

INTERNATIONAL JOURNAL OF ANATOLIA AGRICULTURAL  
ENGINEERING SCIENCES  
-IJAAES-



**ULUSLARARASI  
ANADOLU ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ  
-UAZİMDER-**

Uluslararası Hakemli Dergi  
International Peer Reviewed Journal

INTERNATIONAL JOURNAL OF ANATOLIA AGRICULTURAL  
ENGINEERING SCIENCES  
-IJAAES-



**ULUSLARARASI  
ANADOLU ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ  
-UAZİMDER-**

Uluslararası Hakemli Dergi  
International Peer Reviewed Journal

INTERNATIONAL JOURNAL OF ANATOLIA AGRICULTURAL  
ENGINEERING SCIENCES  
-IJAAES-

e-ISSN : 2667-7571

Yıl /Year : 2022

Cilt /Volume : 4

Sayı/ Issue : 2



**ULUSLARARASI  
ANADOLU ZİRAAT MÜHENDİSLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ  
-UAZİMDER-**

Uluslararası Hakemli Dergi  
International Peer Reviewed Journal

### **Baş Editör**

Prof.Dr.Turan KARADENİZ

### **Editör Yardımcıları**

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Akif ÖZCAN

Dr.Öğr. Üyesi Tuba BAK

Dr.Öğr. Üyesi Emrah GÜLER

Dr.Öğr.Gör. Levent KIRCA

Dr.Öğr.Gör. Muharrem ARSLAN

Arş.Gör. Fatih TEKİN

### **Editör Kurulu**

Prof.Dr. Bekir Erol AK

Prof.Dr. İbrahim BAKTIR

Prof.Dr. Hüseyin ÇELİK

Prof.Dr. Cafer GENÇOĞLAN

Prof.Dr. Ahmet KAZANKAYA

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ

Prof.Dr. Fatih KILLI

Prof.Dr.Mustafa MİDİLLİ

Prof.Dr.Ferhad MURADOĞLU

Prof.Dr. Koray ÖZRENK

Prof.Dr. Fatih ŞEN

Prof.Dr. Halil Güner SEFEROĞLU

Prof.Dr. Aydın UZUN

Prof.Dr. Zeynel DALKILIÇ

Prof.Dr.Handan ESER

Prof..Dr. Anar HATAMOV

Doç.Dr. Beyhan KİBAR

Doç.Dr. Gülsüm YALDIZ

Doç.Dr. İhsan CANAN

Dr. Öğr. Üyesi Serdar GÖZÜTOK

Dr.Öğr. Üyesi Nezh OKUR

Dr. Öğr. Üyesi Hatice İKTEN

Dr.Öğr. Üyesi Hayri SAĞLAM

Dr. Gülay BEŞİRLİ

Dr. Yılmaz BOZ

Dr. Filiz PEZİKOĞLU

### **Uluslararası Editör Kurulu**

Prof.Dr. Prof. Maria Luisa BADENES

Prof.Dr. Valerio CRISTOFORİ

Prof.Dr. Louise FERGUSON

Prof.Dr.Boris KRŠKA

Prof.Dr. Shawn MEHLENBACHER

Prof. Dr. Kouros VAHDATI

Prof. Dr. Stefan VARBAN

Doç.Dr. Patrik BURG

Doç.Dr. Sergei KARA

Doç.Dr. Radócz LÁSZLÓ

Dr. Merce ROVIRA

### **Danışma Kurulu**

Prof.Dr. Mehmet Atilla AŞKIN

Prof.Dr. Seyit Mehmet ŞEN

Prof.Dr. Naci TÜZEMEN

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES	
<b>Sensitivity of <i>Alternaria</i> spp. Isolates to Some Fungicides Used on Sultani Çekirdeksiz Grapes in Aegean Region Vineyards</b>	23-35
Nurdan GÜNGÖR SAVAŞ, Figen YILDIZ, Nafiz DELEN	
<b>Farklı Fiğ Türleri ile Arpa Karışım Oranlarının Mineral Besin Elementi İçeriklerine Etkisi</b>	36-41
Ercan GÜL, Fatma AKBAY, Adem EROL	
<b>Sarılop İncir Klonlarının Fenolojik Gözlem Verileri ve Ağaç Gelişim Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi</b>	42-53
Arzu AYAR, H. Güner SEFEROĞLU, Aytekin BELGE	
<b>Covid-19 Sonrası Siirt İl Merkezi Kesme Çiçek Perakendeciliği</b>	54-62
Rukiye GEZER, Nalan TÜRKOĞLU, Koray ÖZRENK	
DERLEME MAKALELER/REVIEW ARTICLES	
<b>Ca<sup>+2</sup> Sinyallerinin Bitki İmmünitesindeki Rolü</b>	63-71
Berna BAŞ	

## Sensitivity of *Alternaria* spp. Isolates to Some Fungicides Used on Sultani Çekirdeksiz Grapes in Aegean Region Vineyards

Nurdan GÜNGÖR SAVAŞ<sup>1\*</sup>, Figen YILDIZ<sup>2</sup>, Nafiz DELEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department Plant Health, Manisa Viticulture Research Institution 45040 Horozköy, Manisa -Turkey.  
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3450-4747> (N. G. SAVAŞ)]

<sup>2</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ege University, Bornova-İzmir, 35100 Turkey.  
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9562-5657> (F. YILDIZ)]

<sup>3</sup>Retired Lecturer, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ege University, Bornova-İzmir, 35100 Turkey  
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0610-1609> (N. DELEN)]

\* Corresponding author: [nurdangrsvs10@gmail.com](mailto:nurdangrsvs10@gmail.com)

### Abstract

This study aimed to identify *Alternaria* species morphologically and molecularly, that is one of the important pathogens causing cluster rot, and determine their reactions to some fungicides in *in vitro*. The fungal isolates obtained from leaves, flowers, stems, and shoots in almost every development period of the Sultani Çekirdeksiz vineyards in 2009 and 2010 from Manisa province in the Aegean region were identified as *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler according to morphological and molecular methods. In molecular studies, the ITS (Internal Transcribed Spacer) gene region was amplified by real-time PCR and the nucleotide sequences of 570 bp long isolates were stored in the NCBI GenBank database. ITS sequences were aligned using the Mega X software, and a phylogenetic tree was constructed. Sensitivity levels of isolates to cyprodinil+fludioxanil, mancozeb, pyrimethanil, kresoxim-methyl+boscalid, azoxystrobin, and basic copper sulfate were tested under laboratory conditions. *In vitro* antifungal effect of different concentrations (0.01-100 µg ml<sup>-1</sup> and 3-3000 µg ml<sup>-1</sup>) of six fungicides against 24 *A. alternata* isolates were evaluated. Cyprodinil+fludioxanil was recorded as the most effective fungicide that, according to ED<sub>50</sub> value, 23 isolates were in the range of 0.01-0.1 µg ml<sup>-1</sup>. BAC 1/2 and GMK 2/1 isolates were found to have the highest virulence with values of 100% and 86.67%, respectively.

**Keywords:** *Alternaria alternata*, Fungicides, Grapevine, Real-time PCR, Sensitivity, Sultani Çekirdeksiz

### Ege Bölgesi Bağlarında Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Kullanılan Bazı Fungisitlere *Alternaria* spp. İzolatlarının Duyarlılığı

#### Öz

Bu çalışmada, salkım çürüklüğüne neden olan patojenlerden biri olan *Alternaria* türlerinin morfolojik ve moleküler olarak tanımlanması ve *in vitro* olarak bazı fungusitlere karşı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ege bölgesinde Manisa ilindeki, Sultani Çekirdeksiz bağlarının 2009 ve 2010 yıllarında hemen her gelişme döneminde yaprak, çiçek, gövde ve sürgünlerinden elde edilen izolatlar morfolojik ve moleküler yöntemlere göre *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler olarak tanımlanmıştır. Moleküler tanımda ITS (Internal Transcribed Spacer) gen bölgesi real-time PCR ile amplifiye edilmiş ve 570 bp uzunluğunda nükleotid dizisi elde edilerek, NCBI Gen bankasında kayıt altına alınmıştır. ITS dizileri Mega X yazılımı kullanılarak hizalanmış ve bir filogenetik ağaç çizilmiştir. İzolatların cyprodinil+fludioxanil, mancozeb, pyrimethanil, kresoxim-methyl+boscalid, azoxystrobin ve temel bakır sülfata karşı duyarlılık düzeyleri laboratuvar koşullarında test edilmiştir. Altı fungusitin farklı konsantrasyonlarda (0.01-100 µg ml<sup>-1</sup> ve 3-

3000 µg ml<sup>-1</sup>) 24 *A. alternata* izolatına karşı *in vitro* antifungal etkisi değerlendirilmiştir. EC<sub>50</sub> değerine göre 23 izolatın 0.01-0.1 µg ml<sup>-1</sup> aralığında olması ile cyprodinil+fludioxanil en etkili fungisit olarak kaydedilmiştir. BAC 1/2 ve GMK 2/1 izolatları sırasıyla %100 ve %86,67 değerleri ile en yüksek virülans değerine sahip bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Alternaria alternata*, Fungisitler, Asma, Real-time PCR, Duyarlılık, Sultani Çekirdeksiz

## 1. Introduction

In Turkey, a total of 4 million 200 thousand tons of grapes were produced, of which 2 million 218 thousand tons are given in the table, 1 million 535 thousand tons for raisins (346 thousand tons seeded-1 million 188 thousand tons seedless), and 456 thousand tons for wine. Aegean is a region in the west of Turkey where table grapes and especially raisins, are cultivated in about 809 thousand decares (FAO, 2020). Due to the fairly convenient humidity and temperature levels for fungal growth in this region, bunch rots have been causing severe yield losses in recent times.

Several soil borne pathogens have been reported infecting different plants (Erdoğan et al., 2014; Erdoğan et al., 2016; Koç et al., 2018). The genus *Alternaria*, one of the largest one, includes pathogenic species in many crops of economic importance, such as cereals, oil plants, vegetables, and fruits (Pitt and Hocking, 1997). The pathogen, which can be isolated in different phenological stages of the vineyard, causes cluster rot and damages fruits, peduncle, and pedicels (Swart et al., 1995; Mostert et al., 2000). Species such as *A. alternata*, *A. arborescens*, and *A. tenuissima* have often been isolated from grapes in the vineyard or post-harvest storage (Serra et al., 2006; Polizzotto et al., 2012). *A. alternata* infected both the vineyard and cold-stored grapes through wounds, stomata, and lenticels (Swart et al. 1995). There is limited information about the existence of different *Alternaria* spp. as a bunch rot pathogen in vineyards. There are main strains diversity between the isolates *Alternaria* isolated from different plant hosts, including grapes (Polizzotto et al., 2012; Rotondo et al., 2012). Moreover, the pathogenicity of *Alternaria* as a cause of post-harvest rot in grapes is not fully known. As a post-harvest rot factor, the rate of rotten grape production during drying or cold storage conditions is not clear.

*Alternaria* is generally easy to identify but difficult to diagnose different species based on morphological and cultural characteristics (Simmons, 2007). Different molecular diagnostic methods such as RAPD, AFLP, RFLP, and DNA sequences have been used to correctly identify and

classify the species and diagnose according to the morphological features of *Alternaria* spp. (Peever et al., 2002). To the best of our knowledge no report has been identified related to the grape bunch rot agent, *Alternaria* spp.

*Alternaria* spp. is a secondary microorganism, which causes bunch rot, can become the primary pathogen by infection on grapes caused by the rain, hail, and insect damage (Rotem, 1994). Although *Alternaria* spp. is often isolated from the vineyards, its damage is rarely encountered on bunches because of the effectiveness of almost all fungicides used against powdery mildew on vineyards. *Alternaria* spp. among powdery mildew fungicides, boscalid and tebuconazole, are effective against *B. cinerea* and *Alternaria* spp. (Lu et al., 2004; Delen, 2001). Fungicides used against powdery mildew and gray mould diseases *Alternaria* spp. was effective (Delen, 2001). Azoxystrobin prevents the lesions caused by powdery mildew, *Phomopsis viticola*, and downy mildew. It also controls the causes of the disease considerably by preventing *B. cinerea* and *Alternaria* spp. from colonizing these places (Koplay, 2004). In recent years azoxystrobin and pyraclostrobin have been reported to be very effective in controlling *Alternaria* diseases (Farra et al., 2004). In addition, fungicide resistance has been detected in some *Alternaria* spp. (Farra et al., 2004).

This study aimed to morphologically and molecularly identify *Alternaria* species, one of the pathogens causing cluster rot, and determine their reactions to some fungicides with different chemical structures *in vitro*.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Isolates and Morphological Characterization

A total of 141 sampling and isolations were made from the Aegean region in 2009 and 2010 to determine the vineyard prevalence of the fungal-borne cluster rot pathogen *Alternaria* spp. Sample collecting started in the pre-blooming period and continued in the inflorescence initiation, blooming, fruit set phase, green berry phase,

veraison, and finally, the full ripening phase. Plant sections of 3-4 mm in size, including rot and healthy tissues resulting from infection, were disinfected from the surface for 4 minutes in 2% NaOCl, rinsed in sterile distilled water 2 times, and left to dry on sterile blotting papers. The disinfected plant tissues were transferred to potato dextrose agar (PDA) medium containing 50 µg ml<sup>-1</sup> streptomycin sulfate. Petri dishes containing PDA were incubated at 25°C for 5 days in the dark. After incubation, hyphal tips of fungi emerging from diseased tissues were re-cultured, conidia were collected from naive colonies, and single conidia culture was prepared following the techniques outlined by Choi et al. (1999) on PDA plates. The morphological features of colonies growing from a single conidium were examined under a 40x resolution optical microscope (Olympus BX-51 attached with Olympus Camedia-4501X, USA). In this study, the morphological identification of *A. alternata* was made according to Barnett and Hunter (1998) and Simmons (2007).

## 2.2. Molecular and Phylogenetic Analysis

One year after the completion of the study, molecular diagnostic analyzes were performed on 24 isolates used in the project. Fungal DNA was extracted by following the extraction protocol of Cenik (1992). Mycelia mats (approximately 50 mg) were taken from the fresh cultures of the isolates with a sterile surgical blade. They were crushed in micro-centrifuge tubes (1.5 ml) with a sterile plastic pestle by adding 550 µl DNA extraction buffer (a 2% Sodium Dodecyl Sulphate 200 mM Tris-HCl (pH: 8.5), 250 mM NaCl, and 25 mM EDTA). After homogenization, 150 µl 3M Sodium Acetate (NaOAc) was added into tubes and placed at -20°C for 15 minutes. The homogenates were centrifuged for 10 minutes at 14,000 rpm, and the supernatants (200 µl) were transferred to the new tubes. An equal volume of isopropanol (2-propanol) was added and mixed gently about five times, and the tubes were placed at 0°C for 10 minutes. After that, the DNA pellet was precipitated by centrifugation at 14,000 rpm for 10 minutes, and the supernatant was discarded. DNA was washed with 1 ml of 70% ethanol for 1-2 seconds, and the pellet was dried for 10 minutes under the hood. Finally, DNA was suspended with 75 µl of TE (1M Tris-HCl, pH: 8, and 0.5M EDTA) buffer and stored at -20°C.

In study, Real-time PCR mixtures, 25 µl each, consisted of 10 µl of 2x FastStart Universal SYBR

Green Master Mix (Roche Biotechnology, Switzerland), 0.3 µl of each primer (Triogen, Germany) at 20 µM, and 2 µl of DNA. Real-time PCR was performed in a LightCycler® Nano Instrument (Roche, Basel, Switzerland). *Alternaria* isolates were identified molecular the species level using ITS4 and ITS5 primers as described by White et al. (1990). Ribosomal DNA fragments (ITS4, 5.8S ITS5 rDNA loci) were amplified with ITS4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3') and ITS5 (5' GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G 3') universal primers in real-time PCR (The Roche LightCycler® Nano Instrument) according to the amplification protocol (initial denaturation 95°C for 10 minutes and followed by 35 cycles at 95°C 10 s., 54°C 10 s., 72°C 15 s., and 72°C 10 minutes final extension) (White et al., 1990). Real-time PCR has been preferred because it provides great convenience and eliminates the need for post-amplification processing required in conventional PCR.

After that, PCR products were sequenced (to Macrogen Co, South Korea), and the sequences were compared with those deposited in the NCBI Gene Bank database. The ITS sequences with an average size of 570 bp were also submitted to the National Center for Biotechnology Information (NCBI) GenBank. Accession numbers of these isolates were obtained. Chromatogram files of sequence data were analyzed with the ChromasPro 1.9.9 chromatogram analysis software, and consensus sequences were obtained by combining sequence data with forward and reverse sequences. BLASTn fungal species were tested using the consensus sequences obtained for each gene region in the NCBI GenBank database. Based on these results, accession numbers of the identified isolates were obtained from the NCBI GenBank library. For phylogenetic analysis, the sequences of an isolate were first aligned with the Bioedit 7.2.5 sequence alignment software. Then the similarity ratios of the nucleotide sequences were determined with the Clustal W software. The dendrogram of nucleotide sequences data was generated using the Mega 7 software and the Jukes-Cantor distance model, neighbour-joining (NJ) method (Saitou and Nei, 1987). Validation of the obtained phylogenetic, the tree was built with 1000 repetitions (Bootstrap, p-distance, double deletion).



### 2.3. Pathogenicity Studies

During the growth period of vines in 2010-2011, pathogenicity of *Alternaria* spp. isolates were determined by testing the berries under fungicide-free conditions. 18 isolates of *Alternaria* spp., which had sporulation ability, were used in the virulence tests. Healthy grape berries were wounded once with the help of sterile injectors to avoid wounds on the grapes. Styrofoam was then placed in plastic boxes, and pure, sterile water was added to provide moisture. Five berries were then inoculated with 10 µl micropipette of *Alternaria* spp. spore suspension was at  $1.0 \times 10^6$  spor ml (Swart and Holz, 1991). The grapes were kept at  $25 \pm 1$  °C in the climate room and were evaluated after seven days of incubation. The research was established with three replications, and 5 of those berries were used in each repetition. Berries were regularly monitored for disease development. The lesion lengths on the berries were measured to better demonstrate the virulence difference between isolates.

### 2.4. Determination of the Susceptibility of the Disease Agents to Fungicides in In vitro Conditions

In experiments used fungicides and this fungicides including commercial products are: basic copper sulfate (Rooster SC 139 g/L, Hektaş Crop Science AG), mancozeb (Dithane M 45 Special, %80, Dow Agro Science AG), cyprodinil+fludioxonil (Switch 62.5 WG, %37.5+%25, Syngenta Crop Protection AG), azoxystrobin (Quadris SC, 250 g/L, Syngenta Crop Protection AG), pyrimethanil (Mythos 30 SC, 300 g/L, Bayer Crop Science AG), and kresoxim-methyl + boscalid (Collis SC, 100+200 g/L, Basf Chemical Company). The determined concentrations of each fungicide were mixed into a sterile PDA medium cooled to 50°C and poured into Petri dishes (90x100 mm). Petri dishes containing PDA medium without any fungicide were used as control.

The sensitivity of 24 isolates to different concentrations of fungicides was tested with 0.01-100 µg ml<sup>-1</sup>, 0 (control), and PDA. For basic copper sulfate fungicide, 3-3000 µg ml<sup>-1</sup> e.m dosages were tested on WA. The four-day-old cultures of isolates developed in the dark at 23°C were used for inoculation. Plugs, 4 mm in diameter, obtained from the periphery of 4-day-old cultures of *Alternaria* spp. cultures with a

cork-borer were inoculated in fungicide-containing and fungicide-free (control) Petri dishes. Three replicates were used for each treatment. After inoculation, the Petri dishes were kept in the dark incubators at 23°C (Delen et al., 1984). After 4 days of incubation, radial growth of colonies of *Alternaria* spp. isolates were measured in 2 orthogonal directions. From these values, the effective dose (ED<sub>50</sub> µg ml<sup>-1</sup>) rates that prevented mycelial growth of 50% were determined.

### 2.5. Determination of the Effectiveness of Fungicides by Berry Tests under Controlled Conditions

Two isolates were selected for each fungicide. The selection of isolates was defined according to their ED<sub>50</sub> (µg ml<sup>-1</sup>) values. The isolate with the highest ED<sub>50</sub> (µg ml<sup>-1</sup>) value was characterized with the symbol fungicide-R; the isolate with the least EC<sub>50</sub> value was characterized with the symbol fungicide-S. R/S isolates of *A. alternata* fungicides were tested on Sultani Çekirdeksiz grape berries, according to Koplay (2004). Half and quarter dosages were used in the tests considering each fungicide's recommended dosage as full. Grape clusters were cut off with their stalks to prevent any injury and were exposed to surface disinfection in 1% NaOCl for 1-2 minutes, and then the berries were wounded at one site with a dissecting needle (Zahavi et al., 2000). Berries were then fixed on sterilized Styrofoam. After that,  $1 \times 10^6$  spor ml<sup>-1</sup> *A. alternata* conidia suspensions that had been adjusted beforehand were applied to the wound sites on each berry with a 10 µl micropipette. The fruits were placed in plastic boxes, and distilled water was added. The boxes were closed to provide 90-95% relative humidity. They were incubated for 6 days at 25°C. The diameters of the lesions on the fruits were measured, and fungicide efficacy was calculated according to Abbot's formula (Abbott, 1925).

Abbot's formula =  $100 * [\text{Untreated control grapes (A)} - \text{treated grapes/A}]$  (1)

### 2.6. Statistical Evaluation

Each isolate's ED<sub>50</sub> value (µg ml<sup>-1</sup>) was calculated from data subjected to probit-analysis. Mean values of the efficacy of each fungicide concentration against resistant/sensitive isolates were analyzed by Duncan's multiple range test (P ≤ 0.01). In the suitability experiments of selected isolates, differences were calculated by Student's

t-test. The effective dose of fungicides that inhibit the development of micelles at the 50% level (ED<sub>50</sub>) was determined by Probit analysis with the help of the SPSS statistics using the values obtained in different concentrations for each chemical.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Morphological Characterization of Isolates

For the preliminary identification of the fungi, the morphological characters of the pathogen are thought to be isolated. Approximately 100 isolates from all visited vineyards (all isolates not presented in this study) were obtained from all structures of the cluster, including its leaves. Morphological studies were performed on 24 randomly selected isolates. Colony growth of fungi on PDA was observed as a white-grayish airy mycelium with light to dark green interiors emerging from a common center during the initial stage of fungal growth. The mycelium color in the Petri dish is dark brown, and then green, surrounded by gray mycelium on edge. Conidiophores, flat-walled approximate conidia, sometimes also had a beak that was one-third as long. It was 24.7 x 11.5 µm long and 3-6 µm thick, with 3-8 transverse and 1-3 longitudinal or oblique septa. *Alternaria* species classification is mostly based on conidia and conidiophore morphology and development, and to a lesser extent on colony morphology and plant host interactions (Ellis, 1993; Barnett and Hunter, 1998) as similar in all isolates.

Rotem (1994) reported that the diagnosis of *A. alternata* within the genus based on morphological and physiological characters should not be used as a criterion for distinguishing species and that there is high variability in terms of characters. However, most *Alternaria* spp. show significant and variable morphological features dependent on various factors such as temperature, wetness, and light intensity (Simmons, 1992). Due to the problems mentioned above, molecular tests of the individual isolates one year after the project's completion were carried out to support their morphological diagnosis.

#### 3.2. Molecular and Phylogenetic Analysis

24 isolates randomly selected for pathogenicity and fungicide susceptibility tests within the project's scope were included in molecular

diagnostic tests. However, the DNA of 7 isolates could not be extracted, and ITS4/ITS5 gene regions on DNA in 6 isolates could not be amplified in real-time PCR (RT-PCR) tests. For this reason, molecular diagnostic tests were performed according to ITS4/ITS5 gene regions of eleven isolates, and the phylogenetic tree was drawn.

Real time PCR was performed using SYBR Green fluorescence dye and ITS4/ITS5 universal primer. *A. alternata* isolates produced peaks that passed the threshold (Ct) level and produced values between 9.53 and 18.35 on average. The Negative control reaction value, which we diluted with TE buffer, was 0.0 (Figure 1b). The SYBR melting curve was conducted in 54-95°C temperature profiles at a ramp rate of 0.02 C/s to determine the single amplification product of target *A. alternata* obtained by real-time PCR. Each of the isolates produced a single melting peak in the mean range of 85.17-85.98 (Figure 1a).

Sequence and NCBI-BLASTn analysis of the PCR products (amplified by universal primer pairs, ITS4/ITS5) revealed that eleven *Alternaria* species were obtained from identifying *Alternaria* cultures. The species names, their accession number records, maximum identity percentages are presented in Table 1.

The rDNA-ITS regions of the present isolates were amplified by real time-PCR with ITS4 and ITS5 primer pairs and sequenced to confirm the molecular identity of *A. alternata*. The sequenced RT-PCR products were aligned, and BLAST was carried out using the BLASTn program. The rDNA sequence was deposited in the GenBank database with the accession numbers in Table 2. The sizes of the PCR products were average 570 bp BLAST analysis of the amplicon showed 100% similarity with *A. alternata* sequences reported from other hosts from another country. To assess the relationships with other *Alternaria* spp. the corresponding genomic regions of 11 *Alternaria* spp. showing 100% - 99% sequence identity with present isolate were obtained from GenBank, and a phylogenetic tree was constructed. Phylogenetic analysis revealed that the present *Alternaria alternata* infecting grapevines grouped separately from other *Alternaria* spp. reported from other host species (Figure 2).

The isolates obtained in the study were in the same group as the strains accessions available of *A. alternata* with similar sequences has a 100% similarity index. In the study of *Alternaria* blight caused by *A. alternata* in pigeon pea in India, *A. alternata* sequences were included in the same

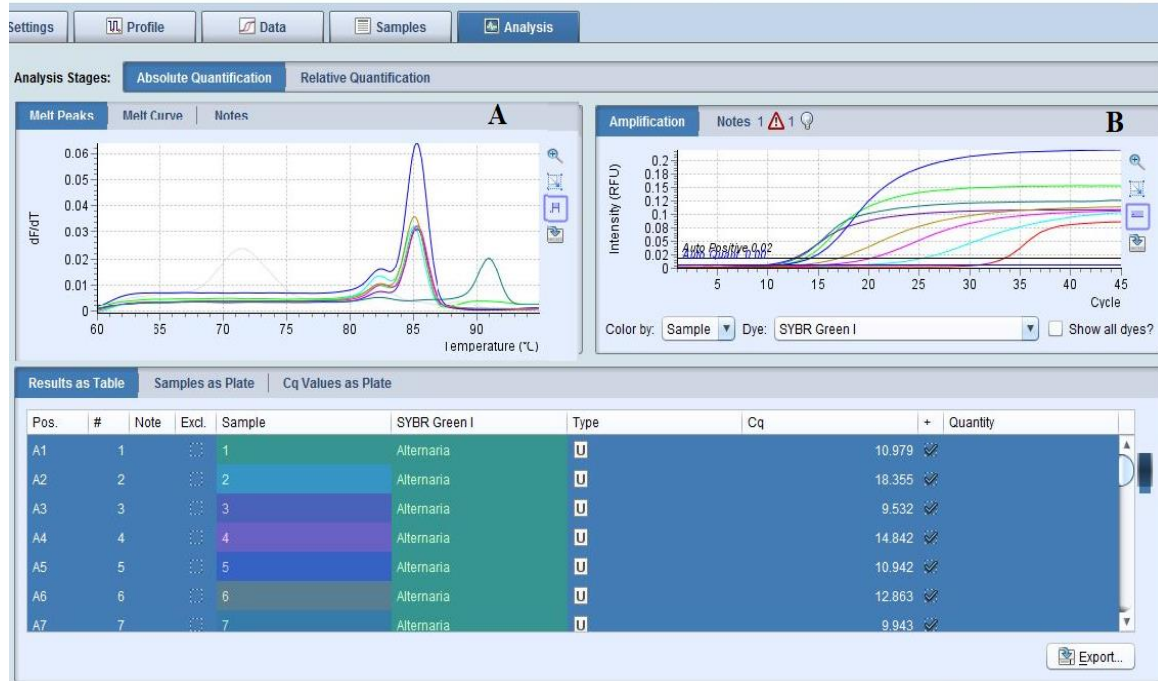
group with a 100% similarity rate in the phylogenetic tree based on rDNA-ITS analysis (Sharma et al., 2013). Basım et al. (2017) carried out on identifying and characterizing *A. alternata*, which causes leaf spot disease in olive trees. Phylogenetic analysis with general primers of *A. alternata* isolates ITS and Beta Tubulin (BT) and

species-specific AaltFor/AaltRev primer fragments yielded a high rate of evolutionary ancestors between 95-100%. The study obtained 100% high homology between the ITS gene region sequences of *A. alternata* obtained from the vine and GenBank species.

