 2012).

#### 4. Symptomology

Bark infection commonly emerge in close proximity to the soil level, presenting as lesions at the trunk or crown that encircle the tree by forming a belt around its circumference. This infection then spreads to secondary branches, leading to the dieback of trees, as documented in previous studies involving clementine cultivars and their hybrids. Gum exudations and cankers are often observed on the aboveground portions, especially on main branches (Alvarez et al., 2008). The fungus has an active mode of entry, and its haustoria invade intercellular and intracellular spaces. Root discoloration, leaves yellowing, wilting of plants, and hardly any growth of capillary roots are the symptoms of *Phytophthora* gummosis (Rehman et al., 2022). Foot rot lesions develop on the trunk to a height of 60 cm from the ground, extending to the roots of the crown as crown rot below the ground. Brown discolored, slippery areas were observed when the dead bark of the lesions was rubbed. The spots were soggy and dark, mostly hollow and greasy. Such active lesions began to ooze gum. This was observable on the trunk as brownish-black blotches known as gummosis (Das et al., 2016).

In the dry season, the dead bark became firm, shredded, curled, and split. In severe cases, rot of conductive tissue near the bark damage a substantial portion of the root system and killed long branches of the diseased plant. Citrus fruits can also be infected by spores that erupt from the soil, causing a hard, leathery, brown rot with a strong odor of fermentation (Naqvi, 2004). Symptoms of gummosis disappear with abundant rainfall but persist during periods of drought. These symptoms gradually deteriorate along the edge of the tree trunk and are often accompanied by leaf symptoms such as a pale color and yellowing of leaves. Once infection stops, the lesion stops spreading, and the injured bark region becomes enclosed by callus tissue. Young plants and recent saplings in nurseries die rapidly due to their small stem diameters. Mature trees have higher tolerance levels, although dieback can occur at times. In orchards, trunk infections commonly only partially affect the trees, accompanied by the shedding of leaves and withering of branches in severe instances (Alvarez et al., 2008). The pathogen rarely attacks leaves in comparison to fruits. Yet, when the weather conditions are favorable, translucent dotted-like frost symptoms might show up on the surfaces of leaves. These symptoms become blackish and watery with time, and the green leaves fall prematurely (but dotted with black). Total removal of leaves might happen (Fadli et al., 2022).

## 5. Disease life cycle of *Phytophthora*

*Phytophthora* spp. Produces and disperses a significant amount of zoospores, oospores, and chlamydospores. In favorable conditions (30-32°C), zoospores transform into cysts and then into mycelium. Mild water shortages (-5 to -70 kPa), lack of nutrients, and light stimulate the formation of sporangia from mycelium, which has the ability to sprout either indirectly or directly to harvest zoospores. The interaction between soil infestation by *P. nicotianae* and the severity of root rot suggests that indirect germination plays a more significant role in the life cycle (Figure 1) (Fadli et al., 2022).

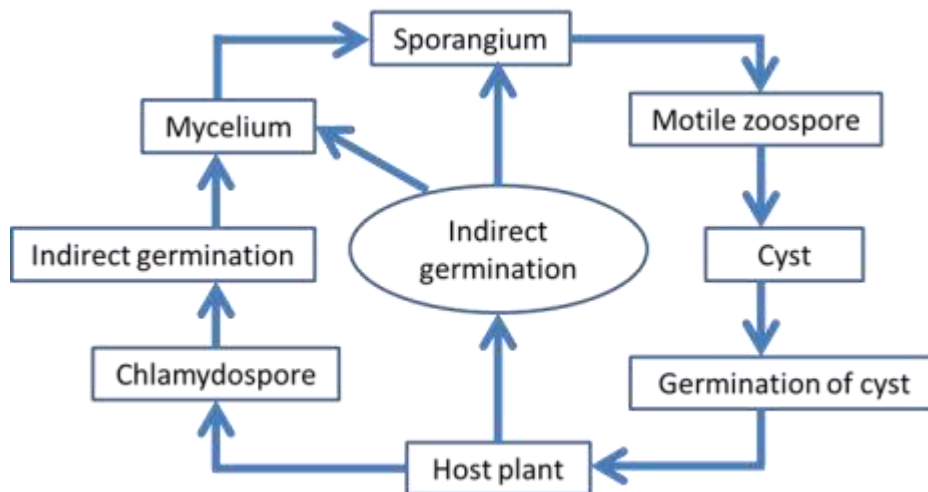


Figure 1. Disease Life cycle of *Phytophthora* spp.

