

PLANT PROTECTION BULLETIN

Bitki Koruma Bülteni

Volume 60

Number 4

October- December, 2020

ISSN 0406-3597

E-ISSN 1308-8122



Owner

Sait ERTÜRK

Editor in Chief

Ayşe ÖZDEM

Section Editors

AKSU, Pelin - Turkey	FARSHBAF, Reza - Iran
ALKAN, Mustafa - Turkey	FURSOV, Victor - Ukraine
ASAV, Ünal - Turkey	GÜLER, Yasemin - Turkey
ATHANASSIOU, Christos - Greece	GÜNAÇTI, Hale - Turkey
ATLIHAN, Remzi - Turkey	HASSAN, Errol - Australia
AYDAR, Arzu - Turkey	IŞIK, Doğan - Turkey
BARIŞ, Aydemir - Turkey	İMREN, Mustafa - Turkey
BAŞTAŞ, Kubilay - Turkey	KARAHAN, Aynur - Turkey
BATUMAN, Özgür - USA	KAYDAN, Mehmet Bora - Turkey
BOZKURT, Vildan - Turkey	KODAN, Münevver - Turkey
CANPOLAT, Sirel - Turkey	KOVANCI, Orkun Barış - Turkey
CORONA, OCHOA - Francisco - USA	SERİM, Ahmet Tansel - Turkey
COŞKAN, Sevgi - Turkey	SÖKMEN, Miray - Turkey
ÇAKIR, Emel - Turkey	TOPRAK, Umut - Turkey
DUMAN, Kamil - Turkey	TÖR, Mahmut - UK
DURMUŞOĞLU, Enver - Turkey	ULUBAŞ SERÇE, Çiğdem - Turkey
EVLİCE, Emre - Turkey	ÜSTÜN, Nursen - Turkey

Plant Protection Bulletin has been published by Plant Protection Central Research Institute since 1952. The journal is published four times a year with original research articles in English or Turkish languages on plant protection and health. It includes research on biological, ecological, physiological, epidemiological, taxonomic studies and methods of protection in the field of disease, pest and weed natural enemies that cause damage in plant and plant products. In addition, studies on residue, toxicology and formulations of plant protection products and plant protection machinery are also included. Article evaluation process is based on double blind referee system and published as open access. Annual biological studies, short communication, first report and compilations do not publish in the journal.

Abstracted/indexed by EBSCOhost, CAB Abstracts, Clarivate Analytics-Zoological Record, TR-Dizin.

Plant Protection Bulletin is quarterly publication of the Directorate of Plant Protection Central Research Institute on behalf of General Directorate of Agricultural Research and Policies.

Correspondence Address : Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

📍 Gayret Mahallesi Fatih Sultan Mehmet Bulvarı No.66 PK 49 06172 Yenimahalle, Ankara / TÜRKİYE

☎ +90 (0312) 344 59 93 (4 lines)

📠 +90 (0312) 315 15 31

@ bitkikorumbulteni@zmmae.gov.tr

🌐 <http://dergipark.gov.tr/bitkkorb>

Grafik Tasarım : Filiz Eryılmaz

Printing: Tarım ve Orman Bakanlığı - Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No: 10 Yenimahalle, Ankara Türkiye

Tel: (0312) 315 65 55 - Fax: 0312 344 81 40

E-Posta : yayin@tarim.gov.tr

Contents / İçindekiler

Investigation of resistance to Verticillium wilt disease (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.) in eggplant genotypes.....	5
Patlıcan genotiplerinde Verticillium solgunluk hastalığına (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.) dayanıklılığın araştırılması Ayşegül ÇOLAK ATEŞ	
Pests, beneficial insect species and their bio-ecologies in the collard gardens of Düzce province of Turkey.....	13
Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde belirlenen yararlı, zararlı böcek türleri ve biyo-ekolojileri Abdurrahman Sami KOCA, Halil KÜTÜK	
Prevalence of artichoke head rot (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.) disease and determining its effect on production in the Western Mediterranean Region of Turkey.....	21
Batı Akdeniz Bölgesi'nde Enginar baş çürüklüğü (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.) hastalığının yaygınlığı ve üretime etkisinin belirlenmesi Mehmet AYDOĞDU, İlker KURBETLİ, Sirel CANPOLAT	
Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on <i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)	31
Bazı bitki ekstraktlarının <i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri Feride KANİK, Ömer Cem KARAKOÇ	
Entomopathogenic nematodes occurring in alfalfa fields, Tokat, Turkey.....	41
Tokat (Türkiye) ili yonca alanlarında bulunan entomopatojen nematodlar Ayşegül ÇAĞLAYAN, Turgut ATAY, İlker KEPENEKÇİ	
Detection of some important viruses in tomato production areas of Diyarbakır province by molecular methods and their molecular characterization	49
Diyarbakır ili domates üretim alanlarındaki bazı önemli virüslerin moleküler yöntemler ile teşhisi ve moleküler karakterizasyonu Feyzullah YILMAZ, Hikmet Murat SİPAHİOĞLU	
Determination and partial molecular characterization of Plum pox virus in Bolu province	59
Bolu ilinde Plum pox virus'un belirlenmesi ve kısmi moleküler karakterizasyonu Ali Ferhan MORCA, Sevgi COŞKAN, Faruk ÖNCÜ	
Determination of different shoot pruning efficiency for controlling <i>Lasioptera</i> sp. (Diptera: Cecidomyiidae) in protected tomato cultivation and pests visual preferences	69
Örtüaltı domateste farklı sürgün budamasının <i>Lasioptera</i> sp. (Diptera: Cecidomyiidae) üzerine etkinliğinin belirlenmesi ve zararlının görsel renk tercihi Hasan Deda BÜYÜKÖZTÜRK, Mehmet KEÇECİ, Mustafa Gökhan BİLGİN, Murat ÖLÇÜLÜ, Seral YÜCEL	

Contents / İçindekiler

- Determination of fungal diseases in bean seeds in the Western Black Sea Region 75**
Batı Karadeniz Bölgesi'nde fasulye tohumlarında bulunan fungal hastalıkların belirlenmesi
Sirel CANPOLAT, Salih MADEN
- Determination of the infestation relationship between European sunflower moth and head rot disease on sunflower in Ankara province..... 85**
Ankara ilinde ayçiçeğinde zararlı Avrupa ayçiçeği güvesi ile Tabla çürüklüğü hastalığı arasındaki enfeksiyon ilişkisinin belirlenmesi
Cenk YÜCEL, Senem TÜLEK
- Aphid species (Hemiptera: Aphididae), their natural enemies and secondary hosts on temperate fruit species 91**
Ilıman iklim meyve türlerinde bulunan Aphid türleri (Hemiptera: Aphididae), doğal düşmanları ve sekonder konukçuları
İsmail ALASERHAT, Şaban GÜÇLÜ
- Citrus aphids (Hemiptera: Aphididae): incidence, population fluctuations, host plant and age preferences 111**
Turunçgil yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae): bulaşıklık oranları, popülasyon dalgalanmaları, konukçu bitki ve yaş tercihleri
Serdar SATAR, Mehmet KARACAOĞLU, Gül SATAR, Nedim UYGUN

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Investigation of resistance to *Verticillium* wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) in eggplant genotypes

Patlıcan genotiplerinde *Verticillium* solgunluk hastalığına (*Verticillium dahliae* Kleb.) dayanıklılığın araştırılması

Ayşegül ÇOLAK ATEŞ^{a*}

^aBiological Control Research Institute, Department of Phytopathology, Kışla Caddesi, 01321, Yüreğir, Adana, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.739856](https://doi.org/10.16955/bitkorb.739856)

Received : 19-05-2020

Accepted: 06-06-2020

Keywords:

Solanum melongena L., *Verticillium* wilt, resistance

* Corresponding author: Ayşegül ÇOLAK ATEŞ

[✉ aysegulcolak@hotmail.com](mailto:aysegulcolak@hotmail.com)

ABSTRACT

This study was conducted in 2015, it was aimed to determine the resistance status of 42 eggplant genotypes for breeding studies against *Verticillium* wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. disease, which limits eggplant production in Turkey. Disease resistance status of eggplant genotypes were determined by classical testing. The study revealed that it was determined the severity of the disease against *Verticillium dahliae* varied between 8.25-76.53% among the genotypes of different eggplant species. As a result of classical testing E4, E5, E7, E8, E10, E24, E33, E42 eggplant genotypes of different species; *Solanum torvum*, *Solanum incanum*, *Solanum linnaeanum*, *Solanum aethiopicum*, *Solanum sisymbriifolium*, *Solanum americanum* have been found resistant at 7.98-9.87% disease severity. It was also determined that 22 eggplant genotypes were moderate-level resistant and 13 eggplant genotypes were in susceptible groups. Eggplant genotypes, where the resistance status of *Verticillium* wilt determined in the study will contribute to the development of new hybrid eggplant varieties in future.

INTRODUCTION

Eggplant (*Solanum melongena* L.) is a hot climate plant originating in India. In recent years, it is known that eggplant has important vitamin and mineral content in terms of human health, like other vegetables, low calorie and low glycemic index values, and increased production of eggplant, such as salads, jams and pickles encouraged the increase of it (Çolak et al. 2018). Therefore, the eggplant has great economic value in many countries including Turkey. China is the larger eggplant producer in the first place in the world, followed by India, The United States of America and Turkey.

According to the Turkey Statistical Institute 2019 data, vegetable production in Turkey reached approximately 31.1 million tons by increasing 3.5%. In the production of vegetables in Turkey, eggplant is in fourth place after tomato, pepper and cucumber production (TÜİK 2019). Eggplant can be grown both in open field and in greenhouse; however, since the temperature demand is 25-30 °C during the day and minimum 15 °C at night, its cultivation is limited in certain regions (Aybak 2005). In 2019, eggplant production in Turkey was 836.284 tons, and the highest production was achieved in Antalya province as 190.125 tons, followed

by Mersin (170.376 tons), Balıkesir (51.550 tons), Muğla (40.009 tons), Bursa (33.956 tons) and Adana (32.235 tons) (TÜİK 2019).

Verticillium wilt caused by the soil-borne wilting fungal pathogen, *Verticillium dahliae* Kleb. (VT), is one of the most important plant diseases that limits production in the eggplant cultivation areas of our country (Altınok et al. 2012, Derviş et al. 2009, Uslu-Kiran et al. 2007). It has been reported that there may be over 50% product losses in production areas where the disease is observed (Bletsos et al. 2003, Neshev et al. 1997, Tani et al. 2018). *V. dahliae* was first reported in 1970 as a wilt pathogen of eggplant in Turkey (Kamal and Saydam 1970). The disease occurs more than 200 plant species (Inderbitzin and Subbarao 2014). *Verticillium dahliae* Kleb. is a fungal pathogen of soil borne which remains in the form of microsclerotia in the soil for more than 10 years, causing wilt and blocking the transmission bundles of infected plants (Agrios 2005). The lesions are seen as V-shaped leaves and are seen in a part of the plant or leaf. While browning observed in xylem in infectious plants can reach phloem tissue in Fusarium wilt, it is limited to xylem tissue in Verticillium wilt. Both of soil-borne disease pathogens can cause more severe diseases in the infected areas with nematodes that change the physiology of the plant and open the door to the plant (Miller et al. 1996, Milton et al. 1971). A study determined that the rate of the areas of diseased plants caused by *V. dahliae* in eggplant was 43.2% where 18 isolates were from seven provinces of Western Anatolia (Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İzmir, Kütahya and Manisa), 28 isolates were from seven provinces of South Anatolia (Adana, Antalya Osmaniye, Hatay, Karaman, Konya and Mersin), 21 isolates were reported from five provinces of Southeast Anatolian provinces by Derviş et al. (2009). Further studies in Adana, Antalya and İçel regions revealed *Fusarium* sp. but nearly all samples diseased *Verticillium* sp. in Hatay region (Yücel 1994). Several survey studies conducted in Antalya, Mersin and Samsun provinces in greenhouse eggplant production areas exhibited prevalence rates and disease severity of Fusarium and Verticillium wilt pathogens. These studies provide that average prevalence rates of Fusarium and Verticillium wilt diseases 20% in Antalya, and approximately 35% in Mersin, and less than 5% Verticillium wilt determined in Samsun provinces, respectively. On the other hand, their macroscopic, microscopic analysis and pathogenicity tests of collected 176 isolates determined as 112 of fungal isolates were *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* and 64 of fungal isolates were *Verticillium dahliae* Kleb. (Altınok et al. 2012).

V. dahliae is common in the eggplant growing areas and is difficult to determine its symptoms in the host plants, the

pathogen can be confused with other wilt pathogens easily. Cultural measures and chemical control are not very effective on the control against *V. dahliae*, and these control methods are not permanent and economical. Hence, appropriate control of *V. dahliae* needs alternative approaches including organic and integrated agriculture systems with reducing their negative effects of chemical control on other untargeted living organisms for countries (Çolak et al. 2018). Today, breeding studies are primarily aimed at developing durable resistant varieties. Because of negative effects of chemical control a reliable resistance sources have been required immediately (Scott 2005). Unfortunately, there is no Verticillium wilt resistant cultivar present in eggplant. In this context, in hybridization programs, genotypes of eggplants that are known to be resistant to wilting disease within their species are needed. In this study, it was aimed to determine the resistance levels of 42 eggplant genotypes for use in breeding studies against Verticillium wilt disease caused by *V. dahliae* disease in eggplant.

MATERIALS AND METHODS

In experiments, 42 eggplant genotypes were used as material in this study from 2015 eggplant breeding programs carried out in Alata Horticultural Research Institute, Mersin, Turkey. In classical testing studies, high resistance AGR703 (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*), Köksal F1 (*Solanum melongena* X *Solanum incanum*) commercial eggplant rootstocks, and Kemer, Aydın Siyahı eggplant cultivars were used as susceptible controls (Derviş et al. 2009, Talhouni et al. 2019).

Classical testing for *Verticillium dahliae* resistance levels

Classical testing experiments were performed according to seedling root dipping method for determining the resistance of *V. dahliae* Kleb. in 42 eggplant genotypes. For this purpose, the high virulence VT isolate obtained from greenhouse eggplant areas was developed for 10 days in PDA (Potato Dextrose Agar). Fungal mycelial developed at the end of the incubation period of VT fungus isolate were passed through double-layer cheesecloth and the spores suspension was adjusted to 1×10^7 spores/ml with Thoma slide (Çolak et al. 2019, Ozan 2004, Uslu-Kiran et al. 2007).

For VT inoculation, the soil containing roots of 4-5 leaf eggplant seedlings was washed, and than the roots were shaved for seedlings inoculation by immersion in VT spore suspension containing 1×10^7 spor / ml for 4-5 minutes. Eggplant seedlings inoculated were planted in 3 pots of eggplant seedlings in each pot of 15x15 cm containing steril soil: peat: perlite (1:1:1). The control plants to be used in testing were dipped in sterile water after planting their roots and planted in pots (Çolak et al. 2018). The experiment

was conducted with 5 pots for each eggplant genotype with completely randomized design and 3 plants were planted in each pot. The pots were kept in a climatized chamber with 26 ± 2 °C temperature, under 16 hours of light and 8 hours of darkness and a relative humidity of 60-70% conditions. The chamber was located at the Directorate of Biological Control Research Institute, Adana.

The disease severity was calculated using the Townsend-Heuberger formula according to Başay et al. (2011); the disease severity was measured with modified the 0-5 scales where 0: no disease symptoms and no color change in the root veins, 1: 30% of the leaves are yellow and very mild color change in the root veins, 2: 50% of the leaves are yellow and moderate color change in the root veins, 3: 50-70% of the leaves are yellow and substantial color change in the root veins, 4: only 1 to 2 leaves green and 71% color change in the root veins, 5: the plant dies. Plants' symptoms were measured 45 days after inoculations in the pot experiment (Başay et al. 2011, Bora and Karaca 1970, Karman 1971). The VT % disease severity rate was calculated for each eggplant genotype according to Neshev et al. (1997) and Başay et al. (2011)'s evaluation scale. The modified scale for genotypes were: highly resistant (0%: no disease symptom), resistant (0.1-10%), moderate-level resistant (10.1-25%), moderate-level susceptible (25.1-50%), susceptible (50.1-75%), high susceptible ($\geq 75.1\%$), the resistant level of eggplant genotypes has been demonstrated. The obtained data from inoculation results of the study were conducted by applying variance analysis, comparing average values, LSD (Fisher's Least Significant Difference) test (P: 0.05). These statistics tests were performed and their results were evaluated in Jump Package Program.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of classical testing studies, resistance levels of 42 eggplant genotypes have already determined against one of the most important soil borne fungal *V. dahliae* Kleb. pathogen causing Verticillium wilt disease. For this purpose, disease severity % and resistance status of eggplant genotypes belonging to classical test studies performed according to seedling root dipping method presented in Table 1. The differences between eggplant genotypes (Table 1) in terms of disease severity % values were found statistically significant ($P < 0.05$). It was also determined that the severity of the disease against *V. dahliae* varied 8.25-76.53% among the genotypes of different eggplant species. These classical tests unveiled 8 eggplant genotypes from different genus of *Solanum torvum*, *Solanum incanum*, *Solanum linnaeanum*, *Solanum aethiopicum*, *Solanum sisymbriifolium*, *Solanum americanum*. The 8 genotypes are belonged to different eggplant species where E4, E5, E7, E8, E10, E24, E33, E42

coded plants were found to be resistant with disease severity between 7.98-9.87%. Additionally, 22 eggplant genotypes with VT disease severity varied from 10.4% to 24.53% were resembled moderately resistant, 4 eggplant genotypes (E1, E12, E15, E41) were moderately susceptible between 25.07% -46.94% disease severity, and 9 eggplant genotypes were over 52% disease severity were in susceptible groups. (Table1, Figure1).

The *S. melongena* accessions have revealed varying levels of sensitivity to Verticillium wilt. However, sources of resistance to *V. dahliae* have been found in some wild *Solanum* species related to eggplants such as *S. torvum*, *S. linnaeanum*, *S. aculeatissimum*, *S. sisymbriifolium* (Collonnier et al. 2001, Liu et al. 2015). *S. torvum* has been reported to be resistant to Verticillium wilt and bacterial wilt, root-knot nematode and mycoplasma. (Collonnier et al. 2001, Kashyap et al. 2003). However, in our conducted tests proved that reactions against different Verticillium isolates were developed 20-27% symptom on *S. torvum* plants whereas other eggplants had 87-100% disease symptoms likely reported by Garibaldi et al. (2005). By screening an area that was naturally infected with the disease between 1998 and 2001, it was observed that the disease resistance of back-crossed *S. linnaeanum* and a cultivated eggplant increased by about 60%. It is reported that *S. linnaeanum* is able to use to increase the resistance against Verticillium wilt (Liu et al. 2015). The most common rootstocks used in eggplant production are *S. torvum*, *Solanum integrifolium* and *S. sisymbriifolium*. Bletsos et al. (2003) revealed that, eggplant grafted onto *S. torvum* and *S. sisymbriifolium* rootstocks, had positive effects on plant growth, yield and disease incidence of *V. dahliae* without change in fruit quality, and *S. torvum* was more resistant than *S. sisymbriifolium* to *V. dahliae*. Neshev et al. (1997) indicated that reactions of 37 eggplant varieties to Verticillium wilt and compared with Bulgarian varieties Svetlina and Luch. In the study, approximately 35% of the varieties were found to have extremely high resistance and 54% were moderately susceptible. The plant infected with *V. dahliae* in different varieties ranged from 2.5 to 56.8%. The varieties included in the study reported that they were more resistance than the Svetlina variety and could be used as sources of resistance to Verticillium wilt in future breeding programs. In our study, as a result of determining eggplant genotypes in which targeted VT disease resistance status were determined; the breeder will contribute to researches in new hybridization programs and the transfer of the gene of resistance to commercial eggplant varieties.

In vegetable cultivation, in areas where soil-borne diseases are intensive the fact that solarization is insufficient in the

Table 1. Determination of disease severity and resistance status against *Verticillium* wilt in eggplant genotypes

IC	Genotypes	Species	Disease severity (%)	Status of disease	IC	Genotypes	Species	Disease severity (%)	Status of disease
E1	Topan 374	<i>Solanum melongena</i>	40.80g	MS	E23	VI055486*	<i>Solanum torvum</i>	21.33bcdef	MR
E2	Aydın Siyahı	<i>Solanum melongena</i>	69.47kl	S	E24	VI050329*	<i>Solanum aethiopicum</i>	9.04a	R
E3	VI044986*	<i>Solanum aethiopicum</i>	22.93def	MR	E25	VI050355*	<i>Solanum aethiopicum</i>	20.78bcdef	MR
E4	VI036446*	<i>Solanum linnaeanum</i>	9.04a	R	E26	VI050367*	<i>Solanum aethiopicum</i>	19.7bcdef	MR
E5	SW	<i>Solanum torvum</i>	9.87a	R	E27	VI050371*	<i>Solanum aethiopicum</i>	22.40cdef	MR
E6	VI034853*	<i>Solanum incanum</i>	10.41a	MR	E28	VI050380*	<i>Solanum aethiopicum</i>	21.60bcdef	MR
E7	VI034860*	<i>Solanum incanum</i>	9.60a	R	E29	VI050391*	<i>Solanum aethiopicum</i>	19.20bcde	MR
E8	VI037466*	<i>Solanum incanum</i>	9.07a	R	E30	VI044180*	<i>Solanum americanum</i>	60.27j	S
E9	VI042823*	<i>Solanum incanum</i>	16.82b	MR	E31	VI047481*	<i>Solanum americanum</i>	18.13bcd	MR
E10	VI038170*	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	9.56a	R	E32	VI042548*	<i>Solanum americanum</i>	20.53bcdef	MR
E11	VI037223*	<i>Solanum indicum</i>	52.00i	S	E33	VI047620*	<i>Solanum americanum</i>	9.82a	R
E12	VI042257*	<i>Solanum indicum</i>	40.80g	MS	E34	VI037767*	<i>Solanum melongena</i>	24.27ef	MR
E13	VI034894*	<i>Solanum macrocarpon</i>	53.33i	S	E35	PI232079*	<i>Solanum melongena</i>	66.93k	S
E14	VI047475*	<i>Solanum macrocarpon</i>	76.53n	HS	E36	VI042514*	<i>Solanum melongena</i>	72.00lmn	S
E15	VI050400*	<i>Solanum macrocarpon</i>	46.94h	MS	E37	VI039552*	<i>Solanum melongena</i>	21.07bcdef	MR
E16	VI047392*	<i>Solanum torvum</i>	22.67cdef	MR	E38	VI042032*A	<i>Solanum melongena</i>	24.00ef	MR
E17	VI054894*	<i>Solanum torvum</i>	18.94bcde	MR	E39	VI055287*	<i>Solanum nigrum</i>	24.53ef	MR
E18	VI055295*	<i>Solanum melongena</i>	23.73ef	MR	E40	VI055104*	<i>Solanum nigrum</i>	21.60bcdef	MR
E19	VI047482*	<i>Solanum villosum</i>	55.21i	S	E41	VI041090*	<i>Solanum ferox</i>	25.07f	MS
E20	VI042539*	<i>Solanum villosum</i>	20.00bcdef	MR	E42	VI041031*	<i>Solanum torvum</i>	8.25a	R
E21	VI037342*	<i>Solanum xanthocarpum</i>	17.34bc	MR	Kemer	Variety	<i>Solanum melongena</i>	75.07mn	S
E22	VI040261*A	<i>Solanum xanthocarpum</i>	24.53ef	MR	Aydın Siyahı	Variety	<i>Solanum melongena</i>	60.67klm	S
Köksal	Rootstock	<i>Solanum melongena</i> X <i>Solanum incanum</i>	8.77a	R	AGR 703	Rootstock	<i>Solanum melongena</i> x <i>Solanum aethiopicum</i>	7.98a	R

Lsd 0.5

4.554

*:Genotypes were taken from World Vegetable Center in Taiwan. The resistance status, according to % disease severity values of eggplant genotypes has been demonstrated; highly resistant (0%: no disease symptoms, HR), resistant (0.1-10%, R), moderate-level resistant (10.1-25%, MR), moderate-level susceptible (25.1-50%, MS), susceptible (50.1-75%, S), high susceptible ($\geq 75.1\%$, HS). IC:Institute Code

control alone and the use of disease-resistant varieties or the use of resistant rootstocks has gained importance. Grafting method has started to be preferred especially for varieties with insufficient disease resistance. *Fusarium oxysporum*,

V. dahliae and *Meloidogyne* sp., in its control, significant successes has been achieved with the use of rootstocks. In the control against soil-borne diseases, it is possible for the rootstocks to provide this resistance by secreting their



Figure 1. An image from classical testing of some eggplant genotypes against Verticillium wilt disease. A diagnostic characteristic of VT is a blotchy yellow leaf color, wilting and distinctive discoloration in the vascular system in susceptible groups plants (E2, E11, E1, E19), and resistant groups plants (E24, E27, E40) in eggplants genotypes

secretions in the root region. However, in the production of grafted eggplant seedlings, primarily the culture forms, wild forms, close relative species and cross-species hybrids of eggplant; resistance to important biotic and abiotic stress factors should be evaluated in detail in rootstock breeding programs (Çolak et al. 2018, Khah 2005, 2011, Sarıbaş et al. 2019a). In the world, hybrid varieties obtained by hybridization of *S. torvum*, *S. incanum* x *S. melongena* and *S. melongena* x *S. aethiopicum* species are used as rootstocks in the production of grafted eggplant seedlings. In the production of grafted eggplant seedlings, *S. torvum* species as rootstock; It has been declared that it provides a high level of resistance to Verticillium wilt, Fusarium wilt, Bacterial wilt and root-knot nematode (Rotino et al. 2002, Sarıbaş et al. 2019b).