**Table 1.** GenBank nucleotide accessions of *A. alternata* isolated on grapevines with other fungal isolates based on ITS region used for phylogenetic analysis

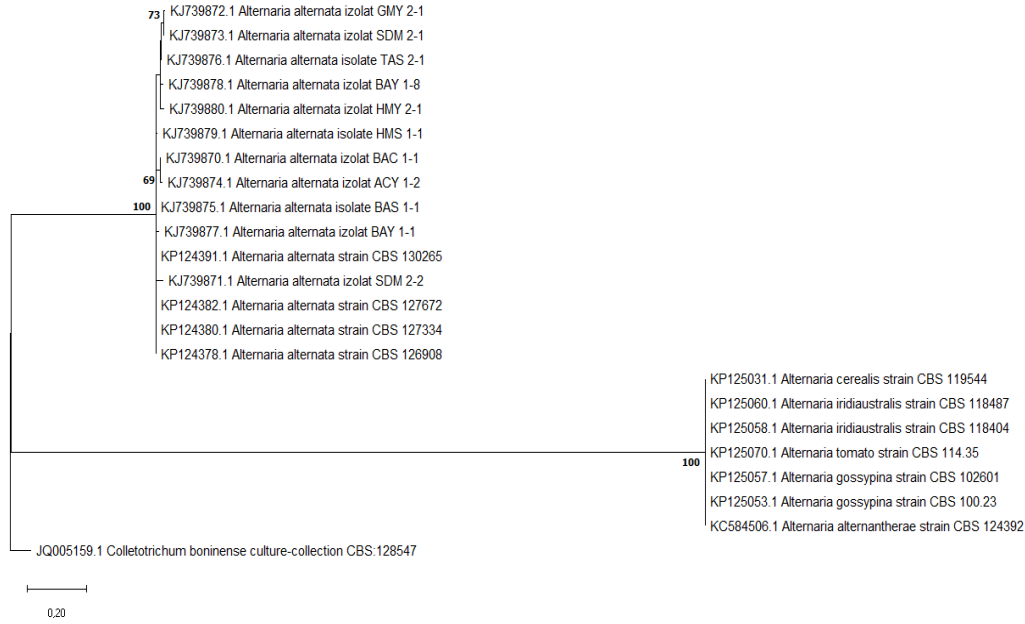
Çizelge 1. Filogenetik analiz için kullanılan ITS bölgesi bazında asmalardan izole edilen *A. alternata*'nın diğer fungal izolatları ile GenBank nükleotid erişimleri

Strain/Isolates	Location	GenBank Accession No GenBank Kayıt No
Tür/İzolatlar	Lokasyon	
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Manisa -Turkey	KJ739870
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Salihli-Turkey	KJ739871
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Güzelköy-Turkey	KJ739872
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Salihli-Turkey	KJ739873
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Alaşehir-Turkey	KJ739874
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Manisa Merkez-Turkey	KJ739875
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Turgutlu-Turkey	KJ739876
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Manisa Merkez-Turkey	KJ739877
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Manisa Merkez-Turkey	KJ739878
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Harmandalı-Turkey	KJ739879
<i>Alternaria alternata</i> (in this study)	Harmandalı-Turkey	KJ739880
<i>Alternaria alternata</i> CBS 130265	India	KP124391
<i>Alternaria alternata</i> CBS 127672	United State of America (USA)	KP124382
<i>Alternaria alternata</i> CBS 127334	USA	KP124380
<i>Alternaria alternata</i> CBS 126908	USA	KP124378
<i>Alternaria cerealis</i> CBS 119544	Spain	KP125031
<i>Alternaria iridiauxtralis</i> CBS 118487	Australia	KP125060
<i>Alternaria iridiauxtralis</i> CBS 118404	New Zealand	KP125058
<i>Alternaria tomato</i> CBS 114.35	Unknown	KP125070
<i>Alternaria gossypina</i> CBS 102601	Colombia	KP125057
<i>Alternaria gossypina</i> CBS 100.23	Unknown	KP125053
<i>Alternaria alternantherae</i> CBS 124392	China	KC584506
<i>Colletotrichum boninense</i> CBS:128547	New Zealand	JQ005159



**Figure 1.** a) Melting curve temperature analysis of *A. alternata* by real-time PCR, b) Detection of *A. alternata* by real-time PCR with SYBR Green stain and ITS 4-5 primers.

Şekil 1. a) Real-Time PCR tarafından *A. alternata*'nın erime eğrisi sıcaklığı analizi, b) SYBR Green boyası ve ITS 4-5 primerleri ile Real-Time PCR ile *A. alternata*'nın tespiti.



**Figure 2.** Maximum likelihood tree was plotted to show the phylogenetic relationship between the isolates in the study and other isolates in GenBank using the ITS4/ITS5 primer of *A. alternata* based on the ITS region sequence. Bootstrap values (expressed as a percentage of 1000 replicas) are shown in the nodes. The bar indicates the estimated 20/100 nucleotide substitutions per site.

Şekil 2. *A. alternata*'nın, ITS bölge sekansına dayalı olarak ITS4/ITS5 primeri kullanılarak çalışmadaki izolatlar ile GenBank'taki diğer izolatlar arasındaki filogenetik ilişkiyi göstermek için Maksimum benzerlik ağacı çizilmiştir. Bootstrap değerleri (1000 çoğaltma yüzdesi olarak ifade edilir) düğümlerde gösterilir. Ölçek çubuğu, her bölgede hesaplanan tahmini nükleotit değişiminin (20/100) olarak gösterir.

The ITS sequencing was a rapid and reliable method to identify different species of date palm fungal contamination; many published reports have proved the effectiveness and reliability of ITS products as a tool of fungal discrimination (Koç et al. 2020), including the species of *Aspergillus*, *Alternaria*, and *Penicillium* (Henry et al., 2000; Izumi et al., 2012; Pashley et al., 2012).

### 3.3. Pathogenicity of *Alternaria alternata* isolates

*Alternaria* isolates inoculum with a density of  $1 \times 10^6$  spor ml<sup>-1</sup> were given on the grapes with a micropipette of 10 µl. In the measurements made 6 days after inoculation, the tissues of the affected fruits shrank and turned brown. Grape berries flesh structure slightly changed but remained intact. Grape berries skins were dull and easily separated from the fruit flesh. Gray, white or black mycelial structures developed on the grape berries and covered the berries. It was determined that all

isolates on the berries were pathogenic, and the lesion lengths were compared to the control (Table 2). BAÇ 1/2 isolate appeared to be R to azoxystrobin fungicide (EC<sub>50</sub> value 70.67 µg/ml), and its lesion growth was 7.6 mm. BAÇ 1/2, SDM 2/1, GMK 2/1, TAS 2/1, AÇYS 1/4, AÇY 1/2, and BAÇ 1/1 isolates were observed to have high virulence levels (Table 2). It was observed that BAY 1/1 and BAS 1/2 showed lower virulence with lesion lengths of 0.13 and 0.40 mm, respectively. In this study, *A. alternata* was detected as a bunch rot pathogen in grapes for the first time. It was first reported in 2009 as an *A. alternata* bunch rot pathogen of the vine in Slovakia. It has been identified as a bunch rot pathogen in grapevines (Kakalíková et al., 2009). 6 isolates among the 24 tested for their sensitivity to fungicides were not taken to the virulence test. While some isolates achieved very slow mycelial development, 2 isolates achieved considerably well mycelia development; however, they had a low sporulation efficiency.

**Table 2.** ED<sub>50</sub> values, lesion growth and virulence of fungicides resistant and fungicides sensitive isolates of *A. alternata*

Çizelge 2. *A. alternata*'nın fungusitlere dirençli ve fungusitlere duyarlı izolatlarının ED<sub>50</sub> değerleri, lezyon gelişimi ve virülansı

Isolate names İzolat İsmi	Fungicides Fungisitler	ED <sub>50</sub> values (µg/ml) ED <sub>50</sub> Değerleri (µg/ml)	Lesion growth on berry (mm) ** Lezyon gelişimi (mm)**	Percent Virulence (%) Virülanslık Yüzdesi (%)
BAY 1/1	Mancozeb Cyprodinil+fludioxonil	91.33 0.04	0.134 c	6.66
BAY 1/6	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	91.33 0.08	1.07 c	33.33
BAY 1/8	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	98.67 0.05	1 c	33.33
BAY 1/9	Mancozeb Cyprodinil+fludioxonil	100 0.05	0.87 c	33.33
BAÇ ½	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	70.67 0.2	7.6 a	100
GMY 2/1	Azoxystrobin Kresoxim-methyl + boscalid	100 0.07	1 c	46.66
AÇÇ 1/3	Mancozeb Cyprodinil+fludioxonil	70 2.81	0.93 c	40
KMÇ 1/5	Pyrimethanil Cyprodinil+fludioxonil	17.4 0.05	1.07 c	53.33
AÇY ½	Mancozeb Kresoxim-methyl + boscalid	70.933 0.02	2.60 bc	53.33
BAS ½	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	86.67 0.19	0.4 c	6.66
BAS 1/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	100 0.34	1.53 bc	46.66
AÇYS 1/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	84 0.11	5.6 ab	46.66
AÇYS ¼	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	100 0.09	3 abc	53.33
BAÇ 1/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	100 0.08	2 bc	53.33
SDM 2/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	90.67 0.02	7.53 a	100
HMY 2/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	100 0.13	1.33 bc	33.33
TAS 2/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	95 0.01	2.867 abc	80
GMK 2/1	Azoxystrobin Cyprodinil+fludioxonil	100 0.03	4 abc	86.67

\* Each value is the average of three replications.

\*\* Values within columns followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test (P = 0.01).

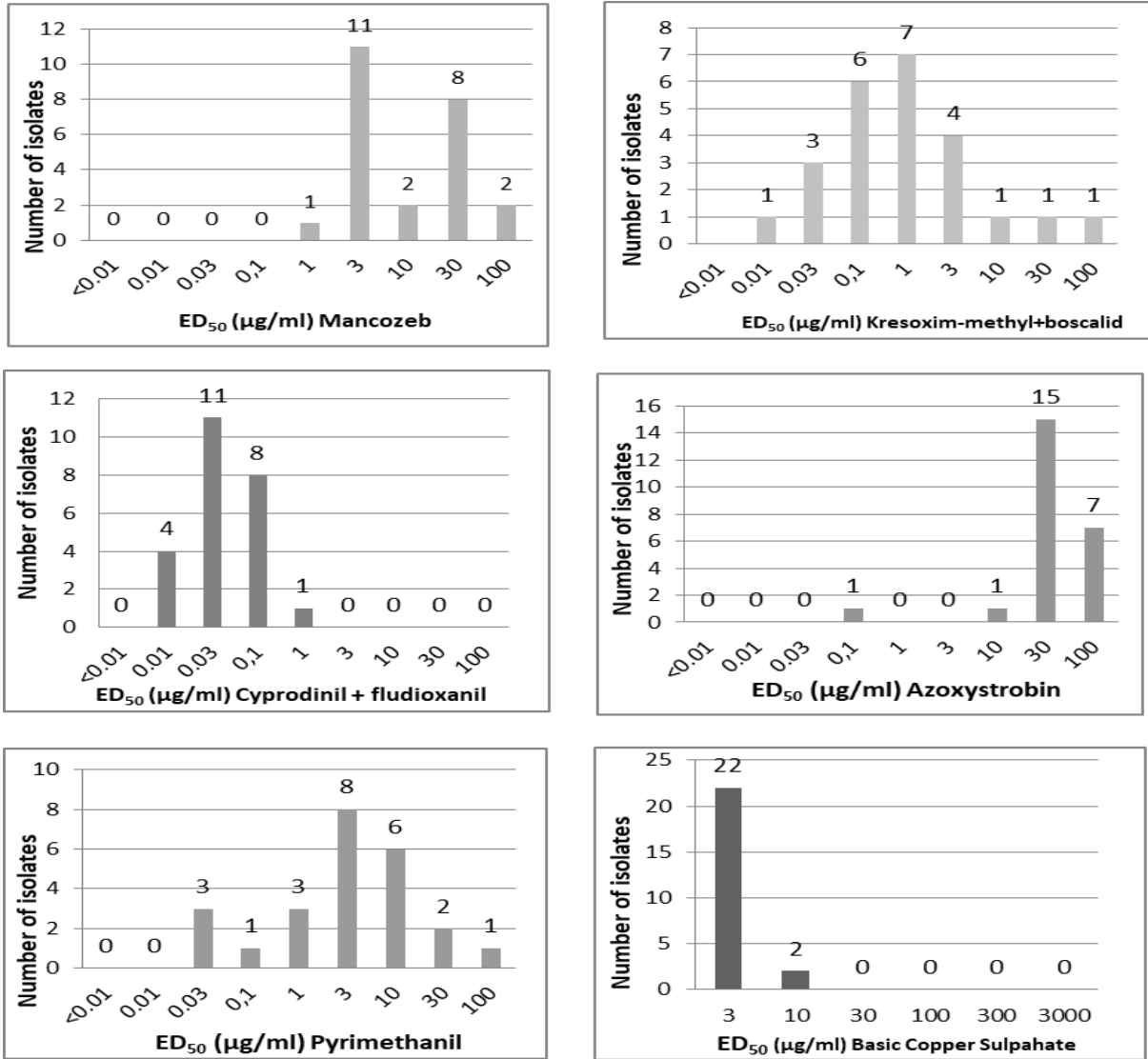
\* Her değer, üç tekrarın ortalamasıdır.

\*\* Farklı harflerle takip edilen sütunlardaki değerler Duncan'ın çoklu aralık testine göre önemli ölçüde farklıdır (P = 0.01)

### 3.4. In vitro Determination of Fungicide Sensitivity on Mycelial Growth of Alternaria Alternata Isolates

As summarized in Figure 1, the ranges of ED<sub>50</sub> values for the isolates varied between the different fungicides. The sensitivity tests showed that *A. alternata* isolates appeared more sensitive to cyprodinil+fludioxonil than pyrimethanil, kresoxim-methyl+boscalid mancozeb, azoxystrobin, iprodione, and basic copper sulfate (Figure 3). The ED<sub>50</sub> value of three isolates was

determined to be 0.01-0.03 µg ml<sup>-1</sup> for cyprodinil+fludioxonil and between 0.03 and 0.1 µg ml<sup>-1</sup> for 4 isolates. Cyprodinil+fludioxonil fungicide was the most effective fungicide preventing mycelial growth in *A. alternata* isolates. The highest value of ED<sub>50</sub> for this fungicide was ≤ 1µg ml<sup>-1</sup>. The ED<sub>50</sub> value of six isolates for kresoxim-methyl + boscalid appeared to be 0.1-1 µg ml<sup>-1</sup>, while it ranged from 1 to 3 µg ml<sup>-1</sup> for the seven other isolates. The ED<sub>50</sub> values of 10 isolates for the fungicide azoxystrobin ranged between 30 and 100 µg ml<sup>-1</sup>.



**Figure 3.** Frequency distribution of ED<sub>50</sub> values (µg ml<sup>-1</sup>) for cyprodinil+fludioxonil, kresoxim-methyl+boscalid, mancozeb, pyrimethanil, azoxystrobin and basic copper sulphate determined with *A. alternata* isolates.

Şekil 3. *A. alternata* izolatları ile belirlenen cyprodinil+fludioxonil, kresoxim-methyl+boscalid, mancozeb, pyrimethanil, azoxystrobin ve bazik bakır sülfat için ED<sub>50</sub> değerlerinin (µg ml<sup>-1</sup>) frekans dağılımı.

Azoxystrobin can prevent lesions caused by powdery mildew and *Phomopsis viticola* and prevent *B. cinerea* colonizing in these parts. Iprodione, registered for *B. cinerea*, is a very important fungicide in controlling bunch rots in grapevines. It is categorized in the dicarboximide group. Efficacy tests of iprodione on the mycelial growth of *A. alternata* showed that ten isolates were sensitive with an ED<sub>50</sub> value of more than 0.1 < µg ml<sup>-1</sup>. Six isolates, however, were observed to develop resistance with an ED<sub>50</sub> value ranging between 1 ≤ and 10 ≥ µg ml<sup>-1</sup>. The ED<sub>50</sub> values of seven isolates for mancozeb and eleven isolates for basic copper sulfate were between 3 and 10 µg ml<sup>-1</sup> (Figure 3). Copper compounds are the most widely used fungicides in Turkey. The ED<sub>50</sub>

values of basic copper sulfate for *A. alternata* isolates were determined to be between 3 and 10.73 µg ml<sup>-1</sup>.

In the current study, the fungicides containing fludioxonil+cyprodinil and kresoxim-methyl + boscalid showed a highly inhibitory effect at 0.01-3.0 µg ml<sup>-1</sup> concentration (Figure 3). However, azoxystrobin, basic copper sulfate, mancozeb, iprodione, and pyrimethanil had an inferior effect on the mycelial growth of *A. alternata* isolates compared to fludioxonil and tebuconazole. According to other studies carried out in vineyards and greenhouses, some *B. cinerea* isolates (EC<sub>50</sub> value 2.90-4.84 µg ml<sup>-1</sup>) collected at harvest were resistant against cyprodinil after 4-5 years of usage of cyprodinil and fludioxonil. There was no

change in the sensitivity of isolates against fludioxonil. Therefore it was reported that these two fungicides would be more effective if used as a mixture of cyprodinil+fludioxonil (Forster and Staub, 1996; Leroux et al., 2002). This supports collected without any mutagen (Lorenz and Eichhorn, 1978; Delen, 2008). Resistance to dicarboximide group fungicides has been observed to appear very slowly in vineyards and greenhouses contrary to laboratory conditions (Prusky et al., 1983). Although adaptation of *B. cinerea* to copper sulphate in culture conditions has been reported (Pary and Wood, 1958), no resistance problems have been reported, which could cause a decrease in the efficacy of copper-containing fungicides on fungal organisms. In the study, the ED<sub>50</sub> values of *A. alternata* isolates obtained from the vineyard were determined to be very high against copper sulfate in vitro. It was thought that adaptation might have occurred.

### 3.5. Effectiveness of Fungicides on Selected Isolates

Effectiveness studies show the ability of *A. alternata* R and S isolates to cause infection on fruits, as indicated in Table 3. Efficacy tests showed that the active ingredients in cyprodinil+fludioxonil were the most effective fungicides against R (80%) and S (57.14%) isolates (Table 3). Only cyprodinil is not licensed for use against *B. cinerea* in Turkey. In a study carried out in 1994, a decline was observed in the sensitivity of *B. cinerea* isolates collected from vineyards where cyprodinil was applied four times (Delen, 2008). Baroffio et al. (2003) observed a decline in the sensitivity against cyprodinil of isolates while reporting no change in isolates' sensitivity against fludioxonil in seven years of observations. Pyrimethanil was the most effective fungicide against R (63.64%) and S (66.67%) isolates in berry tests (Table 3). As a result, it was determined that anilinopyrimidine fungicides should be used carefully in controlling bunch rot pathogens, and they should also be used following anti-resistance strategies.

The average efficacy level in an application dosage of 59.99 % to R-isolates and 25.00% to S-isolates of kresoxim-methyl+boscalid against *Alternaria* spp. in grape tests reinforce the idea

the conclusion that cyprodinil+fludioxonil was effective against *A. alternata* and therefore should be used together. It was determined under laboratory conditions that isolate resistant to dicarboximide group fungicides can be easily that it should be used in early powdery mildew spraying periods when latent infections are also observed.

It was determined in this study that the application dosage of iprodione was more effective (66.67% to R-isolate and 50% to S-isolate) in grape tests after cyprodinil+fludioxonil.

The other efficient fungicide which belongs to the dithiocarbamate group and has a very wide range of efficiency is mancozeb. It is considered to have no resistance problems because it has no specified area of influence. However, recent studies have suggested an opposite idea because it has been used for many years (Lorbeer and Vincelli, 1990). An increase in the sensitivity of *B. cinerea* isolates to thiram and mancozeb over time has been found. It has been understood experimentally that these fungicides fail to prevent growth in the isolates, with decreased sensitivity through recommended dosages (Delen et al., 1984, 2000). The effectiveness of all concentrations of mancozeb, azoxystrobin, and basic copper sulfate on fungicides-S and fungicides-R was determined to be less than 50%. As indicated in Table 3, it was determined that azoxystrobin fungicide-R (0.0%) and S (0.0%) isolates were not sufficiently effective in their suggested concentrations. Adaptation of *Alternaria* spp. isolates to nature were detected through leaf and grape tests. Ranganath et al. (2003) reported that conidia of *Alternaria* spp., which had a very dense concentration in the atmosphere, achieved a very weak and low growth on leaves.

### 4. Conclusions

In the current study, *A. alternata* has been identified as a significant pathogen associated with bunch rot disease in Turkey vineyards for the first time. We have also detected that cyprodinil+fludioxonil containing fungicide was very effective, and berries treatment inhibited the growth of this fungus on the grape in laboratory conditions.

**Table 3.** Effectiveness of fungicides against sensitive and resistant isolates of *A. alternata* on berries.  
*Çizelge 3. Tane üzerinde A. alternata'nın duyarlı ve dirençli izolatlarına karşı fungusitlerin etkinliği.*

Fungicides Fungisitler	Isolate and Phenotype* İzolat ve Fenotipi*	ED <sub>50</sub> value (µg ml <sup>-1</sup> ) ED <sub>50</sub> değeri (µg ml <sup>-1</sup> )	Concentration (µg a.i ml <sup>-1</sup> )** Konsantrasyon (µg a.i ml <sup>-1</sup> )**	LesionGrowth (mm)*** LezyonGelişimi (mm)***	Percent (%)*** Hastalık (%)***	Disease Yüzdesi	Percent Inhibition (%) Engelleme Yüzdesi (%)
Cyprodinil+ fludioxonil	AÇÇ 1/3 (R)	2.81	125	0.52 a	20.00 a		80
			62.5	2.25 a-e	53.33 a-d		46.67
			32.15	3.23 a-h	66.67 a-d		33.33
			0	7.72 i-k	100.00 d		0
	GMK 2/1 (S)	0.01	125	1.50 a-d	40.00 a-d		57.14
			62.5	2.38 a-e	60.00 a-d		35.71
			32.15	2.78 a-g	66.67 a-d		28.57
			0	6.78 h-k	93.33 cd		0
Pyrimethanil	KGM 1/1 (R)	100	250	1.40 a-d	26.67 cd		63.64
			125	2.54 a-f	33.33 abc		54.55
			62.5	1.67 a-d	46.67 a-d		36.36
			0	3.53 a-h	73.33 a-d		0
	AÇY 1/2 (S)	0.05	250	1.00 ab	26.67 cd		66.67
			125	1.20 abc	40.00 a-d		50
			62.5	1.87 a-d	53.33 a-d		33.33
			0	3.67 a-i	80.00 a-d		0
Kresoxim- methyl+ boscalid	KGM 1/1 (R)	100	75	0.67 a	26.67 cd		59.99
			37.5	1.40 a-d	33.33 abc		50
			18.75	3.87 a-i	40.00 a-d		40
			0	4.47 a-i	66.67 a-d		0
	AÇY 1/2 (S)	0,02	75	1.80 h-l	60.00 a-d		25
			37.5	2.00 a-d	60.00 a-d		25
			18.75	2.33 a-f	66.67 a-d		16.67
			0	3.73 a-i	80.00 a-d		0
Mancozeb	KGM 1/1 (R)	100	500	7.00 h-k	66.67 a-d		9.09
			250	3.93 a-i	46.67 a-d		36.36
			125	8.40 ijk	66.67 a-d		9.09
			0	7.66 ijk	73.33 a-d		0
	TAS 2/1 (S)	2,16	500	2.53 a-f	73.33 a-d		26.67
			250	3.27 a-h	86.67 bcd		13.33
			125	4.67 b-j	93.33 cd		6.67
			0	4.93 b-j	100.00 d		0
Azoxystrobin	BAS 1/1 (R)	100	187.5	6.87 h-k	93.33 cd		0
			93.75	6.40 f-k	80.00 a-d		14.29
			46.87	5.87 e-k	66.67 a-d		28.57
			0	6.93 h-k	86.67 abc		0
	AÇY 1/2 (S)	0,68	187.5	4.87 b-j	93.33 cd		0
			93.75	5.13 c-j	80.00 a-d		14.29
			46.87	4.27 a-i	86.67 bcd		7.14
			0	5.33 d-j	93.33 cd		0
Basic copper sulfate	AÇYS 1/1 (R)	11,23	1000	8.40 jkl	100.00 d		0
			500	7.00 h-k	93.33 cd		6.67
			250	9.66 kl	93.33 cd		6.67
			0	11.46 l	100.00 d		0
	AÇÇ 1/3 (S)	0,03	1000	4.00 a-i	66.67 a-d		33.33
			500	5.07 c-j	86.67 bcd		13.33
			250	4.93 a-j	86.67 bcd		13.33
			0	6.60 g-k	100.00 d		0

\*R, isolate with highest ED<sub>50</sub> value; S, isolate with lowest ED<sub>50</sub> value. \*\*Quarter, half and recommended commercial dose of fungicides, respectively. \*\*\*Values within columns followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test (P = 0.05).

\*\*\*\*Efficacy data calculated according to Abbott's formula with respect to percent inhibit.

\*R, en yüksek ED<sub>50</sub> değerine sahip izolat; S, en düşük ED<sub>50</sub> değerine sahip izolat. \*\* Fungisitlerin sırasıyla çeyrek, yarım ve önerilen ticari dozu.

\*\*\*Farklı harflerle takip edilen sütunlardaki değerler, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre önemli ölçüde farklıdır (P = 0.05).

\*\*\*\*Yüzde engellemeye göre Abbott formülüne göre hesaplanan etkinlik verileri



## 5. Acknowledgement

This study was produced Nurdan GÜNGÖR SAVAŞ's from PhD Thesis Project titled "Occurrence and Control Possibilities of *Alternaria* spp. on Sultanina Seedless Table Grapes of Aegean Region Vineyards". The authors would like to thank Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, and TOPAR laboratory. A part of this study was presented as a short summary at the II. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, held in Gazimağusa, Turkish Republic of Northern Cyprus, from October 25 to 29, 2021.

## 6. Conflict of Interest

Under personal responsibility, the authors declare the absence of a conflict of interest.

## 7. Declaration of Author Contribution

**N.G. Savas:** Developed the theory and performed computations, writing the manuscript; **F. Yıldız:** Provided in theory, research and consultancy; and **N. Delen:** Provided consultancy.

## 8. References

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Basım, E., Basım, H., Abdulai, M., Baki, D., Oztürk, N., 2017. Identification and characterization of *Alternaria alternata* causing leaf spot of olive tree (*Olea europaea*) in Turkey. *Crop Protection* 92: 79-88.
- Baroffio, C.A., Siegfried, W., Hilber, U.W., 2003. Long-term monitoring for resistance of *Botryotinia fuckeliana* to anilinopyrimidine, phenylpyrrole and hydroxylanilide fungicides in Switzerland. *Plant Disease* 87: 662-666.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B., 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. American Phytopathological Society, 4ed., p. 240.
- Cenis, J.L., 1992. Rapid extraction of fungal DNA for PCR amplification. *Nucleic Acid Research* 20(9): 2380.
- Delen, N., Yıldız, M., Maraite, H., 1984. Benzimidazole and Dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey. *Mededelingen in Viticulture Ed Enologia Universita Torino* 9: 278-279.
- Delen, N., Tosun, N., Yılmaz, O., Yıldız, Z., 2000. Variation in the sensitivities of *Botrytis cinerea* isolates to some fungicides with non-specific mode of action. XIIth International Botrytis Symposium. July 3-7, p: 64, France.
- Delen, N., 2001. Studies on bunch rots of fungal in the vineyards. Turkey IX. Phytopathology Congress, pp: 347-353, Tekirdağ.
- Delen, N., 2008. *Fungicides*. Nobel press. Ankara, Turkey. pp. 318.
- Ellis, M.B., 1993. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Cab Intern. p. 608.
- Erdoğan, O., Çelik, A., Yıldız, Ş., Kökten, K., 2014. Antifungal Effect of Some Plant Extracts and Essential Oils Against Root Rot Factors of Seedlings in Cotton. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 1(3): 398-404.
- Erdoğan, O., Celik, A., Zeybek, A., 2016. In Vitro Antifungal Activity of Mint, Thyme, Lavender Extracts and Essential Oils on *Verticillium dahliae* Kleb. *Fresenius Environmental Bulletin*. 25(11):4856-4862.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAST. Available from: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. (Accessed: 28 June 2020).
- Farra, J. J., Pryor, B.M., Davis, R.M., 2004. *Alternaria* diseases of carrot. *Plant disease* 88(8): 776-784.
- Forster, B., Staub, T., 1996. Basis of use strategies of anilinopyrimidine and phenylpyrrole fungicides against *Botrytis cinerea*. *Crop. Prot.*, 15: 529-537.
- Henry, T., Iwen, P.C., Hinrichs, S.H., 2000. Identification of *Aspergillus* species using internal transcribed spacer regions 1 and 2. *Journal of Clin. Microbiol.* 38(4):1510-1515.
- Izumi, Y., Kamei, E., Miyamoto, Y., Ohtani, K., Masunaka, A., Fukumoto, T., 2012. Role of the pathotype-specific *ACRTS1* gene encoding a hydroxylase involved in the biosynthesis of host-selective ACR-toxin in the rough lemon pathotype of *Alternaria alternata*. *Phytopathology* 102: 741-748.
- Kakalíková, L., Jankura, E., Šrobárová, A., 2009. First report of *Alternaria* bunch rot of grapevines in Slovakia. *Australasian Plant Disease Notes* 4: 68-69.
- Koç, İ., Yardım, E.N., Çelik, A., Mendeş, M., Mirtağoğlu, H., Namlı, A., 2018. Determination of Antifungal Effect of Wood Vinegar Obtained from Hazelnut Shells Against Mold Factors in In-Vitro Conditions. *The Science Journal of Bitlis Eren University* 7(2): 296-300.
- Koç, İ., Çelik, A., Durak, E. D., Demir, İ., Bayman, S., Mirtağoğlu, H., & Demir, S. 2020. Morphological and Molecular Characterization of Walnut Anthracnose (*Ophiognomonia leptostyla*) Disease in Walnut Growing Areas of Bitlis Province. *Journal of the Institute of Science and Technology* 10(1): 28-38.
- Koplay, C., 2004. Studies on determination of fungal pathogens causing rots on Sultanina table grapes and their control with fungicides *in vitro* conditions.