## 6. *Phytophthora* isolation, disease incidence and pathogenicity

Twelve *Phytophthora* species have been identified as capable of infecting citrus globally, including *P. capsici*, *P. boehmeriae*, *P. citricola*, *P. cinnamomi*, *P. drechsleri*, *P. citrophthora*, *P. hibernalis*, *P. palmivora*, *P. megasperma*, *P. syringae* and *P. Nicotianae* (Erwin and Ribeiro, 1996). Timmer et al. (1998), discussed citrus diseases caused by *Phytophthora* spp., in Florida. They discussed gummosis, damping off, brown rot, fibrous root rot of foot rot of fruits. Smiley et al. (1999), reported collar rot and root rot diseases of ornamental plants caused by *Phytophthora* spp. *Phytophthora* is a water mold, so in poorly drained soil, its disease-causing ability is high. *Phytophthora cactorum* causes collar rot, while *P. cinnamomi* is the causal organism of root rot. Andres et al. (2003), checked the pathogenicity of *Phytophthora nicotianae* against pepper in Spain. In Spain, Alvarez et al. (2008) conducted a study on the branch cankers found on citrus trees. The cause of these cankers was identified as *Phytophthora citrophthora*. The great citrus losses had been determined inside the essential citrus growing areas of Spain. Cacciola and San Lio (2008), reported the citrus diseases caused by *Phytophthora* responsible for root rot, citrus gummosis, and brown fruit rot. They observed the different aspects of ecology and biology of *Phytophthora* spp., such as *P. citrophthora* and *P. nicotianae*. The spread of inoculum, reproduction, and epidemiology of the fungus was discussed.

Biological and instrumental diagnoses, along with regular laboratory tests, were examined for monitoring procedures, population dynamics and sampling. Mounde et al. (2009) described the distribution of citrus gummosis caused by *Phytophthora* species in Kenya. Citrus gummosis was widely distributed in citrus-producing areas of Kenya. The disease was found in different cultivars of citrus in Kenya. *Phytophthora* gummosis produced a considerable loss in major citrus growing areas of the country. Orlikowski et al. (2009), conducted a study to detect whether water is a source for spreading *Phytophthora* spp. to infect horticultural plants in Poland. Tennant et al. (2009), while studying various citrus diseases found *Phytophthora citrophthora* as the major inducer of gummosis and brown rot of trunk and major limbs. Molina et al. (2014) isolated the causal agent of crown rot of red pepper, which is *Phytophthora nicotianae* in Spain. Yaseen et al. (2010), examined the predominant *Phytophthora* species in citrus orchards in Syria. Razi et al. (2011), studied citrus plant nutritional profile in relation to Huanglongbin (HLB) prevalence in Pakistan. He suggested that poor crop nutrition alters the genetic resistance of plants to invading pathogens, reduces yield, and shortens the productive life of the plant. This study suggested that there is no relationship between the state of nutrient deficiency and the incidence of HLB in citrus; however, nutritional treatments can help relieve stress on infected plants.

Ahmed et al. (2012) studied the most common *Phytophthora* spp., in citrus nurseries in Egypt. Jagtap et al. (2012) conducted a large survey in different regions in India. In another study, Savita & Nagpal (2012) investigated different citrus diseases caused by *Phytophthora* spp., in India. Bawage and colleagues (2013) conducted research on the morphological and molecular characterization of *Phytophthora* spp., obtained from citrus orchards in India. Mounde et al. (2012) morphologically characterized and identified *Phytophthora* spp., associated with citrus gummosis in Kenya. Vicent et al. (2012) conducted research on the correlation between agronomic variables and occurrences of citrus *Phytophthora* cancer in the southwestern region of Spain. This study suggested that disease occurrence was not associated to genetic drift or changes in host specificity in the *P. citrophthora*. Cultural practices, such as pruning, regulated deficit irrigation, supplemental phosphonate spraying, as well as abiotic and pathological factors like frost damage and the presence of brown rot of fruit, did not show a significant correlation with the occurrence of the disease. Ali et al. (2015) conducted a survey in main citrus cultivated areas of Punjab, Pakistan in 2006-07 to examine the association between different pathogens, which may cause citrus decline. This study investigated the association between phytoplasma, fungi, and bacteria in plants suffering from citrus dieback in Punjab. Mahdavian & Javadi (2014) in Mazandran province of Iran studied crown and root rot of citrus. A survey of different orchards was conducted, and disease samples were collected from infected orchards. Isolation was performed from disease specimens. Isolated pathogens were *Phytophthora nicotianae* and *P. citrophthora*. Brentu and Vicent (2015), studied *Citrus gummosis* in Ghana. In Ghana, citrus trees were severely affected by gummosis, which caused tree death followed by trunk cankers. Trunk canker disease was originally associated with *P. parasitica*, but recently with *P. citrophthora*. Graham and Feichtenberger (2015), discovered *Phytophthora* spp., in nearly every citrus orchard in

Florida and Brazil, and *Phytophthora*-triggered diseases, particularly root rot can cause economically significant crop losses. Losses related to root rot diseases were difficult to estimate because fibrous root damage and yield loss were not always directly proportional. Hung et al. (2015), identified *Phytophthora* spp., as the causative organism of citrus root rot in Thailand. Khan et al. (2015), carried out a study for the identification and characterization of pathogens involved in the degradation of citrus fruit quality. Different fungi were identified up to the genus level by their macroscopic and microscopic characteristics. Mekonen et al. (2015), found that citrus production in Ethiopia is threatened by a number of biotic and abiotic factors.