Çürük et al. (2009) determined that, in greenhouse soils infected with Verticillium wilt and root-knot nematode; it was determined that the yield values and the quality losses decreased in Fasalis and Pala varieties grafted on the *S. torvum* rootstock. It has been demonstrated that there are genes which provide resistance to soil-borne disease pathogens in the wild forms of eggplant such as *S. torvum*, *S. aethiopicum* and *S. incanum* and in close relative species. However, it has been revealed by research results that *S. melongena* has a lower level of resistance (Toppino et al. 2008). In the study conducted by Sarıbaş et al. (2019) it was stated that *S. melongena* X *S. aethiopicum* eggplant rootstock candidates developed in the breeding program were resistant to root-knot nematode (*M. incognita*), Verticillium (*V. dahliae* Kleb.) and Fusarium (*F. oxysporum* f. sp. *melongenae*) wilt diseases as a result of classical testing.

In recent years, rapid screening of disease-resistant lines using molecular markers in breeding studies, saving time, space and reliability by choosing the desired genotypes provides hundreds of plant choices in one day (Barone et al. 2005, Staniaszek et al. 2007). In the studies carried out in this context, studies of resistance to tomato against Verticillium wilt (*V. dahliae* Kleb.) disease have been initiated before, and SNP2827 / Tetraprimer ARMS marker developed in connection with the Ve-2 gene, which provides resistant and susceptible populations, has been developed (Acciarri et al. 2007, Arens et al. 2010). Since eggplant production has been less economical for many years than tomato production, such a study has not been possible until now. In this context, the development of these markers with the *V. dahliae* resistant and susceptible eggplant genotypes obtained as a result of our study contributed to the transfer of the gene of resistance to commercial eggplant varieties in the breeder's new hybridization programs.

The main goal of eggplant breeding is to develop hybrid varieties with high quality and resistant to diseases and pests. The aim of our study is to determine the resistance of Verticillium wilt caused by *V. dahliae* Kleb. disease in 42 eggplant genotypes. As a result of classical tests, in order to increase the effectiveness in the control against soil-borne pathogens such as *V. dahliae*, besides the selection of resistance varieties, the system should be considered as a whole and combined applications should be included in the disease control to protect it in environmental resistance. In this context, with the classical breeding methods, to develop a variety resistant to a single disease pathogen; in terms of productivity and quality, it is not sufficient for areas such as eggplant that have been cultivated in recent years and for a plant species with high number of diseases and pests. In today's conditions, depending on the production area and time, resistance to at least 3 or more diseases-pests is needed. Thus, it has been reported that there is a need to develop varieties resistant to nematode damage with soil-borne pathogens in countries and in Turkey, where eggplant production is intensive (Rotino et al. 2002). As the number of resistance needed increases, the breeding time becomes longer and even impossible. In recent years, while Fusarium wilt resistance has been developed, which has caused significant damage to eggplant with increased production, there is no such study so far for Verticillium wilt (Goth and Webb 1981). By determining the resistant and susceptible eggplant genotypes obtained as a result of this study, contribution was made to the infrastructure for the development of these markers. With this study results, 42 eggplant genotypes, which can be used as a source of resistance in eggplant breeding, are presented to the breeder. In addition, by identifying the parents who will be

resistant to *V. dahlia* Kleb. as a parent or father, it has also contributed to the establishment of alternative projects in terms of obtaining the new varieties through the fruit quality criterion demands which are at the forefront in the world.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Atilla Ata and Alata Horticultural Research Institute, Mersin, for supporting eggplant genotypes in the study.

ÖZET

Bu çalışma, patlıcan üretimini sınırlayan *Verticillium dahliae* hastalık etmeninin neden olduğu *Verticillium* solgunluğu hastalığına karşı dayanıklılık ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere 42 adet patlıcan genotipinin reaksiyon durumlarının belirlenmesi amacıyla 2015 yılında yapılmıştır. Patlıcan genotiplerinin hastalığa karşı dayanıklılık durumları klasik testleme ile tespit edilmiştir. Çalışmada farklı patlıcan türlerine ait genotipler arasında *V. dahliae*'ya karşı hastalık şiddetinin %8.25-76.53 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Klasik testleme sonucunda E4, E5, E7, E8, E10, E24, E33, E42 kodlu farklı türlere ait patlıcan genotipleri; *Solanum torvum*, *Solanum incanum*, *Solanum linnaeanum*, *Solanum aethiopicum*, *Solanum sisymbriifolium*, *Solanum americanum*'un %7.98-%9.87 hastalık şiddeti ile dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 22 adet patlıcan genotipinin orta dayanıklı ve 13 adet patlıcan genotipinin hassas gruplar içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen *Verticillium* solgunluğu'na dayanıklılık durumlarının belirlendiği patlıcan genotipleri gelecekte yeni hibrit patlıcan çeşidi geliştirmeye katkı sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: *Solanum melongena* L., *Verticillium* solgunluğu, dayanıklılık

REFERENCES

Acciarri N., Rotino G.L., Tamietti G., Valentino D., Voltattorni S., Sabatini E., 2007. Molecular markers for Ve1 and Ve2 *Verticillium* resistance genes from Italian germplasm. *Plant Breeding*, 126 (6), 617-621.

Agrios G.N., 2005. *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press. USA, p. 922.

Altınok H., Boyacı H.F., Topçu V., 2012. Prevalence of *Fusarium* and *Verticillium* wilts in greenhouse eggplant production areas of Antalya, Mersin and Samsun provinces and geographical distribution of the virulence of the isolates. *Atatürk University Journal of the Agricultural Faculty*, 43 (2), 107-115.

Arens P., Mansilla C., Deinum D., Cavellini L., Moretti A., Rolland S., Van der Schoot H., Calvache D., Ponz F., Collonnier C., Mathis R., Smilde D., Caranta C., Vosman B., 2010. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing. *Theoretical and Applied Genetics*, 120 (3), 655-664.

Aybak H.Ç., 2005. Patlıcan yetiştiriciliği. Hasat yayıncılık, ISBN: 978-975-8377-11-4, 112 s.

Barone A., Ercolano M.R., Langella R., Monti L., Frusciantè L., 2005. Molecular marker-assisted selection for pyramiding resistance genes in tomato. *Advances in Horticultural Science*, 19, 147-152.

Başay S., Şeniz V., Tezcan H., 2011. Reactions of selected eggplant cultivars and lines to *Verticillium* wilt caused by *Verticillium dahliae* Kleb. *African Journal of Biotechnology*, 10 (18), 3571- 3573.

Bletsos F. A., Thanassouloupoulos C., Roupakias D., 2003. Effect of grafting on growth, yield, and *Verticillium* wilt of eggplant. *HortScience*, 38 (2), 183-186.

Bora T., Karaca İ., 1970. The measurement of disease and pests in culture plants. Ege University Faculty of Agriculture Supplementary Course Book, No: 167, İzmir. p. 43.

Collonnier C., Fock I., Kashyap V., Rotino G.L., Daunay M.C., Lian Y, Mariska I.K., Rajam M.V., Servaes A., Ducreux G., Sihachakr D., 2001. Applications of biotechnology in eggplant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 65, 91-107.

Çolak A.A., Fidan H., Özarıslan A., Ata A., 2018. Determination of the resistance of certain eggplant lines against *Fusarium* wilt, *Potato Y Potyvirus* and root-knot nematode using molecular and classic methods. *Journal Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (11), 7446-7453.

Çolak A.A., Fidan H., Karacaoğlu M., Daşgan H.Y., 2019. The identification of the resistance levels of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and *Tomato yellow leaf curl viruses* in different tomato genotypes through traditional and molecular methods. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (2), 2203-2218.

Çürük S., Daşgan H.Y., Mansuroğlu S., Kurt Ş., Mazmanoğlu M., Antaklı O., Tarla G., 2009. Grafted eggplant yield, quality and growth in infested soil with *Verticillium dahliae* and *MX Meloidogyne incognita*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasilia, 44 (12), 1673-1681.

Dervis S., Yetisir H., Yıldırım H., Tok F.M., Kurt S., Karaca F., 2009. Genetic and pathogenic characterization of *Verticillium dahliae* isolates from eggplant in Turkey. *Phytoparasitica*, 37, 467-476.

- Garibaldi A., Minuto A., Gullino M.L., 2005. Verticillium wilt incited by *Verticillium dahliae* in eggplant grafted on *Solanum torvum* in Italy. Plant Disease, 89 (7), 777.
- Goth R.W., Webb R.E., 1981. Sources and genetics of host resistance in vegetable crops. In: "Fungal Wilt Diseases of Plant". Mace M.E., Bell, A.A., Beckman, C.H. (Eds.). Academic Press, London, 377-409 p.
- Inderbitzin P., Subbarao K.V., 2014. Verticillium systematics and evolution: How confusion impedes Verticillium wilt management and how to resolve it. Phytopathology, 104 (6), 564-574.
- Kamal M., Saydam C., 1970. *Verticillium* wilt of eggplant in Turkey. Plant Disease Reporter, 54 (3), 241-243.
- Karman M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler kitabı. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. Bornova/ İzmir. Ağustos 1971. 279 s.
- Kashyap V., Kumar S.V., Collonnier C., Fusari F., Haicour R., Rotino G.L., Sihachakr D., Rajam M.V., 2003. Biotechnology of eggplant. Scientia Horticulturae, 97, 1-25.
- Khah E.M., 2005. Effects of grafting on growth, performance and yield of aubergine (*Solanum melongena* L) in the field and greenhouse. Journal of Food, Agriculture & Environment, 392-394.
- Khah E.M., 2011. Effect of grafting on growth, performance and yield of aubergine (*Solanum melongena* L.) in greenhouse and open-field. International Journal of Plant Production, 5 (4), 359-366.
- Liu J., Zheng Z., Zhou X., Feng C., Zhuang Y., 2015. Improving the resistance of eggplant (*Solanum melongena*) to Verticillium wilt using wild species *Solanum linnaeanum*. Euphytica, 201, 463-469.
- Miller A.S., Rowe C.R., Riedel M.R., 1996. Fusarium and Verticillium wilts of tomato, potato, pepper and eggplant. The Ohio State University Extension, Plant Pathology, HGY-3122-96. 2021 Cofey Road. Columbus, OH 432101087.
- Milton J.M., Rogers W.G., Isaac I., 1971. Application of acrylamide gel electrophoresis of soluble fungal protein to taxonomy of *Verticillium species*. Transactions of the British Mycological Society 56 (1), 61-63.
- Neshev G., Ivanova I., Krusteva L., 1997. Response of different eggplant cultivars to *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.). Acta Horticulturae, 462, 763-768.
- Ozan S., Maden S., 2004. Ankara ili domates ekiliş alanlarında solgunluk ve kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal hastalık etmenleri. Bitki Koruma Bülteni, 44 (1-4), 105-120.
- Rotino G.L., Sunseri F., Acciarri N., Arpaia S., Mennella G., Spena A., Zottini M., 2002. Transgenic parthenocarpic and insect resistant eggplant. Transgenic Plants and Crops, ISBN: 0- 8247-0545-9, 587-601.
- Scott J.W., 2005. Perspective on tomato disease resistance breeding: past, present and future. Acta Horticulturae, 695.
- Staniaszek M., Kozik E.U., Marczewski W., 2007. A CAPS Marker TAO1902 diagnostic for the I-2 gene conferring resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2 in tomato. Plant Breeding, 126 (3), 331-333.
- Talhouni M., Kuřvuran ř., Kıran S., Ellialtıoğlu ř., 2019. Tuz stresi altında yetiştirilen patlıcan bitkilerinde klorofil, yaprak su potansiyeli ve bazı meyve özellikleri üzerine aşılı bitki kullanımının etkisi. Toprak Su Dergisi, 8 (1), 29-38.
- Tani E., Kizis D., Markellou E., Papadakis I., Tsamadia D., Leventis G., Makrogianni D., Karapanos I., 2018. Cultivar-dependent responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) to simultaneous *Verticillium dahliae* infection and drought. Frontiers in Plant Science, 9, 1181. doi: 10.3389/fpls.2018.01181
- Toppino L., Vale G., Rotino G.L., 2008. Inheritance of Fusarium wilt resistance introgressed from *Solanum aethiopicum* Gilo and *Aculeatum* groups into cultivated eggplant (*S. melongena*) and development of associated PCR-based markers. Molecular Breeding, 22 (2), 237-250.
- TÜİK 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. TÜİK, <http://www.tuik.gov.tr> (accessed date: 6.04.2020)
- Uslu-Kıran S., Ellialtıoğlu ř., Dolar F.S., Üstün A.S., Mehmetođlu Ü., Bayraktar H., 2007. Patlıcanda *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık ile kallus kültüründe solavetivon birikimi arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (1), 45-53.
- Yücel S., 1994. Akdeniz Bölgesi örtü altı sebze alanlarında görülen fungal hastalıklar. Bitki Koruma Bülteni, 34 (1-2), 23-34.
- Cite this article: Çolak Ateş, A. (2020). Investigation of resistance to Verticillium wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) in eggplant genotypes. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.739856
- Atıf için: Çolak Ateş, A. (2020). Patlıcan genotiplerinde Verticillium solgunluk hastalığına (*Verticillium dahliae* Kleb.) dayanıklılığın araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.739856

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Pests, beneficial insect species and their bio-ecologies in the collard gardens of Düzce province of Turkey

Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde belirlenen yararlı, zararlı böcek türleri ve biyo-ekolojileri

Abdurrahman Sami KOCA^a, Halil KÜTÜK^a

^aDepartment of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.714468](https://doi.org/10.16955/bitkorb.714468)

Received : 04-04-2020

Accepted: 25-08-2020

Keywords:

Collard, natural enemies, pests, Düzce, Turkey

* Corresponding author: A. Sami KOCA

✉ a.samikoca@yahoo.com.tr

ABSTRACT

Collard (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) is among the most important winter vegetables commonly planted in the Black Sea Region of Turkey, where climatic conditions are more favorable to grow these crops. Surveys were carried out between 2016 and 2017 to determine the harmful and beneficial insect species in the collard gardens of Düzce province, located in the West Black Sea Region of Turkey. As a result of this research, 18 harmful species from seven families belonging to four orders and five beneficial species from four families belonging to four orders were found out in the collard gardens. Cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (L.) (Hemiptera: Aleyrodidae), was found as the main pest of collard and specified that this pest constitutes populations at potentially significant levels. Additionally, aphids *Brevicoryne brassicae* L. and *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) damage were determined in the collards. In some collard gardens, the following important harmful species that emerged occasionally were identified: *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *P. atra* Fabricius, *P. variipennis* Boieldieu, *P. striolata* Fabricius, and *P. undulata* Kutschera (Coleoptera: Chrysomelidae) as flea beetles; *Pieris brassicae* (L.) and *P. rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae) as cabbage moths. *Encarsia tricolor* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Clitostethus arcuatus* Rossi (Coleoptera: Coccinellidae) were determined as the most common beneficial species in collard gardens.

GİRİŞ

Brassicaceae (Capparales) familyasına bağlı karayaprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen en önemli kış sebzeleri arasındadır. Karadeniz Bölgesi'nin batısında yer alan Düzce ilinde karayaprak lahanası ev bahçesi şeklinde yetiştirilmekte ve üreticiler için önemli bir gelir kaynağı oluşturmasının yanı sıra bölge halkı için yöresel beslenmede de önemli bir bitkidir. Brassicaceae familyasındaki sebzeler, özellikle

içerdiği besin maddeleri ve fitokimyasallar bakımından zengin olmaları, insan vücudunda kolesterol ve kan şekeri düzeyinin normal seviyelerde seyretmesini sağlamaları, kemik erimesi, kalp hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkilere sahip olmaları sebebiyle sağlıklı beslenmedeki önemleri yapılan araştırmalar sonucunda her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır (Vural et al. 2000). Bu familyadaki sebzelerden karayaprak lahanası, Brassicaceae familyasının

en eski formlarından birisi olup (Nieuwhof 1969), sahip olduğu zengin besin değerlerinden dolayı uzun yıllardan bu yana sağlıklı beslenmenin vazgeçilmezleri arasında yer almaktadır (Günay 1984). Ülkemiz genelinde 2019 yılında yaklaşık 49 bin dekar alanda karayaprak lahanası ekimi yapılmış ve yaklaşık 57 bin ton ürün hasat edilmiştir. Ekili alanların yaklaşık olarak %18'ine karşılık gelen 8.900 dekar Batı Karadeniz Bölgesi'ndedir. Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Düzce ilinde ise 2.100 dekar alanda karayaprak lahanası bitkisi yetiştirilmiş ve 3.400 ton ürün hasat edilmiştir (TÜİK 2020).

Sebze yetiştiriciliğinde fide döneminden hasada kadar geçen sürede çok sayıda arthropod türü ile karşılaşmakta ve söz konusu bu türlerin popülasyonları zaman zaman ekonomik zarar eşiğini aşarak ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Coaker 1992). Sebzelerdeki zararlı arthropod türlerinin en önemli bölümünü böcek türleri oluşturmaktadır. Fauna çalışmaları ile böcek türlerinin belirli bölgelerdeki yayılışları ve biyolojileri belirlenmekte, üzerinden toplandığı bitkiler ve ekolojileri araştırılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda faydalı olan böcek türlerinden daha fazla faydalanma, zararlı türlerin ise zararlarını en düşük seviyeye indirme yolları tespit edilerek uygulamaya konulmaktadır. Bu tip çalışmalar ile yeni türler ve bunların ekosistemdeki önemleri saptanmaktadır (Yazıcı 2015)

Düzce ilinde üreticiler karayaprak lahanası fidelerini mayıs ayının başlarında toprağa şaşırtmakta olup, genellikle haziran ayından itibaren de yapraklarını hasat etmeye başlamaktadır. Ekonomik anlamda bu bitkilerden faydalanma dönemi yaz ayları olup, havaların soğumasıyla birlikte ekim ayında hasat sona ermekle birlikte bazı üreticiler karayaprak lahanası bitkilerinin kışa dayanabilme özelliğinden faydalanmak adına bitkileri topraktan sökmeyerek kış aylarında da düşük miktarlarda da olsa hasada devam etmektedir (Koca and Kütük 2020). Düzce ilinde uzun bir vejetasyon süresine sahip olan karayaprak lahanası çeşitli böcek türlerinin saldırısına uğramaktadır. Zararlı böcek türlerinin farklı biyolojik dönemlerinin lahanada beslenmesi sonucu, zararlı türe bağlı olarak bitkinin yalnızca kök, yaprak, çiçek, meyve, dal, tomurcuk gibi bölümleri zarar görmekte bazen de bitkinin tamamı zarar görerek ölebilmektedir (Coaker 1992, El-Fakharany and Hendawy 2014).

Ülkemizde lahanada zararlı ve faydalı böceklerin belirlenmesi konusunda birçok çalışma bulunmaktadır (Atak ve Atak 1984, Avcı ve Özbek 1990, Haykır et al. 1990, Avcı ve Özbek 1991, Tozlu et al. 1998, Özder ve Kılınçer 1999, Bayhan et al. 2002, Güçlü et al. 2006, Kaya ve Kornoşor 2008). Ancak Batı Karadeniz Bölgesi'nde lahanada yürütülmüş bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile ülkemizin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Düzce ilinde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan ve yöresel beslenmede önem arz eden karayaprak lahanası üzerindeki faydalı ve zararlı böcek türleri belirlenmiştir. Bu çalışma daha sonra yürütülecek detaylı çalışmalar ile birlikte lahanagiller üzerinde gerçekleştirilecek mücadele programlarının oluşturulmasına alt yapı sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Düzce ilinde 2016-2017 yıllarında karayaprak lahanasının iki yıllık vejetasyon süresince yürütülmüştür. Karayaprak lahanası bitkilerinde zararlı ve yararlı böcek türlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan anketler, Düzce ilinin Merkez ve Çilimli ilçelerinde toplam dört lokasyondan seçilen bahçelerde, bitkilerin bahçelere dikimleriyle birlikte başlamış olup hasada kadar devam edilmiştir (Çizelge 1).

Sürveylerin iki haftada bir kez yapılmasına özen gösterilmiş ve gerekli görüldüğü durumlarda ise haftada bir kez yapılmıştır. Bu bahçeler dışında Düzce ilinin diğer ilçelerinde de toplam 21 karayaprak lahanası bahçesinde vejetasyon dönemi boyunca farklı zamanlarda (temmuz ve ağustos aylarında) örneklemeler yapılmıştır (Çizelge 2).