- İzmir. Turkey. University of Ege. MS thesis. pp. 105.
- Leroux, P., Fritz, R., Debieu, D., Albertini, C., Lanen, C., Bach, J., Gredit, M., Chapeland, F., 2002. Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest. Man. Sci.* 58:876-888.
- Lorbeer, J.W. and Vincelli, P.C., 1990. Efficacy of dicarboximide fungicides and fungicide combinations for control of *Botrytis* leaf blight of onion in New York. *Plant Diseases* 74:235-237.
- Lorenz, H.D., Eichhorn, K.W., 1978. Untersuchungen zur möglichen Resistenzbildung von *Botrytis cinerea* an Reben gegen die Wirkstoffe Vinclozolin und Iprodion. *Die Wein-Wissenschaft.* 33:2-10.
- Lu, Y., Ma, J., Sutton, T.B., Ypema, H., 2004. Comparison of assay methods for evaluating the sensitivity of *Alternaria mali* to boscalid. *Phytopathology* p. 94.
- Mostert, L., Crous, P.W., Petrini, O., 2000. Endophytic fungi associated with shoots and 19 leaves of *Vitis vinifera*, with specific reference to the *Phomopsis viticola* complex. *Sydowia* 54: 46-58.
- Pary, K.E., Wood, R.K.S., 1958. The adaptation of fungi to fungicides: adaptation to captan. *Ann. Appl. Biol.* 46: 446-456.
- Pashley, C.H., Fairs, A., Free, R.C., Wardlaw, A.J., 2012. DNA analysis of outdoor air reveals a high degree of fungal diversity, temporal variability, and genera not seen by spore morphology. *Fungal Biol.* 116: 214-224.
- Peever, T.L., Ibañez, A., Akimitsu, K., Timmer, L.W., 2002. Worldwide phylogeography of the citrus brown spot pathogen. *Alternaria alternata*. *Phytopathology* 92: 794-802. doi:10.1094/PHYTO.2002.92.7.794
- Pitt, J.I., Hocking, A.D., 1997. *Fungi and Food Spoilage* 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional. p. 593 ISBN 0-8342-1306-0.
- Polizzotto, R., Andresen, B., Martini, M., Grisan, S., Assante, G., Musetti, R., 2012. A polyphasic approach for the characterization of endophytic *Alternaria* strains isolated from grapevines. *Journal of Microbiological Methods* 88:162-171. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mimet.2011.11.009>.
- Prusky, D., Fuchs, Y., Yanko, U., 1983. Assessment of latent infections as a basis for control of post-harvest disease of mango. *Plant Diseases* 67: 816-818.
- Ranganath, C., Yonelinas, A. P., Cohen, M. X., Dy, C. J., Tom, S.M., D'Esposito, M.D., 2003. Dissociable correlates of recollection and familiarity with the medial temporal lobes. *Neuropsychologia* 42: 2-13.
- Rotem, J., 1994. The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society p. 326.
- Rotondo, F., Collina, M., Brunelli, A., and Pryor, B.M., 2012. Comparison of *Alternaria* spp. collected in Italy from apple with *A. mali* and other AM-toxin producing strains. *Phytopathology* 102:1130-1142.
- Saitou, N., Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4: 406-425.
- Serra, R., Braga, A., Venâncio, A., 2005. Mycotoxin producing and other fungi isolated from grapes for wine production, with particular emphasis on ochratoxin A. *Research in Microbiology* 156(4): 515-521.
- Sharma, M., Ghosh, R., Pande, S., 2013. Occurrence of *Alternaria alternata* causing *Alternaria* blight in pigeon pea in India. *Advances in Bioscience and Biotechnology* 4: 702-705.
- Simmons, E.G., 1992. *Alternaria* themes and variations. *Mycotaxon* 48(73): 109-140.
- Simmons, E.G., 2007. *Alternaria*: an identification manual, CBS Biodiversity series no. 6. Utrecht, The Netherlands, p: 775.
- Swart, A.E., Lennox, C.L., Holz, G., 1995. Infection of table grape bunches by *Alternaria alternata*. *South African Journal for Enology and Viticulture* 16: 3-6.
- White, T.J., Bruns, T., S-Lee, S., Taylor, J.W., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Innis MA, Gel-fand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds. Academic Press, Inc., New York, pp: 315-322.
- Zahavi, T., Cohen, L., Weiss, B., Schena, L., Daus, A., Kaplunov, T., Jutkhi, J., Ben-Arie, R., Droby, S. 2000. Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table and wine grapes in Israel. *Postharvest Biology and Technology*. 20: 115-124.

## Farklı Fiğ Türleri ile Arpa Karışım Oranlarının Mineral Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

Ercan GÜL, Fatma AKBAY\*, Adem EROL

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

[ORCID: <https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0003-3196-1018> (E. GÜL), <https://orcid.org/0000-0002-0156-9974> (F. AKBAY), <https://orcid.org/0000-0002-3381-8402> (A. EROL) ]

\*Sorumlu yazar: [ftm.akbay01@gmail.com](mailto:ftm.akbay01@gmail.com)

### Öz

Bu çalışma fiğ türleri ile (*Vicia pannocia* Crantz., *Vicia villosa* Roth., *Vicia sativa* L.) arpa karışım oranlarının mineral besin elementi üzerine etkilerini belirlemek üzere 2020-2021 kışlık üretim döneminde Malatya ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada bir karışım şekli (Macar fiği + arpa, tüylü fiğ + arpa ve adi fiğ + arpa) ve farklı karışım oranları (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100) kullanılmıştır. Çalışma tesadüf bloklar deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, saf ekimlerin ve fiğ+arpa karışım oranlarının Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Potasyum (K), Fosfor (P), Ca+P ve K/(Ca+Mg) içeriklerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Ca içeriklerinin %0.45-1.75, Mg içeriklerinin %0.15-0.34, K içeriklerinin %1.80-3.17, P içeriklerinin %0.31-0.38, Ca+P oranının 1.31-5.16 ve K/(Ca+Mg) içeriğinin 1.47-3.31 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arpa, Besin elementi, Fiğ, Karışım oranları

## The Effect of Different Vetch Types and Barley Mixing Ratios on Mineral Nutritional Contents

### Abstract

This study was carried out in Malatya ecological conditions in the winter production period of 2020-2021 to determine the effects of mixture ratios of Hungarian vetch, hairy vetch and common vetch with barley on mineral nutrients. In the study, a mixture form (Hungarian vetch + barley, hairy vetch + barley and common vetch + barley) and different mixing ratios (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100) were used. The study was carried out in three replications according to the random blocks trial design. In the study, the effects of mixing ratios on Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Potassium (K), Phosphorus (P), Ca+P and K/(Ca+Mg) contents were investigated. According to the results of the research, it has been determined that it varies between 0.45-1.75% of Ca content, 0.15-0.34% of Mg content, 1.80-3.17% of K content, 0.31-0.38% of P content, 1.31-5.16 of Ca+P ratio and 1.47-3.31 of K/(Ca+Mg) content.

**Keywords:** Barley, Nutrient element, Vetch, Mixing ratio

### 1. Giriş

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi hayvansal üretim ve tüketimin artışı ile paralel olmakla birlikte, hayvan sağlığı ve performansı ile de ilişkili olduğu bilinmektedir (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016). Nitekim performansı yüksek ve sağlıklı bir hayvancılığa ulaşabilmenin yolu

hayvanların ihtiyacı olan kaliteli kaba yemin karşılanması ile mümkündür. Kaba yem kaynaklarımızı üç ana kaynaktan karşılamaktayız. Bunlardan birincisi çayır ve meralar, ikincisi tarla tarımı içerisinde yetiştirilen kültür bitkileri (yonca, fiğ, mısır, korunga vb.), üçüncüsü ise tarım ürünlerinden geriye kalan sap ve saman artıklarıdır. Fakat düşük beslenme içeriğine sahip

sap ve saman gibi bitki artıkları ile yüksek verimli kültür hayvanlarından yüksek verim alınması beklenmemelidir. Bu nedenle kültür bitkilerine gereken önemi vermeli ve kaba yem üretimini arttırmanın yollarını aramalıyız (Harmanşah, 2018).

Fiğ bitkisi yetiştiriciliği ülkemiz hayvancılığının kaba yem gereksinimini karşılama konusunda kültür bitkileri arasında önemli bir yer teşkil etmektedir (Kuşvuran ve ark., 2011). Yaygın fiğ bitkisinde çiçeklenme başlangıcından itibaren gövdenin dik duramaması ve yatmaya meyilli olması önemli bir problem oluşturmaktadır. Bu problem, fiğ bitkisinin dik karaktere sahip buğdaygil yem bitkileriyle birlikte yetiştirilmesiyle ortadan kalkmaktadır (Bakır ve ark., 1986; Açıkgoz, 1991). Baklagil ve buğdaygillerin karışık ekilmesinin birçok avantajı vardır. Toplam kuru madde veriminin artması, ham protein / karbonhidrat içeriğinin daha dengeli olması, gübre ihtiyacının azalması, hastalık, yabancı ot ve zararlıların azalması, tarla toprağını organik maddece zenginleştirilmesi ve çevresel kaynakların daha etkin kullanılması şekilde sıralanabilir (Ross ve ark., 2004; Tuna ve Orak, 2007; Lithourgidis ve ark., 2011). Fakat karışık ekimlerde seçilen türler arasındaki su, ışık ve besin maddesi yönünden rekabetin yaşandığı, bu nedenle etkin bir yararın sağlanabilmesi için uygun bitki türleri, çeşitleri ve karışım oranının tespit edilmesi gerekmektedir (Açıkgoz, 2001; Acar ve ark., 2006; Erol ve ark., 2009). Çünkü karışım oranları ve kullanılan türler ile otun verimi değişmekte, bununla birlikte otun protein, karbonhidrat ve mineral besin elementlerinin etkilendiği bilinmektedir.

Mineral besin elementleri doku ve organların yapısına katılmak, kas ve sinirlerin uyarılmasını sağlamak, vücuttaki asit-baz dengesi ve osmatik dengeyi ayarlamak, vitamin ve hormonların yapısına katılmak gibi birçok önemli hayati fonksiyonlarda görev almaktadır. Bu mineral maddelerin eksikliğinde, hayvanlarda hız ve miktarına bağlı olarak kısa veya uzun vadeli kronik belirtiler görülmektedir. Hayvanlar tarafından en çok ihtiyaç duyulan mineral besin elementleri “makro elementler” olarak adlandırılmakta, bu grubun içerisinde kalsiyum (Ca), fosfor (P), Potasyum (K), Sodyum (Na), Kükürt (S), Klor (Cl) ve Magnezyum (Mg) yer almaktadır. Bu organik bileşikler hayvan vücudunda sentezlenememekte, dolayısıyla yemlerle sağlanması gerekmektedir.

Bu çalışma, farklı fiğ çeşitleri ile arpa karışım oranlarının mineral besin elementi içeriklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma 2020-2021 yıllarında Malatya ili Yeşilyurt ilçesinde yürütülmüştür. Çalışmada, Macar fiği (Tarm Beyazı-98 ve Kansur), tüylü fiğ (Seğmen-2002), adi fiğ (Cumhuriyet-99) ve Seymen arpa çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada bir karışım şekli (Macar fiği + arpa, tüylü fiğ + arpa ve adi fiğ + arpa) ve farklı karışım oranları (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100) kullanılmıştır.

Deneme toprakları tınlı tekstüre sahiptir. Toprak pH'sı hafif alkali (7.81), tuzsuz bir toprak yapısına sahip (%0.02), fazla kireçli (%24.59), çok az organik madde barındırmakta (%0.46), elverişli fosfor miktarı düşük (3.44 ppm) ve elverişli potasyum miktarı bitkiler için yeterli düzeyde (279 ppm) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştiği yılın uzun yıllara kıyasla daha az yağışlı, daha sıcak ve nispi nem değerinin ise daha düşük olduğu Çizelge 1'de görülmektedir. Yine aynı çizelgeden 2020-2021 yıllarına göre, en fazla yağışın 62.6 mm ile Kasım ayında gerçekleştiği, en düşük yağışın 0.2 mm ile Haziran ayında olduğu görülmektedir. Denemenin gerçekleştiği dönemde en düşük sıcaklığın 0.8 °C ile Ocak ayı, en yüksek sıcaklığın ise 21.9 °C ile Mayıs ayında gerçekleştiği görülmektedir.

### Çizelge 1. Malatya iline ait iklim verileri

Table 1. Climate data of Malatya province

	Toplam Yağış Miktarı (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	(2020- 2021)	(2010- 2020)	(2020- 2021)	(2010- 2020)	(2020- 2021)	(2010- 2020)
Kasım	62.6	29.82	9.1	8.82	60.7	58.91
Aralık	27.8	39.43	3.8	3.23	79.9	75.30
Ocak	48.1	33.99	0.8	1.65	82.3	72.03
Şubat	6.6	40.29	5.4	4.04	60.4	65.81
Mart	47.6	39.29	7.4	8.75	54.5	55.58
Nisan	9.5	39.75	15.3	13.80	45.4	50.16
Mayıs	17.2	39.62	21.9	18.66	29.5	48.40
Haziran	0.2	10.83	21.2	24.49	30.2	34.78
Top./Ort.	27.45	34.13	10.61	10.43	55.36	57.62

Denemede parsel boyu 6 m, sıra arası mesafeler 0.20 m olacak şekilde 6 sıralı ekim yapılmıştır. Parsel alanı ise 0.20 m \* 6 sıra arası = 1.2 m \* 6 m (parsel boyu) = 7.2 m<sup>2</sup> olacak şekilde deneme kurulmuş, hasat sırasında parsel kenarlarından birer sıra ve sıra uçlarından 0.5 m

kenar tesiri çıkarıldıktan sonra kalan 4 m<sup>2</sup>'de ölçümler ve hasat yapılmıştır. Fiğ bitkisi %50 çiçeklenme dönemine ulaştığında hasat yapılmıştır. Her parselde ait ot örnekleri kurutulduktan sonra 1 mm elekli öğütme makinasında öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde; K, Ca, P ve Mg içerikleri Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) (Foss 6500) cihazı ile IC-0904FE paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler JMP paket programı kullanılarak tesadüf bloklar deneme desenine göre analiz yapıp, ortalamalar arasında önemli çıkan farklılıklar LSD testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı oranlarda fiğ+arpa karışımlarından elde edilen otun içerisindeki mineral besin elementlerini değiştirmiş olup, yapılan varyans analizi sonucunda; Ca, Mg, K, P içeriği ile Ca÷P ve K/(Ca+Mg) değerlerinin istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 2'de görülmektedir. Bu değişkenlerin arasındaki ilişkiye Çizelge 3'de yer verilmiştir.

Kalsiyum (Ca) hayvanların sağlığı için çok önemlidir. Noksanlığında; raşitizm, osteomalazi ve üriner sistem taş hastalığı görülmektedir. Özellikle Ca içeriği yeni doğan hayvanların kemiklerindeki sınırlı miktarda bulunmakta, bu nedenle kemiklerin gelişimi için yüksek miktarlarda kalsiyuma ihtiyaç duymaktadır (Anonim, 2021). Çalışmada kalsiyum içeriklerini fiğ+karışım oranlarının önemli derecede etkilediği, en yüksek Ca içeriğinin %1.75 ile saf Seğmen 2002 tüylü fiğ çeşidinden elde edildiği, bu değeri %1.67 ile saf Kansur Macar fiği ve %1.64 ile saf Cumhuriyet-99 adi fiğ çeşitlerinin izlediği görülmektedir. Fiğ türlerine arpa dâhil edilmesiyle Ca içeriğinin azaldığı, bununla birlikte arpanın miktarı arttıkça Ca içeriğinin düştüğü tespit edilmiştir. Nitekim karışımlarda en düşük Ca içeriğinin %0.49 ile %25 Cumhuriyet-99 adi fiğ + %75 Seymen arpa karışım oranından elde edildiği, arpanın yalın ekiminde ise Ca içeriğinin (%0.45) oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Magnezyum (Mg) enzim aktivatörü olarak görev almakta, noksanlığında hayvanlarda çayır tetanisi görülmektedir (Underwood, 1981). Çalışmada karışım oranlarının Mg içeriklerini önemli derecede etkilediği (P<0.01), Mg içeriklerinin %0.15-0.34 arasında değiştiği, Kansur Macar fiği çeşidinin yalın ekiminde (%0.34) en yüksek Mg değerinin elde edildiği

görülmektedir. Fiğ ekimlerine arpa dâhil edilmesiyle ve arpanın karışım oranının artmasıyla Mg içeriklerinin azaldığı dikkat çekmektedir. Saf Seğmen 2002 tüylü fiği çeşidinin Mg içeriği %0.30 iken, arpanın %25 dâhil edilmesiyle %0.25, %50 dâhil edilmesiyle %0.22 ve %75 oranında dâhil edilmesiyle %0.19 oranına düştüğü görülmektedir. Nitekim en düşük Mg içeriği saf arpada tespit edilmiştir.

Potasyum (K) asit-baz dengesinde görev almakta, noksanlığında hayvanlarda tetani görülmektedir. Potasyum içerikleri arasında oluşan farkın istatistiki olarak önemli olduğu, K içeriklerinin %1.80-3.17 arasında değiştiği, en yüksek K içeriğinin %75 Seğmen 2002 tüylü fiğ + %25 Seymen arpa karışım oranından elde edildiği, bu değeri saf ekimi yapılan Tarm beyazı-98 ve Kansur Macar fiği çeşitlerinin izlediği, en düşük K içeriğinin ise %1.80 ile %25 Cumhuriyet 99 adi fiğ + %75 Seymen arpa ve %1.92 ile %25 Tarm Beyazı 98 Macar fiği + %75 Seymen arpa karışımlarından elde edildiği görülmektedir. Fosfor (P) kalsiyumdan sonra hayvan fizyolojinde yüksek miktarda bulunan bir makro elementtir. Ca gibi iskeletin büyümesinde, diş gelişiminde, kanın kimyasal yapısında, vücudun asit-baz dengesinde vitamin enzim aktivitelerinde çok önemli rol oynamaktadır. Hayvanların P ihtiyaçlarının karşılanması için yemlerde P oranının %0.2 olması istenilmektedir (Anonim, 1971). Çalışmada fosfor (P) içeriklerini karışım oranlarının önemli derece etkilediği (P<0.01), P içeriğinin %0.31-0.38 arasında değiştiği, en yüksek değerin %0.38 oranı ile %75 Seğmen 2002 tüylü fiğ + %25 Seymen arpa karışım oranından elde edildiği, bu değeri %0.37 ile %50 Seğmen 2002 tüylü fiğ + %50 Seymen arpa karışım oranının izlediği Çizelge 2'de görülmektedir. Yine aynı çizelgeden en düşük P içeriğinin %0.31 ile %25 Cumhuriyet-99 adi fiğ + %75 Seymen arpa karışım oranından elde edildiği görülmektedir.

Ca÷P oranı vitamin D'nin yeterli bir miktarda alınabilmesinin yanı sıra, vitamin D ile birlikte kalsitonin ve parathormon gibi minerallerin metabolizmasında görev almaktadırlar. Bunlar Ca ve P'in kanda normal düzeyde tutulmalarında etkilidirler. Çalışmada Ca÷P içeriğine karışım oranlarının etkisinin önemli olduğu, Ca÷P oranının 1.31-5.16 arasında değiştiği, en yüksek Ca÷P içeriğinin 5.16 ile saf ekimi yapılan Seğmen 2002 tüylü fiği çeşidinden elde edildiği, bu değeri 4.86 ile Kansur Macar fiği çeşidinin izlediği görülmektedir. Çalışmada arpanın ekime dâhil edilmesiyle Ca÷P oranının düştüğü görülmektedir.

Nitekim en düşük Ca+P içeriği arpanın yalın ekiminde saptanmıştır.

Çalışmada K/(Ca+Mg) içerikleri arasında oluşun farkın istatistiki olarak önemli olduğu, K/(Ca+Mg) içeriğinin 1.47-3.31 arasında değiştiği, arpanın karışımda oranı arttıkça

K/(Ca+Mg) değerinin arttığı, en yüksek değer saf arpa parsellerinden elde edildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgeden en yüksek değeri %25 Seğmen 2002 tüylü fiğ + %75 Seymen arpa karışım oranının izlediği, en düşük K/(Ca+Mg) değerinin ise fiğ türlerinin yalın ekimlerinden elde edildiği görülmektedir.

## Çizelge 2. Karışım oranlarına ait mineral besin elementi içerikleri

Table 2. Mineral nutrient contents of mixing ratios

Çeşitler	Ca	Mg	K	P	Ca+P	K/(Ca+Mg)
Saf Arpa Seymen	0.45I	0.15I	2.03GH	0.35CDE	1.31I	3.31A
Saf Adi Fiğ Cumhuriyet-99	1.64AB	0.31B	2.88ABC	0.34CDE	4.77B	1.47G
Saf Macar Fiği Tarm Beyazı-98	1.56B	0.31B	3.01AB	0.34DEF	4.65HI	1.62G
Saf Macar Fiği Kansur	1.67AB	0.34A	3.03AB	0.34DE	4.86AB	1.54G
Saf Tüylü Fiğ Seğmen 2002	1.75A	0.30B	2.49DEF	0.34DE	5.16A	1.19H
%25 Cumhuriyet-99 +%75 Seymen	0.49I	0.19H	1.80H	0.31G	1.55HI	2.62CD
%50 Cumhuriyet-99 +%50 Seymen	0.69FGH	0.22EFG	2.04GH	0.32FG	2.15EF	2.24EF
%75 Cumhuriyet-99+%25 Seymen	0.85DE	0.24CDE	2.41EF	0.34DE	2.50DE	2.20F
%25 Tarm Beyazı 98 +%75 Seymen	0.57HI	0.21GH	1.92H	0.32FG	1.75GH	2.51CDE
%50 Tarm Beyazı 98+%50 Seymen	0.66GH	0.21FGH	2.26FG	0.34DEF	1.96FG	2.61CD
%75 Tarm Beyazı 98+%25 Seymen	0.95D	0.24CD	2.69CDE	0.35CD	2.72CD	2.26EF
%25 Kansur +%75 Seymen	0.68FGH	0.22DEF	2.10GH	0.33EFG	2.04FG	2.38DEF
%50 Kansur+%50 Seymen	0.71FG	0.22EFG	2.27FG	0.34DE	2.07FG	2.45DEF
%75 Kansur +%25 Seymen	0.85DE	0.24CDE	2.51DEF	0.35CD	2.44DE	2.32EF
%25 Seğmen 2002 +%75 Seymen	0.64GH	0.19H	2.42EF	0.36BC	1.78GH	2.91B
%50 Seğmen 2002+%50 Seymen	0.80EF	0.22FG	2.77BCD	0.37AB	2.16EF	2.73BC
%75 Seğmen 2002 +%25 Seymen	1.11C	0.25C	3.17A	0.38A	2.91C	2.34EF
<b>ORT.</b>	0.95	0.24	2.46	0.34	2.75	2.28
<b>LSD</b>	0.002**	0.16**	0.31**	0.02**	0.37**	0.27**

Hayvanlarda besin ihtiyacının karşılanması için minimum %0.3 Ca, %0.1 Mg, %0.8 K ve %0.2 P bulunması gerekmektedir (Anonim, 1971). NRC (2001) ise sığır besiciliğinde %0.23 P, %0.04 Mg ve %0.65 K gereksinim olduğunu ve yonca otunda Ca miktarının %0.31 olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Ca içeriklerinin %0.45-1.75, Mg içeriklerinin %0.15-0.34, K içeriklerinin %1.80-3.17 ve P içeriklerinin %0.31-0.38 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ca içeriği yönünden saf fiğ ekimlerinden yüksek değer elde edildiği, arpanın karışım oranı arttıkça Ca içeriğinin azaldığı, fakat arpanın saf ekimindeki Ca değerinin (%0.45) ise minimum olması gereken değer üzerinde olduğu, yeteri kadar Ca elementi içerdiği ortaya çıkmıştır. Saf fiğ çeşidinin Mg içeriği %0.30 ve üzerinde iken, arpa oranının dâhil edilmesiyle Mg içeriğinin düştüğü, en düşük Mg içeriği (%0.15) saf arpadan elde edildiği

görülmektedir. Arpanın Mg içeriği düşük olsa da belirtilen sınırla aynı değerde olduğu dikkat çekmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde Eğritaş ve Önal Aşçı (2015) fiğ oranının artışına bağlı olarak Ca ve Mg içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Muller (2009) yem rasyonlarında K içeriği kritik değeri %1.0 olarak bildirmiştir. Bu bağlamda Muller'in çalışmasına göre K içeriğinin kritik seviyeden yüksek olduğu, fakat diğer araştırmacıların sonuçlarından düşük olduğu görülmektedir. Buna karşılık fosfor içeriklerinin araştırmacıların çalışmalarına göre daha iyi bir seviyede olduğu görülmektedir. Başbağ ve ark. (2011) *Vicia* türlerinin P içeriklerinin %0.33-0.51, K içeriklerinin %1.54-3.82, Ca içeriklerinin %0.78-1.63 ve Mg içeriklerinin %0.24-0.36 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gürsoy ve Macit (2017) ise baklagil çeşitlerine göre Ca içeriğinin %0.56-1.61, Mg içeriğinin %0.11-0.51

ve K içeriğinin %0.70-2.69 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen veriler Başbağ ve ark. (2011) ve Gürsoy ve Macit (2017) tarafından yapılan çalışmalar ile uyum içerisinde.

Ayan ve ark. (2010) ve Albu ve ark. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda ideal bir yemdeki Ca÷P oranı 1/1 veya 2/1 olması gerektiğini bildirmişlerdir. Açıkgoz (2001) Ca÷P oranının fazlalığında ise süt humması hastalığına neden olduğunu rapor etmiştir. Fiğın yalın ekimlerinde Ca÷P oranının belirtilen sınırların üzerinde olduğu, arpanın ekime alınmasıyla Ca÷P oranının istenilen seviyeye düştüğü görülmektedir. Benzer şekilde Eğritaş ve Önal Aşçı (2015) otun içinde fiğ oranının artmasına bağlı olarak Ca÷P değerinde de artış olduğunu bildirmişlerdir. Kidambi ve ark. (1989) K/(Ca+Mg) değerinin ise 2.2'den düşük olması gerektiğini bildirmiştir. K/(Ca+Mg) değerini fiğın saf ekimlerde istenilen seviyede olduğu, arpanın dâhil edilmesi ile K/(Ca+Mg) değerinin yükseldiği, karışım oranlarının hepsinin incelendiğinde arpanın %25 oranının ideal K/(Ca+Mg) değerini verdiği saptanmıştır.

**Çizelge 3.** Mineral besin elementleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi

**Table 4.** Determination of the relationship between mineral nutrients

	Ca	K	Mg	P	Ca+P
K	0.142**	-	-	-	-
Mg	-0.125**	0.111**	-	-	-
P	0.896	0.192**	0.208	-	-
Ca+P	0.994**	-0.089**	0.174**	-0.903	-
K/(Ca+Mg)	-0.341**	0.247**	-0.705**	0.424	0.315**

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, Ca içeriklerini, K ve Ca÷P oranlarının pozitif yönlü ve önemli derecede etkilediği, Mg ve K/(Ca+Mg) oranlarının ise negatif yönlü önemli derece etkilediği Çizelge 3'de görülmektedir. Yine aynı çizelgeden K içeriklerini Mg, P, K/(Ca+Mg) oranlarının pozitif yönde önemli derecede etkilediği, buna karşılık Ca÷P oranlarının olumsuz etkilediği görülmektedir. Yücel ve ark. (2014) K içeriği ile P içeriği arasında olumlu ve önemli, Ca içeriği ile Mg içeriği arasında olumlu ve önemli ilişki tespit etmişlerdir. Orak ve ark. (2004) ise çalışmalarında Mg içerikleri ile K ve P içerikleri arasında olumlu ve önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ise Mg içerikleri ile K ve Ca÷P arasında olumlu ve önemli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

## 4. Sonuç

Hayvanların sağlığı için önemli bir yere sahip olan mineral maddelerin, yem bitkilerinin çeşidine ve karışım oranına bağlı olarak değiştiği, fiğın yalın ekimlerinde kalsiyum ve magnezyum oranının yüksek olduğu, fakat arpanın saf hali ve karışıma dâhil edilmesiyle elde edilen değerlerin minimum olması gereken miktarın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yine Ca÷P'nın fazlalığında hayvan sağlığının olumsuz etkilendiğini, saf fiğ ekimlerinde bu değer oldukça yüksek olduğu, arpanın dâhil edilmesiyle değer istenilen seviyeye düştüğü görülmektedir. Bu bağlamda fiğın saf halde ekilmesinin yanı sıra karışım halinde ekilmesinin hayvan sağlığı için önemli olduğu söylenebilir.