Among these, citrus fruits, gummosis was one of the most important biotic limitations in the country. Roberts et al. (2015), discussed diseases of vegetables produced by *Phytophthora capsici* in Florida. In his study, he discussed disease symptoms, disease cycle, and management of *Phytophthora* fruit rot, *Phytophthora* blight, *Phytophthora* root and crown rot produced in tomato, eggplant, pepper, watermelon, and other cucurbits. Boudoudou et al. (2024), studied the influence of *Phytophthora* spp. on citrus rootstock in the Gharb region. Das et al. (2016), also detected, identified, and characterized *Phytophthora* spp. infecting citrus in India. *P. nicotianae* was found to be the predominant species followed by *P. palmivora* and *P. citrophthora* in five major citrus-growing states of India. Hao et al. (2019), evaluated the brown rot pathogen of citrus fruit in California. *Phytophthora syringae*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae*, and the little-known *P. hibernalis* were found as the main causal pathogens of citrus brown rot. Fateh et al. (2017), described the incidence of citrus decline in Pakistan. He suggested that the quantity and quality of fruit produced were low due to the attack of different pathogens and enhanced the magnitude of the disease in the presence of abiotic factors. Among the biotic factors, different diseases caused by different pathogens lead to citrus decline. Hao et al. (2019) conducted studies in California and other citrus-growing regions and identified *Phytophthora* root rot as a significant disease. Citrus gummosis and associated difficulties for the citrus business in Pakistan were examined by Rajput et al. (2020). They discovered that a soil-borne *Phytophthora* species was posing a threat to all citrus-producing regions. Numerous *Phytophthora* species were in charge of the citrus gummosis, which caused significant crop losses every year and spread around the world. The diseased tree displayed decline symptoms along with leaf chlorosis, twig dieback, discolored or poorly colored fruits, wilting of the tips, and withering of the leaves. Desiccation, gummosis, defoliation, and browning of the cortex were all visible in the infected twigs. Munir et al. (2022), stated in his study that early detection of citrus diseases and pests was essential for effective phytosanitary control and plant health. Citrus productivity was hampered by the numerous illnesses brought on by fungi, bacteria, viruses, and pests.

## **7. Management of *Phytophthora gummosis***

Dandurand & Menge (1993), studied how *Fusarium solani* affects citrus root growth and the population dynamics of *P. parasitica* and *P. citrophthora*. In relation to the usage of systemic fungicides for the management of trunk gummosis, root rot, and brown rot of

fruits, they also reviewed the chemical control strategies. Gade and Koche in 2012 carried out a study to compare different combinations of fungicides, biocontrol agents, and organic amendments to manage gummosis and root rot in mandarin caused by *Phytophthora* spp. This study was conducted in citrus-affected orchards with root rot and gummosis. Root rot intensity was significantly reduced in the experiment. Jagtap et al. (2012), also investigated various biocontrol agents and plant extracts for controlling citrus gummosis caused by *Phytophthora* spp. They used leaf extracts of *Neem*, *Acacia*, *Eucalyptus*, *Mehendi*, *Dhatura*, *Glyricida*, and *Lantana*. Different biocontrol agents such as *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas fluorescens* were used to evaluate in vitro through dual culture and poisoned food techniques. *Eucalyptus* was found to be the best biocontrol agent against fungal growth among all the plant extracts. Roberts et al. (2015), studied disease symptoms, disease cycle, and management of *Phytophthora* fruit rot, *Phytophthora* blight, *Phytophthora* root, and crown rot produced in tomato, eggplant, pepper, watermelon, and other cucurbits in Florida. Management included the production of disease-free material, seed treatment, well drainage, fumigation of soil, and disinfection of equipment and hands of workers. Thakre et al. (2017), evaluated different fungicides against *Phytophthora* spp., in Madhya Pradesh, India. Bordeaux mixture was found to be the best option for controlling *Phytophthora* spp. in this study. Jaouad et al. (2020), worked on root rot and dry root rot, respectively caused by *Phytophthora* spp. and *Fusarium* spp. They determined that the usage of chemicals was necessary for citrus pest control.