Karayaprak lahanasında bulunan zararlı ve yararlı türleri belirlemek için tesadüfi örnekleme metodu (Bora ve Karaca 1970) esas alınarak yapılmıştır. Örneklemeler ilk olarak gözle kontrol yöntemiyle yapılmıştır. Her bir lokasyonda bahçe büyüklüğüne göre tahmini olarak belirlenen sayıda bitki tesadüfi olarak seçilerek incelenmiş ve veriler her bir bahçe için böcek türleri açısından var veya yok esasına göre değerlendirilmiştir. Daha sonra bahçelerin köşegenleri üzerinden gidilerek atrap sallanmış ve toplanan böcekler uygun koşullarda laboratuvara getirilerek teşhis işlemleri için hazırlanmıştır. Ayrıca laboratuvara getirilme imkânı olmayan örnekler ise bir fırça yardımıyla ve emgi tüpü ile arazide bulunan bitki üzerinden toplanarak etiketlenmiştir. Yumuşak vücutlu böcekler ise %70'lik alkol içerisinde muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Sürvey çalışmalarının periyodik olarak yapıldığı karayaprak lahanası bahçelerine ait lokasyon bilgileri

İlçe	Lokasyon	Yükseklik	Koordinatlar
Çilimli	Mahırağa	160 m	40° 52' 47.002000" N / 31° 3' 1.136904" E
	Topçular	148 m	40° 52' 26.779871" N / 31° 3' 4.386132" E
Merkez	Aziziye	145 m	40° 50' 39.767174" N / 31° 7' 44.929873" E
	Ağa	143 m	40° 50' 41.398276" N / 31° 7' 41.400622" E

Çizelge 2. Farklı zamanlarda örneklemlerin yapıldığı karayaprak lahanası bahçelerine ait lokasyon bilgileri

İlçe	Lokasyon	Yükseklik	Koordinatlar
Akçakoca	Ayaz	26	41° 5' 22.661951" N / 31° 8' 21.650823" E
	Yeni	34	41° 4' 59.933752" N / 31° 7' 27.119167" E
	Dadalı	124	41° 3' 42.474908" N / 31° 11' 2.874786" E
Cumayeri	Orta	117	40° 52' 24.280337" N / 30° 56' 43.740339" E
	Yeniyaka	114	40° 52' 57.400254" N / 30° 57' 27.104618" E
	Aşağı Avlayan	159	40° 53' 13.504572" N / 30° 58' 30.058712" E
Çilimli	Yukarı Karaköy	138	40° 52' 50.046643" N / 31° 0' 20.910253" E
Gölyaka	Kültür	145	40° 46' 57.048859" N / 30° 59' 44.612925" E
	Yeşil	129	40° 46' 32.335354" N / 30° 59' 26.950981" E
	Yeşilova	144	40° 46' 25.084941" N / 30° 58' 9.176810" E
Gümüşova	Çaybükü	126	40° 51' 28.993069" N / 30° 58' 28.855943" E
	Selamlar	120	40° 51' 31.870845" N / 30° 57' 42.512501" E
	Kültür	157	40° 51' 55.575326" N / 30° 56' 34.972433" E
Kaynaşlı	Şimşir	242	40° 46' 41.137056" N / 31° 16' 30.478622" E
	Merkez	298	40° 46' 14.91188" N / 31° 19' 9.995560" E
	Sarıçökek	289	40° 46' 35.086546" N / 31° 19' 3.543271" E
Merkez	Mergiç	139	40° 50' 41.368704" N / 31° 7' 7.309679" E
	Gökçe	178	40° 49' 12.900415" N / 31° 12' 16.092856" E
Yığılca	Dutlar	291	40° 56' 41.737601" N / 31° 20' 36.343914" E
	Hoşafoglu	312	40° 56' 26.343448" N / 31° 22' 46.815747" E
	Orhangazi	312	40° 57' 43.832919" N / 31° 26' 31.271681" E

Zararlıların ve doğal düşmanların yumurta, larva ve pupa gibi ergin öncesi dönemleri ise buldukları bitki aksamıyla birlikte önce kâğıt, daha sonra polietilen torbalara konularak buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilerek kültüre alınmıştır. Zararlılar konukçu oldukları bitki aksamlarıyla birlikte, predatörler ise avlarıyla birlikte kültüre alınmış ve gerekli görüldüğü durumlarda kültürlere besin ilavesi yapılmıştır. Bu kültürlere zararlıların veya doğal düşmanların ergin dönemleri elde edilmiştir. Arazilerden çeşitli yöntemlerle toplanan ve laboratuvarında elde edilen zararlılar ve doğal düşmanları birbirlerine benzerliklerine ve türlerine göre sınıflandırılarak teşhis edilmek üzere konunun uzmanlarına gönderilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Karayaprak lahanası bahçelerinde zararlı ve yararlı böcek faunasının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada Düzce ilinde Hemiptera takımından dokuz, Lepidoptera takımından iki, Thysanoptera takımından iki ve Coleoptera takımından ise beş tür olmak üzere toplam 18 zararlı tür tespit edilmiştir. Yararlı türler olarak ise Aphelinidae, Nabidae ve Chrysopidae familyalarından birer tür, Coccinellidae familyasından ise iki tür olmak üzere dört predatör ve bir parazitoit tür belirlenmiştir (Çizelge 3).

Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde Lahana beyazsineği, *Aleyrodes proletella* (L.) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nın ana zararlı konumunda olduğu belirlenmiştir. Neredeyse örnekleme yapılan tüm bahçelerde bu zararlıya rastlanmış olmakla birlikte birçok bahçede de

önemli düzeyde popülasyon oluşturdukları saptanmıştır. Lahana beyazsineğinin yanı sıra yaprakbitleri *Brevicoryne brassicae* ve *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae)'nın da karayaprak lahanasında önemli zararlılara yol açtığı belirlenmiştir. Bazı bahçelerde ise yaprak pireleri *Phyllotreta cruciferae*, *P. atra*, *P. variipennis*, *P. striolata* ve *P. undulata* (Coleoptera: Chrysomelidae) türleri zaman zaman önemli zararlı türler olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Lahana kelebeği *Pieris brassicae* (L.) ve *P. rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)'nin de karayaprak lahanası bahçelerinde yaygın görülen türler olduğu, ancak ekonomik önemde zararlı olmadıkları belirlenmiştir. Pentatomidae (*Nezara viridula*, *Eysarcoris ventralis*, *Eurydema oleracea*, *E. ventralis*), Miridae (*Lygus rugulipennis*, *L. pratensis*) ve Thripidae (*Thrips tabaci*, *T. major*) türlerine ise nadiren rastlanmış ve bahçelerde bu türlerden az sayıda birey görülmüştür.

Türkiye'nin birçok bölgesinde lahanalarda zararlı ve yararlı böcek türlerinin tespiti yapılmıştır. İzmir ili ve çevresinde lahana ve karnabahar üzerinde *P. brassicae* ve parazitoitleri *Apanteles glomeratus* L. (Hymenoptera: Braconidae), *Hyposoter ebeninus* Grav., *Pimpla instigator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Pteromalus puparum* L. (Hymenoptera: Pteromalidae) ve *Phryxe vulgaris* Fallen (Diptera: Tachinidae) tespit edilmiştir (Uzun 1987). Erzurum'da lahana zararlıları ile ilgili yapılan çalışmada altı lepidopter türünün zararlı olduğu belirlenmiş ve bunlardan en fazla yoğunluğa sahip olan türün *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) olduğu, bu türü sırasıyla *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae), *P. brassicae*,

Çizelge 3. Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde belirlenen zararlı ve yararlı türler

Zararlı Türler				
Takım	Familya	Tür		
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Aleyrodes proletella</i> L.		
	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i> L. <i>Aphis craccivora</i> Koch		
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> L. <i>Eysarcoris ventralis</i> Westwood <i>Eurydema oleracea</i> L. <i>Eurydema ventralis</i> Kol.		
	Miridae	<i>Lygus rugulipennis</i> Poppius <i>Lygus pratensis</i> L.		
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> (L.) <i>Pieris rapae</i> (L.)		
	Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman <i>Thrips major</i> Uzel	
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Phyllotreta cruciferae</i> Goeze <i>Phyllotreta atra</i> Fabricius <i>Phyllotreta variipennis</i> Boieldieu <i>Phyllotreta striolata</i> Fabricius <i>Phyllotreta undulata</i> Kutschera		
		Yararlı Türler		
		Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Encarsia tricolor</i> Foerster
		Coleoptera	Coccinellidae	<i>Clitostethus arcuatus</i> Rossi <i>Coccinella septempunctata</i> L.
Neuroptera	Chrysopidae			<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens
Hemiptera	Nabidae	<i>Nabis pseudoferus</i> Rem.		

P. rapae ve *Autographa gamma* L. (Lepidoptera: Noctuidae) türlerinin izlediği bildirilmiştir (Avcı ve Özbek 1990). Yine Erzurum'da yapılan başka bir çalışmada lahanaya yaprakbiti *B. brassicae*'nin arazilerdeki bulaşıklık oranları saptanarak parazitoit, *Diaeretiella rapae* MacIntosh (Hymenoptera: Braconidae)'nin etkinliği saptanmıştır (Avcı ve Özbek 1991). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *A. proletella*'ya ilk kez lahanaya, karnabahar, kırmızı lahanaya, *Sonchus* sp., *Lactuca serriola* ve *Euphorbia* sp.'nin konukçuluk ettiği tespit edilmiştir. Ancak *A. proletella* popülasyonlarının ekonomik zarar düzeyine ulaşmadığı ve doğada var olan doğal düşmanı *Encarsia inaron* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) tarafından %70-80 oranında parazitlendiği ortaya konulmuştur (Ulusoy ve Vatanser 1997). Erzincan ve Erzurum illerinde lahanaya üzerinde *B. brassicae*, *P. brassicae*, *M. brassicae*, *P. xylostella* ve *Delia radicum* L. (Diptera: Anthomyiidae) türleri yoğun olarak tespit edilmiştir (Hayat et al. 1998, Tozlu et al. 2002). Tozlu et al. (1998), Erzurum ilinde en fazla yetiştirilen sebze türü olan baş lahanadaki zararlıların saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada, bölgede lahanada ekonomik düzeyde zarar yapan türlerin *B. brassicae*, *P. brassicae*, *P. rapae*, *M. brassicae*, *P. xylostella* ve *D. radicum* türleri olduğunu belirlemiştir. Tekirdağ'da lahanaya üretimi yapılan çalışmada zararlı türler olarak *B. brassicae*, *P. brassicae* ve *P. rapae* en yaygın tür olarak belirlenmiştir. *P.*

brassicae ve *P. rapae* üzerinde *A. glomeratus*'un, *B. brassicae* üzerinde ise *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae)'un en etkili doğal düşman olduğu bildirilmiştir (Özder ve Kılınçer 1999). Bayhan et al. (2002), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde lahanaya ve karnabaharda yaptıkları çalışmada *P. brassicae*, *P. rapae*, *P. napi* L., *Hellula undalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae), *M. brassicae*, *Spodoptera littoralis* Bois. (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) türlerinin zararlı olduklarını tespit etmişlerdir. *A. glomeratus*'un *Pieris* türleri üzerinde oldukça etkili olduklarını bildirmişlerdir. Diğer taraftan *H. undalis* ve *P. brassicae*'de yumurta parazitoiti olarak *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'i saptamışlardır. Aslan ve Uygun (2005) Kahramanmaraş ilinde karayaprak lahanası ve baş lahanaya üzerinde lahanaya unlu yaprakbiti *B. brassicae*'yi tespit etmişlerdir. Thripsler ve bunların predatörlerinin tespiti ile ilgili kışlık sebzeler üzerinde yapılan bir çalışmada, Çukurova Bölgesi'nde *T. tabaci* ve *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae)'in baskın türler olduğunu ve ergin olarak toplanan 14 thrips türünün *Melanthrips* spp. Haliday (Thysanoptera: Melanthripidae) cinsine ait olduğu bildirilmiştir (Atakan 2008). Son olarak Hatay ilinde lahanaya, kırmızı lahanaya ve karnabahar üzerinde dört familyaya bağlı

13 lepidopter türü kaydedilerek, en yaygın görülen türün *P. rapae* olduğu belirlenmiştir (Kaya ve Kornoşor 2008). Aynı çalışmada zararlı lepidopter türlerinin parazitoitleri olarak Hymenoptera takımına bağlı Braconidae familyasından üç larva parazitoiti, Ichneumonidae familyasından iki larva parazitoiti, Pteromalidae familyasından bir pupa parazitoiti, Diptera takımına bağlı Tachinidae familyasından ise dört larva-pupa parazitoitinin tespit edildiği rapor edilmiştir.

Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde *Encarsia tricolor* ve *Clitostethus arcuatus*'un en yaygın parazit ve predatör türler olduğu belirlenmiştir. Aphelinidae familyasına bağlı *Encarsia* türleri çok küçük ve soliter parazitoitler olup beyaz sinekler ve kabuklu bitlerin ergin öncesi dönemlerini parazitlemektedir (Williams 1996). Aphelinid parazitoitlerin beyaz sinekler ve kabuklu bitlere karşı klasik biyolojik mücadele çalışmalarında başarılı kayıtları mevcuttur (Greathead 1986, Noyes and Hayat 1994). *C. arcuatus*'un hem ergin hem larvaları, beyaz sineklerin larva ve pupaları, yaprak bitleri, kırmızı örümcekler ve unlu bitler ile beslenirler (Karacaoğlu ve Yarpuzlu 2010, Uygun 1981). Ayrıca *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae), *C. septempunctata* ve *Nabis pseudoferus* Remane (Hemiptera: Nabidae) türleri de saptanmıştır. *Chrysoperla* Staeinman türlerinin, dünyanın birçok yerinde farklı agro-ekosistemlerde yaygın olarak görülmektedir (Ridgway and Jones 1968, Stark and Whitford 1987). Kaya and Öncüer (1988), *C. carnea*'nın yaprakbiti, beyaz sinek, kabuklu bitler, bazı lepidopterlerin yumurta ve larvaları, thripsler, psyllidler, chrysomelid larvaları ve bazı akar türleri ile beslenen polifag bir avcı olduğunu bildirmişlerdir. *C. septempunctata* birçok afit türünün predatörü olarak dünya genelinde çeşitli habitatlarda yayılım göstermektedir (Mathur 1983). *N. pseudoferus* ise yaprakbitleri, lepidopterler, hemipterler ve akarları kapsayan geniş bir konukçu dizisine sahiptir (Urbaneja et al. 2012).

Karayaprak lahanasında belirlenen önemli bazı zararlıların kısa biyo-ekolojileri

Aleyrodes proletella (L.)

Aleyrodes proletella (L.)'nın Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinin neredeyse tamamında zararı belirlenmiştir. *A. proletella* erginlerinin karayaprak lahanası üzerinde ilk olarak mayıs ayında görülmeye başlandığı belirlenmiş olup haziran ayının ortalarından itibaren temmuz ayı başına kadar geçen periyotta zararlıın popülasyonlarının artış göstererek temmuz-ağustos aylarında yoğunluklarının en yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Zararlıın, yaprakların altına bıraktıkları yumurtalardan çıkan nimflerinin ve erginlerinin beslenmesi sonucu ve salgıladıkları tatlımsı madde nedeniyle yapraklarda saprofit fungusların gelişmesi ile bitkiler zayıflamaktadır. Ayrıca zararlıın yoğun

olduğu bahçelerde, yapraklardaki pupa gömlekleri yaprağı kirleterek, yaprakların pazar değerini düşürmektedir. Birçok bahçede zararlıın doğal düşmanlarının zararlıyı baskı altına alabildiği tespit edilmiştir. Bazı bahçelerde ise zararlıyı kontrol için nadiren kimyasal kullanıldığı belirlenmiştir.

Brevicoryne brassicae (L.) ve *Aphis craccivora* (Koch)

Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde yaygın görülen yaprakbitleri iklim koşullarına bağlı olarak mayıs ayının sonundan itibaren görülmeye başlamaktadır ve haziran ayı sonuna kadar yüksek popülasyon oluşturdukları belirlenmiştir. Daha sonra popülasyonlarında bir azalma meydana gelmekte ancak eylül ayı başlarında tekrar bir yükselme olduğu saptanmıştır. Yaprakların alt kısımlarında koloniler halinde bulunan bireylerin burada beslenme sonucu yapraklarda kıvrılmalar, renk değişiklikleri ve bitkilerin daha küçük yapılı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca bıraktıkları gömlekleri ve salgıladıkları salgılar nedeniyle yaprakların pazar değerini düşürmektedirler.

Phyllotera spp.

Düzce ilinde yapılan çalışmalar sonucunda karayaprak lahanasında *P. cruciferae*, *P. atra*, *P. variipennis*, *P. striolata* ve *P. undulata* olmak üzere yaprakpirelerinin beş türü tespit edilmiştir. Yaprakpireleri genellikle mayıs ayından itibaren karayaprak lahanasının fide döneminde iken görülmeye başlanmıştır. Yaprakpiresi erginleri yaprak yüzeylerini kemirerek zarar vermekte olup kemirdikleri alanlardaki dokuların kurummasına ve renginin açılmasına neden olmaktadır. Zararlıın beslenmesi sonucunda karayaprak lahanası yapraklarının delik deşik bir görünüm aldığı görülmüştür. Zararlıın popülasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde özellikle fide döneminde yaprakların neredeyse tamamının zararlı tarafından tüketilerek fidelerin tekrar dikilmesine neden olduğu saptanmıştır.

Pieris brassicae (L.) ve *Pieris rapae* (L.)

Düzce ili karayaprak lahanası alanlarında yaygın olarak görülen *Pieris* türlerinin ekonomik anlamda önemli zarara neden olmadıkları saptanmıştır. Zararlıın larvaları yaprakları yiyerek, yaprağın sadece ortadaki kalın damarların kalmasına neden olduğu ve çıkardıkları pisliklerle de bitkileri kirlendikleri belirlenmiştir.

Düzce ilinde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan ve yöresel beslenmede önemli bir bitki olan karayaprak lahanası yetiştiriciliğinde ana zararlı konumunda olan lahanaya beyaz sineği, *A. proletella* ve diğer ikincil zararlılarla mücadele yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle sorun olan Lahanaya beyaz sineği ile mücadele yapılmalıdır. Bu potansiyel zararlıın popülasyonlarını düşürmek adına Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde var

olan doğal düşmanlar *E. tricolor* ve *C. arcuatus*'un desteklenmesi doğal denge açısından önemli olduğu kadar zararlıları baskı altında tutabilmeleri açısından da oldukça önemlidir. Özellikle karayaprak lahanası gibi doğrudan yaprakları tüketilen sebzeler için insan ve çevreye olan zararları açısından kimyasal muamelelerden mümkün olduğunca kaçınılması gerektiği ve doğada zaten var olan doğal dengenin sağlanması için yerli doğal düşmanların desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Daha da önemlisi entegre zararlı yönetimi programlarının geliştirilebilmesi için zararlı türlerin doğal düşmanları ile birlikte mevsimsel popülasyon dalgalanmalarının takip edilmesi ve önemli olduğu belirlenen doğal düşmanların ise etkinliklerini tespit etmeye yönelik araştırmaların yapılması faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Beyazsineklerin teşhisi için Dr. Maurice JANSEN (Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, The Netherlands)'e, beyazsinek parazitoitlerinin teşhisi için Dr. Andrew POLASZEK (International Institute of Entomology, The Natural History Museum, UK)'e, Coccinellidae türlerinin teşhisi için Prof. Dr. Nedim UYGUN (Emekli öğretim üyesi, Adana)'a, Pentatomidae, Miridae ve Nabidae türlerinin teşhisi için Doç. Dr. Ahmet DURSUN (Amasya Üniversitesi, Amasya)'a, Thripidae türlerinin teşhisi için Prof. Dr. Ekrem ATAKAN (Çukurova Üniversitesi, Adana)'a, Chrysomelidae türlerinin teşhisi için Dr. Didem CORAL ŞAHİN (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara)'e, Pieridae türlerinin teşhisi için Dr. Mustafa ÖZDEMİR (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara)'e ve Aphididae türlerinin teşhisi için Dr. Işıl ÖZDEMİR (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara)'e teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışmaya maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK 116O921 numaralı proje)'na teşekkürlerimizi sunarız.

ÖZET

Karayaprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen en önemli kışlık sebzeler arasındadır. Karadeniz Bölgesi'nin batısında bulunan Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde faydalı ve zararlı türleri belirlemek amacıyla 2016-2017 yıllarında sürvey çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma sonucunda dört takıma bağlı 7 familyadan 18 zararlı türü ve dört takıma bağlı dört familyadan beş faydalı tür tespit edilmiştir. Karayaprak lahanası bahçelerinde Lahana beyazsineği, *Aleyrodes proletella* L. (Hemiptera: Aleyrodidae)'nın ana zararlı konumunda olduğu ve bu zararlının önemli olabilecek seviyelerde popülasyon oluşturduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yaprak bitleri *Brevicoryne brassicae* L., *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae)'nın da karayaprak lahanasında

zarara yol açtığı belirlenmiştir. Bazı bahçelerde ise yaprak pireleri *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *P. atra* Fabricius, *P. variipennis* Boieldieu, *P. striolata* Fabricius ve *P. undulata* Kutschera (Coleoptera: Chrysomelidae) ile Lahana kelebeği *Pieris brassicae* (L.) ve *P. rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)'nın da zaman zaman önemli zararlı türler olarak ortaya çıktığı saptanmıştır. Karayaprak lahanası bahçelerinde *Encarsia tricolor* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) ve *Clitostethus arcuatus* Rossi (Coleoptera: Coccinellidae)'un ise en yaygın faydalı türler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karayaprak lahanası, doğal düşmanlar, zararlılar, Düzce, Türkiye

KAYNAKLAR

- Aslan M.M., Uygun N., 2005. Aphids (Homoptera: Aphididae) of Kahramanmaraş province, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 29, 201-209.
- Atak U., Atak D., 1984. Lahana kelebeği (*Pieris brassicae* L.)'nin biyo-ökolojisi ve microbial ilaçlarla savaşımı üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 24 (4), 173-199.
- Atakan E., 2008. Thrips (Thysanoptera) species occurring in winter vegetable crops in Çukurova Region of Turkey. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 43 (2), 227-234.
- Avcı Ü., Özbek H., 1990. Erzurum'da lahanaya zararlı lepidopter türleri ve parazitoitleri üzerinde bir araştırma. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül 1990, Ankara, 319-330.
- Avcı Ü., Özbek H., 1991. Erzurum'da lahanaya yaprakbiti (*Brevicoryne brassicae* L.) (Homoptera, Aphididae)'nin doğal düşmanları üzerinde bir araştırma. Türkiye Entomoloji Dergisi, 15 (1), 37-41.
- Bayhan E., Ölmez S., Ulusoy M.R., 2002. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde lahanaya (*Brassica oleracea* L.) ve karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)'da zararlı olan türler ile bunların predatör ve parazitoitleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (3), 85-92.
- Bora T., Karaca İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, No: 167, 3-43.
- El-Fakharany S.K.M., Hendawy A.S., 2014. Field studies on cabbage white butterfly, *Pieris rapae* (Linnaeus) and its associated parasitoid and predatory species in Egypt. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 24 (2), 437-444.
- Coaker T. H., 1992. Introduction. In: Vegetable crop pests. McKinlay, R.G. (Ed.). Palgrave Macmillan, London, 1-27 p.