## 5. Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## 6. Yazar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## 7. Kaynaklar

- Acar, Z., Önal Aşçı, Ö., Ayan, İ., Mut, H., Başaran, Ü., 2006. Yem bitkilerinde karışık ekim sistemleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 21(3):379-386.
- Açıkgoz, E., 1991. Yem Bitkileri Ders Kitabı. U.Ü. Yayınları, No:7, Bursa
- Açıkgoz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa, 584 s.
- Albu, A., Pop, I. M., Radu-Rusu, C., 2012. Calcium (Ca) and phosphorus (P) concentration in dairy cow feeds. Lucrări Ştiinţifice-Seria Zootehnie, 57(17): 70-74.
- Anonim, 1971. Nutrient requirements of beef cattle. N.A.S. Washinton D.C. pp: 55.
- Anonim, 2021. <http://www.sekanslab.com/Beslenme-Saglik-Biyokimya/kalsiyum--ca-/4> (Erişim Tarihi: 17.02.2022)
- Ayan, I., Mut, H., Önal-Asçı, Ö., Basaran, U., Acar, Z., 2010. Effects of manure application on the chemical composition of rangeland hay. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(13): 1852-185.
- Bakır, Ö., Elçi, Ş., Eraç, A., 1986. Yem Bitkileri, Çayır Mer'a Tarımının Geliştirilmesi. GAP Tarımsal Kalkınma Sempozyumu, A.Ü. Basımevi, 170-188, Ankara
- Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., Sayar, M.S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin

- belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, 143-151, Eskişehir,
- Eğritaş, Ö., Önal Aşçı, Ö., 2015. Yaygın-fiğ tahlil karışımlarının bazı mineral madde içeriğinin belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Akademik Ziraat Dergisi, 4: 13-18.
- Erol, A., Kaplan, M., Kızılsimşek, M., 2009. Oats (*Avena sativa*)-common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. Tropical Grasslands, 43: 191-196.
- Gürsoy, E., Macit, M., 2017. Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin nispi yem değerleri bakımından karşılaştırılması. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 27(3): 309-317.
- Harmanşah, F., 2018. Türkiye’de kaliteli kaba yem üretimi sorunlar ve öneriler. TÜRKTOB Dergisi, 25: 9-13.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Griggs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. Journal of Range Management, 42: 316-322.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ., Tansı, V., 2011. Türkiye’de ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 21-32.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., Vlachostergios, D.N., 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science, 5(4): 396-410.
- Muller, L. D., 2009. Dietary Minerals for Dairy Cows on Pasture. (www.das.psu.edu/researchextension/dairy/.../pdf/mineralsforpasture.pdf.), (Erişim tarihi: 25.10.2018).
- NRC, 2001. In: Nutrients requirement of dairy cattle, 7th rev. ed. The National Academies Press, Washington D.C.
- Orak, A., Ateş, E., Varol, F., 2004. Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.)’nin farklı gelişme dönemlerindeki bazı morfolojik ve tarımsal özellikleri ile besin içeriği ilişkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 410-415.
- Özkan, U., Şahin Demirbağ, N., 2016. Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. Türkiye Bilimsel Derlemeler Dergisi, 9(1): 23-27.
- Ross, S.M., King, J.R., O’Donovan, J.T., Spaner, D., 2004. Intercropping berseem clover with barley and oat cultivars for forage. Agronomy J., 96: 1719-1729.
- Tuna, C., Orak, A., 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agricultural and Biological Science, 2(2): 14-19.
- Underwood, E.J., 1981. The mineral nutrition of livestock. Commonwealth Agricultural Bureau, London.
- Yücel, C., Yücel, D., Akkaya, M.R., Anlarsal, A.E., 2014. Bazı ümitvar yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) genotiplerinde kalite özellikleri. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 17(1): 8-14.



## Sarılop İncir Klonlarının Fenolojik Gözlem Verileri ve Ağaç Gelişim Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi

Arzu AYAR<sup>1\*</sup>, H. Güner SEFEROĞLU<sup>2</sup>, Aytekin BELGE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Aydın, Türkiye  
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2080-209X> (A. AYAR), <https://orcid.org/0000-0002-4470-833X> (A. BELGE)]

<sup>2</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye  
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4669-9334> (H.G. SEFEROĞLU)]

\*Sorumlu yazar: arzu.gocmez@tarimorman.gov.tr

### Öz

Sarılop incir çeşidi, kurutmalık olarak değerlendirilen ve ihracat payı yüksek tarımsal ürünlerimiz arasında yer almaktadır. En iyi kurutma koşullarının sağlandığı Büyük ve Küçük Menderes havzalarında üretimde yeknesaklığın sağlanması ve doğru üretim materyalinin seçilmesi amacıyla, İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde 25 Sarılop klonundan kurulu parselde, 2015-2017 yılları arasında yürütülen Sarılop klon seleksiyonu çalışmasında, fenolojik gözlem verileri ve ağaç gelişim özellikleri değerlendirilmiştir. Klonların sürgün uzunlukları 7.23 (K.43)-15.23 (K.83) cm; boğum arası uzunlukları 1.39 (K71)-2.79 (K.83) cm, sürgün çapları 0.92 (K.69)-1.47 (K.37) cm ve boğum sayıları 6-8 adet değer aralığında saptanmıştır. İlk yapraklanma 21 Mart-05 Nisan; iyilop meyve doğuşları 13-30 Mayıs; olgunlaşma başlangıcı 22 Temmuz-07 Ağustos; hasat periyodu 34-57 gün ve yaprak döküm tarihleri 13-30 Kasım aralığında tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sarılop, *Ficus carica* L., Fenoloji, Ağaç gelişimi

### Phenological Observation Data and Tree Growth Characteristics Evaluation of Sarılop Fig Clones

#### Abstract

Sarılop fig cultivar is among the agricultural products of Turkey for drying and having a high export share. In order to ensure uniformity in production and select the right production material in Büyük and Küçük Menderes basins, where the best drying conditions are provided, phenological observation data and tree growth characteristics were determined in the Sarılop clone selection study carried out between 2015-2017 25 Sarılop clones at the Fig Research Institute Directorate evaluated at this research. The shoot length of the clones was 7.23 (K.43)-15.23 (K.83) cm; internode lengths are 1.39 (K.71)-2.79 (K.83) cm, shoot diameters are 0.92 (K.69)-1.47 (K.37) cm, and the number of nodes are in the range of 6-8 pieces detected. Date of first leaves unfolded 21 March-05 April; emerging of main crops May 13-30; beginning of main crop ripening July 22-August 7; harvest period was determined as 34-57 days and onset of leaf fall between 13-30 November.

**Keywords:** Sarılop, *Ficus carica* L., Phenology, Tree growth

#### 1. Giriş

Sarılop, Türkiye'nin üretim ve ihracattaki katkı payını yükselten en değerli kurutmalık incir çeşididir. Üretim ve ihracattaki üstünlüğün devam ettirilebilmesi için Sarılop'ta klonal varyasyondan

yararlanılıp, üstün çeşitlerle üretim yapılması gerekmektedir (Elbek ve Özkaya, 1997; Anaç ve ark., 1991; Kuşaksız, 1999).

Fenotipik çeşitlilik, seleksiyon çalışmalarında olduğu kadar moleküler çalışmalarda da önem taşımaktadır. Bir türe ait çeşit ve klonların

tanımlanmasında ve seleksiyonunda en yaygın olarak kullanılan metot morfolojik ve pomolojik özelliklerdir. Birçok türde olduğu gibi, incirde de çeşit belirlemede aynı metot kullanılmaktadır (Hepaksoy ve ark., 2004).

Anaç ve ark. (1991) incirde vegetatif gelişme için önemli özellikleri; sürgün uzunluğu, sürgün çapı ve sürgün üzerindeki boğum sayısı olarak belirtmiştir. Ayrıca, sürgün üzerinde oluşan meyve sayısını dolayısıyla verimi doğrudan etkileyen diğer önemli bir özellik ise sürgün gelişme gücüdür.

Doğadan seleksiyon aşaması tamamlanan Sarılop klonları ve farklı genotiplerde sofralık çeşitlerin seçimi amaçlı çeşit koleksiyon parsellerinde vegetatif gelişmenin ortaya konması amacı ile sürgün uzunluğu ve sürgün üzerindeki boğum sayıları belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu 8.1-22.9 cm; boğum sayıları ise 6.9-11.4 adet aralığında saptanmıştır (Eroğlu, 1982; Aksoy ve ark., 1994).

Aydın Erbeyli'deki Sarılop incir çeşidinde sürgün uzunlukları 7.32-8.95 cm, sürgün kalınlıkları 1.00-1.02 cm, boğum sayısı ise 7.67-7.90 adet arasında değişmektedir (Aksoy, 1981). Küçük Menderes havzasında Sarılop incir çeşidi üzerinde yapılan ölçümler sonucunda sürgün uzunluğunun 5.96-10.88 cm arasında, sürgün kalınlığının ise 0.97-1.29 cm arasında değiştiği (Anaç ve ark., 1991); Büyük Menderes orta havzasında yer alan Germencik yöresindeki Sarılop incir çeşidinde yıllık sürgün uzunluklarının 7.10-12.90 cm arasında değiştiği, sürgün çapı ortalamasının ise 1.1 cm olduğu, sürgün üzerindeki boğum sayısının 8.2 adet, meyve sayısının ise ortalama 4.1 adet olduğu saptanmıştır (Aksoy ve ark., 1987a ve b).

Küden ve ark. (2008) 2002-2004 yılları arasında, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgelerinden selekte ettikleri incir genotiplerinin morfolojik özelliklerinden ağaç habitusu, gelişme kuvveti, yan sürgün gelişimi, yıllık sürgün uzunluğu ve çapı, dallanma eğilimini üç yıl boyunca belirlemiştir. En yüksek sürgün uzunluğu 31.01 cm ile 63-İN-05 incir genotipinden, en düşük değer ise 12.48 cm ile 63-İN-03'ten elde edilmiştir. Sürgün çapı 7.18 mm (63-İN-14) ile 19.26 mm (63-İN-11) arasında değişmiştir.

Çalışkan ve Polat (2011), Hatay'da 76 incir genotipinin sürgün uzunluklarını 7.8-40 cm, hasat periyodu süresini 15- >60 gün ve olgunlaşma başlangıcı Temmuz sonu-11 Ağustos aralığında saptamıştır.

Tahran'da bazı incir genotiplerinde; ağaç şekli, yan dal gelişimi, tepe tomurcuğu rengi, yıllık dal

uzunluğu, dal kalınlığı, dal rengi, yaprak şekli, yaprak genişliği, yaprak lop sayısı, yaprak sap uzunluğu gibi kriterleri morfolojik özellikler olarak; meyve ağırlığı, meyve uzunluk ve genişliği, meyve kabuk rengi, meyve şekli, boyunluluk durumu, anormal meyve oluşumu, asitlik, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve pH gibi pomolojik özellikleri içine alan 20 nitel ve nicel agronomik ve morfolojik karakterler katılımları açıklamak ve çeşitler arasındaki genetik akrabalık ilişkileri olup olmadığını belirlemek amacıyla değerlendirilmiştir (Mahdavian ve ark., 2007).

İncir ağaçlarında sürgün boyu, sürgün çapı, boğum sayısı ve yaprak sayıları incelenmiş, bu parametrelerin erken dönemde yaprağını dökmeyen incir ağaçlarında daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada, boğum sayısı, yaprak döküm miktarı, sürgün çapı, sürgün boyu, yaprak alanı, meyvede güneş yanıklığı ve verim değerleri açısından hem lokasyonlar hem de sağlam, az ve tam yaprağını döken bahçeler arasında istatistiki olarak fark olduğu, boğum sayısı, sürgün çapı, sürgün boyu, yaprak alanı ve verim sağlam bahçelerde az ve tam yaprağını döken bahçelere göre daha yüksek bulunmuştur. Boğum sayısı, yaprak alanı, güneş yanıklığı parametreleri açısından yıllara göre ve lokasyonlar arasında önemli farklılıklar görüldüğü belirtilmiştir (Belge ve ark., 2012).

Toprak ve suyu muhafaza etmek amacıyla kullanılan uygulamaların bitki stres parametreleri (Yaprak-su potansiyeli, Prolin), ağaç gelişimi, verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkileri beş yıl boyunca incelenmiştir. Sürgün uzunluğunun 7.76 (2009) ile 10.69 cm arasında, sürgün çapının 2011 yılında 1.11 cm, sürgün üzerindeki boğum sayısının 6.8 adet, ağaç başına verimin 6.60 (2010)-10.03 kg/adet (2012) arasında yer aldığı, gövde birim kesit alana düşen verim açısından 2009 ve 2012 yıllarında 0.31 g/cm<sup>2</sup> ile en yüksek seviyede olduğu saptanmıştır (Tan ve ark., 2013).

Farklı miktardaki zeytin karasu tortusu uygulamalarının ağaç gelişimi, verim (GAV), meyve kalitesi ve bazı kalite parametrelerine etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada sürgün uzunluğu 7.74-10.47 cm, sürgün çapı 1.13-1.18 cm ve boğum sayısı 6.46-6.67 adet aralığında tespit edilmiştir (Şahin ve ark., 2012).

Sarılop incir çeşidinde farklı göz yoğunluğu kış budama uygulamalarına ait yapılan morfolojik ölçümlerde sürgün uzunluğu 33.41-62.97 cm, sürgün çapı 11.36-12.56 mm, boğum arası uzunluğu 36.65-69.34 mm ve boğum sayısı 11.87-

14.68 adet olarak tespit edilmiştir (Özkul ve ark., 2022).

İncir ağaçlarında genellikle doruk gözler kuvvetle sürerek değişen uzunluklarda bir yıllık sürgün meydana getirmektedir (Özbek, 1978). Bir yıllık sürgünün tepe tomurcuğundaki apikal meristemin gelişerek, pul, yaprak, meyve taslakları ve vegetatif koltuk gözlerini meydana getirir. Sürgün gelişmesi yetiştirme koşullarına ve çeşide bağlı olarak değişmek üzere Mart sonu-Nisan başlangıcında yapraklanma şeklindeki uyanmayı takiben başlamaktadır (Petrucci ve Crane, 1950) ve ılıman ve subtropik iklimlerde yaprak dökümü Kasım ayında gerçekleşmektedir (Ferguson ve ark., 1990).

Aydın'da Sarılop İncir çeşidinde en erken yapraklanmanın 30 Mart tarihinde meydana geldiği belirtilmiştir (Çatmadım, 2014).

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve incir popülasyonunun yoğunlukta olduğu Siirt İli'ne bağlı ilçe ve beldelerde; en erken yapraklanmanın 10-15 Nisan'da ve en geç 15-20 Nisan'da, en erken meyve doğuşunun 05-10 Mayıs'ta, en geç meyve doğuşunun 15-25 Mayıs'ta, meyve olgunlaşma başlangıcının 20-30 Temmuz ile 01-15 Ağustos tarihleri arasında, genotiplerin derim sürelerinin 38 adedinde 25-40 gün, 15 adedinde 40-60 gün ve 1 adedinde ise 60 günden fazla olmak üzere 3 periyotta gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada meyve hasat tarihinin bölgede 20-30 Temmuz ile 10-15 Eylül tarihleri arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Gül ve Özrenk, 2019).

Kahramanmaraş koşullarında Sarılop incir çeşidi için tomurcuk kabarma tarihi 2017 yılı için 25 Mart, 2018 yılı için 16 Mart olarak tespit edilmiştir. İyilop doğuşu 2017 yılında 29 Mayıs'ta, 2018 yılında 24 Mayıs tarihinde gerçekleşmiştir (Gölcü, 2019).

Sarılop incir çeşidinde farklı göz yoğunluğu kış budama uygulamalarına ait fenolojik gözlemlerde (kontrol uygulaması da dahil olmak üzere) yapraklanma başlangıcı 14-29 Mart, iyilop doğuş tarihleri 18-29 Mayıs, olgunlaşma başlangıcı 21-31 Temmuz, hasat süresi 21-31 Temmuz olarak belirlenmiştir (Özkul ve ark., 2022).

Aydın Germencik İlçesinde Sarılop incirinde taze tüketim amaçlı klonları belirlemek için 40 farklı klonun meyvelerinde pomolojik çalışmalar yapılmış, öne çıkan bazı kriterlerin tartılı derecelendirmede değerlendirilmesi sonucunda 09 GS 25 ve 09 GS 31 nolu klonlar ümitvar olarak bulunmuştur (Uzun ve Yarılgaç, 2021).

Sarılop incir klonlarının seleksiyonu ile ilgili çalışmalar 1975 yılında başlatılmıştır. Eroğlu

(1982) Ege Bölgesi'nde Büyük ve Küçük Menderes havzasındaki incir plantasyonlarını, 1975-1978 yılları arasında taramıştır. Daha sonra Aksoy ve ark. (1994) 1991-1992 yıllarında elde edilen ön seleksiyon verilerine dayanılarak 1993 yılı için üstün meyve özelliklerine sahip 25 klon seçmişlerdir. Seçim sonucu, 25 Sarılop incir klonu ile kurulu olan parselde verim ve kuru meyve kalite özelliklerine göre üstün klonları seçmek amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Bu çalışma, İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Merkez İşletmesine, 1994 yılında dikimi gerçekleştirilen Sarılop klonlarından kurulu parseldeki 11, 18, 19, 20, 21, 28, 31, 32, 34, 37, 43, 45, 50, 58, 59, 61, 63, 64, 66, 69, 71, 74, 75, 82, 83 kod numaralı klonlar üzerinde yürütülmüştür. Her Sarılop klonuna ait homojen gelişme gösteren 3 ağaç işaretlenerek (Şekil 1) toplam 75 ağaçta gözlem ve incelemeler 2015-2016-2017 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. İşaretlenen ağaçlar

Figure 1. Labelling trees

### 2.2. Fenolojik Gözlemler ile İlgili Çalışmalar

İncirlerde 1 yıllık sürgün ucunda bulunan, uç gözü veya emzik diye nitelendirilen, meyve ve yaprak taslaklarının bulunduğu dalda, tomurcukların açılmaya başladığı ilk taslak yaprağın görüldüğü tarihler ilk yapraklanma tarihi olarak kabul edilmiştir. İlk yapraklanma Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. Klonlarda ilk yapraklanma

Figure 2. First leaves unfolded in clones



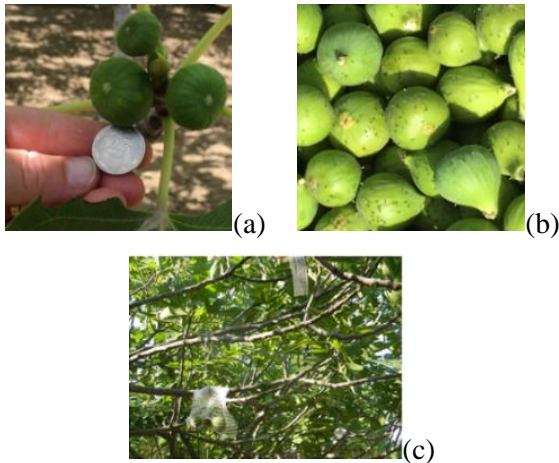
**Şekil 3.**Yaprak dökümü  
*Figure 3. Onset of leaf fall*

İyilop meyvelerinde, ostiolün görüldüğü tarih, meyve doğuş tarihi olarak kabul edilmiştir. İyilop doğuş tarihi tam yapraklanma tamamlandıktan sonra meyvede ostiolün görüldüğü tarih olarak kabul edilmiştir (Şekil 4) (Cebeci, 1993; Özen ve ark., 2007).



**Şekil 4.** Meyve doğuşları  
*Figure 4. Emerging of main crops as a birth*

Doğuşlar meydana geldikten sonra meyveler yaklaşık 10 mm çapına ulaştıklarında dişi incirlerin içerisindeki dişi çiçeklerin de reseptif hale geldiği tarih ilekleme zamanı olarak kabul edilmiştir (Şekil 5).



**Şekil 5.** Dişi incirde ilekleme zamanı (a) ve erkek incir sağlıklı ilek meyveleri (b) ilekleme (c)  
*Figure 5. It is time to pollination of the female figs (a) and capri figs with healthy fruits (b) caprification (c)*

İyilop meyvelerinde olgunlaşmanın başlangıcı,

sürgündeki meyvelerde kabuk rengi ve meyve eti sertliğindeki değişimler ile meyve tadındaki şeker artışı esasına dayanılarak, Eroğlu (1982), Aksoy (1991), Çalışkan ve Polat (2007)' a göre belirlenmiştir. Olgun meyve Şekil 6'da verilmiştir.



**Şekil 6.** Olgun meyve  
*Figure 6. Main crop ripe for harvest*

Hasat periyodu süresi 5 grupta incelenmiştir:  
15 günden az sürmüşse “çok kısa”  
15-25 gün arasında sürmüşse “kısa”  
25-40 gün arasında sürmüşse “orta”  
40-60 gün arasında sürmüşse “uzun”  
60 günden fazla sürmüşse “çok uzun” olarak nitelendirilmiştir (Aksoy, 1991; Anonymous, 2003).

Yaprakların % 50'sinin döküldüğü tarih yaprak döküm tarihi olarak kabul edilmiştir (Şekil 3).

### 2.3. Morfolojik Ölçümler ile İlgili Çalışmalar

Morfolojik ölçümler ağacın kış dinlenme döneminin sonunda ağacın dört yöneyinden (kuzey, güney, doğu ve batı) işaretlenen 4 adet sürgünde gerçekleştirilmiştir.

Sürgün uzunlukları, kış dinlenme dönemi içerisinde dinlenmeye giren 1 yıllık sürgünlerin boyunun dijital kumpas ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Şekil 7a).

Klonlara ait sürgün uzunluğu ölçümlerinde;  
a) 10 cm' den küçükse ‘zayıf (kısa)’ gelişmeye sahip,  
b) 10-20 cm arasında ise ‘orta’ gelişmeye sahip,  
c) 21-35 cm arasında ‘kuvvetli (uzun)’ gelişmeye sahip,  
d) 35 cm' den büyük olursa ‘oldukça kuvvetli (oldukça uzun)’ olarak kabul edilmiştir (Anonymous, 2003).

Sürgün çapı, kış dinlenme döneminin sonunda yıllık sürgünün orta kısmındaki boğum arasından



dijital kumpasla ölçüm yapılmış ve cm olarak hesaplanmıştır.

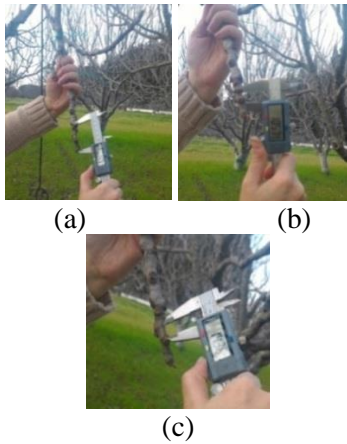
Buna göre sürgün çapları;

a) İnce (<1 cm),

b) Orta (1-1.5 cm) ve

c) Kalın (>1.5 cm), olarak tespit edilmiştir (Şekil 7b) (Anonymous, 2003).

Boğum arası uzunluk ölçümlerinde sürgünün orta kısmında bulunan iki boğum mesafesi dijital kumpas ile cm olarak ölçülmüştür (Şekil 7c). Bir yıllık sürgün üzerindeki boğum sayıları adet olarak sayılmıştır.



**Şekil 7.** Sürgün uzunluğunun dijital kumpas ile ölçümü (a), Sürgün çapının dijital kumpas ile ölçümü (b), Boğum arası uzunluklarının dijital kumpas ile ölçümü (c)

*Figure 7. Measurement of shoot length with a digital caliper (a), Measurement of shoot diameter with digital caliper (b), Measurement of inter-nodium lengths with a digital caliper (c)*

## 2.4. İstatistik Değerlendirmeler

Klonlara ait sürgün uzunluğu, sürgün çapı, boğum arası uzunluk değeri ve boğum sayısı verilerinin istatistiksel analizi, JMP 5.0.1 istatistik paket programında yapılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar %5 önem düzeyinde LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harfler ile gösterilmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Fenolojik Gözlemler ile İlgili Bulgular

Klonların fenolojik gözlemlerine ait ilk yapraklanma tarihi, iyilop meyve doğuş tarihi, olgunlaşma başlangıcı tarihi, hasat süresi ve yaprak döküm tarihine ait tarihler/tarih aralıkları Çizelge 1’de verilmiştir.

Sarılop klonlarının ilk yapraklanma tarihleri 2015 yılında 01-03 Nisan; 2016 yılında 21-28 Mart ve 2017 yılında 27 Mart-5 Nisan tarih aralıklarında gerçekleşmiştir. 2015 ve 2017 yıllarında ilk yapraklanan klon 18; 2016 yılında K.66, K.74 ve K.83 olmuştur.

Klonlarda iyilop meyve doğuş tarihleri 2015 yılında 20-31 Mayıs; 2016 yılında 10-19 Mayıs; 2017 yılında ise 22-24 Mayıs tarihleri aralığında gerçekleşmiştir.

En erken iyilop meyve doğuşuna 2015 yılında K.28, bu klonu sonra K.11 ve K.18 takip etmiştir. 2016 yılında 19 nolu klon, 2017 yılında klonlarda erken olgunlaşma bakımından daha bir yeknesaklık söz konusu olmuş ve 10 klonun erken iyilop meyve doğuşuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. K.50 ve K.74 2015 yılında; K.31 ve K.34 2016 yılında en geç iyilop meyve doğuşuna sahip olmuşlardır. 2017 yılında yine K.15 en geç iyilop meyve doğuşuna sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma başlangıcının ele alınmasında iyilop meyvelerinin ağaç üzerinde %50’sinin olgunlaştığı tarihler esas alınmıştır. Sarılop klonlarında olgunlaşma başlangıcı tarihleri 2015 yılında 28-29 Temmuz-6 Ağustos; 2016 yılında 22-24 Temmuz; 2017 yılında 31 Temmuz-7 Ağustos tarihleri aralığında gerçekleşmiştir. En erken olgunlaşmaya başlayan klonlar 2015 yılında 19, 20 ve 83; 2016 yılında 58 ve 19 nolu klonlar; 2017 yılında 58, 75 ve 82 nolu klonlar olarak belirlenmiştir. 11,18, 58 ve 59 nolu klonlar 2015 yılında; 28 nolu klon ise 2017 yılında en geç olgunlaşma tarihine sahip olmuştur.

Klonlarda hasat süreleri 2015 yılında 35-48 gün; 2016 yılında 39-48 gün; 2017 yılında ise 47-56 gün aralığında gerçekleşmiştir. Klonlar, genelde hasat süreleri bakımından orta (25-40 gün arası) ve uzun (40-60 gün arası) hasat süresine sahip grupta bulunmuşlardır. En kısa hasat süresi 41 gün ile 45 nolu klonda, en uzun hasat süresi ise 50 gün ile 83 nolu klonda saptanmıştır.

Çalışmada; 45, 58 ve 59 nolu klonlar 2015 yılında; 20, 45 ve 69 2016 yılında ve 11, 20, 45, 28, 31, 32, 34, 37, 43 nolu klonlar ise 2017 yılında en erken hasat süresine sahip olmuştur. Buna karşın 83 ve 82 (2015); 74, 82 ve 83 (2016); 82 ve 83 (2017) en uzun hasat süresine sahip klonlardır. Klonlarda yaprak döküm tarihleri 2015 yılında 26-31 Kasım; 2016 yılında 20-24 Kasım ve 2017 yılında ise 13-15 Kasım tarihleri arasında gerçekleşmiştir.

**Çizelge 1. Sarılop Klonlarının Fenolojik Gözlemleri**

Table 1. Phenological Observations of Sarılop Clones

Klon No Clone No	İlk yapraklanma tarihi (gün) Date of first leaves unfolded (day)			İyilop meyve doğuş tarihi (gün) Date of emerging of main crops(day)			Olgunlaşma başlangıcı tarihi (gün) Beginning of main crop ripening (day)			Hasat süresi (gün) Harvest period (day)			Yaprak döküm tarihi (gün) Onset of leaf fall date(day)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
K.11	03.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	26.05.± 1	14.05.± 1	24.05.± 1	03.08.± 3	23.07.± 1	04.08.± 1	41-42	46± 1	47 ± 1	31.11.	23.11.	13.11.
K.18	01.04.± 1	25.03.± 1	27.03.± 1	26.05.± 1	15.05.± 1	22.05.± 1	03.08.± 3	23.07.± 1	04.08.± 1	38-42	42± 1	50 ± 1	26.11.	20.11.	13.11.
K.19	02.04.± 1	24.03.± 1	31.03.± 1	26.05.± 1	13.05.± 3	22.05.± 1	29.07.± 1	22.07.± 1	03.08.± 1	36-42	41± 1	52 ± 1	28.11.	22.11.	13.11.
K.20	03.04.± 1	22.03.± 1	31.03.± 1	27.05.± 1	13.05.± 1	22.05.± 1	29.07.± 1	23.07.± 1	01.08.± 1	40-42	38± 1	47 ± 1	30.11.	21.11.	13.11.
K.21	03.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	26.05.± 1	14.05.± 1	24.05.± 1	31.07.± 3	24.07.± 1	03.08.± 1	40-42	40± 1	48 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.28	03.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	24.05.± 4	16.05.± 1	24.05.± 1	31.07.± 2	24.07.± 1	06.08.± 2	38-42	40± 1	47 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.31	02.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	30.05.± 1	19.05.± 1	24.05.± 1	02.08.± 2	23.07.± 1	02.08.± 1	40± 1	39± 1	47 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.32	02.04.± 1	27.03.± 1	03.04.± 1	29.05.± 1	18.05.± 1	24.05.± 1	30.07.± 1	24.07.± 1	03.08.± 2	40-42	43± 1	47 ± 1	27.11.	20.11.	13.11.
K.34	03.04.± 1	27.03.± 1	03.04.± 1	29.05.± 1	19.05.± 1	24.05.± 1	29.07.± 1	24.07.± 1	02.08.± 1	40-42	41± 1	47 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.37	03.04.± 1	22.03.± 1	31.03.± 1	27.05.± 1	16.05.± 2	22.05.± 1	30.07.± 1	23.07.± 1	02.08.± 1	42-47	46± 1	47 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.43	03.04.± 1	23.03.± 1	03.04.± 1	27.05.± 1	16.05.± 1	24.05.± 1	30.07.± 1	23.07.± 1	02.08.± 1	39-43	43± 1	47 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.45	03.04.± 1	28.03.± 1	05.04.± 1	30.05.± 1	19.05.± 4	24.05.± 1	31.07.± 3	24.07.± 1	02.08.± 1	36 ± 1	38± 1	48 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.50	03.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	31.05.± 1	17.05.± 1	24.05.± 1	01.08.± 2	23.07.± 1	02.08.± 1	36-38	39± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.58	03.04.± 1	25.03.± 1	03.04.± 1	26.05.± 1	16.05.± 1	24.05.± 1	02.08.± 3	22.07.± 1	31.07.± 1	35-36	41± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.59	03.04.± 1	26.03.± 1	03.04.± 1	30.05.± 1	17.05.± 2	24.05.± 1	03.08.± 1	23.07.± 1	02.08.± 1	34-36	42± 1	49 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.61	03.04.± 1	22.03.± 1	03.04.± 1	27.05.± 1	18.05.± 2	24.05.± 1	31.07.± 1	24.07.± 1	01.08.± 1	40-41	43± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.63	03.04.± 1	26.03.± 1	03.04.± 1	30.05.± 2	19.05.± 2	24.05.± 1	01.08.± 2	23.07.± 1	01.08.± 1	38-40	43± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.64	03.04.± 1	24.03.± 1	31.03.± 1	27.05.± 1	17.05.± 1	24.05.± 1	31.07.± 1	24.07.± 1	02.08.± 1	40-47	46± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.66	03.04.± 1	21.03.± 1	31.03.± 1	27.05.± 1	16.05.± 1	22.05.± 1	30.07.± 1	24.07.± 1	01.08.± 1	40-44	46± 1	53 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.69	03.04.± 1	22.03.± 1	31.03.± 1	26.05.± 1	17.05.± 1	22.05.± 1	01.08.± 2	24.07.± 1	01.08.± 1	40-48	39± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.71	03.04.± 1	22.03.± 1	31.03.± 1	28.05.± 1	16.05.± 1	22.05.± 1	31.07.± 1	23.07.± 1	01.08.± 1	40 ± 1	40± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.74	03.04.± 1	21.03.± 1	31.03.± 1	31.05.± 1	16.05.± 1	22.05.± 1	31.07.± 1	23.07.± 1	01.08.± 1	40-48	48± 1	51 ± 1	29.11.	20.11.	13.11.
K.75	03.04.± 1	23.03.± 1	31.03.± 1	28.05.± 1	14.05.± 1	22.05.± 1	30.07.± 1	23.07.± 1	31.07.± 1	41-43	39± 1	54 ± 1	29.11.	20.11.	14.11.
K.82	03.04.± 1	22.03.± 1	03.04.± 1	29.05.± 1	15.05.± 1	24.05.± 1	30.07.± 1	24.07.± 1	31.07.± 1	44-47	47± 1	56 ± 1	29.11.	20.11.	14.11.
K.83	03.04.± 1	21.03.± 1	31.03.± 1	26.05.± 1	17.05.± 1	22.05.± 1	29.07.± 1	24.07.± 1	04.08.± 1	47 ± 1	47± 1	56 ± 1	29.11.	24.11.	15.11.