The most effective strategy for reducing the damaging impacts of pesticides on the environment is to utilize integrated orchard management techniques. To treat *Phytophthora* root rot, two fungicides, Fosetyl-Al and Metalaxyl, were frequently utilized. Additionally, the control of *Fusarium* species caused dry root rot disease necessitated the optimization of irrigation and fertilization inputs. Rajput et al. (2020), evaluated many strategies to manage gummosis as they increased the danger of pathogen adaptation and adverse effects on animal and human health including ecology. Many chemicals that have been used routinely are now being questioned in many respects. Choudhary et al. (2021), reported that the most significant citrus disease was foot rot/gummosis, which was brought on by *Phytophthora* spp. and caused yield losses of 10 to 30% in fruit production in major citrus-growing nations. The current study was conducted to assess various native *Trichoderma* spp. powerful strains against citrus foot rot/gummosis in light of the disease load. da Silva et al. (2021), worked on foot rot or gummosis, fruit brown rot and fibrous root rot disease that attacked the fruits, roots and trunk citrus trees caused by *Phytophthora* spp. and resulted in significant financial losses. This study offered an updated systematic analysis of the tactics used to control *Phytophthora* diseases and citrus defense mechanisms applying a novel search strategy based on a clear, thorough, and open methodology. Heydari et al. (2007), Keswani et al. (2014), Bisen et al. (2015), described the side effects of chemicals. They concluded that chemicals are deteriorating the environment, causing harmful effects on people, and killing non-target organisms, including bio-control agents. In healthy and gummosis-infected plant cells, Iftikhar et al. (2022), assessed the total soluble phenols, total soluble sugars, antioxidants, and minerals

like zinc, iron, and manganese. Infected plant tissues contained more antioxidant enzymes than healthy plant tissues. Management of citrus gummosis/foot rot by using chemicals, bioagents, and plant extracts has been mentioned in Table 1 (Singh et al., 2015).

**Table 1.** Effects of chemicals, bioagents, and plant extracts on yield and canopy, and management of *citrus gummosis*/foot rot in sweet orange cv Blood Red.

Treatments	Citrus gummosis/foot rot lesion size recovery rate (%)			Fruit yield (kg/plant)		Canopy volume (m <sup>3</sup> )		Yield increase (%)
	2012	2013	2014	2012	2014	2012	2014	
Bordeaux paste + copper oxychloride @ 0.3% spray (recommended dose)	31.7	36.4	38.4	43.5	44.6	15.1	15.6	2.5
Bordeaux paste (2 Kg copper sulphate +3 Kg lime +30 l water)	10.9	14.5	18.5	43.1	44.1	15.1	15.2	2.3
Bordeaux paste @ 25 g/l + metalaxyl M @ 2.5 g/l (soil application)	54.6	57.6	59.6	45.1	49.1	15.2	15.9	8.8
Bordeaux paste + metalaxyl M (soil application) + copper oxychloride @ 0.3% spray	63.0	66.7	69.6	46.3	50.7	15.5	16.5	9.5
Metalaxyl M paste @ 25 g/l + metalaxyl M (soil application) @ 2.5g/l	73.3	77.8	83.3	46.5	56.8	15.8	16.7	22.2
Metalaxyl M paste @ 25 g/l + metalaxyl M (soil application) @ 2.5g/l + Fosetyl Al @ 0.1% spray	75.0	80.0	88.9	46.7	58.5	15.9	16.9	26.3
Bordeaux paste + <i>Trichoderma harzianum</i> (soil application)	30.0	33.0	33.3	43.3	44.8	15.2	15.6	2.7
Bordeaux paste + <i>Trichoderma harzianum</i> (soil application) + copper oxychloride @ 0.3% spray	49.3	51.7	54.7	43.6	45.4	15.7	15.7	2.7
Garlic bulb extract (20%,w/v) pasting + garlic bulb extract (10%,w/v) spray	37.3	42.3	47.4	44.1	45.8	15.2	15.3	3.9
Neem seed kernel extract (20%,w/v) pasting + neem seed kernel extract (10%,w/v) spray	35.7	38.8	45.3	43.6	45.5	15.1	15.2	3.6
Bordeaux paste + metalaxyl M (soil application) @ 2.5g/l + Fosetyl al spray @ 0.1%	65.0	71.1	76.7	46.5	54.1	15.6	16.6	16.3
Untreated control	-11.5	-12.9	-16.7	42.7	40.1	15.1	15.0	-6.08
CD at (P = 0.05)	9.6	6.9	7.4	2.94	3.86	NS	NS	

## 8. Conclusion and future prospects

*P. citrophthora* severely influenced not only the fruit production but also the fruit quality. Until now, utilizing disease-resistant rootstocks continues to be one of the most efficient and eco-friendly ways to avoid *Phytophthora* diseases while decreasing the reliance on harmful chemicals. Future molecular technologies and advanced biochemical analyses will offer greater insights into *Phytophthora-citrus* interactions, taking towards towards an improved understanding of the pathosystem and the development of more targeted breeding strategies for controlling *Phytophthora* diseases in *citrus*. *Citrus gummosis* management can be done effectively through botanical extracts. We need to enhance our understanding of the molecular mechanisms behind disease development, which will aid in developing sustainable and targeted control strategies for *P. citrophthora*. More research is need of the time to study the detailed impact of *P. citrophthora* on the physiology of citrus.