- Güçlü Ş., Hayat R., Gültekin R., Tozlu G., 2006. Some biological observations on *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Noctuidae), an important cabbage pest in Erzurum, Turkey. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1), 17-20.
- Greathead D.J., 1986. Parasitoids in classical biological control. In: Insect parasitoids. Waage, J.K., Greathead, D.J. (Eds). 13th Symposium of the Royal Entomological Society. Academic Press, London, 290-318 p.
- Günay A., 1984. Özel sebze yetiştiriciliği, Cilt III, Çağ Matbaası, Ankara, 312 s.
- Hayat R., Güçlü Ş., Özbek H., Tozlu G., Pekel S., 1998. Erzincan ve Erzurum illerindeki sebze zararlıları. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, 44-52 s.
- Haykır Ü., Has A., Tamer A., Kedici R., 1990. Orta Anadolu Bölgesinde lahanalarda bulunan zararlı ve faydalı faunanın yoğunluklarının ve yayılış alanlarının saptanması üzerine ön çalışmalar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Koruma Araştırmaları Dairesi Zirai Mücadele Araştırma Yılığ, 32-33 s.
- Karacaoğlu M., Yarpuzlu F., 2010. Turunçgilde biyolojik mücadele. In: Teoriden pratiğe biyolojik mücadele. Birişik, N. (Ed.). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, 77-113 s.
- Kaya Ü., Öncüer C., 1988. Investigations on the effect of two different food to the biology of *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) which are reared in laboratory. Turkish Journal of Entomology, 12 (3), 151-159.
- Kaya K., Kornoşor S., 2008. Hatay ilinde önemli kışlık sebze alanlarında bulunan zararlı Lepidoptera türleri, parazitoidleri ve zararlı türlerden önemli olanların popülasyon dalgalanmaları. Türkiye Entomoloji Dergisi, 32 (3), 195-209.
- Koca A.S., Kütük H., 2020. Population dynamics of *Aleyrodes proletella* L. (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in Düzce Province of Turkey. Journal of Plant Diseases and Protection, 127, 607-614.
- Mathur K.C., 1983. Aphids of agricultural importance and their natural enemies of Jullunder Punjab. In: The aphids. Behura, B.K. (Ed.). The Zoological Society Orissa, Utkal University, India, 229-233 p.
- Nieuwhof M., 1969. Cole crops, London, Leonard Hill, 353 p.
- Noyes J.S., Hayat M., 1994. Oriental mealybug parasitoids of the *Anagyrini* (Hymenoptera: Encyrtidae), CAB International, Wallingford, 554 p.
- Özder N., Kılınçer N., 1999. Tekirdağ ilinde lahanalarda zararlı-doğal düşman kompleksi üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 23 (1), 27-37.
- Ridgway R.L., Jones S.L., 1968. Field cage-releases of *Chrysopa carnea* for supression of population of the bollworm and the tobacco budworm on cotton. Journal of Economic Entomology, 61 (4), 892-897.
- Stark S.B., Whitford F., 1987. Functional response of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) larvae feeding on *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) eggs on cotton in field cages. Entomophaga, 12 (5), 521-527.
- Tozlu G., Hayat R., Güçlü Ş., Gültekin L., 1998. Erzurum ilinde lahanada zararlı olan böcek türleri. II. Sebze Tarımı Kongresi, 28-30 Eylül 1998, Tokat, 344-348.
- Tozlu G., Gültekin L., Hayat R., Güçlü Ş., 2002. Erzurum'da lahanada zarar yapan böcek türlerinin doğal düşmanları üzerinde çalışmalar. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, 227-235.
- TÜİK 2020. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (erişim tarihi: 24.03.2020).
- Ulusoy M.R., Vatansever G., 1997. Doğu Akdeniz Bölgesi sebze alanlarında iki yeni beyazsinek türü: *Aleyrodes proletella* L. ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (3), 59-68.
- Urbaneja A., González-Cabrera J., Arnó J., Gabarra R., 2012. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. Pest Management Science, 68, 1215-1222.
- Uygun N., 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde taksonomik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 157, 43-45.
- Uzun S., 1987. İzmir ilinde lahana ve karnabaharlarda zarar yapan lahana kelebeği (*Pieris brassicae* (L.)) (Lepidoptera: Pieridae)'nin parazitleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 11 (4), 237-45.
- Williams T., 1996. Invasion and displacement of experimental populations of a conventional parasitoid by a heteronomous hyperparasitoid. Biocontrol Science and Technology, 6 (4), 603-618.
- Vural H., Eşiyok D., Duman İ., 2000. Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440 s.
- YAZICI G., 2015. Erzurum ili Miridae (Hemiptera: Heteroptera) türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 471 s., Erzurum.

Cite this article: Koca, A, Kütük, H. (2020). Pests, beneficial insect species and their bio-ecologies in the collard gardens of Düzce province of Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.714468

Atıf için: Koca, A, Kütük, H. (2020). Düzce ili karayaprak lahanası bahçelerinde belirlenen yararlı, zararlı böcek türleri ve biyo-ekolojileri. *Bitki Koruma Bülteni*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.714468

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Prevalence of artichoke head rot (*Botrytis cinerea* Pers.) disease and determining its effect on production in the Western Mediterranean Region of Turkey

Batı Akdeniz Bölgesi'nde Enginar baş çürüklüğü (*Botrytis cinerea* Pers.) hastalığının yaygınlığı ve üretime etkisinin belirlenmesi

Mehmet AYDOĞDU^a, İlker KURBETLİ^a, Sirel CANPOLAT^b

^aBatı Akdeniz Agricultural Research Institute, Demircikara Mahallesi Paşa Kavakları Cad. No: 11 Pk:35 Muratpaşa, Antalya, Turkey.

^bDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.713361](https://doi.org/10.16955/bitkorb.713361)

Received : 02-04-2020

Accepted : 28-09-2020

Keywords:

globe artichoke, *Cynara scolymus* L.,
Botrytis cinerea, yield loss

* Corresponding author: Mehmet Aydoğdu

✉ mehmet9498@yahoo.com

ABSTRACT

Globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) is an herbaceous, edible plant and is cultivated for its immature head (bud) part. In 2016 and 2017, significant damages due to rots on the heads of globe artichoke plants were observed in the farmer fields in the Western Mediterranean Region of Turkey. To determine the cause of the rots, samples were taken from necrotic tissues. Fungal isolates were obtained by the agar-plate method and examined in detail. Based on the morphological and ITS region of the rDNA of the isolates, the causal agent of the disease was determined as *Botrytis cinerea* Pers. that was previously reported in the USA and Argentina. To our knowledge, this is the first publication that reports the occurrence and prevalence of *B. cinerea* that causes head rots and economic losses in globe artichoke production in the Western Mediterranean Region of Turkey. Although *B. cinerea* is a common plant pathogenic fungus with a wide range of hosts and little is known Botrytis rot of globe artichoke in Turkey. With this study, the causal agent of the disease was identified, and the status of the disease in globe artichoke growing areas and the influence of the disease on the production were investigated. Surveys were conducted in seven locations (Muratpaşa, Kepez, Aksu, Serik, Manavgat, Gazipaşa, and Kumluca) in the Western Mediterranean Region in 2016 and 2017. A simple random sampling method was used in the surveys and a total of 95 samples were selected from 79 fields in both years. Mean disease incidence and prevalence were 14.7 and 37.0% in 2016, and while they were 17.5 and 51.1% in 2017, respectively. This study revealed that *B. cinerea* has a significant impact on globe artichoke production by inducing head rots and accordingly 16.1% annual yield loss in pre-harvest period.

INTRODUCTION

Globe artichoke (*C. scolymus* L.) belongs to Asteraceae family and contains bioactive phenolic compounds, inulin, fibre, minerals and cynarin. Thus, it is a functional food and

an important part of the Mediterranean cuisine (Lattanzio et al. 2009). Annual production of artichoke is 39477 tones in Turkey, which is the 11th producer in the world (FAO 2020).

Plant pathogenic fungi may cause rots on agricultural crops, one significant example of which is *Botrytis cinerea* Pers. The fungus, also known as gray mold or Botrytis rot, has the ability of thriving in different environments from tropical to cold regions and infects more than two hundred different plant species from 586 genera (Agrios 2005, Droby and Lichter 2007, Walker et al. 2016, Williamson et al. 2007, Valdés et al. 2016). The fungus negatively affects production of various crops (vegetables, fruits, field crops, ornamental plants etc.). To give some examples, Hao et al. (2017) reported that annual yield loss from *B. cinerea* was 30% in rose production. Uribe (2016) stated that economic losses from Botrytis rot reached up to 4.7 million USD in cut flower sector of Colombia. As for Esterio et al. (2013), they emphasized that post-harvest loss from Botrytis rot was over 20% in blueberry production in Chile. Likewise, Tanović et al. (2014) reported that Botrytis rot caused more than 50% yield losses in raspberry production particularly under wet and humid environmental conditions in pre-harvest in Serbia. The fungus also induced serious quantity and quality losses on susceptible varieties of grapevine (Elad and Stewart 2004). As regards field crops, Rashid et al. (2013) reported that yield loss from the disease was 64.35% in a susceptible chickpea genotype. It is also prevalent in the greenhouse-grown crops due to presence of suitable humid environment in the greenhouses. Yield losses from the disease range from 20 to 100% in tomato production in the greenhouses (Mor et al. 2016).

With regard to Botrytis rot on globe artichoke, although Link et al. (1924) stated that the disease occurred on globe artichoke plants in the field rather than during shipment or storage. There is no comprehensive field study. However, Moline and Upton (1987) underscored that Botrytis rot was the most common market disease of globe artichoke. Apart from these, Larran et al. (2004) reported it as a disease note in Argentina. Thus, little is known about *B. cinerea* in the globe artichoke production. The aims of the study were i) identifying casual agent of the rots on heads of globe artichoke plants, (ii) determining status of the disease in artichoke growing areas, and (iii) investigating influence of the disease on the production.

MATERIALS AND METHODS

Surveys

Surveys were conducted in globe artichoke growing locations (Muratpaşa, Kepez, Aksu, Serik, Manavgat, Gazipaşa and Kumluca) in the Western Mediterranean Region of Turkey in 2016 and 2017. In the surveys, simple random sampling method was used (Bora and Karaca 1970). Samplings were done according to size of the artichoke fields screened (Table 1).

Table 1. Size of the field and number of sampling

Field size	Sampling number
Up to 5 da	At least 5, from different points (fdp)
6 to 11 da	At least 10, fdp
11 to 50 da	At least 20, fdp
50 da >	At least 30, fdp

Isolation

Entire plant heads and upper stem sections showing rotting symptoms were put into paper bags and taken to mycology laboratory of Batı Akdeniz Agricultural Research Institute. Newly decaying tissues including healthy parts were removed and washed under the running tap water. These plant tissues were cut into small pieces and exposed to NaOCl (2%) for two minutes and then rinsed with sterile distilled water. Later, they were left to dry for 30 minutes on sterile filter papers in a laminar flow cabinet. Afterwards, they were transferred to potato dextrose agar (PDA) containing streptomycin (50 mg/liter) and incubated at 25 °C. A few days later, growing fungal colony on the PDA was subcultured.

Morphological identification

Three representative isolates from different geographical locations (Gazipaşa, Serik and Kumluca) were used for further comprehensive diagnosis. Fungal colonies of the three isolates on PDA had similar morphological traits. Initially, they were white but in time turned to gray with slightly fluffy aerial mycelium on PDA (Figure 1).

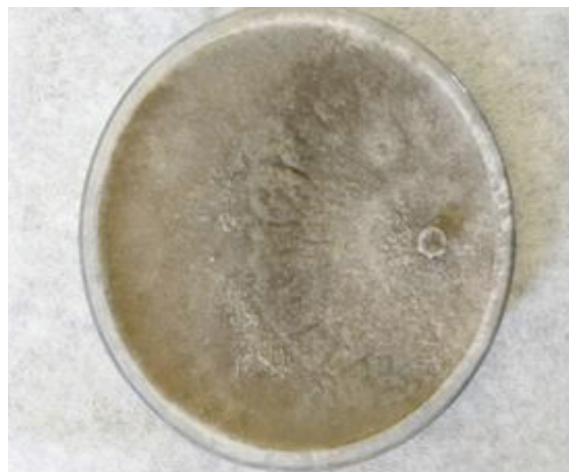


Figure 1. Colony of isolate SS on PDA

These isolates were designated as SG (Gazipaşa), SK (Kumluca) and SS (Serik). Isolates were examined using an Olympus BX43 microscope with SC100 digital color camera. Conidiophores were colourless or brown and sphere in shape. Conidia were one-celled, light colour, globose or ellipsoid. Measurements of the conidia (n= 50) of the isolate SG, SK and SS were 5.44 to 8.72 × 6.20 to 11.56 (average 7.34 × 9.18 µm), 5.26 to 9.90 × 6.94 to 12.62 µm (average

7.92 × 9.56 μm), and 5.52 to 8.86 × 6.10 to 11.28 (average 7.22 × 9.02 μm), respectively. Based on these morphological characteristics, the isolates were identified as *Botrytis cinerea* according to Ellis and Waller (1974). To confirm the findings, molecular diagnosis and further evaluations were performed.

Molecular identification

Newly-emerging mycelial parts from 5-day-old pure colonies were transferred into Eppendorf tubes. DNA extractions of the samples were performed using genomic DNA purification protocol of Promega (Promega Corporation, USA). Following DNA extraction, ribosomal DNA fragments were amplified with primer pairs ITS-1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT GCGG 3') and ITS-4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TATGC 3') (White et al. 1990). Amplifications were performed using a SimpliAmp Thermocycler (Applied Biosystems, USA) and consisted of 1 cycle at 94 °C for 3 min, followed by 35 cycles at 94 °C for 30 s, annealing temperature at 58.5 °C for 1 min, 72 °C for 1 min, with a final extension at 72 °C for 7 min. PCR products were separated in 2% agarose gels, stained with safe DNA dye (Condalab, Madrid, Spain) and visualized under UV light. Sequence analysis was done by GENOKS (Çankaya-Ankara, Turkey). The ITS sequence sizes of the isolate SG, SK and SS were 466, 486 and 478 bp and they were deposited at GenBank with the accession numbers of MG560198, MG560199 and MG560200, respectively. To find the closest

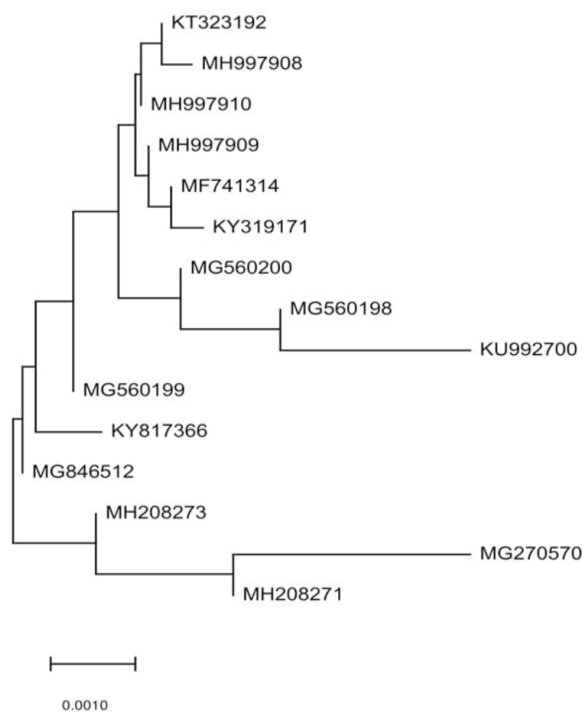


Figure 2. Phylogenetic tree showing relatedness of our isolates (MG560198, MG560199 and MG560200) with the isolates in the Genbank

matches, the sequences were subjected to BLAST searches on GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). They showed a 100% homology with other sequences (e.g. MH997910, KY817366, and MG270570) of *B. cinerea* isolates in the Genbank. Eventually, based on the morphological and molecular data, the isolates were identified as *B. cinerea*. In addition, to compare relatedness of our sequences with the other sequences displaying 100% homology, a phylogenetic tree (Figure 2) was constructed using neighbor-joining method in MEGA version 7.0 program.

Pathogenicity test

To fulfill Koch's postulates, eight healthy globe artichoke heads including upper stem parts were used for each isolate. Mycelial plugs, 5 mm in diameter, from one-week-old colonies were mount to the points of junction between upper stems and heads. Later, these parts were covered with parafilm and kept at 25 °C. Controls had only sterile agar plugs. Seven days later, necrotic and rotting areas appeared on the inoculated parts and then gray spore masses emerged. Length of the lesions on the stems ranged from 3.5 to 6.7 cm. No necrotic areas were seen on the controls (Figure 3). The fungus was reisolated from the necrotic plant tissues on the treatments.



Figure 3. Pathogenicity test, no symptoms on the left two heads (control), lesion and rots on upper stems next to the heads on the right (with red arrows)

Determination of disease incidence and prevalence in the field

Considering the data in Table 1 and Table 2, sampling was done by moving in the diagonal lines of the each field investigated. According to the formulas (1 and 2) below, disease incidence and prevalence were established (Bora and Karaca 1970).

Disease incidence (%) = Number of diseased plant ÷ total number of plants evaluated × 100 (1)

Prevalence (%) = Number of disease established fields ÷ total number of surveyed fields × 100 (2)

RESULTS AND DISCUSSION

Conspicuous reddish-brown discoloration and rot symptoms and gray spore masses were usually observed on heads and rarely on upper stems next to the heads of plants. These symptoms were detected in the fields of Muratpaşa, Kepez, Aksu, Serik, Gazipaşa and Kumluca locations in the Western Mediterranean Region of Turkey. Rots on the heads were detected at any development stage of head formation. For example, mature head rot (Figure 4) and immature head rot (Figure 5) were established, which showed destructiveness of the fungus in the globe artichoke fields.



Figure 4. Beginning of *Botrytis cinerea* infection on the head of the globe artichoke (Gazipaşa, Antalya)



Figure 5. Early infection of *Botrytis cinerea* inducing rot on immature head of globe artichoke (Serik, Antalya)

Comparing surveyed areas in the both years, in 2016, surveyed area was 16.4% of the total artichoke growing areas in the region, while it was 22.3% in 2017. However,

mean disease incidence and prevalence of both years were 16.1 and 44.0%, respectively. Disease incidence varied from 20 to 27.5% in both years. Disease incidence values in Gazipaşa and Serik locations were higher than the other locations. However, incidence and prevalence of the disease in 2017 were higher than the ones in 2016 (Table 2). To our knowledge, these findings could be regarded as first perceptible data that shows prevalence of *B. cinerea* on globe artichoke and economic losses caused by the fungus in globe artichoke production in the world. The disease was reported in USA (Link et al. 1924) and Argentina (Larran et al. 2004) but this is the first report of *B. cinerea* causing head rot on globe artichoke in Turkey.

Among the globe artichoke growing locations, Serik can be regarded as a hub of the globe artichoke production in the region. Due to suitability of the Mediterranean climate (Tables 3 and 4), cultivation of various other agricultural crops may have restricted globe artichoke production to some extent in the region. In this context, field sizes usually varied from 5 to 60 decares, which also created difficulty in finding artichoke growing fields.

For example, although production areas in Döşemealtı and Korkuteli locations were present in the official records of the Turkish Statistical Institution (TÜİK 2018) in both years, we did not encounter any artichoke growing field in these locations.

Since growing well at 24 °C daytime and 13 °C nighttime temperature, globe artichoke has a narrow range of climatic requirements (Bratsch 2014), which restricts its cultivation to regions where these climatic conditions prevail. Surveyed locations stretching throughout the coastline of the Western Mediterranean region of Turkey have a suitable climate (mean yearly temperature: 18.7 °C; mean yearly lowest temperature: 13.6 °C) for globe artichoke cultivation (Anonymous 2018a). However, this climate may also constitute favorable conditions for fungi including *B. cinerea*. It is known that a plant disease occurs depending on causal agent, presence of susceptible host and favorable environmental conditions (Agrios 2005). In this regard, Ciliberti et al. (2015) reported that environmental conditions such as temperature, relative humidity and wetness duration were more significant than isolate of *B. cinerea* on mature grape berry infection. With regard to temperature, O'Neill et al. (1997) reported that stem rots caused by *B. cinerea* in tomato plants occurred at 5 to 26 °C but the infection was severe at 15 °C. On the other hand, Ahmed et al. (2014) emphasized that optimum temperature for conidia germination of *B. cinerea* in chickpea was at 20 °C. Similarly, Bulger et al. (1987) reported that optimum temperature for flower infection of strawberry was around

Table 2. The globe artichoke production areas (TÜİK 2018), number of fields screened and surveyed areas in 2016 and 2017

Locations	Cultivation area (da)		Surveyed area (da)		Number of field surveyed		Disease incidence (%)		Number of the diseased fields / Total number of surveyed fields		Disease prevalence (%)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Muratpaşa	10	05	10	05	2	2	-	10.0	-/2	1/2	-	50.0
Kepez	100	100	10	10	1	1	-	9.0	-/1	1/1	-	100.0
Döşemealtı	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aksu	255	255	10	10	2	1	20.0	21.0	1/2	1/1	50.0	100.0
Serik	600	600	100	150	15	18	22.5	24.0	6/15	8/18	40.0	44.4
Manavgat	60	62	-	25	-	5	-	10.0	-	2/5	-	40.0
Gazipaşa	380	345	65	75	12	12	26.0	27.5	4/12	7/12	33.3	58.3
Kumluca	50	50	50	50	4	4	20.0	21.0	1/4	2/4	25.0	50.0
Korkuteli	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total/Mean	1490	1452	245	325	36	43	14.7	17.5	12/36	22/43	37.0	51.1
General total	294.2		570		79		34/79		34/79		-	
Mean of the both year	1471		285		39.5		16.1		17/39.5		44.0	

Table 3. Meteorological data of Antalya province, mean of the years, 1929 to 2017 (Anonymous 2018a)

Months	Mean temperature	Mean highest temperature	Mean lowest temperature	Mean of total monthly rainfall
	°C	°C	°C	(mm)
January	10.0	14.9	5.9	235.2
February	10.7	15.5	6.3	154.5
March	12.8	17.9	8.0	97.0
April	16.3	21.3	11.1	52.4
May	20.5	25.5	15.1	32.2
June	25.3	30.7	19.5	9.3
July	28.4	34.0	22.6	2.4
August	28.3	34.0	22.6	2.7
September	25.1	31.0	19.3	14.4
October	20.4	26.5	15.1	71.9
November	15.4	21.2	10.7	131.1
December	11.6	16.6	7.5	259.3
Mean	18.7	24.1	13.6	1062.4

20 °C with 32-hour wetness. As for our study, although mean temperature of both growing seasons was nearly the same (around 17 °C) (Anonymous 2018b), in 2017 disease incidence (DI) and disease prevalence (DP) were higher than the ones in 2016. In other words, in 2017, DI and DP were 3.2 and 17.8% higher than the previous season, respectively. This may be interpreted as follows: even though difference in relative humidity (RH) between both seasons was little, that is, in 2017 RH was 0.6% higher than the one in 2016, which may have been an influence on the increase of the disease values in 2017. In addition, in 2017, mean total rainfall of the growing season was 29.3% higher than the one in 2016, indicating more wetness duration for Botrytis infection in 2017, which may have affected DI and DP in 2017. Likewise, Smith et al. (2008) reported that Botrytis rot was prevalent on globe artichoke during rainy years and temperate climates. In addition, Ciliberti et al. (2015) stated that 100% relative humidity with 36-hour of

wetness duration were favorable for *B. cinerea* infection on mature grape berry. Agrios (2005) also emphasized that humid weather conditions and temperatures ranging from 18 to 23°C were essential for the best growth of Botrytis infection.

In temperate and subtropical regions, *B. cinerea* can affect more than 200 plant species by inducing rots on all aerial plant parts and producing fertile gray conidia (Williamson et al. 2007). In our study, rots usually occurred on heads of plants and rarely on upper stem parts next to head with gray conidia masses (Figure 6). In addition, newly emerging secondary infections with slightly-brownish discoloration on heads and adjacent to heads were also observed (Figure 4). Considering these infections, during harvest, heads with conspicuous rots (Figure 5) can be discarded but aforementioned secondary infections on the heads may be overlooked, which means transferring of these infected

Table 3. Meteorological data of the locations surveyed in the both years (Anonymous 2018b) during the disease development

Location	Months	Mean temperature (°C)		Mean relative humidity (%)		Total rainfall (mm)	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017
Muratpaşa	March	15.2	15.0	61.0	62.2	57.2	100.1
Kepez	March	15.2	15.0	61.0	62.2	57.2	100.1
Aksu	March	13.8	13.1	67.8	71.2	70.8	69.0
Serik	March	14.7	14.2	59.4	60.4	81.5	121.9
Manavgat	March	15.1	14.8	62.5	66.3	12.4	93.2
Gazipaşa	March	14.9	14.3	60.4	62.5	86.8	73.8
Kumluca	March	13.8	12.5	68.4	73.9	64.5	59.0
	Mean of March	14.6	14.1	62.9	65.5	61.4	88.1
Muratpaşa	April	19.1	17.7	68.1	62.3	14.4	46.8
Kepez	April	19.1	17.7	68.1	62.3	14.4	46.8
Aksu	April	18.2	16.4	68.7	69.3	10.4	28.8
Serik	April	19.3	17.0	59.6	61.0	12.0	69.0
Manavgat	April	19.3	17.2	65.1	66.3	0.0	75.7
Gazipaşa	April	18.5	16.9	62.6	61.0	12.8	48.2
Kumluca	April	17.6	15.7	69.1	70.2	31.3	27.0
	Mean of April	18.7	16.9	65.9	64.6	13.6	48.9
Muratpaşa	May	20.4	21.3	72.9	67.7	28.2	38.5
Kepez	May	20.4	21.3	72.9	67.7	28.2	38.5
Aksu	May	20.3	20.5	67.1	73.9	15.6	35.2
Serik	May	20.7	21.1	63.1	64.1	26.7	86.4
Manavgat	May	20.8	21.3	68.6	69.4	0.0	60.6
Gazipaşa	May	20.4	20.5	64.0	64.3	61.2	55.0
Kumluca	May	19.8	19.5	66.3	71.9	6.6	32.8
	Mean of May	20.4	20.7	67.8	68.4	23.7	49.5
	General Mean	17.9	17.2	65.5	66.1	32.9	62.2

heads to storage. These findings of our study indicate that rots on heads of globe artichoke plants may be associated with *Botrytis* infections in the field in pre-harvest and rots in storage may stem from the field infections of the fungus. Likewise, Link et al. (1924) stated that rots of heads of globe artichoke in the markets in USA were attributed to infections of *B. cinerea* in the field rather than during shipment or storage. However, Moline and Upton (1987) reported that *Botrytis* infections on heads were seen on any part of heads due to wounds from abraded surfaces or cut at the end of stems. The researchers also stated that infections in the field were prone to be problematic during long cool and wet weather conditions. As for Francois et al. (1991), they found that Ca-deficient inner bracts of the heads of globe artichoke were prone to *Botrytis* infection in Brawley (California, USA). Based on these findings, it can be inferred that physical injuries from various factors and abiotic stresses such as Ca-deficiency may enhance the *Botrytis* infection in the field. In addition, flower bracts damaged by insects, snails/slugs, frost, or other factors can be easily colonized by the fungus (Anonymous 2018c), which indicates pre-harvest association of the rots on the heads in our study.