### 3.2. Morfolojik Ölçümler ile İlgili Bulgular

Klonlar sürgün uzunluğu değerleri açısından orta (83, 82, 11, 66, 75 ve 19 nolu klonlar) gelişen klonlar ve bu klonların dışında zayıf (kısa) gelişim gösteren klonlar olarak tespit edilmişlerdir. Klonlar arasında sürgün uzunlukları değerleri önemli bulunmuştur. 83 nolu klon 15.23 cm sürgün uzunluğu değeri ile istatistiki olarak ilk grupta yer almıştır. Bunu 13.15 cm değeri ile 82 nolu klon takip etmiştir. 43 nolu klon ise en düşük değer ile (7.23 cm) en alt grupta yer almıştır. Yıllar arasında yapılan değerlendirmede klonlar arasında farklılık olduğu ve 2017 yılında klonların sürgün uzunluklarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Klonlar arasında sürgün çapları bakımından farklılık bulunmamıştır. Klonlarda sürgün çapları 0.92 (K.69) ile 1.47 cm (K.37) değer aralığında değişmiştir. Klonlar sürgün çapları bakımından orta ve ince olarak tespit edilmiştir. Klonların boğum arası uzunluk ve boğum sayısı değerleri arasında yapılan varyans analizinde klonlar arasında her iki özellik açısından da istatistiksel fark tespit edilmiştir. Klon 83; 2.79 cm değeri ile en iyi grupta yer alırken 71 nolu klon 1.40 cm değeri ile en alt grupta yer almıştır. Klonlarda boğum sayıları 6 ile 8 adet aralığında değişmiştir (Çizelge 2).

### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmadan elde edilen verilere göre, 2015 ve 2016 yılları arasında 10-11 günlük bir erken yapraklanma söz konusudur. Bunun 2015 yılında havaların erken ısınmaya başlaması nedeniyle olduğu söylenebilir.

İncirin soğuklama ihtiyacının çok düşük olduğu, yetiştirildiği Ege Bölgesi'nde soğuklama isteğini çok erken devrede tamamladığı belirtilmiştir. Aydın Erbeyli'de bulunan Sarılop plantasyonları için ilk yapraklanma, 21 Mart-02 Nisan tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Tepegözünün açılıp yaprakların görünmesi ile sürgün gelişmesi Ege Bölgesi koşullarında Mart sonu-Nisan başında başlamaktadır (Aksoy, 1981). Yine Aksoy ve ark. (1994) yaptıkları bir çalışmada incir ağaçlarının fenolojik durumlarını ortaya koyan parametrelerin başında ilk yapraklanma tarihinin geldiğini belirtmektedir. İncir ağaçlarında uyanma tarihlerinin yıllara göre değişmekle birlikte, genellikle, nisan ayı başlarında olduğunu gözlemlemiştir. Tepe tomurcuklarının açılarak yapraklanmanın başlaması, 1992 yılında 2-12 Nisan, 1993 yılında ise 8-21 Nisan arasında olduğu belirtilmiştir. Bu

çalışmadaki gözlemler, Aksoy (1981) ile uyum göstermektedir.

Ana ürün iyilop meyve doğuş tarihleri, 20-31 Mayıs (2015 yılı); 10-19 Mayıs (2016); 22-24 Mayıs (2017 yılı) tarihleri aralığında gerçekleşmiştir. 28, 11, 18 kod no'lu klonların erken doğuşa sahip olduğu, 31, 50, 74 ve 75 no'lu klonların daha geç doğuşa sahip oldukları diğer klonların arada yer aldıkları görülmüştür (2015). 2016 yılında 19 kod no'lu klon en erken iyilop doğuşuna sahiptir; 31, 34 kod no'lu klonlar en geç iyilop meyve doğuşuna sahiptirler. 2017 yılında klonlarda erken olgunlaşma bakımından daha bir yeknesaklık söz konusu olmuş ve 10 klonun erken iyilop meyve doğuşuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. 2017 yılında yine 15 klonun en geç iyilop meyve doğuşuna sahip olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 2.** Klonların Morfolojik Ölçümleri  
*Table 2. Morphological Measurements of Clones*

Klon No Clone No	Sürgün uzunluğu Shoot length (cm)	Sürgün çapı Shoot diameter (cm)	Boğum arası uzunluk Internode length(cm)	Boğum sayısı (adet) Number of nodes (pieces)	
K.11	10.99	c	1.05	2.03 bc	8 a-d
K.18	8.40	e-h	0.95	1.53 f-1	8 a-e
K.19	10.10	cde	1.08	1.98 bcd	8 a-e
K.20	8.75	e-h	1.06	1.68 c-1	7 b-g
K.21	9.12	d-g	1.05	1.48 gh1	8 abc
K.28	7.64	gh	1.09	1.41 h1	7 d-1
K.31	9.66	c-f	1.07	1.85 b-g	7 a-g
K.32	8.51	e-h	1.04	1.64 d-1	7 e-1
K.34	8.09	fgh	1.05	1.53 e-1	7 gh1
K.37	9.08	d-g	1.47	1.82 b-g	7 c-g
K.43	7.23	h	0.96	1.49 gh1	7 g-j
K.45	7.95	fgh	0.99	1.51 f-1	7 b-g
K.50	7.89	fgh	0.95	1.79 b-g	6 hij
K.58	8.26	fgh	0.97	1.78 b-g	7 gh1
K.59	8.32	e-h	1.04	1.75 c-h	7 c-h
K.61	8.63	e-h	0.96	1.85 b-f	6 ij
K.63	7.46	gh	1.37	1.54 e-1	6 j
K.64	8.79	e-h	1.01	1.70 c-1	7 d-1
K.66	10.68	cd	1.04	1.87 b-e	7 f-1
K.69	7.69	gh	0.92	1.43 h1	7 g-j
K.71	7.72	gh	0.94	1.39 1	7 gh1
K.74	9.22	c-g	0.96	1.61 e-1	7 g-j
K.75	10.61	cd	1.02	1.80 b-g	8 a-f
K.82	13.05	b	1.03	2.11 b	8 ab
K.83	15.23	a	1.13	2.79 a	8 a
St.hata	6.35	1.12	1.24	0.26	
St. Er.					
P	<0.0001	0.2140	<0.0001	<0.0001	
Yıllar ortalaması Average of years					
2015	8.96	b 1.16	a 1.47	c	6.56 c
2016	8.70	b 0.98	b 1.75	b	7.79 a
2017	9.84	a 1.01	b 1.99	a	6.90 b
St.					
Hata	2.22	0.39	0.44		0.09
St. Er.					0
P	0.0009	0.0025	<0.0001	<0.0001	

\*İstatistiksel karşılaştırmalar %5 önem düzeyinde LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır. Sütunlardaki ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harfler ile gösterilmiştir.Boğum sayısına ait değerler yuvarlatılarak verilmiştir.

Olgunlaşma başlangıcının ele alınmasında iyilop meyvelerinin ağaç üzerinde % 50'sinin olgunlaşması için gerekli süreler esas alınmıştır. 2016 yılında ilekleme döneminin hemen arkasından (17-26 Haziran) yaşanan yüksek sıcaklıklar (42-44 °C) iyilop meyvelerinin olgunlaşma sürecini hızlandırmıştır. İlk olgunlaşma başlangıcı 28-29 Temmuz (19, 20, 21, 45 ve 83 kod no'lu klonlarda) olmuş, en geç olgunlaşma başlangıcı 3 Ağustos (58, 59 kod no'lu klonlarda) gözlemlenmiştir (2015). 2016 yılında 58 kod no'lu klon en erken olgunlaşan klondur (22 Temmuz). Diğer klonlarda olgunlaşma tarihlerinde yeknesaklık söz konusudur. 2017 yılında 31 Temmuz-7 Ağustos tarihleri aralığında gerçekleşmiştir.

Aksoy ve ark. (1994) farklı Sarılop klonlarının olgunlaşma durumlarını belirlemek için yaptıkları çalışmada; K.83'ün meyvelerinin hem % 50 sinin hem de % 75'inin olgunlaşmaları için geçen gün sayısı yönünden en alt grupta yer aldığını, K.32 ve K.11 % 50 olgunlaşmanın, K.45 ve K.61 ise % 75 olgunlaşmanın en hızlı gerçekleştiği klonlar olduğunu, kalite açısından 37 ve 82 kod no'lu klonların ise arada yer aldığını belirtmektedirler.

Bu çalışmadan elde edilen klonlar arasında sürgün özellikleri, olgunlaşma başlangıcı tarihi ve hasat periyodu sürelerinin farklılık gösterdiğine ait sonuçlar Çalışkan ve Polat (2011)'in bu iki özelliğin incir genotiplerinin ayırt edilmesine başarılı olduğuna dair bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Diğer bölgeler ile aralarındaki farklar ekolojik faktörler, çeşit özelliği ile iklim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir

Hasat süresinin uzunluğu yaş meyve üretiminde avantaj olarak ortaya çıkarken güneşte kurutmada dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Klonlar arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda; istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu, 45 nolu klonun en kısa süreyle diğerlerinden farklı olduğu saptanmıştır.

Aksoy ve ark., (1994) klon 37 ve 45 meyve iriliği yönünden ilk sırada olmamalarına rağmen toplam kalite ve olgunlaşma dönemlerinin kısa sürede tamamlanması sebebiyle üstün nitelikli klonlar olduğunu tespit etmişlerdir.

Klonlarda yaprak döküm tarihleri 2015 yılında 26-31 Kasım; 2016 yılında 20-24 Kasım ve 2017 yılında ise 13-15 Kasım tarihleri arasında gerçekleşmiştir.

Meyve gelişmesini ve olgunlaşmasını takiben ılıman ve subtropik iklimlerde yaprak dökümü kasım ayında gerçekleşmektedir (Ferguson ve ark., 1990).

Çalışmada, sürgün uzunlukları açısından klonlar arasında yıllar bazında farklılıklar önemli bulunmuştur. Her üç yılda 83 no'lu klon ön plana çıkmıştır. 2017 yılında klonların sürgün uzunluklarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu meyve sayısını ve verimi etkileyen önemli bir parametredir (Kuşaksız, 1999). Elde edilen bulgular her üç yılda sürgün uzunluğunun fazla olduğu, 83 no'lu klonda boğum sayısının fazla ve verimin buna paralel arttığını açıklar niteliktedir. Sürgün çapları 2015 yılında 1.16 cm ile en fazla bulunmuştur. Boğum sayıları 2016 yılında 8 adet, 2015 ve 2017 yılında 7 adet olarak tespit edilmiştir.

Aksoy ve Bülbül (1995) sürgün uzunluğunu, 6.05-9.57 cm değerleri aralığında bulmuşlardır.

Tepecik (2010) tarafından bildirildiğine göre, Demir (2005) organik incir yetiştiriciliği yapılan bahçelerden ve iki farklı yöneyde (kuzey-güney) yıllık sürgün uzunluğunu kuzey yöneyde 4.01 cm ve güney yöneyde ise 3.61 cm arasında değiştiğini belirtmektedir.

Ayar ve ark. (2019); Sarılop klonlarında verim ve kuru meyve kriterlerine göre yaptıkları tartılı derecelendirmede; 82, 59, 50 ve 83 nolu klonları ümitvar olarak belirlemiştir.

Klonların morfolojik ölçüm ve fenolojik gözlemlerini değerlendiren bu çalışmada öne çıkan klonlar içerisinde K.83 en yüksek sürgün uzunluğu (15.23 cm), sürgün çapı (1.13 cm) ve boğum arası uzunluk (2.79 cm) ve boğum sayısı (8 adet) değerine sahip klondur. K.83 ve K.82'nin morfolojik ölçümlerinin yüksek çıkması ile verimleri yönünden pozitif bir ilişki söz konusudur. Öne çıkan klonlarda ilk yapraklanma; 20 Mart (K.83) ile 04 Nisan; iyilop meyve doğuşları 14 Mayıs (K.82) 01 Haziran (K.50), yaprak döküm tarihleri ise 13 Kasım (K.59 ve K.50)-29 Kasım olarak bulunmuştur. İyilop meyvelerini en erken K.59 (22 Temmuz), en geç ise K.50 (26 Temmuz) olgunlaştırmıştır. Hasat periyodunun uzunluğu kuruma mevsiminde dezavantajlı bir durumdur. İklimsel değişiklikler (yağış, nem, rüzgâr), ağaç üzerinde buruklaşan ve toprağa düşen kuru meyvelerde kalite kayıplarına neden olabilir. Hasat periyodu açısından klonlar değerlendirildiğinde; K.59 (34-49 gün) ve K.50 (36-52 gün) hasat sürelerinin kısa olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen K.82 (44-57 gün) ve K.83 (47-56 gün) uzun hasat süresine sahip klonlar olarak belirlenmiştir.

Kuru meyve kalitesi yönünden öne çıkan bu dört klon özellikle güneşte kurutma yönünden aralarında farklılıklar tespit edilmiş olsa da bölge ekolojisine uygun klonlar olarak belirlenmiştir.



Sarılop klonlarının fenolojik gözlem ve morfolojik ölçüm verileri yıllara ve ekolojik faktörlere göre değişmekte olup, elde edilen bulgular yapılan diğer araştırma bulguları ile benzer sonuçlar oluşturmuştur.

Klonların günlere göre yapılan gözlemleri ve diğer çalışmaları içeren örnek (2015 yılı) fenolojik gözlem takip basamakları tablosu EK 1'de verilmiştir.

## 5. Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## 6. Yazar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## 7. Teşekkür

Bu çalışmanın bir kısmı doktora projesi olup, "Tescile Esas Sarılop Klonlarının Meyve Kalite Parametreleri Yönünden İncelenmesi" (Proje No: TAGEM/BBAD/16/AOB/P07/02) başlıklı TAGEM projesinden üretilmiştir. Projenin yürütülmesinde destek sağlayan başta TAGEM olmak üzere, İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve değerli hocalarım Prof. Dr. Uygun AKSOY ve Prof. Dr. H.Güner SEFEROĞLU'na teşekkür ederim.

## 8. Kaynaklar

- Aksoy, U., Hakerlerler, H., Anaç, D., Düzbastılar, M., 1987a. Germencik Yöresi Sarılop İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Besin Elementleri ile Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Proje No: Ar-Ge 006, Tarış Araştırma Geliştirme Müdürlüğü, Bornova-İzmir.
- Aksoy, U., Şahin, N., Ürel, N., Özkan, R., 1994. İncir Araştırmaları Projesi Sarılop Klon Seleksiyonu Uygulama Projesi. Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü, İncirliova-Aydın.
- Aksoy, U., Anaç, D., Eryüce, N., Yoltaş, T., 1987b. Ege Bölgesi İncir Bahçelerinin Beslenme Durumunun Saptanması ve Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:24, Sayı:2, İzmir.
- Aksoy, U., 1981. Akça, Göklop ve Sarılop İncir Çeşitlerinde Meyve Gelişmesi Olgunlaşması ve Depolanması Üzerinde Araştırmalar. Doktora. E.Ü.Z.F. Meyve-Bağ Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü. Bornova-İzmir.
- Aksoy, U., 1991. Descriptors For Fig ( *Ficus carica* L. and Related *Ficus* sp.). Ege University, Faculty of Agriculture Department of Horticulture, İzmir-Turkey.
- Aksoy, U. ve Bülbül, S., 1995. Bazı Doğal Bitki Stimülatörlerinin İncirde (cv. Sarılop) Kullanım Olanakları Üzerinde Araştırmalar. E. Ü. Z. F Dergisi 32 (1), Bornova-İzmir. pp: 77-84.
- Anaç, D., Aksoy, U., Hakerlerler, H., Düzbastılar, M., 1991. Küçük Menderes Havzası İncir Bahçelerinin Beslenme Durumu ve İncelenen Toprak ve Yaprak Besin Elementleriyle Bazı Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Proje No: Ar-Ge 4, Tarış Araştırma Geliştirme Müdürlüğü, Bornova-İzmir.
- Anonymous, 2003. IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute. Fig Descriptors, Rome. [https://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\_news/Descriptors\_for\_fig\_\_*Ficus\_carica*\_\_907.pdf].(Erişim: Kasım 2021).
- Ayar, A., Belge, A., Gülce, M., Ertan, B., Birol, D., Kargıcak, MA., 2019. İncirde Çeşit Geliştirme Projesi. Tescile Esas Sarılop Klonlarının Meyve Kalite Parametreleri Yönünden İncelenmesi. İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Proje No: TAGEM/BBAD/16/AOB/P07/02. Aydın.
- Belge, A., Tan, N., Ertan, B., Doğan, Ö., Tepecik, M., B., F. Çobanoğlu, H. Kocataş, Şen, S., Gülce, M., Konak, R., E. Tutmuş, Korkmaz, N., İrget, E., 2012. İncir Ağaçlarında Erken Yaprak Dökümünün (Zamansız yaprak dökümü) Nedenlerinin Araştırılması. Tagem Proje Sonuç Raporu, İncir İstasyonu Müdürlüğü, Aydın.
- Cebeci, E., 1993. Çukurova ve Ege İncir Klon ve Çeşitlerinde Meyve Doğuşları, Çiçek Organlarının Gelişimi ve Döllenme Biyolojileri Üzerinde Çalışmalar (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Adana, 84 s.
- Çalışkan, O., and Polat, A.A. 2008. Fruit Characteristics of Fig Cultivars and Genotypes Grown in Turkey. Sci. Hort., 115: 360-367.
- Çalışkan, O. and Polat A.A., 2011. Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region of Turkey. Turk J Agric For 36: 179-193.
- Çatmadım, G., 2014. Aydın İli Kuyucak İlçesinde (Büyük Menderes Ovası) Yetiştirilen Sarılop ve Bursa Siyahı İncir Çeşitlerinde Meyve Gelişimlerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Ordu. 61 s.
- Demir, Ö., 2005. Organik İncir Bahçelerinde Yöneyin Ağaç Gelişimi, Verim ve Kalite Üzerine Etkiler (Yüksek Lisans Tezi) E. Ü. Z. F Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İzmir
- Elbek, A.G., Özkaya, T., 1997. Ege Bölgesinde Kuru İncir Üretimi, Maliyeti ve Çiftçi Eline Geçen Fiyatlar, Ege Tarım Ekonomisi Dergisi, 3 (2): 1-

- 9, İzmir.
- Eroğlu, A. Ş., 1982. İncir Seleksiyonu İncir Araştırmaları Projesi. Erbeyli Zirai Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Aydın, 300 s.
- Ferguson, L., Michailides, J.T. & Shorey, H.H., 1990. The California Fig Industry. Hort. Rev. 12, 409-490.
- Gölcü, A.E., 2019. Kahramanmaraş'ta Yetiştiriciliği Yapılan Bazı İncir Çeşit ve Genotiplerinin Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Gül, Y., Özrenk, K., 2019. İncir (*Ficus carica* L.) Genetik Kaynaklarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma: Türkiye, Siirt Yöresi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. DOI: 10.19159/tutad.619994.
- Hepaksoy, S., Aksoy, U., Şahin, N., 2004. Bazı İncir Çeşitlerinin Morfolojik ve Moleküler Yöntemlerle Tanımlanması. TÜBİTAK Proje No: TARP 2574-3. İzmir.
- Kuşaksız, E., 1999. Bazı Seçilmiş Sarılop Klonları Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Temmuz 1999, İzmir, 99 sayfa.
- Küden, A. B., Bayazit, S. ve Çömlekcioglu, S., 2008. Morphological and Pomological Characteristics of Fig Genotypes Selected From Mediterranean and South Anatolia Regions. Proceedings of the Third International Symposium on fig. Acta Hort. (ISHS) 798: 95-102 pp.
- Mahdavian, M., Lessoni, H., Kuhi, M., Zone, H., Akrami, M., Tabatabaei, Z., 2007. Morphological and Pomological Characteristics of Figs From Istahban, Iran. Acta Hort. (ISHS) 760: 521-526.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik (Kışım Yapraklı Döken Meyve Türleri), Çukurova
- Özen M., Çobanoğlu, F., Kocataş, H., Tan, N., Ertan, B., Şahin, B., Konak, R., Doğan, Ö., Tutmuş, E., Kösoğlu, İ., Şahin, N., Özkan, R., 2007. İncir Yetiştiriciliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Erbeyli İncir Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Mart, 2007, İncirliova/Aydın.
- Özkuş, M., Nikpeyma, Y., Özen, M. 2022. Effect of Different Pruning Intensities on Growth and Fruit Quality in Sarılop Fig Varieties. (non published)
- Petrucchi, V.E., Crane, J.C., 1950. Fruit Bud Intiation and Differentiation in The Fig. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56:86-92.
- Şahin, B., Çobanoğlu, F., Konak, R., Ertan, B., Tutmuş, E., Belge, A., Okur, N., Çokuysal, B., Kayıkçıoğlu, H., 2012. Zeytin Karasu Tortusunun Organik Kuru İncir Yetiştiriciliğinde Ağaç Gelişimi, Verim ve Kaliteye Etkisi. 46 sh. İncir Araş. Enst. Müd. Aydın.
- Tan, N., Kösoğlu, İ., Belge, A., Kocataş, H., Özen, M., Tutmuş, E., Çobanoğlu, F., İrget, E., 2013. Eğimli Arazilerde Kuru İncir Verim ve Kalitesinin Arttırılması. Proje Sonuç Raporu. İncir Araştırma İstasyonu Müdürlüğü. Aydın.
- Tepecik, M., 2010. Farklı Potasyum Dozlarının İncirde Kaliteye Etkisi. (Doktora Tezi). E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bornova- İzmir.
- Uzun, S., Yarılgaç, T., 2021. Germencik (Aydın) İlçesinde Yetiştirilen Sarılop İncirlerinde (*Ficus carica* L.) Klon Seleksiyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi. Cilt 7, Sayı 1, 1 - 8, .<https://doi.org/10.24180/ijaws.747500>.

**EK 1.** Klonların fenolojik gözlem takip basamakları tablosu (2015 yılı)

*Attachement 1. Table of phenological observation follow-up steps of clones (2015)*

 <p>Ağaçların İşaretleme 24.03.2015</p>	 <p>İlk Yapraklanma 03.04.2015</p>	 <p>Fenolojik gözlemler 11.05.2015</p>
<p><b>Labelling trees</b></p>	<p><b>First leaves unfolded</b></p>	
 <p>Fenolojik gözlemler 14.05.2015</p>	 <p>Fenolojik gözlemler 20.05.2015</p>	 <p>Fenolojik gözlemler 24.05.2015</p>
 <p>Fenolojik gözlemler 28.05.2015</p>	 <p>Fenolojik gözlemler 01.06.2015</p>	 <p>Fenolojik gözlemler 12.06.2015</p>
 <p>İlekleme (Çakın 2) 12.06.2015- 15.06.2015</p>	 <p>Fenolojik Gözlemler 17.06.2015</p>	 <p>Fenolojik Gözlemler 21.06.2015</p>
<p><b>First caprification</b></p>		





## Covid-19 Sonrası Siirt İl Merkezi Kesme Çiçek Perakendeciliği

Rukiye GEZER<sup>1\*</sup>, Nalan TÜRKOĞLU<sup>2</sup>, Koray ÖZRENK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye  
[https://orcid.org/0000-0002-7781-9327 (R.GEZER), 0000-0002-6692-2337 (K.ÖZRENK)]

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye  
[https://orcid.org/0000-0003-2639-360X (N.TÜRKOĞLU)]

\*Sorumlu yazar:rukiyeeles@siirt.edu.tr

### Öz

Siirt il merkezindeki anket formu aracılığıyla yapılan bu çalışma çiçek perakendecilerinin mevcut durumunu, kesme çiçek tüketimi ve Covid-19'un Siirt merkez kesme çiçek perakendeciliğe etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Anket sonuçlarında perakendecilerin demografik yapısı, kesme çiçek getirdikleri iller ve yoğun olarak getirdikleri mevsimler, ürün tedarik kanalları, ödeme yöntemleri, sunum yöntemleri, satış yöntemleri, dükkân büyüklüğü, en çok satış yapılan özel günler, en çok tercih edilen kesme çiçek çeşitleri ve renkleri ile birlikte çalışan personel sayısı incelenmiştir. Elde edilen veriler kapsamında; en çok kesme çiçek getirilen ilin Adana olduğu, çiçeklerin en çok toptancılardan temin edildiği, getirildikten sonra buzdolabında muhafaza edildiği, en çok buket yapımında kullanıldığı ve kesme çiçeklerin en fazla sevgililer gününde tüketildiği sonuçlarına varılmıştır. Covid-19 sonrasında ise tüketicinin kesme çiçek tür ve renk taleplerine ek olarak alım şekillerinde değişiklikler görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Covid-19, Siirt, Kesme çiçek

### Siirt Provincial Central Cut Flower Retail After Covid-19

#### Abstract

This study, which was carried out through a questionnaire in Siirt city center, was carried out to determine the current situation of flower retailers and the effect of Covid-19 on cut flower retailing in Siirt city center. According to the results of the survey, the demographic structure of the retailers, the provinces where they bring cut flowers and the seasons where the flowers are brought intensively, product supply channels and payment methods, presentation methods, sales methods, ownership status of the place of sale, shop size, special days with the most sales, cut flower types and colors most preferred by consumers and the number of personnel working were examined. Within the scope of the data obtained; It has been concluded that Adana is the province where the most cut flowers are brought, most of the flowers are obtained from wholesalers, they are kept in the refrigerator after they are brought, they are mostly used in making bouquets, and cut flowers are consumed mostly on Valentine's Day. After the Covid-19, changes have been observed in the purchase patterns of consumers as well as the cut flower types and color demands.

**Keywords:** Covid-19, Siirt, Cut flower

#### 1. Giriş

Süs bitkileri; estetik, fonksiyonel ve ekonomik amaçlarla yetiştirilen dekoratif bitkiler olarak tanımlanabildiği gibi, gonca, çiçek, meyve, yaprak, dal veya formları ile görsel etkinlik sergileyen veya bu özellikleri ile ön plana çıkan

bitkiler olarak da tanımlanabilmektedir. Süs bitkileri dünyada; kesme çiçekler, dış mekan ve iç mekan (saksılı) bitkiler olmak üzere 3 gruba ayrılırken, ülkemizde kullanım amaçlarına göre süs bitkileri; kesme çiçekler, dış mekan süs bitkileri, iç mekan süs bitkileri ve doğal çiçek

soğanları olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır (Kazaz ve ark., 2020).

Kesme çiçek kavramı genellikle buket, sepet, çelenk ve aranjmanlarda kullanılan; çiçek, gonca, dal ve yaprakların taze, kurutulmuş, boyanmış veya ağartılmış olarak kullanıma sunulma durumlarını ifade etmektedir (Karagüzel ve ark., 2000).

2020 yılında dünyada toplam 22 milyar 223 milyon \$ değerinde süs bitkileri ihracatı yapılmış olup yaklaşık 8,5 milyar \$ değerinde kesme çiçek ihracatı gerçekleştirilmiştir. Dünya süs bitkileri ithalatı 2020 yılında yaklaşık 20 milyar \$ olarak gerçekleşmiş, kesme çiçek ithalatı ise 7,8 milyar \$ olarak tespit edilmiştir. Dünya süs bitkileri ihracatının yaklaşık %40'ını ithalatın ise yaklaşık %35'ini kesme çiçekler oluşturmaktadır. Türkiye süs bitkileri ve mamulleri ihracatı 2020 yılında yaklaşık 106 milyon \$ iken kesme çiçek ihracatı 36,7 milyon \$'dır (OAİB, 2021).

Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre 11 bin 520 dekar alanda kesme çiçek üretimi yapılmakta olup en fazla üretim alanına sahip olan tür % 42.89'luk pay ve 4940 dekar alanla karanfildir. Karanfili % 17.95 oran ve 2067 dekar alanla kesme gül ve % 10.28'lik oran ve 1183 dekar alanla gerbera izlemektedir (Kazaz ve ark., 2020).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi içinde yer alan ve gelişmekte olan Siirt ilinde, ekolojik koşulların uygunluğuna rağmen tarımı yapılan ürün çeşitliliği çok azdır. Yaptığımız çalışmayla yöre halkının yoğun olarak talep ettiği kesme çiçek türlerinin tespiti yapılmış ve yöreye ürün çeşitliliği konusunda önerilerde bulunulmuştur. Kısıtlı ürün çeşitliliğine alternatif türlerin sunulmasının bölge ekonomisine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı ürünlerin yetiştirilmeye başlanmasının ilimizde ve çevre illerde bulunan çiçek perakendecilerinin çiçek mezarlarına, üretici ve toptancılara ulaşmasında yaşanan sıkıntı ve masrafların giderilmesi konusuna önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu araştırmada; Siirt il merkezinde yapılan anket çalışması ile ilk etapta kesme çiçek perakendecilerinin demografik yapısı, kesme çiçek tedarik edilen iller, kesme çiçek tedarik yolları, kesme çiçek getirilen yollar, tedarik kanallarına ödeme şekli, çiçek tüketiminin özel günlere göre dağılımı, çiçeklerin sunum şekilleri, satış yöntemleri, satış yapılan yerin mülkiyet durumu, dükkân büyüklüğü ve tüketicilerin en çok tercih ettiği kesme çiçek türleri belirlenmeye çalışılmıştır. Covid-19 salgını hayatımızın her alanını etkilediği gibi kesme çiçek perakendeciliği

üzerine de önemli etkiler oluşturabileceği düşüncesiyle çalışmanın geri kalan kısmında Covid-19'un ilimizdeki kesme çiçek perakendeciliğine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Covid-19 sonrasında çalıştırılan personel sayısı, kullanılan dükkân büyüklüğü, tercih edilen kesme çiçek türlerindeki değişim ve Covid-19'un sokağa çıkmaya getirdiği kısıtlamanın alım şekline etkisi değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Metod

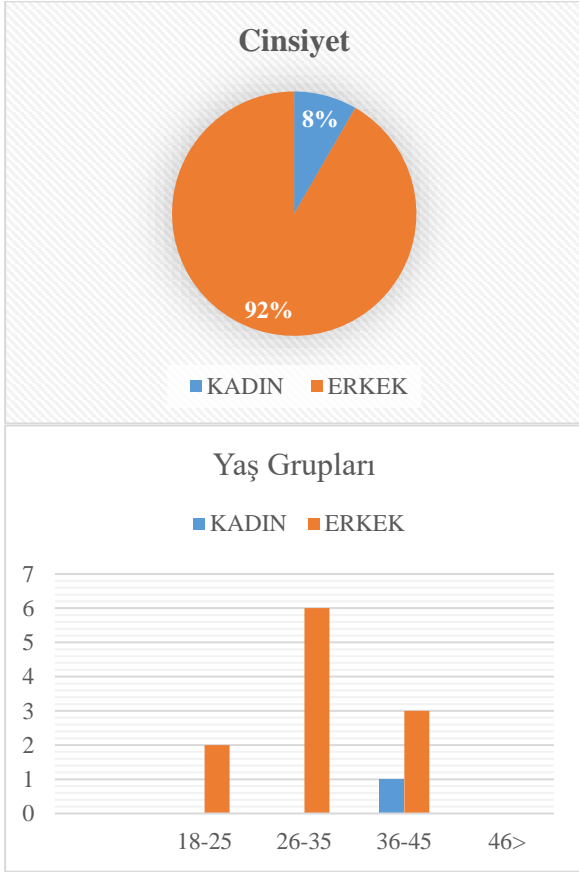
Araştırma materyalini Siirt kent merkezinde bulunan kesme çiçek ticareti yapan çiçekçiler (12 adet) oluşturmuştur. İlde bulunan çiçekçilere yüz yüze görüşme yoluyla anket uygulanmıştır. Anket toplamda 20 adet sorudan oluşmuş olup 6 tane soruda Covid-19 sonrası değerlendirmeler yapılmıştır. Anket soruları hazırlanırken, Bulut ve ark. (2007), Aydınşakir ve ark. (2014) ve Akça ve ark. (2019)'nın çalışmaları referans alınmıştır. Anket çalışması ile perakendecilerin demografik yapısı, kesme çiçek getirilen iller, kesme çiçek getirilen mevsimler, kesme çiçek tedarik edilen kanallar, kesme çiçek getirilen yollar, çiçeklerin muhafaza şekilleri, tedarik kanallarına ödeme yöntemleri, kesme çiçek sunum biçimleri, en çok kesme çiçek tüketilen özel günler ve geriye kalan sorularda Covid-19 sonrası değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır. Anket sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı ile analiz edilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

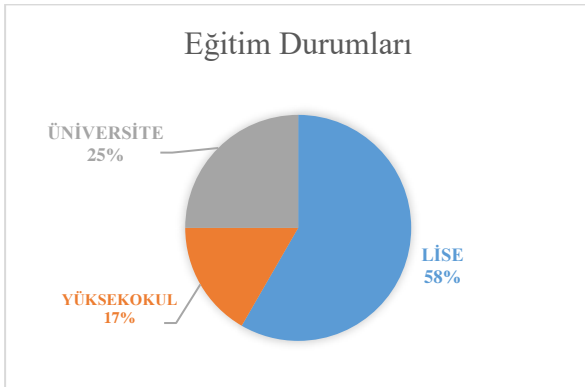
Siirt ilinde süs bitkileri perakendeciliği yapan kişilerin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımları Şekil 1'de gösterilmektedir. Ankete katılan çiçekçilerden sadece bir tanesi kadın olup ve 36-45 yaş grubunda yer almıştır. Bu oranlar dikkate alındığında kesme çiçek sektöründe perakendecilik yapan kadın sayısının azlığının cinsiyet faktörünün bazı sektörlerde olduğu gibi bu sektörde de etkili olduğunu göstermektedir. Perakendecilerin % 16.6'sı 25 yaş altında, %50'si 26-35 yaş grubunda ve %33.3'ü 36-45 grubunda yer almaktadır. 46 ve üstü yaş grubunun olmayışı kesme çiçek perakendeciliğinin ilimizde çok eski bir tarihi olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Ankete katılan süs bitkileri perakendecilerinin eğitim durumları Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre perakendecilerin %58'inin lise, %25'inin üniversite ve %17'sinin yükseköğretim mezunu olduğu görülmektedir. Anket sonuçları incelendiğinde, kesme çiçek perakendecilerinin

yarısından fazlasının lise mezunu olduğu ve ankete katılan 1 adet kadın perakendecisinde yüksekokul mezunu olduğu görülmektedir. 11 adet erkek perakendecinin ise 2'si yüksekokul, 3'ü üniversite ve 7'sinin lise mezunu olduğu anlaşılmaktadır.



**Şekil 1.** Perakendecilerin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı  
Figure 1. Distribution of retailers by gender and age groups

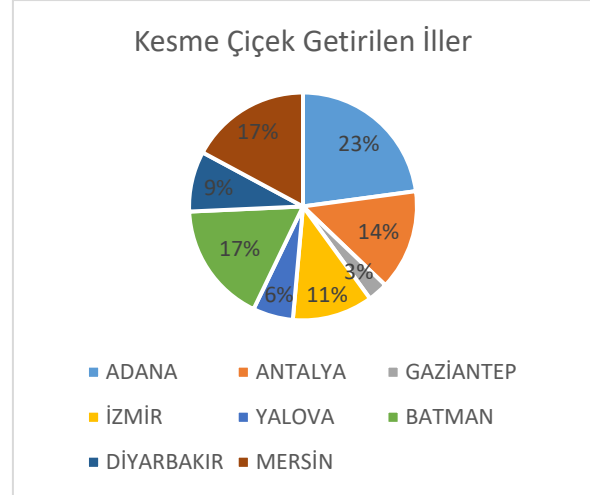


**Şekil 2.** Perakendecilerin eğitim durumları  
Figure 2. Educational status of retailers

Siirt kent merkezi süs bitkisi perakendecilerinin kesme çiçek tedarik ettiği iller Şekil 3'de gösterilmektedir. Kente en çok kesme çiçek getirilen il % 23 ile Adana olmuştur. İkinci

sırayı % 17'lik payla Batman ve Mersin üçüncü sırayı %14'lük payla Antalya, dördüncü sırayı %11'lik payla İzmir izlemektedir.

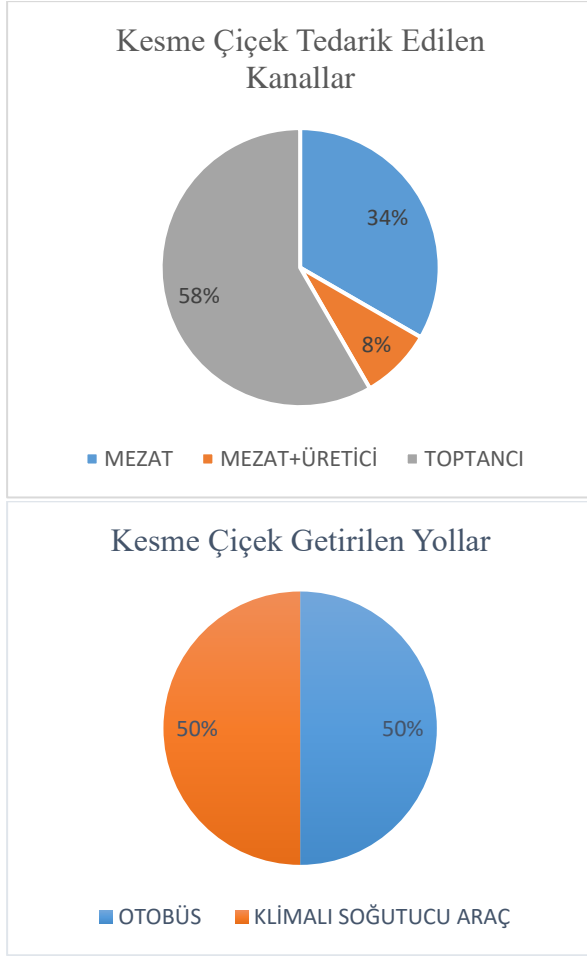
Ankete katılan perakendecilere aynı zamanda kesme çiçeklerin kente en fazla hangi mevsimde getirildiği ve nasıl muhafaza edildiği soruları sorulmuştur. Perakendecilerin bu sorulara cevabı kısa ve net olmuştur. Kesme çiçeklerin ile her mevsim aynı yoğunlukta getirildiği ve bütün kesme çiçeklerin satışa kadar buzdolabında muhafaza edildiği bilgisine ulaşılmıştır.



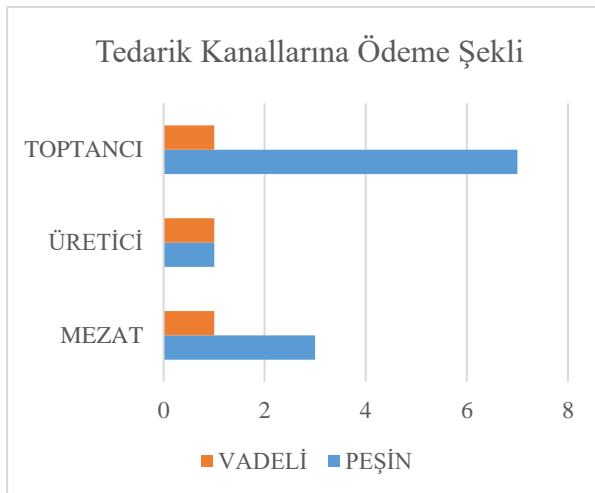
**Şekil 3.** Perakendecilerin kesme çiçek getirdiği iller  
Figure 3. Provinces where retailers bring cut flowers

Ankete katılan perakendecilerin kesme çiçek tedarik kanalları ve bu kanalların yüzde dağılımları ile kesme çiçek getirilen yollar Şekil 4'de verilmektedir. Perakendecilerin yüzde elliden fazlasının çiçekleri toptancıdan aldığını, %34'ünün mezattan ve %8'nin ise hem mezat hem üreticiden çiçek aldıkları tespit edilmiştir. Kente kesme çiçek getirilen yollar incelendiğinde ise %50 oranında eşitlik olduğu ve otobüs ile klimalı soğutucu araçların aynı derecede kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Perakendecilerin kesme çiçek tedarik ettiği kanallara yaptıkları ödeme yöntemleri için Şekil 5'e bakıldığında; perakendecilerin mezat, üretici ve toptancılara hem peşin hem de vadeli ödeme yöntemlerini kullandıkları görülmüştür. Mezata peşin ödeme yapan perakendeci sayısının üç, üreticiye peşin ödeme yapan perakendeci sayısının bir ve toptancıya peşin ödeme yapan perakendeci sayısının ise altı olduğu; mezat , üretici ve toptancıya vadeli ödeme yönteminin sadece birer perakendeci tarafından uygulandığı sonucuna varılmıştır.



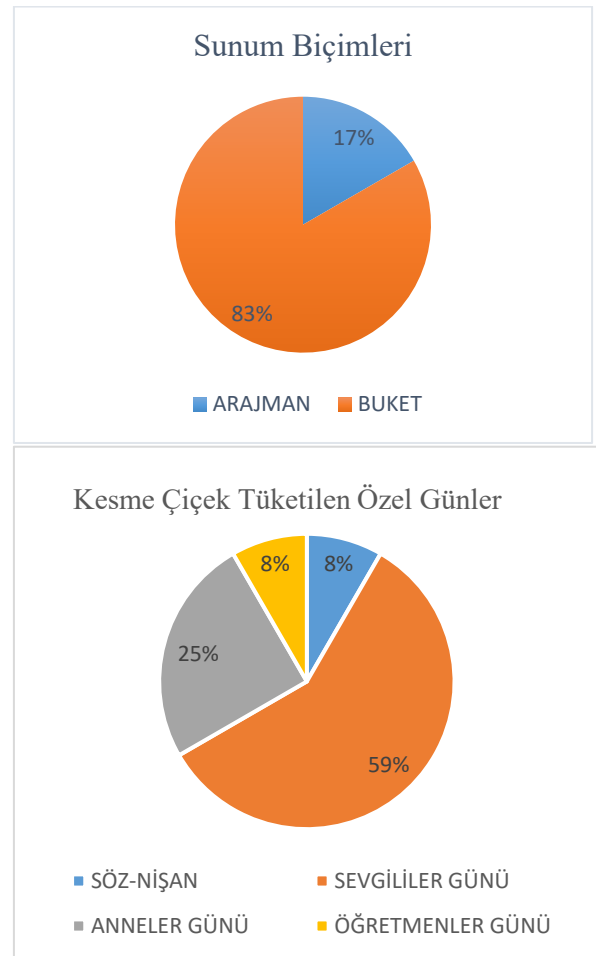
**Şekil 4.** Kesme çiçek tedarik kanalları ve getirilen yollar  
Figure 4. Cut flower supply channels and routes



**Şekil 5.** Perakendecilerin tedarik kanallarına ödeme şekilleri  
Figure 5. Payment methods by retailers to supply channels

Perakendecilere en çok talep edilen kesme çiçek sunum şekilleri sorulduğunda %83 ile buket ve %17 ile aranjman şeklinde tüketicinin talep ettiği bilgisine ulaşılmıştır. Bulut ve ark.

(2007)'nin, yaptığı benzer çalışmada kesme çiçeklerin en fazla buket yapımında kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Yıl içerisinde en fazla kesme çiçek tüketiminin olduğu özel günler sorulduğunda ise kesme çiçek satışının en fazla olduğu gün olarak %59'luk oranla Sevgililer Günü, %25'lik oranla Anneler Günü ve eşit derecede %8'lik oranla Öğretmenler Günü ve sözleşme özel günleri olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 6). Kesme çiçek tüketilen özel günler sorusuna Aydınşakir ve ark., (2014) %81.3 ve Akça ve ark. (2019) ise %59 oranında sevgililer günü cevabını almışlardır.

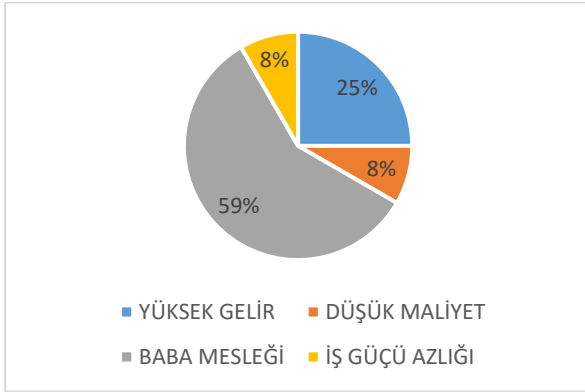


**Şekil 6.** Kesme çiçek sunum biçimleri ve en çok kesme çiçek tüketilen özel günler  
Figure 6. Cut flower presentation formats and special days when cut flowers are consumed the most

Kesme çiçek perakendecilerine yöneltilen bir diğer soru ise bu işi tercih etme nedenlerinin neler olduğudur. Perakendecilerin %59'luk bir oranı baba mesleği olarak gördüğünden devam ettirdikleri, %25'lik bir oranın yüksek gelir sağladığından dolayı bu işi yaptıklarını, %8'lik oranın iş kolunun düşük maliyet ve iş gücü azlığını



içermesinden dolayı tercih ettiği sonucuna varılmıştır(Şekil 7).



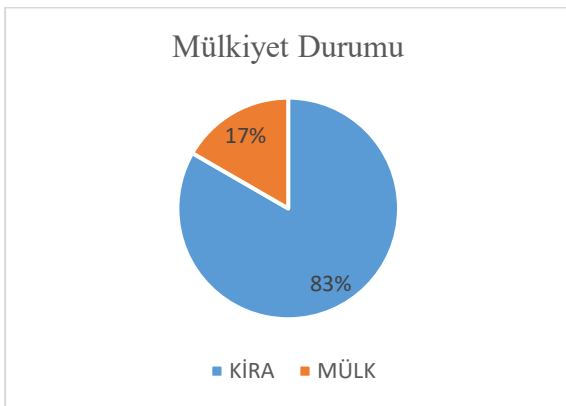
Şekil 7. Perakendecilerin bu mesleği seçme nedenleri

Figure 7. Reasons for retailers choosing this profession

### 3.1. Covid-19 Sonrası Kesme Çiçek Perakendeciliğinde Değişime Uğrayabileceği Düşünülen Alanlar

Kesme çiçek perakendecilerinin Covid-19 sonrası yaşadıkları değişimleri değerlendirebilmek adına ilk etapta Covid-19 öncesi ve sonrasında başka bir işle uğraşma durumları değerlendirilmek istenmiştir. Sonuç olarak kesme çiçek perakendeciliği yapan işletmelerin hem Covid-19 öncesi hem de Covid-19 sonrası başka bir ticari faaliyetle uğraşmadığı sadece bir perakendecinin Covid-19 sonrası farklı bir iş kolunda yeni bir iş yeri açtığı sonucuna varılmıştır. Bu durum perakendecinin var olan işletmesinden elde edilen gelirlerle değil aile desteğiyle yapıldığı sonucuna varılmıştır.

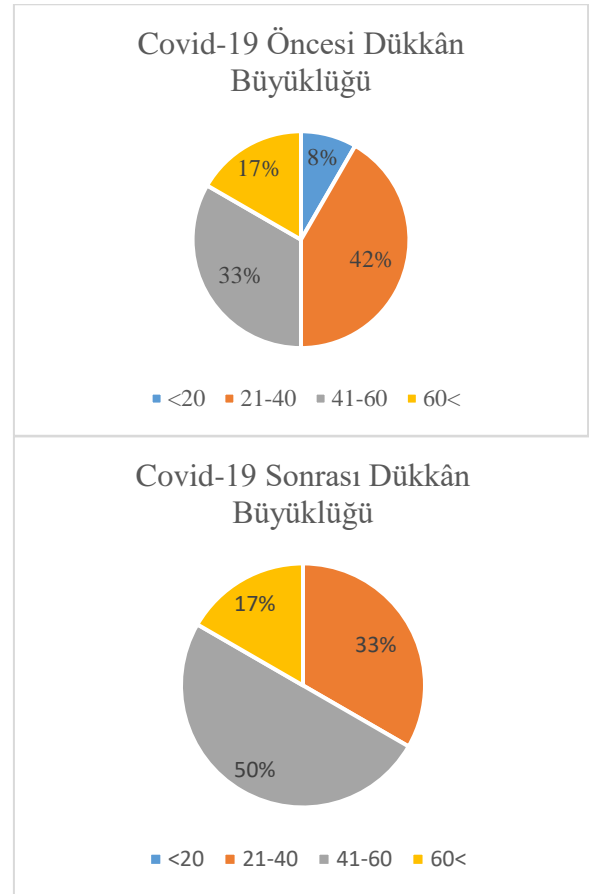
İşletmelerin mülkiyet durumu incelendiğinde %83 oranında dükkânların kira olduğu, %17 oranında ise işletme sahibine ait olduğu görülmüştür. Bu durum Covid-19 öncesi ve sonrasında bir değişiklik göstermemiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Dükkânların mülkiyet durumu

Figure 8. Ownership status of shops

Anket yapılan perakendecilerin dükkân büyüklüğü ile ilgili bilgiler Şekil 9'da verilmektedir. Covid-19 öncesi işletmelerin %42, sinin 21-40 m<sup>2</sup> aralığında olduğu, %33'nün 41-60 m<sup>2</sup> arasında, % 17'sinin 60< ve % 8'lik kısmının ise 20 m<sup>2</sup> den küçük olduğu belirlenmiştir. Covid-19 sonrası dükkân büyüklükleri değerlendirildiğinde ise %50'sinin 41-60 m<sup>2</sup>, %33'nün 21-40 m<sup>2</sup> ve %17'sinin 60< m<sup>2</sup> olduğu görülmüştür. Hem Covid-19 öncesi hem de Covid-19 sonrası süs bitkileri perakendecilerinin işletme büyüklüğünün genel olarak 41-60 m<sup>2</sup> aralığında yoğun olduğu görülmektedir. Covid-19 sonrası iki tane işletmenini dükkân büyüttüğü, bu durumun Covid-19'un ilimizde kesme çiçek perakendeciliği yapan işletmelerin dükkân büyüklüğü üzerine negatif bir etkisi olmadığına kanaat getirilmiştir.



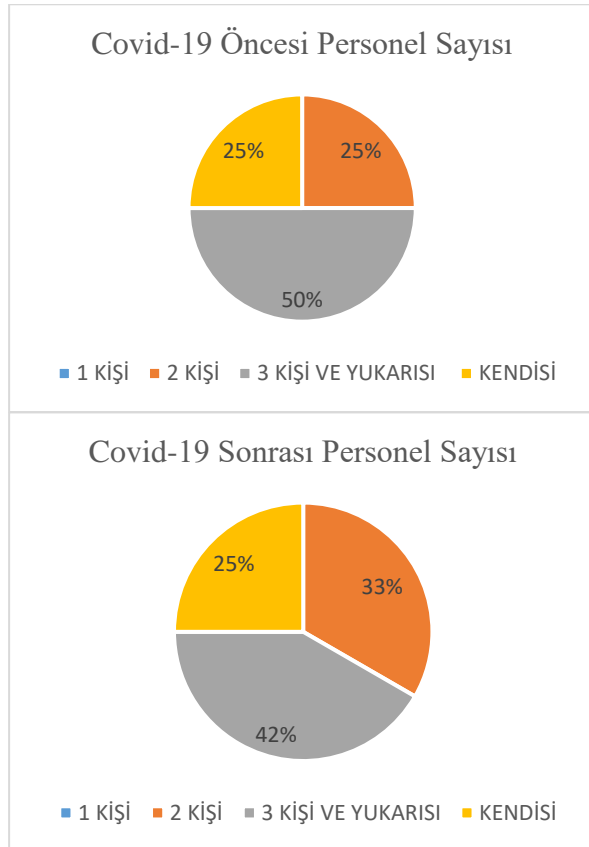
Şekil 9. Covid-19 öncesi ve sonrası dükkân büyüklüğü

Figure 9. Shop size before and after Covid-19

Kesme çiçek perakendecilerinde Covid-19 öncesi ve sonrası çalışan personel sayısı ile ilgili bilgiler Şekil 10'da verilmektedir. İl merkezinde bulunan perakendeciler de çalışan personel sayısı değerlendirildiğinde; bir personel bulunduran işletmelerin oranının %0 olduğu, işletme sahibinin

sadece kendisinin olduğu işletmelerin oranının Covid-19 öncesi ve sonrasında bir değişim göstermediği görülmüştür. Covid-19 öncesinde üç kişi ve yukarısında personel çalıştıranların oranı %50 iken Covid-19 sonrası bu oran %42'e düşmüştür. Covid-19 öncesinde iki adet personel çalıştıranların oranı %25 iken Covid-19 sonrası bu oran %33'e çıkmıştır. Bu durumda bir işletmenin personel sayısında azalmaya gittiği görülmüştür. Bu durumun Covid-19 salgınının yarattığı ekonomik mağduriyetten kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Siirt il merkezinde bulunan kesme çiçek perakendecilerinin büyük bir kısmı küçük ölçekli perakendeci statüsünde bulunmaktadır. İlimizde bu iş koluna göre personel sayısının fazlalığının ise nüfus fazlalığı ve iş gücü ucuzluğuyla ilgili olduğu düşünülmektedir.



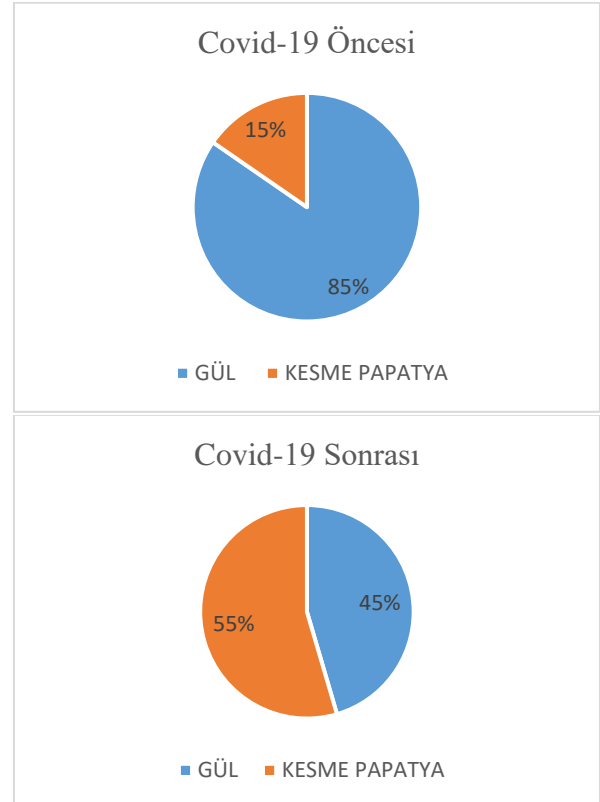
**Şekil 10.** Covid-19 öncesi ve sonrası personel sayısı

Figure 10. Number of personnel before and after Covid-19

Siirt kent merkezinde süs bitkileri perakendecilerine yapılan ankette halk tarafından yoğun olarak talep edilen kesme çiçek türlerinin gül ve kesme papatya olduğu görülmüştür (Şekil 11). Perakendeciler tarafından ilde diğer kesme çiçek türlerinin değerlendirmeye alınmayacak kadar az talep gördüğü bildirilmiştir. Bulut ve ark.

(2007)'nin yaptığı çalışmada en çok tercih edilen kesme çiçeklerin sırasıyla karanfil, gül, glayöl ve gerbera; Aydınşakir ve ark. (2014)'nin yaptığı çalışmada % 35'ini gül, % 17'sini gerbera, %10'unu krizantem, %9'unu gypsophilla ve zambak, %5'ini karanfil, % 7'sini mevsimlik çiçekler, % 4'ünü glayöl ve %2'sini orkidelerin oluşturduğu; Akça ve ark. (2019)'nin yaptığı çalışmada ise en fazla tüketilen kesme çiçeğin krizantem olduğu 2. tercihte kesme gül ve 3. tercihin ise karanfil olduğu sonucuna varılmıştır.

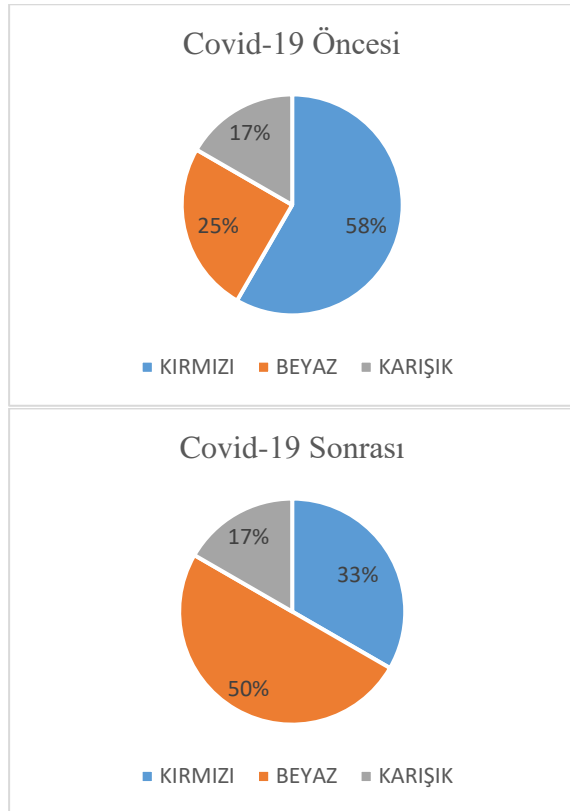
Covid-19 öncesinde kesme güllerin %85'lik bir oranda kesme papatyanın ise %15'lik oranında; Covid-19 sonrası sonrasında ise kesme güllerin düşüş yaşayarak %45'e gerilediği kesme papatyanın ise %55'e çıktığı tespit edilmiştir. Çağatay ve ark. (2021)'nin yaptığı çalışmada Covid-19'un olumsuz etkilerinde hayat şartlarının karşılanmasındaki fiyat artışı ve bu artışın radikal şekilde gerçekleşmemesi sonucu alım gücü düşüklüğünün yaşandığı bilgisine ulaşılmıştır. Bu durumun kesme gül fiyatlarının kesme papatyadan fazla oluşuna ve Covid-19 sonrası halkın alım gücünün azalmasına bağlanabilir.