## Author Contributions

**A.M.B. and H.M.U.:** Conceptualization, writing original draft, and Figure preparations.

**A.I., M.T., M.M.K., M.I.Z., A.A. and T.S.:** Project administration, collecting literature, writing-review & editing, finalization, validation and visualization.

## Conflict of interest statement

The authors declare that the research was carried without any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

## Data Availability Statement

Data sharing does not apply to this article as no new data were created or analyzed in this study.

## Ethical approval

Not applicable.

## Funding

Not Applicable.

## References

- Ahmed, W., Tahir, F. M., Rajwana, I. A., Raza, S. A., & Asad, H. U. (2012). Comparative evaluation of plant growth regulators for preventing premature fruit drop and improving fruit quality parameters in 'Dusehri'mango. *International Journal of Fruit Science*, 12(4), 372-389. <https://doi.org/10.1080/15538362.2012.679175>
- Ahmed, Y., D'ONGHIA, A. M., Ippolito, A., El Shimy, H., Cirvilleri, G., & Yaseen, T. (2012). *Phytophthora nicotianae* is the predominant Phytophthora species in citrus nurseries in Egypt. *Phytopathologia Mediterranea*, 519-527.
- Ali, M., Kim, B., Belfield, K. D., Norman, D., Brennan, M., & Ali, G. S. (2015). Inhibition of *Phytophthora parasitica* and *P. capsici* by silver nanoparticles synthesized using aqueous extract of *Artemisia absinthium*. *Phytopathology*, 105(9), 1183-1190. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0006-R>
- Ali, A., Umar, U. U. D., Naqvi, S. A. H., Shakeel, M. T., Tahir, M. N., Khan, M. F., ... & Chung, Y. S. (2023). Molecular characterization of divergent isolates of Citrus bent leaf viroid (CBLVd) from citrus cultivars of Punjab, Pakistan. *Frontiers in Genetics*, 13, 1104635. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.1104635>
- Ali, A., Umar, U. U. D., Akhtar, S., Shakeel, M. T., Rehman, A. U., Tahir, M. N., ... & Parveen, R. (2022). Identification and primary distribution of Citrus viroid V in citrus in Punjab, Pakistan. *Molecular Biology Reports*, 49(12), 11433-11441. <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07677-7>
- Alvarez, L. A., Vicent, A., De la Roca, E., Bascón, J., Abad-Campos, P., Armengol, J., & García-Jiménez, J. (2008). Branch cankers on citrus trees in Spain caused by *Phytophthora citrophthora*. *Plant Pathology*, 57(1), 84-91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01702.x>
- Andrés, J. L., Rivera, A., & Fernández, J. (2003). *Phytophthora nicotianae* pathogenic to pepper in northwest Spain. *Journal of Plant Pathology*, 91-98.
- Bawage, S., Nerkar, S., Kumar, A., & Das, A. (2013). Morphological and molecular description of *Phytophthora insolita* isolated from citrus orchard in India. *Journal of Mycology*, 2013(1), 247951. <https://doi.org/10.1155/2013/247951>
- Bisen, K., Keswani, C., Mishra, S., Saxena, A., Rakshit, A., & Singh, H. B. (2015). Unrealized potential of seed biopriming for versatile agriculture. *Nutrient use efficiency: from basics to advances*, 193-206. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2169-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2169-2_13)