Figure 6. Mummification and bending of the upper part of the plant from the *Botrytis* rot (Kumluca, Antalya)

Moline and Upton (1987) stated that losses from the disease could be handled by swiftly cooling heads to below 5 °C following harvest and by storing 0 to 3 °C during marketing. In addition, Smith et al. (2008) reported similar management

practices such as proper handling, discarding infected heads and suitable cooling during the storage and shipment. Since the disease initially occurs on heads in the field, plants should be observed regularly during cultivation. To prevent spore dispersal and reduce inoculum amount, heads showing the disease symptoms should be removed in pre-harvest. In addition, physical or any other injuries should be prevented throughout growing period of the crop. When necessary precautions are not taken properly, damages caused by the fungus can be serious. As reported by the researchers (Elad and Stewart 2004, Esterio et al. 2013, Hao et al. 2017, Mor et al. 2016, Rashid et al. 2013, Tanović et al. 2014, Uribe 2016) in the introduction part, due to thriving ability within a wide range of temperatures, the fungus can cause significant yield losses up to 100% in various agricultural crops. As regards globe artichoke, rots on heads of plants in the field may lead to considerable yield losses in globe artichoke production as well. Because, every infection on the heads means rotting of the heads and eventually causing direct losses both in the field in pre-harvest and in storage in post-harvest. Briefly, it can be concluded that percentage of *Botrytis* infection on the heads tantamount to percentage of the losses. In this regard, in our study, mean disease incidence of the both years, 16.1%, can be considered as remarkable economic loss in the globe artichoke production.

Globe artichoke is in great demand in agriculture owing to its nutraceutical food features. On the other hand, due to climatic requirements, its cultivation is restricted in certain areas of several countries such as Italy, Spain, France, Greece, Turkey, Egypt in the Mediterranean Basin and some other part of the world (South America, California, China, etc.), which creates low supply to the global market. Thus, insufficient quantity of the crop makes its economic value high in the market. In this context, any factor affecting production negatively is important not to reduce either quantity or quality of the crop. Herein, biotic factors, one of which is *Botrytis* rot, may play an important role. Because, affecting various crops in pre- and post-harvest with its extremely adaptive nature, *B. cinerea* has multiple negative influences on agriculture worldwide. One example of this is the head rot caused by *B. cinerea* in the globe artichoke plants. The present study revealed that the disease can cause serious economic losses in globe artichoke production. Because, it is highly likely that every infection on the heads is directly associated with the losses and should not be ignored.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was conducted within the scope of the project (TAGEM-BS-15/09-10/02-10) and supported by General Directorate of Agricultural Research and Policies.

ÖZET

Enginar (*Cynara scolymus* L.) otsu, yenilebilir bir bitkidir ve olgunlaşmamış baş (tomurcuk) kısmı için yetiştirilmektedir. 2016 ve 2017 yıllarında Batı Akdeniz Bölgesi'nde üretici tarlalarında enginar bitkilerinin baş kısmındaki çürümeler nedeniyle önemli zararlar gözlenmiştir. Çürümelerin nedenini belirlemek amacıyla nekrotik dokulardan numuneler alınmıştır. Agar-plak metodu kullanılarak fungal izolatlar elde edilmiş ve detaylı olarak incelenmiştir. İzolatların morfolojik ve rDNA'larının ITS bölgelerine dayanarak, hastalığın etmeninin *Botrytis cinerea* Pers. olduğu belirlenmiştir. Hastalık daha önce ABD ve Arjantin'de rapor edilmiştir. Bilgilerimiz doğrultusunda bu yayın, Türkiye'nin önemli üretim potansiyeline sahip Batı Akdeniz Bölgesi'nde, enginarda baş çürüklüğüne neden olan, *B. cinerea*'nın ortaya çıkışı ve ekonomik zarar oluşturacak düzeyde yaygınlığına yönelik ilk kayıt niteliğindedir. *B. cinerea* geniş bir konukçu dizisine sahip yaygın bir bitki patojeni fungus olmasına rağmen, enginarda *Botrytis* çürüklüğü Türkiye'de çok az bilinmektedir. Bu çalışma ile hastalık etmeni tanılanmış, enginar üretim alanlarındaki durumu ve üretime olan etkisi araştırılmıştır. 2016 ve 2017'de Batı Akdeniz Bölgesi'nde yedi lokasyonda (Muratpaşa, Kepez, Aksu, Serik, Manavgat, Gazipaşa ve Kumluca) sürveyler yapılmıştır. Sürveylerde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış ve her iki yılda 79 tarladan toplam 95 numune alınmıştır. 2016'da, ortalama hastalık oranı ve yaygınlığı sırasıyla %14.7 ve %37.0 olurken, 2017'de ise hastalık oranı ve yaygınlığı sırasıyla %17.5 ve %51.1 olmuştur. Bu çalışma ile *B. cinerea*'nın hasat öncesi enginarda baş kısmında çürümelere ve sonuç olarak yıllık %16.1 verim kaybına neden olmasıyla enginar üretimi üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: enginar, *Cynara scolymus* L., *Botrytis cinerea*, verim kaybı

REFERENCES

- Agrios G.N., 2005. Plant pathology. Elsevier Academic Press, London, 922 p.
- Ahmed A.U., Zaman S., Mazid M.A., Rahman M.M., Sarkar M.M.R., Arbia L., Ud-deen M.M., Kabir G., 2014. Studies of *Botrytis cinerea* causing botrytis gray mold disease in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Bio-Science, 22, 69-76.
- Anonymous 2018a. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> (accessed date: 23.10.2018).

- Anonymous 2018b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik veri bilgi sunum ve satış sistemi. <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace> (accessed date: 5.11.2018).
- Anonymous 2018c. UC pest management guidelines, artichoke gray mold (*Botrytis* rot) <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r6100311.html> (accessed date: 18.10.2018).
- Bratsch A., 2014. Specialty crop profile: globe artichoke. Virginia Cooperative Extension. Publication 438-108. https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/438/438-108/438-108_pdf.pdf (accessed date: 18.10.2018).
- Bora T., Karaca İ., 1970. Bitki hastalıkları sürveyi kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167 Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.
- Bulger M.A., Ellis M.A., Madden L.V., 1987. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. *Phytopathology*, 77, 1225-1230.
- Ciliberti N., Fermaud M., Roudet J., Rossi V., 2015. Environmental conditions affect *Botrytis cinerea* infection of mature grape berries more than the strain or transposon genotype. *Phytopathology*, 105, 1090-1096.
- Droby S., Lichter A., 2007. Post-harvest Botrytis Infection: Etiology, Development and Management. In: Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delen N. (Eds.). *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Chapter 19, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 349-367 pp.
- Elad Y., Stewart A., 2004. Microbial control of *Botrytis* spp. In: Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delen N. (eds.). *Botrytis: biology, pathology and control*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, 223-241 pp.
- Ellis M.B., Waller J.M., 1974. *Sclerotinia fuckeliana* (conidial state: *Botrytis cinerea*). CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria, No. 431. Kew: Commonwealth Mycological Institute; Kew, Surrey, England, 1-2 pp.
- Esterio M., Silva E., Araneda M.J., Ramos C., Pérez I., Navarrete S., Auger J., 2013. Genetic and phenotypic study of *Botrytis* spp. isolates from blueberry in Chile. XVI International Botrytis Symposium, Italy, Locorotondo, Bari, 20 p.
- FAO 2020. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed date: 15.03.2020).
- Francois L., Donovan E.T.J., Maas E.V., 1991. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. *Hortscience*, 26 (5), 549-553.
- Hao Y., Cao X., Ma C., Zhang Z., Zhao N., Ali A., Hou T., Xiang Z., Zhuang J., Wu S., Xing B., Zhang Z., Rui Y., 2017. Potential applications and antifungal activities of engineered nanomaterials against gray mold disease agent *Botrytis cinerea* on rose petals. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1332.
- Larran S., Ronco L., Carranza M.R., Zuccaro M., 2004. Grey mould of the globe artichoke in Argentina. *Australasian Plant Pathology*, 33, 461.
- Lattanzio V., Kroon P.A., Linsalata V., Cardinali A., 2009. Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods*, 1 (2), 131-144.
- Link G.K.K., Ramsey G.B., Bailey A.A., 1924. Botrytis rot of the globe artichoke. *Journal of Agricultural Research*, 29 (2), 85-92.
- Moline H.E., Upton W.J., 1987. Market diseases of beets, chicory, endive, escarole, globe artichokes, lettuce, rhubarb, spinach, and sweetpotatoes. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, No. 155, 86 p.
- Mor M., Shoyhet H., Rav-David D., Elad Y., Harel A., 2016. Scanning of the diversity of *Botrytis cinerea* isolates. XVI International Botrytis Symposium, Santa Cruz, Chile, 34 p.
- O'Neill T.M., Shtienberg D., Elad Y., 1997. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 81, 36-40.
- Rashid M.H., Khalequzzaman K.M., Kashem M.A., Alam M.J., Islam M.S., Rafi M.Y., Latif M.A., 2013. Yield loss assessment of chickpea caused by botrytis gray mold through fungicide (bavistin) spray. *Life Science Journal*, 10 (4), 3001-3004.
- Smith R., Baameur A., Bari M., Chan M., Giraud D., Natwick E., Takele E., 2008. Artichoke production in California, 2-6 p. <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7221.pdf>. (accessed date: 16.01.2019).
- Tanović B., Hrustić J., Mihajlović M., Grahovac M., Delibašić G., 2014. *Botrytis cinerea* in raspberry in Serbia I: morphological and molecular characterization. *Journal Pesticide and Phytomedicine*, 29 (4), 237-247.
- TÜİK 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (accessed date: 10.10.2018).
- Uribe J.C.G., 2016. Botrytis blight vs Colombian cut flower industry. XVII International Botrytis Symposium, Santa Cruz, Chile, 3 p.

Valdés J., Pedroso I., Tapia P., Silva-Moreno E., Staats M., Revuelta M.V., Have A.T., van Kan J.A.L., 2016. Comparative genomics of *Botrytis spp.* sheds light into genetic diversity, genotypic richness and suggest potential evolutionary diversification paths. XVII International Botrytis Symposium, Santa Cruz, Chile, 44 p.

Walker A.S., Mercier A., Cuel M., Pradier J.-M., Simon A., Viaud M., Gladieux P., 2016. Population structure and host specialization in *Botrytis cinerea*. XVII International Botrytis Symposium, Santa Cruz, Chile, 6 p.

White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J.W., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, Inc. New York, 315-322 pp.

Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P., Van Kan J.A.L., 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. Molecular Plant Pathology, 8 (5), 561–580.

Cite this article: Aydoğdu, M, Kurbetli, İ, Canpolat, S. (2020). Prevalence of artichoke head rot (*Botrytis cinerea* Pers.) disease and determining its effect on production in the Western Mediterranean Region of Turkey. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.713361

Atıf için: Aydoğdu, M, Kurbetli, İ, Canpolat, S. (2020). Batı Akdeniz Bölgesi'nde Enginar baş çürüklüğü (*Botrytis cinerea* Pers.) hastalığının yaygınlığı ve üretime etkisinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.713361

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri

Feride KANİK^a, Ömer Cem KARAKOÇ^{b*}

^aÇankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Biology, Çankırı, Turkey

^bÇankırı Karatekin University, Yağrıklı Vocational School, Department of Crop and Animal Protection, Çankırı, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:10.16955/bitkorb.784497

Received : 25-08-2020

Accepted : 09-09-2020

Keywords:

plant extract, repellent effect, contact effect, granary weevil, red flour beetle

* Corresponding author: Ö. Cem KARAKOÇ

✉ omercem78@hotmail.com

ABSTRACT

Control of insects in stored products is very important. *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) are two important insect species that cause damage to stored products. The need for alternative drugs that can be used to control of pests in stored products is increasing day by day. In this study, the usability of plant extracts obtained from *Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae), *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) ve *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) plants to control *S. granarius* and *T. castaneum* were investigated. At the end of 72 hours, the highest contact activity among the plants tested on *S. granarius* showed *P. ferulaceae* hexane with 74% and *A. biserrata* methanol extract with 71%, respectively. The highest activity on *T. castaneum* was obtained by *A. biserrata* ethyl acetate extract at 42% after 72 hours. On the other hand, the highest repellent activity on *S. granarius* was obtained from *P. ferulaceae* ethyl acetate extract (52%) after 24 hours. All plant extracts showed high repellent effect on *T. castaneum*.

GİRİŞ

Sitophilus (Coleoptera: Curculionidae) türleri tüm dünyada önemli zararlara neden olmaktadır. Özellikle depolanmış ürünlerde zarar yapan en önemli primer zararlılardan biridir (Asmanizar and Idris 2008). *Sitophilus* cinsine ait olan *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) ülkemizin hemen her tarafında yaygın olarak bulunmaktadır. Bu türün ergin ve larvaları tüm

hububat çeşitlerinde, makarna ve bisküvi gibi işlenmiş gıdalarda depo şartlarında zarar meydana getirmektedir. Hububat tohumlarını yemek suretiyle oluşturdukları zarar neticesinde tohumların çimlenme özelliklerinin çok yüksek oranda azalmasına neden olmaktadır (Anonim 2008). Ayrıca parçalanmış taneler, sekonder zararlılar için uygun bir ortam oluşturmaktadır (Alkan and Gökçe 2012).

Tribolium (Coleoptera: Tenebrionidea) türleri depolanmış tahıllar ve işlenmiş tahıl ürünlerinde dünyanın farklı yerlerinde ciddi zarara sebep olan sekonder zararlı türleridir. *Tribolium* cinsine ait ve ülkemizde zarar yapan *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidea) ve *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidea) olmak üzere iyi bilinen iki türü bulunmaktadır. Özellikle tahıl depoları, değirmenler ve un fabrikalarında yaygın olarak görülmektedir (Tunçbilek 1992). *T. confusum* ve *T. castaneum* depolanmış buğday ve buğday ürünleri, fasulye, bezelye, kurutulmuş meyveler, baharatlar, herbaryum ve müze örneklerinde zararlara neden olmaktadır (Ebelling 1992). Depolanmış ürünlerle beslenen bu zararlılar, ürünlerin ağırlık ve çimlenme kapasitesini azaltarak kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır.

Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede çeşitli savaşım yöntemleri geliştirilmiş olsa da bu yöntemler içerisinde en çok kullanılanı maalesef kimyasal mücadeledir. Çoğu zaman ürün kayıpları yaşamamak, yeterli ve yüksek kalitede ürün elde etmek için pestisit kullanımı kaçınılmazdır. Pestisit kullanılmaksızın yapılan tarımsal üretimlerde %60-100 arasında kayıp meydana gelebilmektedir (Turabi 2007). Kısa sürede sonuç alınması ve uygulama rahatlığı gibi sebeplerden dolayı tarımsal üretim ve depolanmış alanlarında pestisit kullanımı giderek artış göstermektedir (Tiryaki et al. 2010). Yoğun pestisit kullanımı ise bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Böceklerle mücadelede, yanlış, uygun olmayan dozlarda ve gereksiz insektisit uygulamaları, böceklerin kullanılan ilaçlara karşı direnç kazanmalarına sebep olmaktadır (Çakır and Yamanel 2005). Böceklerin kazanmış olduğu bu dayanıklılık ise ilerleyen dönemlerde zararlılarla mücadelede daha fazla ilaç kullanılmasına yol açmaktadır. Yaygın ve yoğun bir şekilde insektisit kullanımı aynı zamanda polinatör, predator ve parazitoid gibi hedef dışı organizmalar üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. (Stapel et al. 2000, Xu et al. 2004). Tüm bunlara ek olarak, aşırı ve uygunsuz insektisit kullanımı, çevre ve insan sağlığını da doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkilemektedir. Bilinen tüm bu olumsuzluklar düşünüldüğünde araştırmacılar bu olumsuzlukları ortadan kaldıracak veya en aza indirecek alternatifler üretmek için çalışmalar yapmışlardır (Alkan, 2020; Tülek et al. 2015; Ertürk et al. 2020, Uçar et al. 2020). Bu alternatiflerden bir tanesi de zararlı böcek türleri ile mücadelede bitkisel kökenli insektisitlerin kullanılmasıdır. Geçmişten günümüze, bitkisel kökenli insektisitlerin sentetik muadillerine alternatif olabilirlikleri çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Abdelgaleil et. al. 2016, Chiam et al. 1999, Karakoç and Gökçe 2012, Mangang et al. 2020, Polatoğlu and Karakoç 2016, Polatoğlu et al. 2013, Polatoğlu et al. 2018, Shaaya et al. 1991). Ayrıca, bitkisel

kökenli insektisitlerin sentetik insektisitlere göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bitkisel insektisitler spesifiktir ve doğada bulunan diğer organizmalara, insanlara zararı yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte, bitkisel insektisitlerin parçalanması kolaydır ve çevreye karşı oldukça zararsızdır (Bowers et al. 1976). Günümüzde birçok araştırmacı bitki ekstraktlarının çeşitli böcek türleri üzerindeki aktivitelerini araştırmaktadır. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda bitki ekstraktlarının ve uçucu bileşenlerinin böcekler üzerindeki kontak, fumigant, repellent, antifeedant, atraktant ve benzeri aktiviteleri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Gökçe et al. 2006, Gökçe et al. 2011, Huang et al. 1997, Karakoç and Gökçe 2013, Koutsaviti et al. 2018, Polatoğlu and Karakoç 2016, Yano and Kamimura 1993).

Bu çalışmada; depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren ve primer bir zararlı olan *S. granarius* ile sekonder bir zararlı olan *T. castaneum* üzerinde 3 farklı bitki ekstraktının kontak ve repellent aktiviteleri araştırılmıştır. Bununla birlikte sentetik insektisitlere karşı alternatif olabilirlikleri değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Böcek kültürlerinin kaynağı ve toplu üretimi

Çalışmalarda *S. granarius* ve *T. castaneum* türlerine ait ergin bireyler kullanılmıştır. Stok kültürler Çankırı Karatekin Üniversitesi Yapraklı Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim bölümünden elde edilmiştir.

S. granarius erginlerinin yetiştirilmesinde Karakoç et al. (2006)'da belirtilen yöntemler, modifiye edilerek kullanılmıştır. Tüm böcek türlerinden aynı yaşta bireyler elde etmek amacıyla 1 litrelik cam kavanozlara 1/3 oranında buğday konularak üzerine ortalama 500 adet ergin salınmış, 7 gün süreyle yumurta bırakmaları beklenmiştir. Bu süre sonunda salınan ergin bireyler toplanmış ve kavanozda sadece yumurta ile bulaşık materyalin kalması sağlanmıştır.

T. castaneum yumurtalarının eldesi için, 100 mesh'lik elekten elenmiş %70'i un ve %30'u kuru mayadan oluşan besin ortamı kullanılmıştır. Yaklaşık 500 adet ergin, içerisinde elenmiş un ve maya karışımı bulunan 1 litrelik yumurtlatma kavanozuna salınmıştır. Yumurtlatma kavanozundan 3 günlük aralıklarla eleme işlemi yapılarak elde edilen yumurtalar, içerisinde buğday kırmısı ve maya bulunan besin ortamına aktarılmıştır. Kültür 27 ± 2 °C sıcaklıkta, %50±10 orantılı nem ve karanlık koşullarda inkübe edilmiş ve çıkan 2-4 haftalık erginler denemelerde kullanılmıştır.

Bitki materyalinin temini ve ekstraktların elde edilmesi

Achillea phrygia Boiss. et Bal. (Compositae) (Konya, 2017; Herbaryum no: BŞ 6637), *Salvia wiedemannii* Boiss.

(Lamiaceae) (Konya, 2017; Herbarium no: BŞ 6583) ve *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) (Ardahan, 2017; Herbarium no: BŞ 6946) bitkileri doğal yayılış ortamlarından toplanmış ve Dr. Öğretim Üyesi Bilal ŞAHİN (Çankırı Karatekin Üniversitesi, Yapraklı Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü) tarafından teşhis edilmiştir. Toplanan bitki örnekleri kök bölgelerinden ayrılarak toprak üstü aksamı (gövde, yaprak ve çiçek) gölge ve iyi havalandırılan şartlarda kurutulmuştur. Kurutulmuş bitkiler makas yardımı ile kesilerek küçük parçalara ayrılmış ve ekstraksiyonda kullanıncaya kadar cam kavanozlarda saklanmıştır.

Bitkilerden ekstraktları elde etmek amacı ile Susurluk et al. (2007)'de belirtilen meserasyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon için her bir bitki türünden 200 g tartılarak cam kavanozlara alınmıştır. Bitkilerin üzerine kapatacak kadar hekzan organik çözücüsü eklenmiş ve 72 saat çözücüde bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücü filtre kağıdı ile süzülerek bitki materyalinden ayrılmıştır. Daha sonra ayrılan bitki materyalinin üzerine etil asetat eklenmiş ve yine 72 saat bu çözücü ile kavanozlarda bekletilmiştir. Bu işlemin sonunda filtre kağıdı ile etil asetat ekstraktı kısmı süzülmüş ve bitki materyalinden ayrılmıştır. Son olarak bitki materyali üzerine metanol eklenmiş ve aynı işlem bu çözücü içinde tekrarlanmıştır. Tüm bu işlemler sonunda üç farklı bitkiden üç farklı süspansiyon elde edilmiştir. Elde edilen süspansiyondaki çözücüler evaporatör yardımı ile uçurularak bitkisel rezüdüler elde edilmiştir. Böylece bitkilerden hekzan, etil asetat, metanol ekstraktları ayrı ayrı elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar ise denemelerde kullanıncaya kadar buzdolabında +4 °C'de kullanıncaya kadar saklanmıştır.