**Şekil 11.** Covid-19 öncesi ve sonrası en çok tercih edilen kesme çiçekler

Figure 11. The most preferred cut flowers before and after Covid-19

Tüketiciler tarafından tercih edilen çiçek renkleri ile ilgili bilgiler Şekil 12'de verilmiştir. Renkler değerlendirilirken perakendecilerden sözel olarak güllerde kırmızı rengin papatyada ise ağırlıklı olarak beyaz rengin talep gördüğü bilgisine ulaşılmıştır. Covid-19 öncesi kırmızı renklerin %58'lik bir payda; beyaz renge olan talebin %25'lik bir payda; karışık renklerin tercihinin ise %17'lik bir payda olduğu görülmektedir. Covid-19 sonrası beyaz rengin oranında (%50) artış, kırmızı rengin oranında (%33) düşüş gözlenirken, karışık renklerin talebinde bir değişim gözlenmemiştir. Bu durumun Covid-19 öncesinde ağırlıklı olarak güllerin talep görmesi, sonrasında ise fiyat artışlarından kaynaklı kesme papatyaya olan ilginin artmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

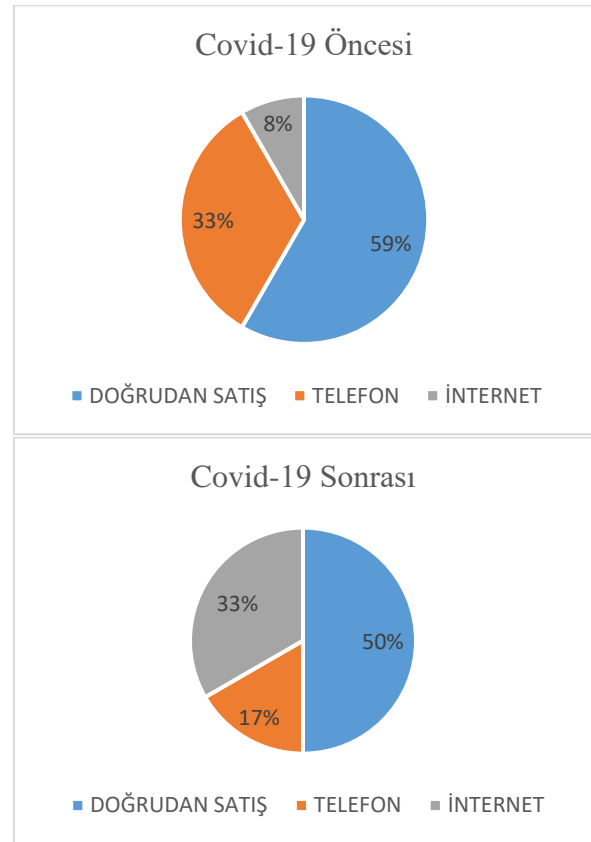


**Şekil 12.** Covid-19 öncesi ve sonrası tercih edilen çiçek renkleri

Figure 12. Preferred flower colors before and after Covid-19

Siirt kent merkezinde bulunan ve ankete katılan kesme çiçek perakendecilerinin satış yöntemlerinin dağılımları Şekil 13'de gösterilmektedir. Covid-19 öncesi doğrudan satış oranı %59; telefon yoluyla sipariş oranı %33 ve internet aracılığıyla alım oranı %8'dir. Covid-19 sonrası satış yöntemleri incelendiğinde; %50 olan doğrudan satış oranında ve %17 olan telefonla

verilen sipariş oranında azalmalar görülürken internet yoluyla alışverişlerde bu oranın %33'e yükselerek artış meydana geldiği gözlenmiştir. Güven (2020)'de yaptığı çalışma sonucunda Covid-19 pandemik krizinde insanların eve kapanmasından kaynaklanan ve dünya geneline yayılan e- ticarete bir yönelimin söz konusu olduğunu; geçmiş yıl verileri ile karşılaştırıldığında ve aynı dönemler baz alındığında Türkiye'de ve dünyada e- ticaret hacminin arttığını görüldüğünü vurgulamıştır. Bu durum, elektronik ticaretin Covid -19 sonrası birçok alanda olduğu gibi kesme çiçek sektöründe de yaygınlaştığını göstermektedir.



**Şekil 13.** Covid-19 öncesi ve sonrası satış yöntemleri

Figure 13. Sales methods before and after Covid-19

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızda Siirt il merkezinde bulunan çiçek perakendecilerinin mevcut yapısı, kesme çiçek tüketimleri ve Covid-19 sürecinin işletmelere olan etkisi belirlenmiştir. Anket sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; erkek perakendecilerin kadınlardan daha fazla olduğu, perakendecilerin ağırlıklı olarak 26-35 yaş grubu aralığında bulunduğu ve bu grubu erkeklerin oluşturduğu, eğitim düzeylerinin yoğun olarak lise

mezuniyetinde seyrettiği, bu işi deneyimleme sürelerine bakıldığında ise 25 yıldan fazla bu işle uğraşan kişi sayısının diğer deneyim gruplarından fazla olduğunu görmekteyiz. Kesme çiçek getirilen illerin başında ilk sırada Adana'nın ikinci sırada Mersin ve Batman'ın en çok kesme çiçek getirilen mevsimlere bakıldığında ise her mevsim aynı yoğunlukta talep olduğu sonucuna varılmıştır. Kesme çiçekler ilimize en çok toptancılardan klimalı soğutucu araçlar ve otobüsle taşınmakta, daha sonra buzdolabında muhafaza edilmektedir. Perakendecilerin tedarik kanallarına ödeme şeklinin en çok toptancıya peşin olduğu sunum biçimlerinin buket ve kesme çiçek en çok talep edilen günlerin başında ise sevgililer gününün geldiğini görmekteyiz. Perakendeciler bu işi baba mesleği olarak görmektedir. Covid-19 sonrasında başka bir ticari faaliyetle uğraşan kişi sayısının bir olduğu, kira ve mülk değişimlerinin farklılık göstermediği, dükkân büyüklüğünde iki kişinin büyümeye gittiği, personel sayısının önemli bir değişime uğramadığı tespit edilmiştir. Covid-19 öncesinde en çok kesme gül ve kırmızı renk sonrasında ise kesme papatya ve beyaz renk tercih edilmiştir. Covid-19 sonrasında internet satışlarında artış görülmüştür.

Gezer ve ark. (2018)'de Siirt ekolojik koşullarında 4 farklı glayöl çeşidini (Nova Lux, Purple Flora, White Swan ve Red Beauty) üç farklı dikim zamanında (8 Mayıs, 23 Mayıs ve 6 Haziran) denemiş ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Siirt ili ve yakın çevresinde süs bitkileri üretimi yapılmaması Siirt ekolojik koşullarının piyasa değeri yüksek olan kesme glayöl bitkisi yetiştiriciliğine uygunluğu ve bitkinin bakımının kolay ve masrafsız olması yöre çiftçilerine alternatif bitki olarak önerilme şansı sunacağını vurgulamışlardır. Yapılacak tanıtım, eğitim vb. çalışmalarla yöre halkının hem üretici hem tüketici olarak bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Yapılan anket sonucunda çiçek temin edilen illerin uzaklığı fiyatı artırmakta ve tüketicinin yüksek fiyatlı ürün almasına neden olmaktadır. Siirt ve çevre illerde üretimin ya da mezatların olmayışı bu durumun ana nedenidir. Bu durumda yine eğitim faaliyetleriyle iyileştirilebileceği düşünülmektedir.

Covid-19 salgının yaşamın tüm alanlarını etkilediği gibi kesme çiçek perakendeciliğinde de bazı olumsuz durumlar ortaya çıkardığı sonucuna ulaşılmıştır. Perakendecilerin en çok sattığı ve piyasada en çok talep gören türlerin değişmesi üretim alanında farklılıklara gidilmesine yol

açabileceği düşünülmektedir. Buna karşın yine birçok alanda olduğu gibi e ticaretin kesme çiçek satış yöntemlerinde eskiye nazaran fazla kullanımı tüketici açısından konfor yaratmakta bu durumun Covid-19 salgınının olumlu yanı olarak değerlendirilebilmektedir.

## 5. Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## 6. Yazar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## 7. Kaynaklar

- Akça, Ş. B., Karaelmas D., Yazıcı, K., 2019. Zonguldak İli Kesme Çiçek Perakendecilerinin Analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3): 580-588.
- Aydınşakir, K., Sayın, B., Çelikyurt, M.A., Karagüzel, Ö., 2014. Antalya İli Kesme Çiçek Perakendeciliğinin Analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2):75-82.3.
- Bulut, Y., Akpınar, E., Yılmaz, H., 2007. Erzurum Kentinin Kesme Çiçek Tüketim Potansiyelinin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 7-11.
- Çağatay, A., İrkılata, E., 2021. Dünyada Gelişen İnsan Kaynakları Uygulamaları: Covid-19 Temelli Yaklaşım. Journal of Business In The Dijital Age, Vol.4 Issue 2.
- Gezer, R., Çığ, A., Türkoğlu, N., 2018. The Effects of Different Planting Times on Cut Flower Yield and Quality of Some *Gladiolus* (*Gladiolus grandiflorus* L.) Varieties Grown in Siirt Ecological Conditions. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. 35 (3): 231-241. University. 35 (3): 231-241.
- Güven, H., 2020. Covid-19 Pandemi Krizi Sürecinde E-Ticarette Meydana Gelen Değişimler. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD). ISSN:2148-9963.
- Kazaz, S., Kılıç, T., Doğan, E., Mendi, Y.Y., Karagüzel, Ö., 2020. Süs Bitkileri Üretiminde Mevcut Durum ve Gelecek. TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Tarım Haftası 2020, 673-698.
- Karagüzel, O., Akkaya, F., Türkay, C., Gürsan, K., Özçelik, A., Erken, K., Çelikel, F.G., 2000. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Bitkisel

*Gezer ve ark.*

Üretim Özel İhtisas Komisyonu: Süs Bitkileri  
Alt Komisyon Raporu, Ankara, Yayın No:  
DPT:2645-ÖİK:653.

OAİB, 2021. Orta Anadolu Süs Bitkileri Ve Mamulleri  
İhracatçıları  
Birliği, (<http://www.susbitkileri.org.tr/Raporlar>)  
, (Erişim: Mart 2022).

## Ca<sup>2+</sup> Sinyallerinin Bitki İmmünesindeki Rolü

Berna BAŞ

Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Gaziantep/Türkiye  
[ORCID:/http://orcid.org/0000-0003-2455-2849]

Sorumlu yazar: bas@gantep.edu.tr

### Öz

Bitkilerin en önemli besin maddelerinden biri olan kalsiyum iyonları, bitki gelişimi ve immünesinde önemli sinyal verme aracı moleküllerinden birisidir. Biyotik bir uyarana karşı bitki membranında bulunan kalsiyum iyon kanallarıyla hücreye giriş yapan Ca<sup>2+</sup> katyonları fazla biriktiğinde, sitoplazmada homeostazı sağlamak amacıyla ACA protein kanallarıyla hücre dışına verilmektedir. Kalsiyumun sitoplazmik salınımı, özellikle immünesinin daha ileri aşamalarında kalmodulin ve kalmodulin benzeri proteinlere bağlı olarak gerçekleşecek olan olayların aktif hale geçirilmesi için önemlidir. Kalsiyumun bitki immünesindeki rolü bir MAMP olan FLS2 ile ilgili yapılan araştırmalarla kısmen ortaya konmuştur. Biyotik bir uyarıcının bitki membran reseptörleriyle algılandıktan sonra Ca<sup>2+</sup> iyon akışıyla immün tepki arasında nasıl bağlantı olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla bu derleme ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kalsiyum sinyalleri, ACA, Bitki immünesi, Kalsiyum pompası

## The Role of Ca<sup>2+</sup> Signals in Plant Immunity

### Abstract

Calcium ions, one of the most important nutrition in plants, are also one of the important mediator components in plant development and immunity. Ca<sup>2+</sup> cations influxed into cell with ion channels in the plant membrane to biotic stimuli are effluxed in excessively accumulation outside cell through ACA protein channels to regulate homeostasis in cytoplasm. Cytoplasmic oscillation of Ca<sup>2+</sup> is significant to activate the down regulation of immune cascade to occur depending calmodulin and calmodulin like proteins. The role of calcium in plant immunity has been partially uncovered in researches with associated with FLS2, a MAMP. Aim of this mini review is to disclosed the relationship between Ca<sup>2+</sup> ion flux and immune reaction after a biotic stimulant is perceived via plant membrane surface receptors.

**Keywords:** Calcium signals, ACA, Plant immunity, Calcium pump

### 1. Giriş

Ca<sup>2+</sup> makroelement bir besin olarak bitki hücrelerine iki amaç için giriş yapar; (Demidchik ve ark., 2018) birincisi, hücrenin yapısal ve metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için gerek duyulan kalsiyum iyonları hücreye membran üzerindeki temel Ca<sup>2+</sup> iyon giriş kanalları yoluyla nanosaniye zaman diliminde pasif giriş yapar; ikinci amaç ise, hücre-içi ve hücre-dışı bir uyarıcı (biyotik veya abiyotik uyarıcı) aracılığıyla hücreye sinyal verme amacına hizmet eder, kısaca "kalsiyum sinyali" olarak isimlendirilen bir süreçtir ve böylece uyarıcının şifresi hem

fizyolojik hem de gen düzeyinde tepkiye dönüştürülerek çözülür (Swarbreck ve ark., 2013; Demidchik ve Shabala, 2018). Ca<sup>2+</sup> sinyalizasyon süreci ise hızlı ve geçici bir dönem olup, sitoplazmik kalsiyum iyonlarının düzeyinde ani bir artış sağlar (Hedrich, 2012; Kudla ve ark., 2018). Aslında basit bir iyon olan kalsiyumun hücreye giriş-çıkış kanalları hücre membranında bulunan protein kanallar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu kanallar da Ca<sup>2+</sup> iyonlarına geçirgen kanallar, karşılıklı iyon değişim kanalları ve pompa sistemlerden oluşmaktadır (Kudla ve ark., 2018).

Bitkiler hücre-içi kalsiyum iyon stabilitesini 50-150 nM düzeyinde ayarlayarak,  $Ca^{+2}$ -transfer etme ve  $Ca^{+2}$ -tamponlama sistemlerinin uyum içinde çalışacağı şekilde evrimleşmiştir (Stael ve ark., 2012). Bu stabilite aşağıdaki şekillerde sağlanmaktadır (Demidchik ve Shabala, 2018);

1)Plazma membranı, tonoplast ya da diğer endo membranların yapısında yer alan kalsiyuma geçirgen olan katyon kanallarıyla oluşan elektrokimyasal gradyent sürecinde hücreye pasif giriş yaparlar.

2)Mikrosaniyeler içinde  $Ca^{+2}$  ATPazlar ve  $Ca^{+2}/H^{+}$  karşılıklı iyon değişim kanallarıyla oluşturulan gradyente karşı kalsiyumun hücre-içinden dışarı çıkarılmaktadır.

3)Hücre-içi serbest polivalent inorganik ve organik anyonlar (fosfatlar, ATP, ADP gibi), anyonik lipidler,  $Ca^{+2}$ -bağlayan proteinler, biyopolimerlerin karboksil reziduları ve benzer ligandlar aracılığıyla tamponlanarak stabilite sağlanmaktadır.

Bitkilerde ETI (Effector-Triggered Immunity; Etkörle Teşvik Edilen İmmünite) immüniteyle meydana gelen ve kısmen PTI (PAMP-Triggered Immunity; Patojenle İlgili Moleküler Örneklerle Teşvik Edilen İmmünite) immüniteyi de kapsayan hipersensitif tepkime de görülen moleküler olaylar dizisi SA (salisilik asit) teşvikinin düzenlenmesi, ROS (reaktif oksijen türleri) üretimi, NOI (nitrojen oksit ara ürünleri)'nin birikimi, MAPK olaylar dizisinin aktiflenmesi, hücre-içi kalsiyum düzeyinde değişimler, kalsiyuma bağlı protein kinaz transkripsiyonun yeniden programlanması ve antimikrobik maddelerin sentezlenmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Mur ve ark., 2008; Kadota ve ark., 2014). Bitki immünitesindeki moleküler olaylar dizisiyle bağlantılı olan  $Ca^{+2}$  iyonlarının immünitedeki rollerini araştırmak amacıyla bu derleme ele alınmıştır.

## 2. Kalsiyum Katyonlarının Hücreye Giriş-Çıkış Yolları

Bütün ökaryotik hücrelerin fizyolojisinde önemli rollere sahip olan kalsiyum iyonları hücre membranı içinde yer alan kalsiyuma geçirgen kanallar aracılığıyla hücreye giriş-çıkış yaparlar ve böylece kalsiyumun dengede kalması sağlanır (Rafaello ve ark., 2016; Pchitskaya ve ark., 2018). Bitkilerde kalsiyum katyonları,  $Ca^{+2}$  kanallarıyla "giriş" ve enerji-bağlı aktif transport sistemi olan kalsiyum taşıyıcılarla (transpoterler) "çıkış" yaparak uyum içinde birlikte çalışan kanallar (giriş)-taşıyıcılar (çıkış) mekanizmalarıyla

kalsiyum sinyalleri üretirler (Kudla ve ark., 2018). Model bitki *Arabidopsis*'te 5 farklı kalsiyuma geçirgen kanal tanısı yapılmıştır (Kurusu ve ark., 2013; Morgan ve Galione, 2014; Yuan ve ark., 2014), bu kanallar döngüsel nükleotit kapılı kanallar, glutamat reseptörleri, iki gözenekli kanallar, mekano duyarlı kanallar ve azaltılmış hiper osmolalite teşvikiyle  $[Ca^{+2}]_{cyt}$  artışıdır. Bu kanallarla kalsiyumun hücre içine girişi sağlanırken aynı zamanda taşıyıcılarla hücre dışına çıkışı engellenir. Kalsiyumun hücre dışına çıkışını sağlayan 4 farklı taşıyıcı vardır, bunlar otoinhibe olan  $Ca^{+2}$ -ATPazlar (ACAs), ER-tipi  $Ca^{+2}$ -ATPazlar (ECAs), P1-ATPazlar ve  $Ca^{+2}$  değiştiriciler (CAX) kalsiyumun hücre dışına çıkışını sağlayan taşıyıcılardır (Costa ve ark., 2017; Yang ve ark., 2017). Enerji kaynağı olarak ATP veya  $H^{+}$  gradyanını kullanan bu kanallar, hücre membranında oluşan konsantrasyon gradyanına karşı kalsiyumu hücre dışına pompalarlar (Kudla ve ark., 2018). Bitki kalsiyum kanalları ve taşıyıcıların özel işlevleri ile immünite arasındaki bağlantı yeni keşfedilmeye başlanmıştır (Zhang ve ark., 2018; Tian ve ark., 2019; Thor ve ark., 2020).

## 3. Biyotik İnteraksiyonlarda Kalsiyum Sinyalleri Nasıl Algılanmaktadır?

Kalsiyum hücre içine girdikten sonra dedektör görevi yapan moleküller bulunmaktadır, bu moleküller kalmudolin ( $CaM$ ), yakın bağlantılı kalmodulin-benzeri proteinler (CLPs), kalsinörin B-Benzeri proteinler (CBLs), CBL ile interaksiyona giren kinazlar (CIPKs)'dir (Kudla ve ark., 2018). CIPK grubu moleküller direk kalsiyumla bağlantı kuramamakta ancak CBL kalsiyumu bağladıktan sonra CBL üzerinden interaksiyon gerçekleşmektedir. CBL grubu moleküller simbiyotik ilişkilerdeki  $Ca^{+2}$  sinyallerine dahil olmakla beraber bitki gelişimi, beslenme, abiyotik stresle ilgili membran proteinlerinin düzenlenmesinde işlevseldir (Kudla ve ark., 2018).  $Ca^{+2}$  katyonları bu protein yapıları moleküller üzerinde EF-hand olarak isimlendirilen özel kalsiyum bağlanma bölgelerine bağlanır (Aldon ve ark., 2018). Kalsiyum bu proteinlerle bağlandıktan sonra çeşitli kanallar, enzimler, transkripsiyon regülatörleri gibi proteinlerin aktiviteleri değiştirilerek genlerin anlatımı, stoma kapanması gibi olaylarla sonuçlanan hücresel işlevler kapsamlı bir şekilde tekrar programlanır. Konuyla ilgili moleküller düzeyde bilgiler henüz çok



yetersiz olup, ancak konunun fizyolojisi anlaşılmaya başlanmıştır.

### 3.1. Bitki İmmünesinde CaM ve CaM-Bağlayan Proteinlerin Görevleri

Katalitik aktivitesi olmayan CaM, kalsiyum katyonlarıyla bağlandıktan sonra konformasyonel değişim geçirir ve hedeflenen çeşitli protein/amino asit moleküllere bağlanarak onların aktivitelerini değiştirir (Singh ve ark., 2020). Ökaryotlarda bulunan CaM, evrimsel olarak korunmuş protein sekanslarına sahiptir (Halling ve ark., 2016). *Arabidopsis* immünesinde savunma genlerinin düzenlenmesinde görev alan iki önemli transkripsiyon faktörleri SARD1 (Systemic Acquired Resistance Deficient 1), CBP60g (CaM Binding Protein 60g-Like g) ve tütünde de CBP60b'dir ve immün tepkinin ileri aşamalarında gereklidir (Sun ve ark., 2015). Patojenle infekteli bitkilerde sistemik savunmanın önemli hormonlarından olan salisilik asitin biyosentezi immün tepki sırasında aynı protein ailesinden olan CBP60 ve SARD1 proteinlerinin koordineli çalışmasıyla düzenlenmektedir (Huang ve ark., 2021). Buna göre CBP60g fonksiyonel özellik kazanmak için CaM'a bağlanır, ardından CaM'a bağlanma özelliği olmayan SARD1'in promotörüne bağlanarak SARD1'in aşırı ifade edilmesine neden olur (Seyfferth ve Tsuda, 2014). SARD1 ve CBP60g salisilik asit sentezinden sorumlu olan esas enzim ICSI (Isochorismate Synthase 1) geninin promotörüne bağlanarak promotör üzerindeki negatif regülatörü uzaklaştırıp SA sentezini teşvik etmektedir. Patojen infeksiyonu sırasında SA'nın ortamda birikiminden dolayı hormon vasıtasıyla sinyal transferi çeşitli savunma genlerini harekete geçirmektedir (Koo ve ark., 2020).

*Pseudomonas syringae* ile infekteli *Arabidopsis*'te plazmodesmlerde bulunan bir CLP proteini olan CML41'in transkripsiyonu maksimum düzeye çıkmakta ve plazmodesmlerde kallos birikimine neden olmaktadır (Xu ve ark., 2017). Biriken kallos bakteri infeksiyonunu azaltmaktadır. Yine *Arabidopsis*'te abiyotik stres üzerine CML36 proteini kalsiyumu bağladıktan sonra ACA8'le interaksiyona girerek kalsiyum pompa sisteminin oto-inhibisyonunu sağlamakta ve artan sitoplazmik  $Ca^{+2}$ 'u bazal seviyeye düşürmektedir (Astegno ve ark., 2017). Tütünde yapılan *ScCBL* gen nakilleriyle *Ralstonia solanacearum* infeksiyonuna karşı bitkinin dayanıklılığı artmaktadır (Su ve ark., 2020).

### 4. Bitki İmmünesiyle Kalsiyum Arasındaki Etkileşim

Biyotik strese karşı immün reaksiyon sırasında  $Ca^{+2}$  katyonlarının salınımı, bitki savunması için ilgili genlerin yeniden programlanmasında büyük öneme sahiptir. Bu konuyla ilgili ilk çalışmalar 1990'lı yıllarda ele alınmış ve günümüze kadar arazi çalışmasından ziyade genellikle *in vitro* bitki-hücre/patojen-elisitör uygulamalarıyla mekanizmalar ortaya çıkarılmaya başlanmıştır. Bitki reseptörlerinin, patojenlere/mikroplara ait moleküler örneklerle (kısaca PAMP/MAMP) (flagellin, EF-Tu, kitin gibi) bağlanması sonucunda bitki hücrelerinin kalsiyum akış yolları aktif hale geçmektedir (Macho ve Zipfel, 2014). Efektör/reseptör etkileşiminin hemen ardından sitoplazmik  $Ca^{+2}$  iyonlarının düzeyindeki değişimlerin ise immünesinin daha sonraki aşamalarında (downstream veya sekonder olaylar) gelişecek olan biyokimyasal olayları harekete geçirmede rol oynadığı düşünülmektedir (Ranf ve ark., 2011). Bu sekonder biyokimyasal olaylar dizisi  $Ca^{+2}$ 'un kalmodulin (CaM)'e,  $Ca^{+2}$ -bağlı protein kinazlara ve protein fosfatazlara,  $Ca^{+2}$ -aracılı iyon kanallarına veya  $Ca^{+2}$ 'la aktif duruma geçen fosfolipazlara bağlanmasıyla başlamaktadır. Böylece bu fizyolojik mekanizmalar öncülüğünde özel hücrel olaylara yönelim sağlanmaktadır (Hilleary ve ark., 2020).

*Arabidopsis*'de kalsiyum iyonlarının ATPaz'lar yardımıyla hücre dışına transferini yapan hücre membranına yerleşik olan protein pompa sistemi olan  $Ca^{+2}$ -ATPaz'lar kısaca ACAx olarak isimlendirilir (Geissler ve ark., 2000; Oelmüller, 2021). Kalsiyum iyonlarının hücre içine girişi ise kalsiyuma-geçirgen membran kanal sistemleriyle gerçekleşmektedir (Kudla ve ark., 2010; Demidchik ve ark., 2018). Birçok alt grupta sahip olan ACA proteinleri  $Ca^{+2}$ -ATPaz'larla birlikte çalışarak kalsiyum iyonlarının hücre içinde homeostazını sağlamak, çok çeşitli bitki gelişim fizyolojisini ve bitki immünesini ilgilendiren olayların düzenlenmesinde işlevseldir (Tuteja ve Mahajan, 2007; Hilleary ve ark., 2020). Bitki kalsiyum-ATPaz'ları, P-tipi ATPaz'ların üst familyasına ait bir gruptur (Geissler ve ark., 2000; Oelmüller, 2021).

ACA proteinlerinin çoğu oto-inhibitör domain alana sahip olup bu özelliğiyle ATPaz domain bölgenin aktivitesini kontrol altına alır ve kalsiyum pompa aktivitesinin düşük seviyede muhafaza edilmesini sağlar (Costa ve ark., 2017). ACA proteinlerinden ACA10 ve ACA8 kalsiyum

tarafından kontrol edilen pompa sisteminin proteinleridir, sitoplazmadan hücre dışına kalsiyum pompalar, bitki immünitesinde esas işlevsel olan *ACA10* olup, *ACA10* olmadığı zaman *ACA8*, *ACA12* ve *ACA13* genleri fonksiyonel olmaktadır (Yang ve ark., 2017; Yu ve ark., 2018). Sahip oldukları oto-inhibitör domain alanın kalmodulin-bağlama motif düzeniyle örtüşen bir yapıya sahip olması nedeniyle de ACA'lara bağlanan kalmodulin, oto-inhibisyonu serbest bırakmakta ve sonuçta kalsiyum ATPaz sistemi etkinleşmektedir (Tidow ve ark., 2012). Oto-inhibisyonun yıkılması ACA proteinlerinin düzensiz çalışmasına neden olmaktadır (Yu ve ark., 2018). Kalsiyum ya hücre dışına salınmadığı için hücre sitoplazmasında aşırı birikerek ya da apoplastik boşlukta aşırı birikerek toksik etkiye neden olabilir, dolayısıyla hücre homeostazına bağlı düzensizlikler de gelişir.

Fungal patojen *Botrytis cinerea*'ya karşı bitki hastalık dayanıklılığında gerekli olan sitoplazmik bir reseptör BIK1 *Arabidopsis*'te kalsiyum girişini hızla aktifleştirmektedir (Liang ve Zhou, 2018). Ancak kalsiyum kanallarının bitki immünitesindeki kontrol mekanizması halen netlik kazanmamıştır (Kong ve ark., 2020). Bitki hücrelerine kalsiyum-kanal aracılı  $Ca^{+2}$  katyonlarının girişinden sorumlu olan iki kanal ailesi mevcuttur; CNGC (Cyclic Nucleotide-Gated Channel) ve GLR (Glutamate Receptor Homologs) kanal protein aileleri olup biyotik/abiyotik stres toleransında fonksiyoneldir (Tian ve ark., 2020). *Arabidopsis CGNC2* lokusu mutant fenotiplerde kalsiyumun hücre içine girişi engellendiği için hücre dışı alanda aşırı miktarda  $Ca^{+2}$  katyonları birikerek kalsiyum toksisitesine neden olunmakta ve avirüent patojen infeksiyonlarıyla gelişen HR ile savunma tepkimeleri gecikmekte (Ren ve ark., 2021), ancak apoplastik kalsiyum birikiminin hücre duvarına güç kazandırması suretiyle HR tepkimesi engellenmektedir (Thor, 2019). Hem kalsiyum toksisitesi hem de kalsiyumun hücre duvarına güç kazandırması paradoksal bir durumdur. Bu mutant bireylerde virulent patojenlere dayanıklılık artışı ortaya çıkmakta, halbuki CGNC2 normal fenotiplerde virulent patojenlere dayanıklılık daha az, salisilatlar ve patogenesisle ilgili gen transkriptleri daha yüksektir (Ren ve ark., 2021). *In vitro*'da tütün hücrelerine uygulanan elisitörler (harpin, elicitin vb) ile teşvik edilen PTI aktiflenmesi sonucu sitosolik  $Ca^{+2}$  düzeyinde sağlanan geçici artış birkaç dakika içinde bazal seviyeye inmekte olup, *Arabidopsis-Pseudomonas syringae* interaksyonunda

kalsiyum katyonlarının hücreye girişi saatlerce sürmekte ve böylece bir ETI savunması olan HR aktivasyonunu geciktirmesi (Aldon ve ark., 2018), aslında kalsiyum toksisitesiyle hücre duvarının güç kazanması arasındaki çelişkili durumuda açıklamaktadır.