- Boudoudou, D., Douira, A., & Benyahia, H. (2024). Evaluation of the Resistance of 10 New Citrus Rootstocks to Root Rot Caused by *Phytophthora parasitica*. In *Sustainable and Green Technologies for Water and Environmental Management* (pp. 253-266). Cham: Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-52419-6\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-52419-6_18)
- Brentu, F. C., & Vicent, A. (2015). Gummosis of citrus in Ghana caused by *Phytophthora citrophthora*. *Australasian Plant Disease Notes*, 10, 1-3. <https://doi.org/10.1007/s13314-015-0184-z>
- Cacciola, S. O., & Lio, G. M. D. S. (2008). Management of citrus diseases caused by *Phytophthora* spp. In *Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria* (pp. 61-84). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8571-0>
- Choudhary, A. K., Singh, N., & Singh, D. (2021). Evaluation of the bioformulation of potent native strains of *Trichoderma* spp. against the foot rot/gummosis of Kinnow mandarin. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00437-y>
- Da Silva, A. R., Pinto, K. N., Maserti, B. E., Santos-Filho, H. P., & Gesteira, A. D. S. (2021). Corrigendum to: Systematic review of defense responses against *Phytophthora* and strategies to manage *Phytophthora* diseases in citrus. *Functional Plant Biology*, 48(10), 1086-1086. [https://doi.org/10.1071/FP20349\\_CO](https://doi.org/10.1071/FP20349_CO)
- Dandurand, L. M., & Menge, J. A. (1993). Influence of *Fusarium solani* on citrus root growth and population dynamics of *Phytophthora parasitica* and *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*, 83(7), 767-771.
- Das, A. K., Nerkar, S., Kumar, A., & Bawage, S. (2016). Detection, identification and characterization of *Phytophthora* spp. infecting citrus in India. *Journal of Plant Pathology*, 55-69.
- Erwin, D. C., & Ribeiro, O. K. (1996). *Phytophthora diseases worldwide*. American Phytopathological Society (APS Press).
- Fadli, A., Benyahia, H., Hussain, S., Khan, R. I., Rao, M. J., Ahmed, T., ... & Khalid, M. F. (2022). *Phytophthora*-citrus interactions and management strategies: a review. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(5), 730-742. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3038>
- FAO. (2020). World Food and Agriculture –Statistical year Book 2020. Rome.
- Fateh', F. S., Tariq Mukhtar, T. M., Kazmi, M. R., Abbassi, N. A., & Arif, A. M. (2017). Prevalence of Citrus decline in district Sargodha. *Pakistan Journal of agricultural Sciences*, 54: 9-13. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/17.5643>
- Gade, R. M., & Koche, M. D. (2012). Integrated disease management for root rot and gummosis in Nagpur mandarin. *Indian Phytopathology*, 65(3), 272.
- Graham, J., & Feichtenberger, E. (2015). Citrus *Phytophthora* diseases: management challenges and successes. *Journal of Citrus Pathology*, 2(1). <https://doi.org/10.5070/C421027203>
- Graham, J. H., & Timmer, L. W. (2011). Florida citrus pest management guide. *UF/IFAS extention*.
- Hao, W., Gray, M. A., Förster, H., & Adaskaveg, J. E. (2019). Evaluation of new Oomycota fungicides for management of *Phytophthora* root rot of citrus in California. *Plant Disease*, 103(4), 619-628. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1152-RE>
- Heydari, A., Misaghi, I. J., & Balestra, G. M. (2007). Pre-emergence herbicides influence the efficacy of fungicides in controlling cotton seedling damping-off in the field. *International Journal of Agricultural Research*, 2(12): 1049-1053.
- Hung, P. M., Wattanachai, P., Kasem, S., & Poeaim, S. (2015). Identifications of *Phytophthora* spp. causing citrus root rots in Thailand. *Journal of Agricultural Technology*, 11(8), 1897-1910.
- Iftikhar, Y., Abbas, M., Mubeen, M., Zafar-ul-Hye, M., Bakhtawar, F., Bashir, S., ... & Shabbir, M. A. (2021). Overview of strain characterization in relation to serological and molecular detection of Citrus tristeza Closterovirus. *Phyton*, 90(4), 1063. <https://doi.org/10.32604/phyton.2021.015508>
- Iftikhar, Y., Shafqaat, A., Zeshan, M. A., Khan, M., Sajid, A., Azmat, S., ... & Mubeen, M. (2022). Quantifying the spatial dynamics and severity of citrus gummosis disease in sargodha a. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 34(1): 39-46. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.034.01.0741>