Kontak aktivite testleri

Çalışmada, aktivitelerini test etmek amacıyla belirlenen *A. phrygia*, *S. wiedemannii* ve *P. ferulaceae* bitkilerden elde edilen ekstraktların, kontak (değme) etki denemeleri yürütülmüştür. Denemeler Karakoç et al. (2006)'da belirtilen yöntem modifiye edilerek kurulmuştur. Öldürücü etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalar topikal uygulama ile yapılmıştır. Bitki ekstraktları yeterince aseton ile ağırlık/hacim (w/v) bakımında %10'luk (100 µg/ml) bitki ekstraktı/aseton olacak şekilde seyreltilmiştir. Hazırlanan bitki ekstraktı konsantrasyonundan her bir böcek için 1 µl/böcek olacak şekilde mikro-aplikatör yardımıyla böceğin abdomeninin ventralinden uygulanmıştır. Kontrollerde 1 µl/böcek dozunda aseton kullanılmış ve kontrol dahil tüm uygulamalarda her tekrerde 10 adet böcek kullanılmıştır. Bitki ekstraktları ile yürütülen denemeler tesadüf blokları deneme deseninde tertip edilmiş olup 3 tekrerrürlü olarak farklı günlerde 3 kez tekrar edilmiştir. Sonuçlar 24, 48 ve

72 saatlik periyotlarla takip edilmiş ölü birey sayıları kayıt altına alınmıştır.

Repellent aktivite testleri

Kestenholz (2002)'un uyguladığı yöntem kullanılmıştır. Denemeler doksan (90) mm çapında üç bölmeli plastik Petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. Bitki ekstraktlarından aseton kullanılarak hazırlanan 100 µg/ml'lik konsantrasyonlardan 0.5 ml'lik süspansiyon mikropipet yardımıyla 5±0.2 g buğday tanesi üzerine uygulanmıştır. Ekstraktların tanelerin tüm yüzeyine homojen bir şekilde yayılması için spatula yardımıyla karıştırılmıştır. Kontrolde buğdaylar 0.5 ml aseton ile muamele edilmiştir. Asetonun uçması amacıyla muamele edilen buğdaylar 30 dk süre ile bekletilmiştir. Bu bölümlerden ilkinde ekstraktla muamele edilmiş 5 g buğday, ikincisine ise aseton (kontrol) ile muamele edilmiş 5 g ağırlığında buğday konulmuştur. Üçüncü bölüme ise 20 adet *S. granarius* ergini salınmıştır. Bitki ekstraktlarının *T. castaneum* üzerindeki aktivitesini belirlemek amacı ile de uçucu yağ repellent aktivite testlerinde kullanılan McDonald et al. (1970)'da belirtilen yöntem uygulanmıştır. Böceklerin muamele ve kontrol gruplarındaki dağılımları 1, 3, 12 ve 24 saat aralıkla kontrol edilerek kayıt altına alınmıştır. Denemeler 25±2 °C sıcaklıkta yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dizayn edilerek beş tekrerrürlü olarak kurulmuştur.

İstatistiksel analizler

Kontak aktivite testlerinde elde edilen sonuçlar önce % ölüm değerlerine çevrilmiştir. Elde edilen bu yüzdeler arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Oluşan değerler ile varyans analizi yapılmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile muameleler arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Davranışsal etki çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile aşağıda belirtilen formüle göre repellent indeksleri hesaplanmıştır.

$$PR = [(Nc - Nt) / (Nc + Nt)] \times 100$$

Formüle göre;

PR: yüzde repellent değerini

Nc: kontroldeki böcek sayısını

Nt: muameledeki böcek sayısını ifade etmektedir.

Yapılan sayımlar sonucunda elde edilen ortalama repellent değerleri hesaplandıktan sonra Juliana and Su (1983)'de belirtilen 0-V skalasına göre ekstraktların etkinlikleri sınıflandırılmıştır [Sınıf 0 (PR < %0.1); Sınıf 1 (PR = %0.1-20); Sınıf 2 (PR = %20,1-40); Sınıf 3 (PR = %40,1-60); Sınıf 4 (PR = %60,1-80); Sınıf 5 (PR = %80,1-100)].

SONUÇLAR

Bitki ekstraktlarının Sitophilus granarius üzerindeki kontak etkileri

Yapılan değerlendirmeler sonucunda; 24 saatlik inkübasyon süresinde en yüksek kontak aktiviteyi %50 ölüm oranı ile *A. phrygia* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı göstermiş ve istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmuştur. En düşük aktivite ise kontrolden farklı olarak *A. phrygia* heksan (%12.90), *P. ferulaceae* metanol (%14.63) ve *S. wiedemannii* heksan (%19.93) ekstraktlarından elde edilmiştir (F=13.07; sd=9.20; P=0.000). Denemelerde kullanılan diğer bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı olsa da 24 saat sonunda *S. granarius* üzerinde oldukça düşük ölüm (yaklaşık olarak %34 ile %39) meydana getirmişlerdir. Çalışmada 48 saat sonundaki sayımlara bakıldığında en yüksek aktivite yaklaşık olarak %58 ile *A. phrygia* metanol ekstraktından elde edilmiştir. Bu ölüm oranını ise %49.97 ile *P. ferulaceae* heksan, %47.72 ile *S. wiedemannii* metanol ve %46.70 ile *P. ferulaceae* etil asetat ekstraktları izlemiş ve *A. phrygia* metanol ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. *A. phrygia* heksan (%12.90), *P. ferulaceae* metanol (%18.13) ve *S. wiedemannii* heksan (%22.98) en düşük aktiviteyi gösteren bitkiler olarak bulunmuş ve kontrolle aynı istatistiksel grupta yer almışlardır (F=8.04; sd=9.20; P=0.000). İnkübasyon süresi 72 saate ulaştığında, yapılan sayımlar sonucunda tüm bitki ekstraktlarının aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. En yüksek aktivite %74.03 ile *P. ferulaceae* heksan ekstraktından elde edilirken bu aktiviteyi %71.27 ile *A. phrygia* metanol, %67 ile *P. ferulaceae* etil asetat ve %56.75 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktları takip etmiş olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. *A. phrygia* heksan, *P. ferulaceae* metanol ve *S. wiedemannii* heksan ekstraktları ise %35-38 arasında ölüm meydana getirmiş olsa da istatistiksel olarak kontrol grubu ile aralarında herhangi bir farklılık bulunamamıştır (F=5.46; sd=9.20; P=0.000) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* üzerindeki kontak etkileri

Muamele		% Ölüm±SH*		
		24 saat	48 saat	72 saat
Kontrol	Aseton	0.00±0.00c ¹	3.00±2.26d1	4.42±3.63b ¹
	Hekzan	12.90±0.84b	12.90±0.84cd	35.26±1.32ab
<i>Achillea phrygia</i>	Etil Asetat	36.30±1.97ab	42.06±1.21abc	56.75±0.81a
	Methanol	50.00±0.11a	57.79±0.15a	71.27±0.58a
<i>Prangos ferulaceae</i>	Hekzan	38.74±1.09ab	49.97±1.47ab	74.03±6.41a
	Etil Asetat	38.61±2.46ab	46.70±4.25ab	67.00±1.61a
<i>Salvia wiedemannii</i>	Methanol	14.63±1.99b	18.13±4.74bcd	38.23±5.32ab
	Hekzan	19.93±0.17b	22.98±1.04abcd	38.11±9.59ab
<i>Salvia wiedemannii</i>	Etil Asetat	34.32±0.64ab	35.46±0.52abc	54.50±2.41a
	Methanol	37.20±2.75ab	47.72±2.31ab	61.21±0.64a

*Standart Hata

¹Aynı sütündeki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)*Bitki ekstraktlarının Tribolium castaneum üzerindeki kontak etkileri*

Bitki ekstraktlarının 24 saat sonunda *T. castaneum* türü üzerinde göstermiş olduğu etki incelendiğinde, en yüksek etki %33.24 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktından elde edilmiştir. Bu etkiyi %18.79 ile *S. wiedemannii* etil asetat ekstraktı takip etmiştir. Diğer bitki ekstraktları ise %5.44 ile %15.43 arasında çok düşük oranda etki göstermiştir. Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı grupta yer almışlardır (F=21.45; sd=9.20; P=0.000). Denemelerde 48 saatin sonuna gelindiğinde en yüksek aktivite yine %37.75 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bitki ekstraktlarının aktiviteleri de 24 saat sonuçlarına göre artış göstermiştir. *A. phrygia* etil asetat dışında kalan tüm bitki ekstraktlarının %13.71 ile %21.78 aralığında ölüm meydana getirdiği belirlenmiştir. Tüm bitki ekstraktlarından düşük oranda da olsa bir aktivite gözlemlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak kontrolden ve birbirlerinden farklı miktarda ölüm meydana getirmemişlerdir (F=1.90; sd=9.20; P=0.112). *A. phrygia* etil asetat ekstraktı 72 saat sonunda da %42 ölüm oranı ile en yüksek aktiviteyi gösteren bitki ekstraktı olmuştur. Bu aktiviteyi *S. wiedemannii* heksan (%29.20) ve *S. wiedemannii* etil asetat (%23.54) ekstraktları takip etmiştir. Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kontrolden farklı grupta yer almamıştır (F=1.34; sd=9.20; P=0.277) (Çizelge 2).

Bitki ekstraktlarının Sitophilus granarius üzerindeki uzaklaştırıcı (repellent) etkileri

Denemeye alınan bitki ekstraktları zamana bağlı olarak değişen oranlarda repellent etki göstermişlerdir (Çizelge 3). *S. granarius* için sayım zamanlarından 1 saat sonunda en yüksek uzaklaştırıcı etkiyi %40 ile *A. phrygia* metanol

Çizelge 2. Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki kontak etkileri.

Muamele		% Ölüm±SH*		
		24 saat	48 saat	72 saat
Kontrol	Aseton	0.00±0.00d ¹	5.98±1.20b	5.98±1.20a ¹
	Hekzan	6.67±0.00c	15.43±0.27ab	17.38±0.95a
<i>Achillea phrygia</i>	Etil Asetat	33.24±0.39a	37.75±0.16a	42.21±0.15a
	Methanol	7.71±0.12bc	13.71±4.13ab	12.54±9.24a
	Hekzan	15.43±0.27bc	20.19±2.53ab	24.68±2.93a
<i>Prangos ferulaceae</i>	Etil Asetat	13.01±0.67bc	15.72±2.20ab	18.36±4.33a
	Methanol	5.44±0.20c	11.26±1.96ab	16.16±6.81a
	Hekzan	14.29±0.32bc	21.78±1.26ab	29.20±3.41a
<i>Salvia wiedemannii</i>	Etil Asetat	18.79±0.23ab	20.80±0.84ab	26.54±0.41a
	Methanol	10.42±1.36bc	13.71±4.13ab	15.33±5.86a

*Standart Hata

¹Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey)

ekstraktı göstermiştir. Bu aktiviteyi sırasıyla aynı bitkinin etil asetat ve hekzan ekstreleri %36 ve %14'lük uzaklaştırıcı etki ile izlemişlerdir. *S. wiedemannii* ekstraktlarına bakıldığında, 1 saat sonunda en yüksek aktivite *A. phrygia* ekstraktlarının aksine etil asetat ekstraktında %13 uzaklaştırıcı etki ile belirlenmiş; bu ekstraktın aktivitesini %10 uzaklaştırıcı etki ile hekzan ve %4 uzaklaştırıcı etki ile metanol ekstraktı izlemiştir. Aynı sayım zamanında (1 saat) *P. ferulaceae* ekstraktı en yüksek metanol ekstraktında %10'luk bir repellent aktivite göstermiştir. Birinci saat sonunda ekstraktların repellent aktiviteilerinin skala değerlerine bakıldığında en yüksek II skala değerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değerlendirme zamanlarından üçüncü saat sonunda, ilk değerlendirme zamanında olduğu gibi en yüksek aktivite *A. phrygia* ekstraktlarında belirlenmiştir. Ancak 1.saat sonundaki repellent aktiviteden farklı olarak %46 repellent etki ile en yüksek aktivite etil asetat ekstraktında belirlenmiştir. Bu aktiviteyi %28 uzaklaştırıcı etki ile hekzan %12 ile metanol ekstraktının aktivitesi izlemiştir. Ancak denemeye alınan bitki ekstraktlarından *S. wiedemannii* bitkisinin metanol ekstraktında %18'lik bir uzaklaştırıcı etkiye sahip olmuş ve aynı bitkinin etil asetat ekstraktı %12, hekzan ekstraktı ise %8'lik bir uzaklaştırıcı aktivite göstermiştir. Denemeye alınan bir diğer bitki olan *P. ferulaceae* ekstraktları ise ilk sayım zamanında olduğu gibi kayda değer bir aktivite göstermemişlerdir. Üçüncü saat sonunda bu bitki ekstraktı en yüksek aktivitesini %6 ile etil asetat ekstraktında göstermiştir. On ikinci saat sonunda denemeye alınan bitki ekstraktlarından *A. phrygia* ekstraktları diğer iki ekstrakta nazaran repellent aktivite yönüyle daha aktif olmuş ve en yüksek aktivite %36 uzaklaştırıcı aktivite ile etil asetat ekstraktında belirlenmiştir. Değerlendirme zamanlarından 24.saat sonunda en yüksek repellent aktivite %52 uzaklaştırıcı aktivite ile *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktında belirlenmiş ve aktivite III skala değerini almıştır. Bu ekstraktın aktivitesini %32'lik aktivite ile *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan ve *P. ferulaceae* bitkisinin hekzan ekstraktında saptanmıştır.

Çizelge 3. Bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* üzerindeki repellent etkileri

Muamele		% Repellent Etki							
		1s	Skala	3s	Skala	12s	Skala	24s	Skala
<i>Achillea phrygia</i>	M*	40	II	12	I	26	II	16	I
	EA	36	II	46	III	36	II	20	I
	H	14	I	28	II	20	I	20	I
<i>Salvia wiedemannii</i>	M	4	I	18	I	12	I	26	II
	EA	13	I	12	I	20	I	28	II
	H	10	I	8	I	22	II	32	II
<i>Prangos ferulaceae</i>	M	10	I	4	I	22	II	26	II
	EA	4	I	6	I	22	II	52	III
	H	5	I	2	I	22	II	32	II

*M=metanol, EA=Etil Asetat, H=Hekzan

Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki uzaklaştırıcı (repellent) etkileri

Bitki ekstraktlarının uzaklaştırıcı etkileri *Tribolium castaneum*'a karşı araştırıldığında ekstraktların aktiviteilerinin birbirine yakın olduğu, ancak zamana ve bitki ekstraktına göre aktivitenin değiştiği sonucuna varılmıştır (Çizelge 4). Sayım zamanlarından 1 saat sonunda en yüksek aktivite %88'lik uzaklaştırıcı etki ile *A. phrygia* bitkisinin hekzan ekstraktında belirlenmiş ve bu etkinin skala değeri V olarak

Çizelge 4. Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki repellent etkileri

Muamele		% Repellent Etki							
		1s	Skala	3s	Skala	12s	Skala	24s	Skala
<i>Achillea phrygia</i>	M*	70	IV	62	IV	86	V	96	V
	EA	72	IV	44	III	88	V	94	V
	H	88	V	68	IV	98	V	92	V
<i>Salvia wiedemannii</i>	M	60	III	38	II	88	V	82	V
	EA	36	II	48	III	96	V	96	V
	H	32	II	46	III	62	IV	72	IV
<i>Prangos ferulaceae</i>	M	72	IV	86	V	90	V	92	V
	EA	42	III	52	III	98	V	98	V
	H	52	III	46	III	74	IV	92	V

*M=metanol, EA=Etil Asetat, H=Hekzan

belirlenmiştir. Bu ekstraktın aktivitesini, %72 (skala IV) ile aynı bitkinin etil asetat ekstraktı ve *P. ferulaceae* bitkisinin metanol ekstraktı izlemiştir. *A. phrygia* bitkisinin metanol ekstraktının uzaklaştırıcı etkisi 1.saat sonunda %70 olarak hesaplanmıştır. Bu aktiviteyi *S. wiedemannii* bitkisinin metanol ekstraktı (%60, skala III), *P. ferulaceae* bitkisinin hekzan ekstraktı (%52, skala III), *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktı (%42, skala III), *S. wiedemannii* bitkisinin etil asetat (%36, skala II) ve *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan (%32, skala II) aktivitesi sırasıyla takip etmiştir. Üçüncü saat sonunda ise en yüksek aktivite %86 (skala V)'lık uzaklaştırıcı etki ile *P. ferulaceae* metanol ekstraktında belirlenmiştir. Denemelerden 12 saat sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kullanılan tüm ekstraktların aktivitelerinde artış gözlemlenmiştir. 12 saat sonunda en yüksek aktivite %98 repellent etki oranı ile *A. phrygia* bitkisinin hekzan ve *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktlarından elde edilmiştir. En düşük aktivite ise *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan ekstraktından elde edilmiştir. 24 saatlik inkubasyon süresi sonunda ise *A. phrygia* ve *P. ferulaceae* bitkilerinden elde edilen tüm ekstraktlar %90 (skala V)'ın üzerinde aktivite göstermiştir. Bu süre sonunda *S. wiedemannii* bitkisinin etil asetat ekstraktı %96 (skala V), metanol ekstraktı %82 (skala V) ve hekzan ekstraktı ise %72 (skala IV) ile en düşük aktiviteyi gösteren bitki olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE KANI

Bu çalışmada, *A. phrygia*, *P. ferulaceae* ve *S. wiedemannii* bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının depolanmış ürün zararlılarından olan *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda bitkilerden ekstrakt elde etmek amacı ile farklı çözücü sistemleri kullanılarak (hekzan, etil asetat ve metanol) her bitkiden 3 farklı ekstrakt elde edilmiştir. Çalışmada bitki ekstraktlarının insektisidal aktivitelerini belirlemek amacı ile kontak (değme yolu ile), davranışsal etkilerini belirlemek amacı ile de repellent (uzaklaştırıcı) etki çalışmaları yürütülmüştür.

Denemelerde kullanılan bitkilerinden *A. phrygia* Compositae, *P. ferulaceae* Apiaceae ve *S. wiedemannii* ise Lamiaceae familyaları içerisinde yer alan bitkilerdir. Bu familyalar içerisinde yer alan bitkilerin birçoğundan elde edilen ekstrakt ve uçucu yağların, böcekler üzerinde farklı şekillerde aktivite gösteren türlere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle Lamiaceae familyasında bulunan *Mentha*, *Salvia* ve *Thymus* cinslerine ait birçok tür ile yapılan çalışmalar bu bitkilerin insektisidal aktivite potansiyelini ortaya koymuştur (Abdelli et al. 2016, Clemente et al. 2003, Karim and Hossein 2018, Kumar et al. 2011, Polatoğlu et al. 2017). Yine benzer şekilde *Tanacetum* ve *Achillea*

cinsine ait türlerin böcekler üzerinde farklı şekillerde aktivite gösterdiği araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Ebadollahi 2017, Kordali et al. 2012, Polatoğlu et al. 2015). *Anethum*, *Bifora prangos* ve *Heracleum* cinslerinin yer aldığı Apiaceae familyası da yine insektisidal aktivite bakımından zengin tür içeren familyalardan biridir ve bu familyadan birçok türle ilgili insektisidal ve davranışsal etki çalışmaları bulunmaktadır (Karakoç et al. 2006, Pandey et al. 2018, Selimoğlu et al. 2015). Birçok araştırmacı tarafından bu familyalara ait türlerle yapılan çalışmalarda olduğu gibi yürütmüş olduğumuz çalışmada da *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılma potansiyeline sahip bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

A. phrygia Türkiye'ye endemik bir bitki türüdür. Bu bitkiden elde edilen ekstraktların böcekler üzerindeki aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Her ne kadar *A. phrygia* bitkisinden elde edilen ekstraktlar ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış olsa da *Achillea* cinsine ait farklı türlerden elde edilen ekstraktların, çeşitli böcekler üzerindeki aktiviteleri incelenmiş ve kayda değer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Hasheminia et al. (2011) *Achillea millefolium* (L.) (Compositae) metanol ekstraktının *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) üzerindeki aktivitesini incelemiş ve LC₅₀ değerini %9.387 olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde Jovenovic et al. (2007) yapmış oldukları çalışmada *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera: Bruchidae) üzerinde *A. millefolium* L. ethanol ekstraktının aktivitesini araştırmışlardır. Ekstraktları fasulye taneleri üzerine uygulamış ve 3 hafta sonunda %87 civarında ölüm meydana getirdiğini belirlemişlerdir. Yürütmüş olduğumuz çalışmada da *A. phrygia* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı *S. granarius* erginleri üzerinde %71 civarında ölüm meydana getirmiş ve belirtilen çalışmalarla paralellik göstermiştir. Aynı cinse ait bitkiler çoğunlukla benzer maddeler içermektedir (Mohammadhosseini et al. 2017, Polatoğlu et al. 2013). Bu sebeple aynı cinse ait farklı bitkiler böcek türleri üzerinde benzer etkiler gösterebilmektedir (Ateyyat et al. 2009, Çakır et al. 2016).

Çalışmada kullanmış olduğumuz *S. wiedemannii* bitkisi de *A. phrygia* gibi Türkiye'ye endemik bir bitki türüdür. *S. wiedemannii* ile ilgili yapılmış farklı biyolojik aktivite çalışmaları bulunsada da (Şenol et al. 2010, Ustun and Sezik 2011, Ustun and Berrin-Ozçelik 2016) böcekler üzerinde yapılmış insektisidal ve davranışsal etki çalışmalarına rastlanmamıştır. Yürütmüş olduğumuz çalışmada *S. wiedemannii* metanol ekstraktı *S. granarius* üzerinde 72 saat sonunda %61.21 insektisidal aktivite gösterirken *T. castaneum* üzerinde %15.33 ölüm meydana getirmiştir. *S. wiedemannii* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı orta derecenin biraz üzerinde öldürücü etki gösterirken, *Salvia*

cinsine ait diğer türlerden elde edilen ekstraktların farklı oranlarda aktivite gösterdiği çeşitli çalışmalarla bildirilmiştir. Karakoç et al. (2013) yapmış oldukları çalışmada *Salvia tchihatcheffii* (Fisch. et Mey.) Boiss. (Lamiaceae) ve *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher ex Bentham (Lamiaceae) bitkilerinden elde etmiş oldukları ekstraktların *S. granarius* üzerindeki etkinliklerini test etmişlerdir. *S. tchihatcheffii* (gövde) ekstraktının insektisidal aktivitesini %86,76, *S. cryptantha* (gövde) ekstraktının aktivitesini ise %44,93 olarak belirlemişlerdir. Irfan et al. (2016) *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) bitkisinin insektisidal aktivitesini *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) üzerinde test etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemi kullanan araştırmacılar bitkiden elde ettikleri metanol ekstraktının %1,5'lik dozunda test böceği üzerinde %100 ölüm gözlemlemişlerdir. *S. officinalis* ile çalışan Karakas (2017) ise bitkinin etanol ekstraktlarını *S. granarius* üzerinde test etmiş ve 3 gün sonunda %12, 8 gün sonunda ise %72 oranında ölüm meydana geldiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı bitkinin %36 repellent aktivite gösterdiğini de ortaya koymuştur.

P. ferulaceae bitkisinden elde edilen ekstraktlar ile farklı biyolojik aktivite çalışmaları yürütülmüş olsa da bu çalışmalar arasında insektisidal ve davranışsal etki çalışmaları bulunmamaktadır (Bruno et al. 2019, Durmaz et al. 2006, Gheisari et al. 2016, Mavi et al. 2004, Shokoohinia et al. 2014). Fakat bu bitkiden elde edilen uçucu yağlar ile insektisidal aktivite çalışması yürütülmüştür. *P. ferulaceae* bitkisinden elde edilen uçucu yağların *S. granarius* üzerindeki insektisidal aktivitesi Şimşek et al. (2016) tarafından araştırılmıştır. Yürütülen çalışmaya göre *P. ferulaceae*'den elde edilen uçucu yağlar %10'luk konsantrasyonda, *S. granarius* üzerinde %28,73 oranında ölüm meydana getirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise yürütülen bu çalışmadan farklı olarak *P. ferulaceae* bitkisinden elde edilen ekstraktların *S. granarius* ve *T. castaneum* üzerindeki aktivitesi test edilmiştir. Her iki böcek türünde de en yüksek ölüm oranı heksan ekstraktından elde edilmiş olup bu oran *T. castaneum* için %24, *S. granarius* için %74 olarak belirlenmiştir.