*Arabidopsis*'te sitoplazmik kalsiyumun vakuollere geçişini sağlayan ve tonoplastlarda yerleşik olan  $Ca^{+2}/H^{+}$  taşıyıcı kanal olan Cation Exchanger 1 (CAX 1 ve CAX 3 proteinleri) sistemi mutant fenotip çalışmaları yapılmıştır (Wang ve ark., 2017). *Arabidopsis cngn2* ve *cax1cax3* fonksiyon kaybı olan mutant fenotipler 0.1 mM  $Ca^{+2}$  içeren hidroponik koşullarda kontrol fenotiplere benzer bir gelişim gösterirken, 10 mM kalsiyum konsantrasyonunda mutant fenotiplerde  $H_2O_2$  birikimi, hücre ölümleri, yapraklarda yaşlanmada artış meydana gelmiş, avirüent patojenlere HR tepkisi kısmen baskılanmıştır. Böylece CNGC2'nin yaprak gelişimi ve HR baskılanmasında direk rol oynamadığı sadece kalsiyumun yaprak içine girişine aracılık ettiği bildirilmiştir.

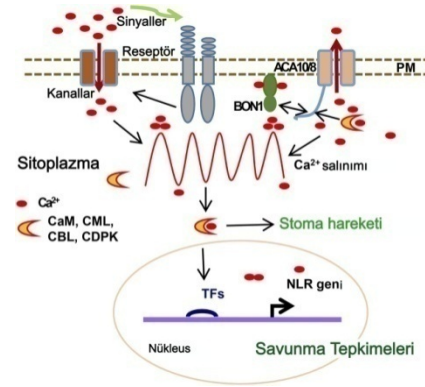
Kalsiyum sinyalizasyon dahilinde bitkilerde, biyotik ve abiyotik stresle bağlantılı olarak bitki immünitesinin ileri dönemlerinde kalsiyum katyonlarının algılanmasından sorumlu olan kalmodulin ve benzeri proteinler çok büyük bir protein ailesindedir (Wang ve ark., 2015). Çevresel streslere tepki olarak kalsiyum bağlayan bitki kalmodulin ailesi proteinleri transkripsiyon faktörleri, protein kinazlar, fosfatazlar, metabolik enzimler, iyon kanalları ve pompaları, hücre iskelet proteinlerinin düzenlenmesini kapsayan çok çeşitli fizyolojik mekanizmalardan sorumludur (Du ve ark., 2011; Poovaiah ve ark., 2013; Kölling ve ark., 2019).

*Arabidopsis thaliana*'a ait *ACA8* ve *ACA10* proteinlerinin *in planta* denemelerinde bir bakteriyel elisitör reseptörü olan FLS2 ile *ACA8* interaksiyona girerek  $Ca^{+2}$ -ATPaz transfosforilasyon geçirmek suretiyle aktivitesi düzenlenmekte olup böylece kalsiyum homeostazı  $Ca^{+2}$ -ATPaz aracılığıyla kontrol edilmektedir (Frei dit Frey ve ark., 2012). Kalsiyum iyonlarının hücre içi artışının, savunmanın daha sonraki aşamalarında gelişecek olan (downstream) olaylardan ROS'un üretilmesi, hipersensitif reaksiyon gelişimi, savunma gen transkriptlerinin artışı gibi olayların gelişmesinde öncül madde olması nedeniyle bitki için hayati önemde olduğu belirtilmiştir. Yuan ve ark. (2017) bakteriyel flagellin peptidin bitki tarafından algılanmasıyla  $Ca^{+2}$  girişini şematik olarak detaylandırmıştır. Buna göre bakteriyel elisitör flg22 ile bitki

reseptörü FLS2 bağlanınca aktif hale geçen reseptör, ACA8 ve ACA10 ile fiziksel olarak interaksyona girer ve ACA8/10'un oto-inhibitör etkisini ortadan kaldırır ki hemen ardından sitoplazmik kalsiyum düzeyi yükselmeye başlar. Yükselen sitoplazmik serbest  $[Ca^{+2}]$  iyonları CaM'a bağlanır,  $Ca^{+2}/CaM$ 'da ACA8 içinde yer alan CaM domain bölgeye bağlanır, böylece kalsiyum hücre dışına çıkmaya başlar ve sitoplazmadaki seviye azalır. Frei dit Frey ve ark. (2012) *ACA8ACA10* her iki geni mutantlı bitki varyetelerinin fitobakteriye duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Yang ve ark. (2017) bunun tam tersi sonuç bildirmiş olup, yapılan tekrarlı denemelerde tek başına *aca10* mutant ve *aca8aca10* genleri mutant fenotiplerde bakteriyel patojene hastalık dayanıklılığının arttığını gözlemlemişlerdir. Aynı araştırmacılar bu zıtlığın, belirsiz bir bitki ve patojen gelişim koşullarından ve iklim farklarından medyana gelebileceğini öne sürmüşlerdir.

Kalsiyum kanal ve pompa sistemlerinin bozulması bitki immünesini hem pozitif hem de negatif yönde etkilemektedir (Zhu ve ark., 2010; Singh ve Pandey, 2020; Guo ve ark., 2021). Mildiyö, trichoderma gibi kitin yapılı fungal patojenler bitki immün reseptörü CERK1 ile bağlantı kurunca ROS moleküllerinin üretimini teşvik eder, bir ROS molekülü olan  $H_2O_2$ 'de annexin 1 proteinini teşvik ederek sitoplazmaya kalsiyum girişini pozitif yönde artırır (Singh ve Pandey, 2020). *TaCaM3* geni susturulmuş buğday mezofil hücrelerine kalsiyum girişi azalmaktadır, *Tabln1* geninin susturulması da kalsiyum girişini önemli oranda artırmaktadır (Guo ve ark., 2021). *Tabln1* geni buğdayda kahverengi pas hastalığına dayanıklılıkta rol oynamakta olup, *TaCaM3* ise buğdayda rastık hastalığına dayanıklılıkta önemli pozitif rollere sahip bir calmodulin proteindir ve sitoplazmik  $Ca^{+2}$  ile uyumlu çalışmaktadır. *Arabidopsis thaliana*'nın plazma membran proteini BONZAI (BONI) immün reseptör genlerinin ifade edilmesini negatif düzenlerken, stomaların kapanmasını, ACA8 ve ACA10'un aktiflenmesini ise pozitif düzenlemektedir (Yang ve ark., 2017). Aktivitesini kalsiyumla bağlantılı gösteren BON1 proteini, ACA8 ve ACA10 ile fiziksel interaksyona girerek bunların etkinleşmesini sağlamakta ve hücre içi kalsiyum salınımını ayarlamaktadır (Yu ve ark., 2018). ACA10 ve ACA8 aynı zamanda kalmodulin bağlayıcı motif yapıyla örtüşen oto-inhibitör domain alana sahip olup, bu bölgeye kalmodulinin bağlanmasıyla ACA'lar aktif hale geçmektedir (Tidow ve ark., 2012). Oto-inhibitör domain alan

olmadığı zaman ACA10'un çalışma düzeni bozulmaktadır. ACA10/8'in oto-inhibitör bölgesine BON1'in bağlanmasıyla proteinde meydana gelen konformasyonel değişimle ACA10/8'e kalmodulin proteininin bağlanması olarak sağlanmakta ve ACA10/8'in oto-inhibisyon özelliği serbest bırakılmaktadır (Yu ve ark., 2018). Oto-inhibisyonun serbest olması özellikle bir indüksiyon sonrası kalsiyum homeostazı için,  $Ca^{+2}$  kationlarının kendi kendine kanal ve pompa sistemleriyle hücre içine periyodik giriş ve çıkış yapması nedeniyle önemlidir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Kalsiyum sinyalizasyonu ve bitki immünesinde fonksiyonel olan ACA10/8 ve BON1 proteinlerinin çalışma şeması (Yang ve ark., 2017).

**Figure 1.** Pathway modelling of ACA10/8 and BON1 proteins functional at calcium signaling and plant immunity (Yang et al., 2017).

Hücre yüzey reseptörleri patojeni algıladıktan hemen sonra hücre dışındaki kalsiyum iyonları, membran içine yerleşik olan kalsiyum kanalları aracılığıyla sitoplazmaya geçmektedir (Şekil 1). Kalsiyum konsantrasyonunda sağlanan bu geçici artış membran içine yerleşik olan BON1 proteini, ACA10 ve ACA8 proteinlerini aktifleştirir, böylece kalsiyum ATPaz aracılığıyla hücre dışına çıkışı sağlanır. Yani hücre içine giriş ve çıkış belli sürelerle periyodik salınımlar şeklinde devam etmektedir.  $Ca^{+2}$  kationlarının neden salınım yaptığının şifresi kalsiyum bağlayan proteinler sayesinde çözülmüş ve stomaların açılması-kapanması ve savunmayla ilgili *PR1* genlerinin ifade edilmesini kontrol etmek için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

BON1, ACA8 ve ACA10 mutantlı olan *Arabidopsis* bitkisi kalsiyuma duyarlılığını kaybetmekte ve patojene karşı stoma kapanması azalmaktadır, dolayısıyla patojenin bitkiye girişine elverişli ortam oluşmaktadır. Ancak

*aca10* ve *aca8aca10* mutant bitkilerde bakteriyel patojene hastalık dayanıklılığı artmaktadır (Yang ve ark., 2017). ACA8/10'nun fonksiyonlarında meydana gelen bir sapma, PR1 grubu genlerin çalışmasını artırarak hastalık direncini yükseltmektedir (Yu ve ark., 2018). Yang ve ark. (2017)'e göre, kalsiyumun sabit olan stabilitesinin değişimi konukçuyu istila eden patojenin sinyallerini taklit etmekte ve sonuçta NLR genleri fazla çalışarak bitkiyi zarardan korumaktadır.

*Arabidopsis* model bitkisinde, immün tepkide  $Ca^{2+}$ -aracılı gen ifadesinin düzenlenmesinden sorumlu olan CaM-bağlayan transkripsiyon aktifleyicilerden (CAMTAs) biri olan *CAMTA3* gen aktivatörü mutant olan bitkide biyotik savunma genlerini baskıladığı bilinmektedir (Galon ve ark., 2008; Saijo ve Loo, 2020). Ancak henüz fizyolojik rolünün bilinmediği belirtilen ilgili genin CAMTA3 ve WRYK ile düzenlenen gen iletişimiyle bir ağ bağlantısı olduğu da açığa çıkarılmıştır (Galon ve ark., 2008).

## 5. Sonuç ve Beklentiler

Yapılan çalışmalarla kalsiyum sinyalizasyon yollarının işleyişi de ortaya çıkmaya başlamıştır. Patojene ait moleküler örneklerin bitki tarafından algılanmasından sonra, hücre membranında bulunan iyon kanalları aracılığıyla sitosolik kalsiyum katyonlarının konsantrasyonunda ani, hızlı ve geçici bir artış olduğu bilinmektedir. Bu süreçte kalsiyum iyonları belli bir süre hücre içine giriş ve çıkış yaparak periyodik bir şekilde inişli-çıkışlı bir seyir takip etmektedir. Biyotik faktörün algılaması aşamasındaki bu ani artış immünitinin ilk başlangıç aşamasındaki biyokimyasal olaylar için gerekli olup, daha sonra kalsiyumun hücre dışına verilip tekrarlı olarak hücre içine giriş ve çıkış şeklinde periyodik salınımı uyarılacak olan fizyolojik olaylar için zorunludur. Bitki immünitinde flagelline bağlı sonuçlar ortaya konmasına rağmen, diğer farklı bir biyotik uyarana karşı kalsiyumun miktarındaki ani artışın nasıl düzenlendiği hala bilinmemektedir. Örneğin farklı MAMP veya PAMP'lar tek veya karışım halinde bitkiyi infekte ettiği zaman burada ele alınan ACA10 ve ACA8'in veya diğer ACA ailesi proteinlerin fonksiyonlarının gerekliliği henüz bilinmemektedir. Bitkinin makro besin maddesi olarak kalsiyumla beslenme durumuna bağlı hücresel miktarı immünitini de etkilemektedir. Bu çerçevede ele alınan konuyla ilgili henüz yeterli moleküler düzeyde araştırma bulunmamakta olup, çok fazla çeşitte bitki-patojen

örnekleriyle ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır. Birçok araştırmalarla bu sinyal transdüksiyon olayları birbirlerinden bağımsız gibi ele alınarak sonuçlar çıkarılmaktadır. Bu nedenle bitki dayanıklılık ıslahı amaçlı biyotik-kalsiyum sinyalizasyon ağıyla ilgili bir strateji önerisi riskli olabilir. Halen fizyolojik, biyokimyasal, tarımsal, moleküler biyolojik, biyoinformatik vb. alanlarda interdisipliner çalışmaların ortak sonuçlarına dayalı birçok bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bitki immünitinin sinyalizasyon ağına rol oynayan bütün olaylar ortaya çıkarılarak tek bir parametre haline getirildiğinde, bitki dayanıklılık ıslah çalışmalarına yeni rota çizilmesinde yarar sağlayacaktır. İleri hedefler arasında patojen efektörlerinin bitki kalsiyum sinyalizasyon ağını dolaysız hedef alabileceği olası çalışmalar ya da bitki-mikrop interaksiyonlarında kalsiyum-homeostaz aktörlerinin keşif çalışmaları veya kalsiyum sinyalizasyon ağının immünitide rol oynayan ROS, SA, NOI, MAPK olayları, HR tepkimeleri gibi olaylarla çapraz bağlantı yollarındaki ilişkileri gibi konularda deneysel çalışmalar konunun moleküler mekanizmasının aydınlatılmasında yol gösterici olacaktır. Aynı zamanda yeni bitki koruma ilaçlarının geliştirilmesine de zemin hazırlayacaktır.

## 6. Çıkar Çatışması

Yazar ve konuyla ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## 7. Yazar Katkısı

Makalenin hazırlanmasında yazarın katkısı %100'dür.

## 8. Kaynaklar

- Aldon, D., Mbengue, M., Mazars, M., Galaud, J.P., 2018. Calcium Signalling in Plant Biotic Interactions. *International Journal of Molecular Sciences* 19(3): 665. <https://doi.org/10.3390/ijms19030665>.
- Astegno, A., Bonza, M.C., Vallone, R., La Verde, V., D'Onofrio, M., Luoni, L., Molesini, B., Dominici, P., 2017. Arabidopsis calmodulin-like protein CML36 is a calcium ( $Ca^{2+}$ ) sensor that interacts with the plasma membrane  $Ca^{2+}$ -ATPase isoform ACA8 and stimulates its activity. *The Journal of Biological Chemistry* 292(36): 15049-15061. <https://doi.org/10.1074/jbc.M117.787796>.
- Costa, A., Louni, L., Marrano, C.A., Hashimoto, K., Köster, P., Giacometti, S., De Michelis, M.I.,

- Kudla, J., Bonza, M.C., 2017. Ca<sup>2+</sup>-dependent phospho regulation of the plasma membrane Ca<sup>2+</sup>-ATPase ACA8 modulates stimulus-induced calcium signatures. *Journal of Experimental Botany* 68(12): 3215-3230. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx162>.
- Demidchik, V., Shabala, S., 2018. Mechanisms of cytosolic calcium elevation in plants: the role of ion channels, calcium extrusion systems and NADPH oxidase-mediated ROS-Ca<sup>2+</sup> Hub. *Functional Plant Biology* 45: 9-27. <https://doi.org/10.1071/FP16420>.
- Demidchik, V., Shabala, S., Isayenkov, S., Juin, T.A., Pottosin, I., 2018. Calcium transport across plant membranes: mechanisms and functions. *The New Phytologist* 220(1): 49-69. <https://doi.org/10.1111/nph.15266>.
- Du, L., Yang, T., Puthanveetil, S.V., Poovaiah, B.W., 2011. Decoding of calcium signals through calmodulin: calmodulin-binding proteins in plants. In: S.Luan, (Eds): *Coding and decoding of calcium signals in plants*. Berlin, pp. 177-233.
- Frei dit Frey, N., Mbengue, M., Kwaaitaal, M., Nitsch, L., Altenbach, D., Häweker, H., Lozana-Duran, R., Njo, M.F., Beeckman, T., Huettel, B., Borst, J.W., Panstruga, R., Robatzek, S., 2012. Plasma membrane calcium ATPases are important components of receptor-mediated signaling in plant immune responses and development. *Plant Physiology* 159(2): 798-809. <https://doi.org/10.1104/pp.111.192575>.
- Galon, Y., Nave, R., Boyce, J.M., Nachmias, D., Knight, M.R., Fromm, H., 2008. Calmodulin-binding transcription activator (CAMTA) 3 mediates biotic defense responses in *Arabidopsis*. *Federation of European Biochemical Societies Letters* 582: 943-948. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2008.02.037>.
- Geisler, M., Axelsen, K.B., Harper, J.F., Palmgren, M.G., 2000. Molecular aspects of higher plants P-type Ca<sup>(2+)</sup>-ATPases. *Biochimica et Biophysica Acta* 1465(1-2): 52-78. [https://doi.org/10.1016/s0005-2736\(00\)00131-0](https://doi.org/10.1016/s0005-2736(00)00131-0).
- Guo, S., Zhang, Y., Zeng, P., Li, M., Zhang, Q., Li, T., Wang, X., Kang, Z., Zhang, Z., 2021. *TaBIN1* negatively regulates wheat resistance to stripe rust by reducing Ca<sup>2+</sup> influx. *bioRxiv* 2021.07.16.452683. <https://doi.org/10.1101/2021.07.16.452683>.
- Halling, D.B., Liebeskind, B.J., Hall, A.W., Aldrich, R.W., 2016. Conserved properties of individual Ca<sup>2+</sup>-binding sites in calmodulin. *Proceedings of the National Academy of Sciences Of the United States of America* 113(9): E1216-E1225. <https://doi.org/10.1073/pnas.1600385113>.
- Hedrich, R., 2012. Ion channels in plants. *Physiological Reviews* 92(4): 1777-1811. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2011>.
- Hilleary, R., Paez-Valencia, J., Vens, C., Toyota, M., Palmgren, M., Gilroy, S., 2020. Tonoplast-localized Ca<sup>2+</sup>pumps regulate Ca<sup>2+</sup> signals during pattern-triggered immunity *Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 117(31): 18849-18857. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004183117>.
- Huang, W., Wu, Z., Tian, H., Li, X., Zhang, Y., 2021. *Arabidopsis* Calmodulin-Binding Protein 60b plays dual roles in plant immunity. *Plant Communications* 2(6): 100213. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2021.100213>.
- Kadota, Y., Sklenar, J., Derbyshire, P., Stransfeld, L., Asai, S., Ntoukakis, V., Jones, J.D.G., Shirasu, K., Menke, F., Jones, A., Zipfel, C., 2014. Direct regulation of the NADPH oxidase RBOHD by the PRR-associated kinase BIK1 during plant immunity. *Molecular Cell* 54: 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2014.02.021>.
- Kong, X., Xu, L., Jamieson, P., 2020. Plant Sense: The Rise of Calcium Channels. *Trends in Plant Science* 25(9): 838-841. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.06.002>.
- Koo, Y.M., Heo, A.Y., Choi, H.W., 2020. Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. *Plant Pathology Journal* 36(1): 1-10. <https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295>.
- Kölling, M., Kumari, P., Bürstenbinder K., 2019. Calcium- and calmodulin-regulated microtubule-associated proteins as signal-integration hubs at the plasma membrane-cytoskeleton nexus. *Journal of Experimental botany* 70(2): 387-396. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery397>.
- Kudla, J., Batistic, O., Hashimoto, K., 2010. Calcium signals: the lead currency of plant information processing. *The Plant Cell*, 22(3): 541-563. <https://doi.org/10.1105/tpc.109.072686>.
- Kudla, J., Becker, D., Grill, E., Hedrich, R., Hippler, M., Kummer, U., Parniske, T., Romeis, T., Schumacher K., 2018. Advances and current challenges in calcium signaling. *The New Phytologist* 218(2): 414-431. <https://doi.org/10.1111/nph.14966>.
- Kurusu, T., Kuchitsu, K., Nakano, M., Nakayama, Y., Iida, H., 2013. Plant mechanosensing and Ca<sup>2+</sup> transport. *Trends in Plant Science* 18: 227-233.
- Liang, X., Zhou J.M., 2018. Receptor-like cytoplasmic kinases: central players in plant receptor kinase-mediated signaling. *Annual Review of Plant Biology* 69: 267-299.
- Macho, A.P., Zipfel, C., 2014. Plant PRRs and the activation of innate immune signaling. *Molecular Cell* 54(2): 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2014.03.028>.
- Morgan, A.J., Galione, A., 2014. Two-pore channels (TPCs): current controversies. *BioEssays* 36(2): 173-183. <https://doi.org/10.1002/bies.201300118>. Mur, L.A., Kenton, P., Lloyd, A.J., Ougham, H.,

- Prats, E., 2008. The hypersensitive response: the centenary is upon us but how much do we know?. *Journal of Experimental Botany* 59(3): 501-520. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm239>.
- Oelmüller, R., 2021. Threat at One End of the Plant: What Travels to Inform the Other Parts? *International Journal of Molecular Sciences* 22(6): 3152. <https://doi.org/10.3390/ijms22063152>.
- Pchitskaya, E., Popugaeva, E., Bezprozvanny, I., 2018. Calcium signaling and molecular mechanisms underlying neuro degenerative diseases. *Cell Calcium* 70: 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.ceca.2017.06.008>.
- Poovaliah, B.W., Du, L., Wang, H., Yang, T., 2013. Recent advances in calcium/calmodulin-mediated signaling with an emphasis on plant-microbe interactions. *Plant Physiology* 163: 531-542. <https://doi.org/10.1104/pp113.220780>.
- Rafaello, A., Mammucari, C., Gherardi, G., Rizzuto, R., 2016. Calcium at the Center of Cell Signaling: Interplay between Endoplasmic Reticulum, Mitochondria, and Lysosomes. *Trends in Biochemical Sciences* 41(12): 1035-1049. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2016.09.001>.
- Ranf, S., Eschen-Lippold, L., Pecher, P., Lee, J., Scheel, D., 2011. Interplay between calcium signalling and early signalling elements during defence responses to microbe- or damage-associated molecular patterns. *The Plant Journal* 68: 100-113. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2011.04671.x>.
- Ren, H., Zhao, X., Li, W., Hussain, J., Qi, G., Liu, S., 2021. Calcium Signaling in Plant Programmed Cell Death. *Cells* 10(5): 1089. <https://doi.org/10.3390/cells10051089>.
- Saijo, Y., Loo, E. P., 2020. Plant immunity in signal integration between biotic and abiotic stress responses. *The New Phytologist* 225(1): 87-104. <https://doi.org/10.1111/nph.15989>.
- Seyfferth, C., Tsuda, K., 2014. Salicylic acid signal transduction: the initiation of biosynthesis, perception and transcriptional reprogramming. *Frontiers in Plant Science* 5: 697. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00697>.
- Singh, S., Virdi, A.S., Singh, P., 2020. Calmodulin-Binding Kinases. *Protein Kinases and Stress Signaling in Plants: Functional Genomic Perspective* 248-265.
- Singh, N., Pandey, G.K., 2020. Calcium signatures and signal transduction schemes during microbe interactions in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology* 29: 675-686. <https://doi.org/10.1007/s13562-020-00604-6>.
- Stael, S., Wurzing, B., Mair, A., Mehlmer, N., Vothknecht, U.C., Teige, M., 2012. Plant organellar calcium signalling: an emerging field. *Journal of Experimental Botany* 63(4): 1525-1542. <https://doi.org/10.1093/jxb/err394>.
- Su, W., Huang, L., Ling, H., Ling, H., Mao, H., Huang, N., Su, Y., Ren, Y., Wang, D., Xu, L., Muhammad, K., Que, Y., 2020. Sugar cane calcineurin B-like (CBL) genes play important but versatile roles in regulation of responses to biotic and abiotic stresses. *Scientific Reports* 10(1): 167. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57058-7>.
- Sun, T., Zhang, Y., Li, Y., Zhang, Q., Ding, Y., Zhang, Y., 2015. ChIP-seq reveals broad roles of SARD1 and CBP60g in regulating plant immunity. *Nature Communications* 6: 10159. <https://doi.org/10.1038/ncomms10159>.
- Swarbreck, S.M., Colaço, R., Davies, J.M., 2013. Plant calcium-permeable channels. *Plant Physiology* 163(2): 514-522. doi: 10.1104/pp.113.220855.
- Thor, K., 2019. Calcium-Nutrient and Messenger. *Frontiers in Plant Science* 10: 440. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00440>.
- Thor, K., Jiang, S., Michard, E., George, J., Scherzer, S., Huang, S., Dindas, J., Derbyshire, P., ..... Zipfel, C., 2020. The calcium permeable-channel OSCA 1.3 regulates plant stomatal immunity. *Nature* 585(7826): 569-573. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2702-1>.
- Tian, W., Hou, C., Ren, Z., Wang, C., Zhao, F., Dahlbeck, D., Hu, S., Zhang, L., Niu, Q., Li, L., Staskawicz, B.J., Luan, S., 2019. A calmodulin-gated calcium channel links pathogen patterns to plant immunity. *Nature* 572(7767): 131-135. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1413-y>.
- Tian, W., Wang, C., Gao, Q., Li, L., Luan, S., 2020. Calcium spikes waves and oscillations in plant development and biotic interactions. *Nature Plants* 6(7): 750-759. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0667-6>.
- Tidow, H., Poulsen, L.R., Andreeva, A., Knudsen, M., Hein, K.L., Wiuf, C., Palmgren, M.G., Nissen, P., 2012. A bimodular mechanism of calcium control in eukaryotes. *Nature* 491(7424): 468-472. <https://doi.org/10.1038/nature11539>.
- Tuteja, N., Mahajan, S., 2007. Calcium signaling network in plants: an overview. *Plant Signaling and Behavior* 2(2): 79-85. <https://doi.org/10.4161/psb.2.2.4176>.
- Wang, G., Zeng, H., Hu, X., Zhu, Y., Chen, Y., Shen, C., Wang, H., Poovaliah, B.W., Du, L., 2015. Identification and expression analyses of calmodulin-binding transcription activator genes in soybean. *Plant and Soil* 386: 205-221. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2267-6>.
- Wang, Y., Kang, Y., Ma, C., Miao, R., Wu, C., Long, Y., Ge, T., Wu, Z., Hou, X., Zhang, J., Qi, Z., 2017. CNGC2 Is a Ca<sup>2+</sup> Influx Channel That Prevents Accumulation of Apoplastic Ca<sup>2+</sup> in the Leaf. *Plant Physiology* 173(2): 1342-1354. <https://doi.org/10.1104/pp.16.01222>.

- Xu, B., Cheval, C., Laohavisit, A., Hocking, B., Chiasson, D., Olsson, T.S.G., Shirasu, K., Faulkner, C., Gilliam, M., 2017. A calmodulin-like protein regulates plasmodesmal closure during bacterial immune responses. *The New Phytologist* 215(1): 77-84. <https://doi.org/10.1111/nph.14599>.
- Yang, D.L., Shi, Z., Bao, Y., Yan, J., Yang, Z., Yu, H., Li, Y., Gou, M., Wang, S., Zou, B., Xu, D., Ma, Z., Kim, J., Hua, J., 2017. Calcium Pumps and Interacting BON1 Protein Modulate Calcium Signature, Stomatal Closure and Plant Immunity. *Plant Physiology* 175(1): 424-437. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00495>.
- Yu, H., Yan, J., Du, X., Hua, J., 2018. Overlapping and differential roles of plasma membrane calcium ATPases in *Arabidopsis* growth and environmental responses. *Journal of Experimental Botany* 69(10): 2693-2703. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery073>.
- Yuan, F., Yang, H., Xue, Y., Kong, D., Ye, R., Li, C., Zhang, J., Theprungsirikul, L., Shrift, T., Krichilsky, B., Johnson, D. M., Swift, G.B., He, Y., Siedow, J.N., Pei, Z. M., 2014. OSCA1 mediates osmotic-stress-evoked  $Ca^{2+}$  increases vital for osmosensing in *Arabidopsis*. *Nature* 514(7522): 367-371. <https://doi.org/10.1038/nature13593>.
- Yuan, P., Jauregui, E., Du, L., Tanaka, K., Poovaiah, B.W., 2017. Calcium signatures and signaling events orchestrate plant-microbe interactions. *Current Opinion in Plant Biology* 38: 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2017.06.003>.
- Zhang, H., Hu, Z., Lei, C., Zheng, C., Wang, J., Shao, S., Li, X., Xia, X., Cai, X., Zhou, J., Zhou, Y., Yu, J., Foyer, C.H., Shi, K., 2018. A plant phytoalexin peptide initiates auxin-dependent immunity through cytosolic  $Ca^{2+}$  signaling in tomato. *The Plant Cell* 30(3): 652-667. <https://doi.org/10.1105/tpc.17.00537>.
- Zhu, X., Caplan, J., Mamillapalli, P., Czymmek, K., Dinesh-Kumar, S.P., 2010. Function of endoplasmic reticulum calciumATPase in innate immunity-mediated programmed cell death. *European Molecular Biology Organization* 29(5): 1007-1018. <https://doi.org/10.1038/emboj.2009.402>.