- Iftikhar, Y., Shafqaat, A., Zeshan, M. A., Umer, M., Sajid, A., Ghani, M. U., ... & Mubeen, M. (2022). Biochemical profiling of citrus infected with citrus gummosis disease. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 34(1): 153-159. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.034.01.0762>
- Iqbal, S., & Kamal, T. (2014). Factors Affecting Citrus Productivity in District Dir Lower. *J. Econ. Sustain. Dev*, 5, 197-200.
- Jagtap, G. P., Thosar, R. U., & Dey, U. (2012). Evaluation of plant extracts and bioagents for the control of gummosis of mandarin orange (*Citrus reticulata* blanko) caused by *Phytophthora* species. *African Journal of Agricultural Research*, 7(32), 4553-4558.
- Jagtap, G. P., Dhavale, M. C., & Dey, U. (2012). Symptomatology, survey and surveillance of citrus gummosis disease caused by *Phytophthora* spp.
- Jaouad, M., Moimna, A., Ezrari, S., & Lahlali, R. (2020). Key pests and diseases of citrus trees with emphasis on root rot diseases: An overview. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(3).
- Keswani, C., Mishra, S., Sarma, B. K., Singh, S. P., & Singh, H. B. (2014). Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp. *Applied microbiology and biotechnology*, 98, 533-544. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5344-5>
- Khan, A., Iram, S., & Rasool, A. (2015). Pathogens identification and characterization that compromised Citrusfruit quality in selected orchards of Sargodha. *Int. J. Environ. Sci. Toxicol. Res*, 3(4): 54-59.
- Lad, R. S., Gade, R. M., Chaudhari, R. J., & Wagh, S. P. (2020). Status of *Phytophthora* diseases in Nagpur mandarin orchards of Vidarbha region. *IJCS*, 8(4), 2982-2985. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4aj.10102>
- Malik, A. U., & Khan, I. A. (2014). Kinnow Quality: Issues and Strategies for Improvement. *USDA, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan*.
- Mekonen, M., Ayalew, A., Weldetsadik, K., & Seid, A. (2015). Assessing and measuring of Citrus gummosis (*Phytophthora* spp.) in major citrus growing areas of Ethiopia. *Journal of Horticulture*, 2(4), 1-4. <https://doi.org/10.4172/2376-0354.1000154>
- Molina, J. R., y Silva, F. R., Mérida, E., & Herrera, M. Á. (2014). Modelling available crown fuel for *Pinus pinaster* Ait. stands in the "Cazorla, Segura and Las Villas Natural Park"(Spain). *Journal of environmental management*, 144, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.003>
- Mounde, L. G., Ateka, E. M., Kihurani, A. W., & Wasilwa, L. (2012). Morphological characterization and identification of *Phytophthora* species causing citrus gummosis in Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 12(7). <https://doi.org/10.18697/ajfand.55.11605>
- Mounde, L. G., Kihurani, A. W., Ateka, E. M., Wasilwa, L., & Thuraniira, E. G. (2008). Occurrence and distribution of citrus gummosis (*Phytophthora* spp.) in Kenya.
- Mubeen, M., Bakhtawar, F., Iftikhar, Y., Shakeel, Q., Sajid, A., Iqbal, R., ... & Chaudhary, T. (2024). Biological and molecular characterization of citrus bent leaf viroid. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28209>
- Mubeen, M., Arshad, H. M., Iftikhar, Y., Bilqees, I., Arooj, S., & Saeed, H. M. (2015). In vitro efficacy of antibiotics against *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* through inhabitation zone techniques. *International Journal of Agriculture and Applied Sciences*, 7(1), 67-71.
- Mubeen, M., Arshad, H.M. Iftikhar, Y., Ullah, M.U., & Bilqees, I. (2015). Bio-chemical characterization of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*: a gram negative bacterium causing citrus canker. *International Journal of Science and Nature*, 6(2):151-154.
- Munir, S., Ahmed, A., Li, Y., He, P., Singh, B. K., He, P., ... & He, Y. (2022). The hidden treasures of citrus: finding Huanglongbing cure where it was lost. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(4), 634-649. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1942780>