Yürütülen bu çalışmada, bitkisel kaynaklar bakımından oldukça zengin olan ülkemizde doğal olarak yetişen bitkilerden elde edilen ekstraktların ve uçucu yağların, depolanmış ürünlerin önemli zararlılarından olan *S. granarius* ve *T. castaneum*'a karşı kontrollü şartlarda insektisidal ve davranışsal etkileri araştırılmıştır. Yapılan tüm denemeler sonucunda test edilen bitkilerin böcekler üzerinde kontak toksisite ve repellent aktivite gösterdiği saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar ise denemelerde aktivite gösteren bitki ekstraktlarının bu zararlılarla mücadelede kullanılacak alternatifler olduğunu ortaya

koymuştur. Bundan sonraki aşamada bitki ekstraktlarının ana bileşenlerinin araştırılarak bitkideki aktif moleküllerin belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yapılacak ek çalışmalar ile birlikte, kullanılabilirlikleri ve uygulamaya aktarılabilirliklerinin de araştırılması uygun olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ikinci yazarın Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütmüş olduğu "Bazı bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *Sitophilus granarius* L. (Col: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

ÖZET

Depolanmış ürünlerdeki böceklerle mücadele oldukça önemlidir. *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren önemli iki zararlı böcek türüdür. Depolanmış ürünlerdeki zararlılarla mücadelede kullanılacak alternatif ilaçlara ise her geçen gün ihtiyaç artmaktadır. Bu çalışmada, *Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae), *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) ve *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının, *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. 72 saat sonunda, *S. granarius* üzerinde test edilen bitkiler arasında en yüksek kontak aktiviteyi sırasıyla %74 ile *P. ferulaceae* heksan, %71 ile *A. phrygia* metanol ekstraktı göstermiştir. *T. castaneum* üzerinde en yüksek aktiviteyi ise 72 saat sonunda %42 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktı göstermiştir. Bitki ekstraktları ile yapılan davranışsal etki çalışmalarında ise *S. granarius* üzerindeki en yüksek repellent aktivite 24. saat sonunda *P. ferulaceae* etil asetat ekstraktından (%52) elde edilmiştir. Bitki ekstraktlarının tamamı *T. castaneum* üzerinde yüksek oranda repellent etki göstermiştir.

Anahtar kelimeler: bitki ekstraktı, repellent etki, kontak etki, buğday biti, kırmızı un biti

KAYNAKLAR

Abdelgaleil S.A., Mohamed M.I., Shawir M.S., Abou-Taleb H.K., 2016. Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. Journal of Pest Science, 89 (1), 219-229.

Abdelli M., Moghrani H., Aboun A., Maachi R., 2016. Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. Industrial Crops and Products, 94, 197-205.

- Alkan, M., Gökçe, A., 2012. *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae)'un gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* (Col., Curculionidae)'ye olan kontakt ve davranışsal etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36(3), 377-389.
- Alkan, M., 2020. Chemical composition and insecticidal potential of different *Origanum* spp.(Lamiaceae) essential oils against four stored product pests. Turkish Journal of Entomology, 44 (2), 149-163.
- Anonim, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, 1. Cilt, 283 s.
- Asmanizar D.A., Idris A.B., 2008. Effect of selected plant extraction on mortality of adult *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), a pest of stored rice grains. Malaysian Applied Biology, 37, 41-46.
- Ateyyat M.A., Al-Mazra'awi M., Abu-Rjai T., Shatnawi M.A., 2009. Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. Journal of Insect Science, 9 (1), 1-6.
- Bowers W.S., Ohta T., Cleere J.S., Marsella P.A., 1976. Insect anti-juvenile hormones in plants. Science, 193, 542-547.
- Bruno M., Ilardi V., Lupidi G., Quassinti L., Bramucci M., Fiorini D., Venditti A., Maggi F., 2019. The nonvolatile and volatile metabolites of *Prangos ferulacea* and their biological properties. Planta Medica, 85 (11/12), 815-824.
- Chiam W.Y., Huang Y., Chen S.X., Ho S.H., 1999. Toxic and antifeedant effects of allyl disulfide on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology, 92, 239-245.
- Clemente S., Mareggiani G., Broussalis A., Martino V., Ferraro G., 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 29, 421-426.
- Çakır Ş., Yamanel Ş., 2005. Böceklerde insektisitlere direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 6 (1), 21-29.
- Çakır A., Özer H., Aydın T., Kordali Ş., Çavuşoğlu A.T., Akçin T., Mete E., Akçin A., 2016. Phytotoxic and insecticidal properties of essential oils and extracts of four *Achillea* Species. Records of Natural Products, 10 (2), 154-167.
- Durmaz H., Sagun E., Tarakci Z., Ozgokce F., 2006. Antibacterial activities of *Allium vineale*, *Chaerophyllum macropodium* and *Prangos ferulacea*. African Journal of Biotechnology, 5 (19), 1795-1798.
- Ebadollahi A., 2017. Chemical composition, acaricidal and insecticidal effects of essential oil from *Achillea filipendulina* against two arthropod pests; *Oryzaephilus surinamensis* and *Tetranychus urticae*. Toxin Reviews, 36 (2), 132-137.
- Ebelling W., 1992. Pest of stored food product. In: Urban Entomology. University of California, USA. 695 p.
- Ertürk S., Atay T., Toprak U., Alkan M., 2020. The efficacy of different surface applications of wettable powder formulation of Detech® diatomaceous earth against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 89 (2020), 101725.
- Gheisari H.R., Habibi H., Khadem A., Anbari S., Khadem A.A., 2016. Comparison of antimicrobial activity of *Cichorium intybus*, *Dorema aucheri* and *Prangos ferulacea* extracts against some food borne pathogens. International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences, 5 (3), 80-84.
- Gökçe A., Whalon M.E., Çam H., Yanar Y., Demirtas Ğ., Gören N., 2006. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 40 (6), 441-450.
- Gökçe A., Isaacs R., Whalon M. E., 2011. Ovicidal, larvicidal and antiovipositional activities of *Bifora radians* and other plant extracts on the grape berry moth *Paralobesia viteana* (Clemens). Journal of Pest Science, 84, 487-493.
- Hasheminia S.M., Sendi J.J., Jahromi K.T., Moharramipour S., 2011. The effects of *Artemisia annua* L. and *Achillea millefolium* L. crude leaf extracts on the toxicity, development, feeding efficiency and chemical activities of small cabbage Pieris rapae L. (Lepidoptera: Pieridae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 99 (3), 244-249.
- Huang Y., Tan J.M.W.L., Kini R.M., Ho S.H., 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research, 33, 289-298.
- Irfan S., Rani S., Sani I.A., Irfan H., Shabbir S., Ahmed N., Shahwani N.A., Yousafzai A., Ahmed U., Aziz S., Irshad M.N., Fazal S., 2016. Leaves and flowers insecticidal activity investigation of *Salvia officinalis* L. against *Sitophilus oryzae* L. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (2), 105-108.
- Jovanović Z., Kostić M., Popović Z., 2007. Grain-protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. Industrial Crops and Products, 26 (1), 100-104.
- Juliana G., Su H.C.F., 1983. Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. Journal of Economic Entomology, 76, 154-157.

- Karakas M., 2017. Use of aromatic plant extracts as bio-insecticides for the control of stored-product insect, *Sitophilus granarius*. International Journal of Entomology Research, 2 (1), 27-29.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., Telci İ., 2006. Fumigant activity of some plant essential oils against *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) and *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.: Bruchidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 30 (2), 123-135.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., 2012. Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'e olan kontak toksisiteleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (3), 423-431.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., 2013. Farklı bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) üzerinde beslenme engelleyici ve mide zehiri etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 37 (1), 73-80.
- Karakoç Ö.C., Tüfekçi A.R., Demirtaş İ., İpek A., 2013. Insecticidal activity of *Salvia tchihatcheffii* and *Salvia cryptantha* volatile oils and extracts on two important storage pests. TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (1), 155-158.
- Karim S., Hossein P., 2018. Insecticidal activity of four plant essential oils against two stored product beetles. Entomology, Ornithology and Herpetology, 7 (213), 2161-0983.
- Kestenholz C.C., 2002. Investigation on the biological activity of *Gardenia fosbergii* (Rubiaceae) and *Cassiasophora* (Caesalpiniaceae) against the storage insect pest *Sitophilus oryzae* L. and *Callosobruchus maculatus* F. Ph.D. Thesis, University of Greenwich, The UK, 180 p.
- Kordali Ş., Yıldırım E., Emsen B., Kabağaç G., Ercişli S., 2012. Fumigant toxicity of essential oils of nine plant species from Asteraceae and Clusiaceae against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 22 (1), 11-14.
- Koutsaviti A., Antonopoulou V., Vlassi A., Antonatos S., Michaelakis A., Papachristos D. P., Tzakou O., 2018. Chemical composition and fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col.: Curculionidae). Journal of Pest Science, 91 (2), 873-886.
- Kumar P., Mishra S., Malik A., Satya S., 2011. Insecticidal properties of *Mentha species*: a review. Industrial Crops and Products, 34 (1), 802-817.
- Mangang I.B., Tiwari A., Rajamani M., Manickam L., 2020. Comparative laboratory efficacy of novel botanical extracts against *Tribolium castaneum*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100 (4), 1541-1546.
- Mavi A., Terzi Z., Özgen U., Yildirim A., Coşkun M., 2004. Antioxidant properties of some medicinal plants: *Prangos ferulacea* (Apiaceae), *Sedum sempervivoides* (Crassulaceae), *Malva neglecta* (Malvaceae), *Cruciata taurica* (Rubiaceae), *Rosa pimpinellifolia* (Rosaceae), *Galium verum* subsp. *verum* (Rubiaceae), *Urtica dioica* (Urticaceae). Biological and Pharmaceutical Bulletin, 27 (5), 702-705.
- McDonald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insect. Marketing Research Report no.882. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Washington, 183 pp.
- Mohammadhosseini M., Sarker S.D., Akbarzadeh A., 2017. Chemical composition of the essential oils and extracts of *Achillea* species and their biological activities: a review. Journal of Ethnopharmacology, 199, 257-315.
- Pandey A.K., Tripathi S., Singh P., 2018. Plant essential oils: a substitute for conventional insecticides against *Tribolium species* (Coleoptera: Tenebrionidae) achievements and challenges. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 51 (13-14), 696-728.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Gören N., 2013. Phytotoxic, DPPH scavenging, insecticidal activities and essential oil composition of *Achillea vermicularis*, *A. teretifolia* and proposed chemotypes of *A. biebersteinii* (Asteraceae). Industrial Crops and Products, 51, 35-45.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Yücel Y.Y., Demirci B., Gören N., Başer K.H.C., 2015. Composition, insecticidal activity and other biological activities of *Tanacetum abrotanifolium* Druce. essential oil. Industrial Crops and Products, 71, 7-14.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö. C., 2016. Biologically active essential oils against stored product pests. In: essential oils in food preservation, flavor and safety. Preedy, V.R., (Ed.). Elsevier Inc., Oxford, UK, 39-59.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Yücel Y.Y., Gücel S., Demirci B., Demirci B., Başer K.H.C., 2017. Insecticidal activity of *Salvia veneris* Hedge. essential oil against coleopteran stored product insects and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera). Industrial Crops and Products, 97, 93-100.
- Polatoglu K., Karakoc Ö.C., Demirci B., Baser K.H.C., 2018. Chemical composition and insecticidal activity of edible garland (*Chrysanthemum coronarium* L.) essential oil against the granary pest *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera). Journal of Essential Oil Research, 30, 120-130.

- Selimoğlu T., Gökçe A., Yanar D., 2015. Bazı bitki uçucu yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) üzerindeki fumigant toksisiteleleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 39 (1), 109-118.
- Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U., Pissarev V., 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology, 17, 499-504.
- Shokoohinia Y., Sajjadi S.E., Gholamzadeh S., Fattahi A., Behbahani M., 2014. Antiviral and cytotoxic evaluation of coumarins from *Prangos ferulacea*. Pharmaceutical Biology, 52 (12), 1543-1549.
- Stapel J.O., Cortesero A.M. Lewis W.J., 2000. Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. Biological Control, 17, 243-249.
- Susurluk H., Caliskan Z., Gürkan O., Kırmızıgül S., Gören N., 2007. Antifeedant activity of some Tanacetum species and bioassay guided isolation of the secondary metabolites of *Tanacetum cadmeum* ssp. *cadmeum* (Compositae). Industrial Crops and Products, 26, 220-228.
- Şenol F.S., Orhan I., Celep F., Kahraman A., Doğan M., Yılmaz G., Şener B., 2010. Survey of 55 Turkish Salvia taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant activities. Food Chemistry, 120 (1), 34-43.
- Şimşek Ş., Pekbey G., Yaman C., 2016. Fumigant toxicity of essential oils from *Achillea millefolium* (Asteraceae) and *Prangos ferulacea* (Apiaceae) against *Sitophilus granarius* and *S. oryzae* (Col.: Curculionidae). In: AIP Conference Proceedings, Vol: 1726, No: 1, p: 020029.
- Tiryaki O., Canhilal R., Horuz S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (2), 154-169.
- Tunçbilek A.S., 1992. Kısırlaştırıcı altı gamma radyasyon dozları ile ışınlanmış kırma biti (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val)'nin bazı biyolojik özelliklerine aldığı besinin etkileri üzerine araştırmalar, Bölüm 1. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 148 s.
- Turabi M.S., 2007. Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası ve TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, 25-26 Ekim 2007, Ankara, Türkiye, 392 s.
- Tülek A., Ertürk S., Kepenekci İ., Atay T., 2015. Efficacy of three entomopathogenic nematode isolates from Turkey against stored grain insect pest, lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) adults. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 25 (1), 251-254.
- Uçar, S., Atay, T., Yanar, Y., 2020. Insecticidal activities of four native entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill) isolates against *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) adults under laboratory conditions. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8 (sp1): 67-69.
- Ustun O., Sezik E., 2011. Analgesic activity of *Salvia wiedemannii* Boiss. used in Turkish folk medicine. Records of Natural Products, 5 (4), 328-331.
- Ustun O., Berrin-Ozcelik T.B., 2016. Bioactivities of ethanolic extract and its fractions of *Cistus laurifolius* L. (Cistaceae) and *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) species. Pharmacognosy Magazine, 12 (Suppl 1), S82.
- Xu Y.Y.U., Liu T.X., Leibe G.I., Walker A.J., 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Biocontrol Science and Technology, 14 (7), 713-723.
- Yano K., Kamimura H., 1993. Antifeedant activity toward larvae of *Pieris rapae* crucivora of phenolethers related to methyleugenol isolated from *Artemisia capillaris*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 57, 129-130.
- Cite this article: Kanik, F, Karakoç, Ö. (2020). Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.784497
- Atf için: Kanik, F, Karakoç, Ö. (2020). Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.784497

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Entomopathogenic nematodes occurring in alfalfa fields, Tokat, Turkey

Tokat (Türkiye) ili yonca alanlarında bulunan entomopatojen nematodlar

Ayşegül ÇAĞLAYAN^a, Turgut ATAY^{a*}, İlker KEPENEKÇİ^a

^aTokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tokat, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:10.16955/bitkorb.749288

Received : 08-06-2020

Accepted : 09-12-2020

Keywords:

entomopathogenic nematodes,
alfalfa fields, Tokat, Turkey

* Corresponding author: Turgut ATAY

✉ turgut.atay@gop.edu.tr

ABSTRACT

With this study, the presence of entomopathogenic nematodes (EPN) in 15 villages (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbağlar, Uğrak, Tahtoba, Dayılıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballıdere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç and 2 towns (Güryıldız, Emirseyit) of Tokat province where alfalfa was cultivated intensively was investigated between June-October 2016. For this purpose, 58 soil samples were taken and obtained 10 EPN isolates by trap-insect method. As a result of the morphological and molecular diagnosis, 8 of them were defined as *Steinernema carpocapsae*, one isolate as *S.feltiae* and one isolate as *Heterorhabditis bacteriophora*. This paper is the first report showing the occurrence of EPNs in alfalfa fields in Turkey.

INTRODUCTION

Recently, one of the most important issues discussed is the restriction of the use of pesticides. Efforts of biological control are an important tool to achieve this target in the world. *Entomopathogenic* nematodes (EPNs) belong to *Steinernematidae* and *Heterorhabditidae* families which are parasites of insects, killing them rapidly with the help of mutualistic bacteria. Therefore, they have great importance as biological control agents of many insect pests having economic importance (Hızır et al. 2003). In recent years, studies on the effectiveness of EPNs against important pest groups of economic importance have gained speed in Turkey.

In the world, a total of 104 EPN species have been identified. These are 84 species from the *Steinernema* genus, 1 species from the *Neosteinernema* genus and 19 species from the *Heterorhabditis* genus (Nguyen 2018). Studies on the EPNs in Turkey have begun in recent years (Kepenekci et al. 1999, Özer et al. 1995). When analyzed studies conducted

to determine the EPNs in Turkey, it is seen that 7 species (*S. anatoliense*, *S. bicornutum*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. krausse*, *S. websteri* and *S. weiseri*) belonging to the genus *Steinernema* and 3 species (*H. bacteriophora*, *H. marelatus* and *H. megidis*) belonging to the genus *Heterorhabditis* have been revealed (Kepenekci 2012).

To use EPNs in applied biological control studies, it is important to detect the species or isolates belonging to the species, determine their distribution and reveal the effectiveness of the identified EPNs. It was investigated effectiveness against different insect groups of different EPN isolates detected in Turkey and showed that there were significant differences between the activities of different isolates belonging to the same species (Eşengül and Evlice 2020, Evlice et al. 2007, Kepenekci and Susurluk 2006, Kepenekci et al. 2013, Tülek et al. 2015, Yılmaz et al. 2010, Yüksel and Canhilal 2019).

Alfalfa, which is a perennial plant, has an average life span of 5 years, and the use of pesticides in alfalfa cultivation areas is either very limited or not. In this way, many different organisms can settle in these areas and create a living space for themselves. Thus, alfalfa cultivation contributes to the natural balance in agroecosystems. Some studies were conducted for to determine diversity of EPN in different cultivations areas in Turkey. However, no studies have been performed for the determination of EPNs in alfalfa fields, which are considered to be rich in fauna. In this work, a survey was carried out to isolate and identify EPNs from alfalfa fields in Tokat (Turkey) province.

MATERIALS AND METHODS

Field studies

Collecting soil samples

Soil sampling was carried out between June and October 2016 in order to obtain EPNs from the intensively alfalfa cultivated areas of Tokat province (Turkey). For this purpose, 58 soil samples were taken from the 15 villages (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbağlar, Uğrak, Tahtoba, Dayılıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballidere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç) and 2 town (Güryıldız, Emirseyit) in Tokat province (Table 1). Soil samples which were approximately 1 kg and consisted of 10-15 subsamples were taken from a depth of 5-30 cm (Bulun 2011). While determining the areas to be sampled, it was considered that there was a certain distance between them, and they were in distribution to represent the study region of Tokat province (Sevim 2010). Soil samples were kept in ice boxes at 4 °C until they were brought from the field to the laboratory and kept in the refrigerator at the same temperature during the examination period.

Laboratory studies

Rearing of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)

The Greater wax moth, *Galleria mellonella*, was used for obtaining EPNs from soil and for their mass reproduction in the laboratory. For these reasons, an artificial diet was prepared for mass rearing of *G. mellonella* in laboratory. The diet ingredients consisted of wheat flour (890 g), dried yeast powder (222 g), glycerine (500 g), honey (500 ml), milk powder (445 g) and wheat bran (445 g) (Haydak 1936, Mohammed and Coppel 1983). The prepared diet was placed in 300 ml glass jars and then, the egg cluster was placed and closed with aluminium wire. The jars were placed in an insect rearing cabinet with 23-24 °C and illuminated for 16/8 hours. The last instar larvae of *G. mellonella* were obtained and used in the studies.

Isolation of nematodes

The nematodes were isolated from alfalfa field soils with *Galleria* trap methods. These soils were placed in 500 ml plastic containers. 10 last instar larvae of *G. mellonella* were placed in 10 cm diameter plastic wire cages and placed in the soil samples (Bedding and Akhurst 1975, Griffin et al. 2000). The plastic containers were placed in an incubator at 24 °C and checked every 3 days. Nematodes were obtained from the dead larvae by “White trap” method (White 1927). Collected larvae were checked by infectivity test (Koch's postulation) for confirming whether the obtained nematodes were EPN or not (Kaya and Stock 1997).

Morphology-based identification of EPNs

The genus level of identification of entomopathogenic nematodes was attempted by making temporary mounts of ten infective juveniles for each isolate. Infective juveniles were killed 60 °C and fixed in TAF (7 ml 40% formalin, 2 ml Triethanolamine, 91 ml distilled water). Fixed nematodes were transferred to anhydrous glycerine according to Seinhorst's (1959) rapid method as modified by De Grisse (1969). Permanent slides were prepared according to ring method of Hooper (1986). All measurements were made using a drawing tube attached to Leica DM 3000 light microscope. Genus-level identification was made according to Poinar (1990) and Liu and Berry (1996).

Molecular characterization

For molecular characterization of entomopathogenic nematodes, the ITS (internal transcribed spacer) gene region, which is widely used all over the world and is a part of the rDNA gene region, was analyzed. DNA extraction was performed by following the protocol of DNA isolation kit (Thermo scientific). PCR amplification of DNA sample was prepared by following ingredients were added into a 0.2 ml specific PCR tubes; 37.3 µl ddH₂O, 5 µl 10X buffer, 4 µl MgCl₂, 1 µl dNTPs, 0.2 µl of forward primer 18S: 5-TTGATTACGTCCCTGCCCTTT-3, 0.2 µl of reverse primer 28S: 5-TTTCACCTCGCCGTTACTAAGG-3, 0.3 µl Taq polymerase and 2 µl DNA (Vrain et al. 1992).

The prepared tubes were placed in the thermal cycler (Biorad) and subjected to a PCR cycle suitable for the primers used for the ITS region. The PCR conditions were applied as 94 °C for 7 minutes followed by 35 cycles of denaturation at 94 °C for 1 min, annealing at 50 °C for 1 min and elongation at 72 °C for 1 min and a final extension step at 72 °C for 7 min (Nguyen 2007). The amplification products obtained as a result of the PCR reaction were examined by subjecting them to 1% agarose gel electrophoresis.