- Naqvi, S. A. M. H. (2004). Diagnosis and management of certain important fungal diseases of citrus. In *Diseases of Fruits and Vegetables Volume I: Diagnosis and Management* (pp. 247-290). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Nauman, M., Mushtaq, S., Khan, M. F., Ali, A., Naqvi, S. A. H., Haq, Z., & Umar, U. U. D. (2023). Morphological, biochemical, and molecular characterization of *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, cause of citrus canker disease in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 55(6), 2409-2421. [https://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-6\(14\)](https://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-6(14))
- Orlikowski, L. B., Ptaszek, M., Trzewik, A., & Orlikowska, T. (2009). Water as the source of *Phytophthora* spp. pathogens for horticultural plants. *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 28(3), 145-151.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S. A., Bashir, N., Nazir, F., & Nayik, G. A. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(4), 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.07.006>
- Rajput, N. A., Atiq, M., Tariq, H., Saddique, W. M., & Hameed, A. (2020). Citrus gummosis: A formidable challenge to citrus industry: A review. *International Journal of Biosciences*, 16(5), 131-134. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/16.5.131->
- Rasool, A., Jahan, M.S., Shazad, U., Tariq, A., & Calica, P.N. (2020). Effect of phytoplasma infection on primary and secondary metabolites and antioxidative enzyme activities of sweet orange (*Citrus sinensis* L.). *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 11:519. <https://dx.doi.org/10.35248/2157-7471.20.11.519>
- Razi, M. F., Khan, I. A., & Jaskani, M. J. (2011). Citrus plant nutritional profile in relation to Huanglongbing prevalence in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 48(4), 299-304.
- Rehman, A., Iftikhar, Y., Mubeen, M., Zeshan, M. A., Sajid, A., & Abbas, A. (2022). Effect of gummosis caused by *Phytophthora* spp. n leaf area and trunk size of citrus in district Sargodha, Pakistan. *Plant Protection*, 6(1): 1-9. <https://dx.doi.org/10.33804/pp.006.01.4017>
- Riasat, A., Ghazanfar, M. U., & Raza, W. (2020). Interaction of citrus canker with *Phyllocnistis citrella* stainton. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 32(1), 01-07. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.032.01.0490>
- Riisberg, I., Orr, R. J., Kluge, R., Shalchian-Tabrizi, K., Bowers, H. A., Patil, V., ... & Jakobsen, K. S. (2009). Seven gene phylogeny of heterokonts. *Protist*, 160(2), 191-204. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2008.11.004>
- Roberts, P.D., McGovern, R.J., Kucharek, T.A., & Mitchell, D.J. (2015). Vegetable diseases caused by *Phytophthora capsici* in Florida. University of Florida, *EDIS* SP-159:1-4
- Sajid, A., Iftikhar, Y., Ghazanfar, M. U., Mubeen, M., Hussain, Z., & Moya-Elizondo, E. A. (2022). Morpho-chemical characterization of Huanglongbing in mandarin (*Citrus reticulata*) and orange (*Citrus sinensis*) varieties from Pakistan. *Chilean journal of agricultural research*, 82(3), 484-492. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392022000300484>
- Savita, G. S. V., & Nagpal, A. (2012). Citrus diseases caused by *Phytophthora* species. *GERF Bulletin of Biosciences*, 3(1), 18-27.
- Singh, R., Dalal, R. P. S., & Bhatia, S. K. (2015). Management of citrus foot rot/gummosis through integration of agronomic practices, bio-agent and chemicals. *Int J Plant Prot*, 43(3), 350-353.
- Smiley, E. T., Fraedrich, B. R., & Martin, T. R. (1999). *Phytophthora* Root Rot and Collar Rot of Landscape Plants. *Bartlett Tree Research Laboratories Technical Report*, 63:1-3.

- Tennant, P. F., Robinson, D., Fisher, L., Bennett, S.-M., Hutton, D., Coates-Beckford, P., & Mc Laughlin, W. (2009). Diseases and pests of Citrus (Citrus spp.). *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 3(2): 81-107.
- Thakre, B., Soni, U., & Gour, C. L. (2017). Use of suitable fungicides for the control of gummosis caused by (Phytophthora sp.) on Nagpur Mandarin in Satpura Plateau of Madhya Pradesh, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 2395-2400. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.341>
- Timmer, L. W., Sandler, H. A., Graham, J. H., & Zitko, S. E. (1988). Sampling citrus orchards in Florida to estimate populations of Phytophthora parasitica. *Phytopathology*, 78(7), 940-944.
- Timmer, L. W., Garnsey, S. M., & Graham, J. H. (2000). Compendium of Citrus Diseases. 2<sup>nd</sup> edn St Paul. MN: American Phytopathological Society Press.[Google Scholar].
- Vernière, C., Cohen, S., Raffanel, B., Dubois, A., Venard, P., & Panabières, F. (2004). Variability in pathogenicity among Phytophthora spp. isolated from citrus in Corsica. *Journal of Phytopathology*, 152(8-9), 476-483. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2004.00878.x>
- Vicent, A., Botella-Rocamora, P., López-Quílez, A., de la Roca, E., Bascón, J., & García-Jiménez, J. (2012). Relationships between agronomic factors and epidemics of Phytophthora branch canker of citrus in southwestern Spain. *European journal of plant pathology*, 133, 577-584.
- Wagh, S. P., Gade, R. M., & Lad, R. S. (2018). Survey on Phytophthora diseases in Nagpur mandarin. *Journal of plant disease sciences*, 13(1), 32-35. <https://doi.org/10.48165/>
- Yaseen, T., Schena, L., Nigro, F., & Ippolito, A. (2010). Phytophthora citrophthora is the predominant Phytophthora species in Syrian citrus groves. *Phytopathologia Mediterranea*, 49(2), 205-211.

**To cite:** Bhatti, A.M., Usman, H.M., Iffat, A., Tatar, M., Karim, M.M., Zafar, M.I., Ali, A., & Shafique, T. 2024. Deciphering the Current Scenario and Prospective Outlook of Citrus Gummosis in Pakistan. *Journal of Agriculture Faculty of Düzce University*, 2(1):27-40.

**Alıntı için:** Bhatti, A.M., Usman, H.M., Iffat, A., Tatar, M., Karim, M.M., Zafar, M.I., Ali, A., & Shafique, T. 2024. Pakistan'da Turunçgil Gummosis'inin Mevcut Senaryosunun ve İleriye Dönük Görünümünün Ortaya Konulması. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):46-59.