The PCR products obtained were cleaned by using DNA purification kit (Macherey-Nagel) and sent to Medsantek

Table 1. Information of locations for the soil samples collected from alfalfa fields in Tokat province

Location	Coordinates		Altitude (m)
	N	E	
Ulaş	40 ° 19 ' 37 "	36 ° 26 ' 31 "	566
Ulaş	40 ° 19 ' 37 "	36 ° 25 ' 16 "	560
Ulaş	40 ° 19 ' 33 "	36 ° 25 ' 45 "	570
Güryıldız	40 ° 20 ' 07 "	36 ° 22 ' 11 "	575
Güryıldız	40 ° 19 ' 57 "	36 ° 22 ' 16 "	545
Güryıldız	40 ° 19 ' 56 "	36 ° 21 ' 31 "	567
Güryıldız	40 ° 20 ' 03 "	36 ° 23 ' 02 "	561
Emirseyyit	40 ° 20 ' 13 "	36 ° 23 ' 59 "	554
Emirseyyit	40 ° 20 ' 13 "	36 ° 25 ' 20 "	560
Emirseyyit	40 ° 20 ' 32 "	36 ° 24 ' 32 "	551
Söngüt	40 ° 18 ' 58 "	36 ° 24 ' 02 "	550
Söngüt	40 ° 18 ' 53 "	36 ° 23 ' 39 "	554
Söngüt	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587
Taşlıçiftlik	40 ° 19 ' 48 "	36 ° 27 ' 29 "	572
Taşlıçiftlik	40 ° 19 ' 49 "	36 ° 28 ' 18 "	592
Taşlıçiftlik	40 ° 20 ' 15 "	36 ° 30 ' 03 "	576
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 30 "	36 ° 21 ' 46 "	580
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 03 "	36 ° 21 ' 41 "	616
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 15 "	36 ° 21 ' 36 "	590
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 41 "	36 ° 21 ' 31 "	559
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 38 "	36 ° 21 ' 28 "	564
Uğrak	40 ° 12 ' 32 "	36 ° 29 ' 01 "	1119
Uğrak	40 ° 11 ' 52 "	36 ° 29 ' 07 "	1163
Uğrak	40 ° 12 ' 11 "	36 ° 28 ' 48 "	1135
Uğrak	40 ° 11 ' 58 "	36 ° 28 ' 03 "	1100
Tahtoba	40 ° 11 ' 55 "	36 ° 27 ' 36 "	1113
Tahtoba	40 ° 12 ' 06 "	36 ° 27 ' 37 "	1112
Tahtoba	40 ° 12 ' 29 "	36 ° 27 ' 45 "	1112
Tahtoba	40 ° 12 ' 48 "	36 ° 27 ' 56 "	1096
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 48 "	36 ° 30 ' 54 "	1054
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 49 "	36 ° 31 ' 01 "	1029
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 24 "	36 ° 31 ' 08 "	1101
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 16 "	36 ° 31 ' 06 "	1098
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 39 "	36 ° 30 ' 02 "	1131
Çördük	40 ° 14 ' 01 "	36 ° 33 ' 06 "	821
Çördük	40 ° 14 ' 16 "	36 ° 33 ' 03 "	808
Çördük	40 ° 14 ' 18 "	36 ° 32 ' 35 "	844
Kızılköy	40 ° 22 ' 50 "	36 ° 40 ' 37 "	642
Kızılköy	40 ° 22 ' 14 "	36 ° 39 ' 50 "	624
Kızılköy	40 ° 22 ' 29 "	36 ° 40 ' 42 "	621
Bakışlı	40 ° 20 ' 36 "	36 ° 37 ' 43 "	607
Bakışlı	40 ° 20 ' 26 "	36 ° 37 ' 38 "	638
Bakışlı	40 ° 20 ' 20 "	36 ° 37 ' 17 "	625
Ballidere	40 ° 21 ' 03 "	36 ° 38 ' 04 "	612
Ballidere	40 ° 21 ' 35 "	36 ° 39 ' 18 "	615
Ballidere	40 ° 21 ' 28 "	36 ° 38 ' 46 "	598
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 38 "	36 ° 42 ' 15 "	634
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 35 "	36 ° 42 ' 45 "	649
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 02 "	36 ° 42 ' 48 "	642
Gaziosmanpaşa	40 ° 21 ' 43 "	36 ° 41 ' 11 "	648
Gaziosmanpaşa	40 ° 21 ' 56 "	36 ° 41 ' 18 "	632
Gaziosmanpaşa	40 ° 21 ' 54 "	36 ° 41 ' 03 "	651
Günevi	40 ° 21 ' 58 "	36 ° 34 ' 22 "	861
Günevi	40 ° 22 ' 21 "	36 ° 35 ' 12 "	911
Günevi	40 ° 21 ' 42 "	36 ° 34 ' 09 "	840
Akyamaç	40 ° 20 ' 58 "	36 ° 29 ' 38 "	591
Akyamaç	40 ° 20 ' 54 "	36 ° 28 ' 24 "	581
Akyamaç	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587

Company (Turkey) for sequence analysis. Sequence results were corrected by using Bioedit (Hall 1999) and MEGA 6.0 (Tamura et al. 2013) software program, and the results were analyzed by entering the gene bank of the National Center for Biotechnology Information (NCBI).

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the PCR study of the populations diagnosed on the basis of genus morphologically and morphometrically, a band of approximately 1000 bp was obtained (Figure 1). As a result of the sequence analysis of the PCR outputs, the nucleotide sequences obtained for 10 populations were separately blasted in NCBI and compared with other sequences and the species of each population was determined. As a result of this study, 10 samples out of 58 (17.2%) were found positive (infected with EPN). 8 of them were defined as *Steinernema carpocapsae* (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakışlı05, Tokat-Bakışlı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-

Corduk61, Tokat-Corduk02), the rest of them were found as *S.feltiae* (Tokat-Emir) and *Heterorhabditis bacteriophora* (Tokat-Songut) (Table 2, Figure 1).

H. bacteriophora and *S. carpocapsae*, which were revealed in the study, were previously known from the Tokat province (Kepenekci et al. 2018), while *S.feltiae* is a new record for the EPN fauna of the Tokat province. *S. carpocapsae* was found for the first time by Kepenekci and Öztürk (2001) and *H. bacteriophora* by Kepenekci et al. (1999) in Turkey. Another species, *S. feltiae*, was determined in the soil samples taken from Rize (Turkey) by Özer et al. (1995). As a result of nematological surveys conducted later in Turkey, many isolates belonging to these species were revealed.

While the most common species in the world are found as *S. feltiae* and *H. bacteriophora* (Hominick et al. 1996), this situation was different in our study and a higher number of isolates belonging to *S. carpocapsae* were obtained.

Table 2. The obtained entomopathogenic nematode isolates from alfalfa fields in Tokat province

Isolates	Location Information			
	Location	Coordinates		Altitude (m)
		N	E	
<i>Steinernema carpocapsae</i> Tokat-Ulas	Ulaş	40 ° 19 ' 33 "	36 ° 25 ' 45 "	570
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Baglar	Büyükbağlar	40 ° 17 ' 03 "	36 ° 21 ' 41 "	616
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Bakışlı05	Bakışlı	40 ° 20 ' 36 "	36 ° 37 ' 43 "	607
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Bakışlı60	Bakışlı	40 ° 20 ' 20 "	36 ° 37 ' 17 "	625
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Yamac	Akyamaç	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Tokat-Songut	Söngüt	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Ballı	Ballıdere	40 ° 21 ' 03 "	36 ° 38 ' 04 "	612
<i>S. feltiae</i> Tokat-Emir	Emirsemit	40 ° 20 ' 32 "	36 ° 24 ' 32 "	551
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Corduk61	Çördük	40 ° 14 ' 01 "	36 ° 33 ' 06 "	821
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Corduk02	Çördük	40 ° 14 ' 16 "	36 ° 33 ' 03 "	808

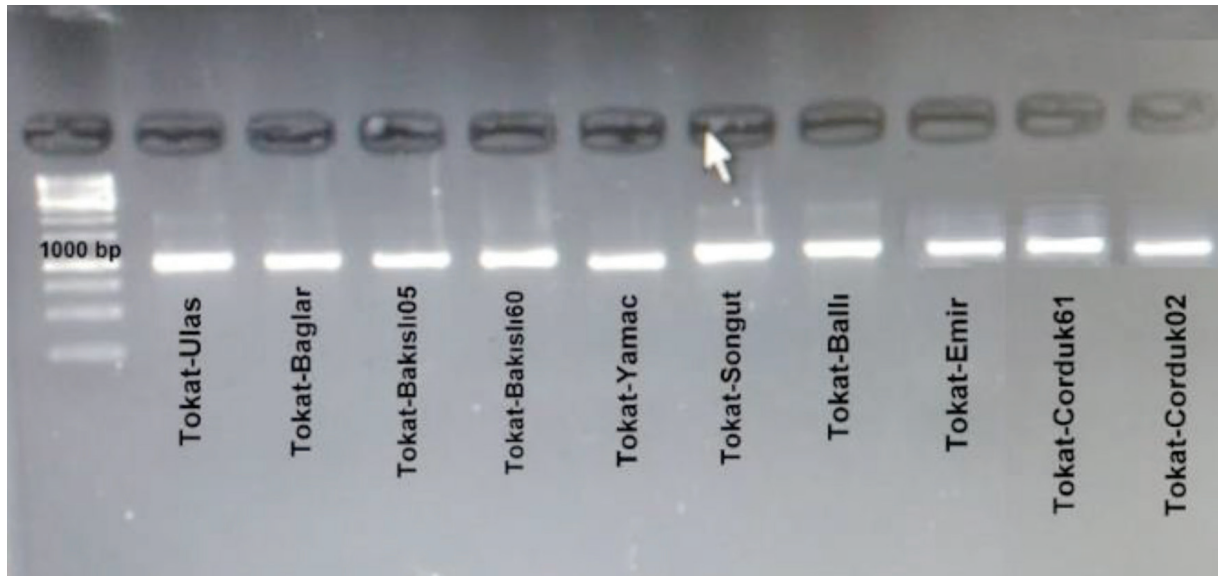


Figure 1. The gel electrophoresis image of PCR products from the ITS gene regions of the obtained isolates

When the number of EPNs obtained with the soil sample taken is compared, it is seen that a significant number of EPN isolates were obtained with a rate of 17.2%. In other studies, EPN prevalence was found 12.1% in Aydın (Aydın 2007), 8.3% in Trabzon (Gökçe 2010), 9.6% in Çanakkale (Bulun 2011), 6.1% in Marmara Region (Güneş and Gözel 2011), 9.09% in Trabzon (Erbaş 2012), 0.48% in İzmir (Ari 2014), %8.4 in Düzce (Gürel 2015), 3.3% in Kaz Mountains (Gürsoy 2017) and 6% in West Black Sea (Düzce, Bolu, Karabük and Zonguldak) (Gülcü 2018) and 3.6% in Tokat (Kepenekci et al. 2018).

Kepenekci et al. (2018) revealed, totally 5 EPNs isolates [2 isolates (TOK44, TOK20) belonging to *Heterorhabditis bacteriophora* and 3 isolates (TOK05, GOP81, GOP72) belonging to *Steinernema carpocapsae*] with 3.6% presence rate in Tokat province. Apart from this study, no other study has been done for the detection of EPNs in Tokat province.

In our study, the rate of EPN obtained from Tokat alfalfa fields was higher than those obtained in other studies (17.24%). It is thought that this is due to the following reasons: less soil cultivation since alfalfa generally has a 5-year life span, intense natural fauna and limited pesticide use or pesticide unused areas.

This was the first study to determination of entomopathogenic nematodes in alfalfa fields in Turkey. As a result of this study, it has been shown that alfalfa fields were rich in terms of EPNs. It is highly probable that new EPN isolates will be found with studies in alfalfa fields in different regions of Turkey in the future.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Tokat Gaziosmanpaşa University Scientific Research Fund (Project Number: 2017/55) and is a partial summary of first author's Master Thesis. The authors thank to Prof. Dr. Selçuk HAZIR and Dr. Harun ÇİMEN (Adnan Menderes University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology) for molecular identification of nematode isolates. A part of this study was presented as an oral presentation at the 7th International Entomopathogens and Microbial Control Congress and published as an abstract (11-13 September 2019 Kayseri, Turkey)

ÖZET

Bu çalışma ile Tokat ilinin yoğun olarak yonca tarımı yapılan 15 köy (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbaglar, Uğrak, Tahtoba, Daylıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballıdere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç) ve 2 beldesinde (Güryıldız, Emirseyit) 2016 yılı haziran-ekim ayları arasında entomopatojen nematod (EPN) varlığı

araştırılmıştır. Bu amaçla 58 toprak örneği alınmış ve tuzak böcek yöntemiyle 10 EPN izolatu elde edilmiştir. Yapılan morfolojik ve moleküler teşhis çalışmaları sonucunda sekiz izolat *Steinernema carpocapsae*, bir izolat *S. feltia* ve bir izolat *Heterorhabditis bacteriophora* olarak belirlenmiştir. Bu çalışma Türkiye'de yonca alanlarında bulunan EPN'lerin tespitine yönelik ilk çalışmadır.

Anahtar kelimeler: Entomopatojen nematodlar, yonca alanları, Tokat, Türkiye

REFERENCES

- Ari A., 2014. Entomopatojen nematodların (*Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae*) Tire ilçesi (İzmir) topraklarındaki tür çeşitliliği ve dağılımlarının belirlenmesi. (Yüksek Lisans), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 66 s., Aydın.
- Aydın M.S., 2007. Entomopatojenik nematodların (*Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae*) Aydın ili ve çevresindeki topraklarda tür çeşitliliği ve dağılımlarının belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 53 s., Aydın.
- Bedding R.A., Akhurst R.J., 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic Rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21, 109-110.
- Bulun N., 2011. Çanakkale ili elma bahçelerindeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi ve Elma iç kurdu (*Cydia pomonella*, Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae)'na karşı laboratuvarında etkinliklerinin araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 142 s., Çanakkale.
- De Grisse A., 1969. Redescription et modifications de quelques techniques utilisees dans l' etude des neematodes phytoparasitaires. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, 34, 351-359.
- Erbaş Z., 2012. Trabzon yöresinden entomopatojen nematodların izolasyonu, karakterizasyonu ve *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeidae) üzerindeki etkilerinin araştırılması. Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 110 s., Trabzon.
- Esengül Ö., Evlice E., 2020. Assessment of the susceptibility of the Turkestan cockroach, *Blatta lateralis* to Turkish isolates of entomopathogenic nematodes. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11 (1), 129-137.

- Evlice E., Kepenekci İ., Zeki C., 2007. İki entomopatojen nematodun Elma içkürdü *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) üzerindeki etkileri. Entomopatojenler & Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Trabzon, 53 s.
- Gökçe C., 2010. Çeşitli toprak örneklerinden entomopatojen nematodların izolasyonu, tanımlanması ve patojenitelerinin araştırılması. Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 117 s., Trabzon.
- Griffin C.T., Chaerani R., Fallen D., Reid A.P., Downes M.J. 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. Journal of Helminthology, 74 (2), 143-150.
- Gülcü B., 2018. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki entomopatojen nematodların (*Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae*) tür çeşitliliği ve dağılımı. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 33 (1), 6-13.
- Güneş Ç., Gözel U., 2011. Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 2 (2), 93-102.
- Gürel S., 2015. Düzce ili fındık bahçelerindeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi ve Fındık kurduna (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) karşı laboratuvarında etkinliklerinin araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 62 s., Çanakkale.
- Gürsoy S., 2017. Kaz dağı entomopatojen faunasının belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 58 s., Çanakkale.
- Hall T.A., 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series, 41, 95-98.
- Haydak M.H., 1936. A food for rearing laboratory insect. Journal of Economic Entomology, 29 (5), 1026.
- Hazır S., Kaya H.K., Stock S.P., Keskin N., 2003. Entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*) for biological control of soil pests. Turkish Journal of Biology, 27 (4), 181-202.
- Hooper D.J., 1986. Handling fixing, staining and mounting nematodes. Extraction of free living stages from soil. In: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Southey J.F., (Ed.). London, 59-80.
- Hominick W.M., Reid A.P., Bohan D.A., Briscoe B.R., 1996. Entomopathogenic nematodes biodiversity, geographical distribution and the convention on biological diversity. Biocontrol Science and Technology, 6 (3), 317-332.
- Kaya H.K., Stock S.P., 1997. Techniques in insect nematology. In: Manuel of techniques in insect pathology. Lacey L.A., (Ed.). Academic press, London, 281-324 p.
- Kepenekci İ., Babaroğlu N., Öztürk G., Halıcı S., 1999. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae), 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, Adana, 587-596.
- Kepenekci İ., Öztürk G., 2001. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod; *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) (Rhabditida: Steinernematidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 25 (1), 23-31.
- Kepenekci İ., Susurluk A., 2006. Susceptibility of the Mealy plum aphid, *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) of two isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) under laboratory conditions. Pakistan Journal of Nematology, 24 (1), 49-55.
- Kepenekci İ., 2012. Nematology (plant parasitic and entomopathogenic nematodes) (General Nematology, volume-I) (Taxonomic Nematology, volume-II) pp.1155.] Eğitim, Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1155 s.
- Kepenekci İ., Evlice E., Özer N., 2013. Entomopatojen nematodların ağ kurdusu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] larvalarına etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 53 (4), 199-206.
- Kepenekci İ., Atay T., Çimen H., Akın A., Keleş G., Hazır S., 2018. Entomopathogenic nematodes (Nematoda) in Tokat province (Turkey). 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, Antalya, 273-285.
- Liu J., Berry R.E., 1996. *Heterorhabditis marelatus* n.sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Oregon, USA. Fundamental and Journal of Invertebrate Pathology, 67, 48-54.
- Mohammed M.A., Coppel H.C., 1983. Mass rearing of the greater wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) for small-scale laboratory studies. Great Lakes Entomology, 16, 139-141.
- Nguyen K.B., 2007. Methodology, morphology and identification. In: Entomopathogenic nematodes: systematics, phylogeny and bacterial symbionts, Nguyen, K.B., Hunt, D.J. (Eds.). Nematology Monographs and Perspectives 5, Hunt, D.J., Perry, R.N. (Eds.). Leiden, The Netherlands, Brill, 59-119 p.
- Nguyen K.B., 2018. Morphology and taxonomy of entomopathogenic nematodes. <http://entnemdept.ufl.edu/nguyen/morph/kbnstein.htm> (accessed date: 27.05.2020).

Özer N., Keskin N., Kırbaş Z., 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica*, 41, 639-640.

Poinar G.O. Jr., 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In: Entomopathogenic nematodes in biological control. Gaugler R., Kaya H.K., (Eds.). Boca Raton, CRC Press, USA, 23-58 p.

Seinhorst J.W., 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica*, 4, 67-69.

Sevim A., 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi'nden entomopatojenik fungusların izolasyonu, karakterizasyonu ve virülanslarının belirlenmesi. Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 166 s., Trabzon.

Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipksi A., Kumar S., 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30 (12), 2725-2729.

Tülek A., Ertürk S., Kepenekci İ., Atay T., 2015. Efficacy of native entomopathogenic nematodes against the stored grain insect pest, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) adults. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25 (1), 251-254.

Vrain T.C., Wakarchuk D.A., Levesque A.C., Hamiltin R.I., 1992. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group. *Fundamental and Applied Nematology*, 15 (6), 563-573.

White G.F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, 66 (1709), 302-303.

Yılmaz H., Gokce C., Demir İ., Demirbağ Z., 2010. Laboratory screening of the pathogenicity of some local entomopathogenic nematode isolates against the European cockchafer, *Melolontha melolontha* (Col.: Scarabaeidae). 43th Annual Meeting of Society for Invertebrate Pathology, Trabzon, p. 61.

Yüksel E., Canhilal R., 2019. Isolation, identification, and pathogenicity of entomopathogenic nematodes occurring in Cappadocia Region, Central Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* (2019), 29-40

Cite this article: Çağlayan, A, Atay, T, Kepenekçi, İ. (2020). Entomopathogenic nematodes occurring in alfalfa fields, Tokat, Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.749288

Atıf için: Çağlayan, A, Atay, T, Kepenekçi, İ. (2020). Tokat (Türkiye) ili yonca alanlarında bulunan entomopatojen nematodlar. *Bitki Koruma Bülteni*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.749288

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Detection of some important viruses in tomato production areas of Diyarbakır province by molecular methods and their molecular characterization

Diyarbakır ili domates üretim alanlarındaki bazı önemli virüslerin moleküler yöntemler ile teşhisi ve moleküler karakterizasyonu

Feyzullah YILMAZ^a, Hikmet Murat SİPAHİOĞLU^b

^aDiyarbakır Plant Protection Research Institute, 21110 Sur, Diyarbakır, Turkey

^bDepartment of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University, Battalgazi, Malatya, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:10.16955/bitkorb.682860

Received : 03-02-2020

Accepted: 09-12-2020

Keywords:

tomato, virus, multiplex-RT-PCR, ToMV, PVY, movement protein gene, coat protein gene

* Corresponding author: Feyzullah YILMAZ

✉ feyzullah.yilmaz@tarimorman.gov.tr

ABSTRACT

Surveys were conducted to investigate the presence of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), *Potato virus Y* (PVY), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) and *Tomato ringspot virus* (ToRSV) in tomato production areas of Diyarbakır province by molecular methods in 2018. The following methods were implemented to detect the presence of the viruses: PCR method for TYLCV, multiplex-RT-PCR method for PVY and ToMV, and RT-PCR method for TSWV and ToRSV. A total of 278 symptomatic and asymptomatic leaf samples were randomly collected from tomato plants. Fifty-six (20.1%) samples tested by molecular methods were found to be infected with at least one virus. Of the samples tested, 41 were infected with ToMV (14.7%), 21 were infected with PVY (7.6%), and 6 contained mixed infections of ToMV + PVY (2.2%). TYLCV, TSWV, and ToRSV were not detected in the tomato samples tested. Four PVY and four ToMV isolates were randomly selected to characterize the partial movement protein (MP) and coat protein (CP) genes of ToMV, and the partial coat protein (CP) gene of PVY. The nucleotide sequences were deposited in the GenBank database. Diyarbakır isolates of ToMV showed 99-100% similarity while Diyarbakır isolates of PVY showed 88-99% similarity to the other isolates reported around the world. With this study, ToMV and PVY were reported for the first time in tomato production areas in Diyarbakır province.

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde beslenmede önemli bir yere sahip olan domates, yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir. Dünya Tarım Örgütü'nün 2018 yılı verilerine göre dünyada domates üretiminin en fazla yapıldığı ülke Çin olurken, ülkemiz Çin ve Hindistan'dan sonra 3. sırada yer almıştır (FAO 2018).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulama imkanının artmasıyla birlikte domates ekim alanlarında ve verimde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Bölgede 2017 yılı itibarı ile 149.711 dekar alanda 659 bin ton domates üretimi gerçekleştirilmiştir. Diyarbakır ili, domates ekim alanları bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde

Şanlıurfa'dan sonra ikinci sırada yer almakta ve yaklaşık 29 bin dekar alanda 85 bin ton üretim yapılmaktadır (TÜİK 2018).

Domates üretiminin yapıldığı alanlarda bitkinin hemen hemen tüm dönemlerinde çok sayıda fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar ciddi ürün kayıplarına neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de domates üretimini etkileyen en önemli hastalık etmenlerinden biri de virüslerdir. Günümüzde virüs hastalıklarına karşı etkili herhangi bir kimyasal ilacın bulunmaması nedeni ile virüslerle mücadele daha çok, bitkileri virüslerden korumaya yönelik alınan tedbirlere ve vektörleri ile mücadeleye dayanmaktadır. Virüs ve vektörlerine karşı etkili ve ekonomik bir mücadele yapılabilmesi için virüslerin ve vektörlerinin hassas moleküler tekniklerle teşhislerinin yapılması ve bunların epidemiyolojilerinin bilinmesi gerekmektedir (Erkan 2008).

Dünyada yetiştiriciliği yapılan domates bitkisi birçok virüs hastalığına maruz kalabilmektedir. Domates üretim alanlarında görülen en önemli viral hastalıklardan bazıları; Domates sarı yaprak kıvrıcılık virüsü (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV), Patates Y virüsü (*Potato virus Y*, PVY), Domates mozaik virüsü (*Tomato mosaic virus*, ToMV), Domates lekeli solgunluk virüsü (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) ve Domates halkalı leke virüsü (*Tomato ringspot virus*, ToRSV)'dür. Virüsler doğada çok yaygın olarak bulunurlar ve ekonomik olarak bitkilerde ciddi hastalıklara ve ürün kayıplarına neden olmaktadır (Wani et al. 2010). Yapılan çalışmalarda hastalık etmeni virüslerin bitkinin enfekte olduğu döneme göre %42 ile %96 oranında zarara yol açtığı ortaya konmuştur (Şevik 2007). Domates üretimini sınırlandıran önemli virüslerden TYLCV'nin, domates bitkisini yaz ve sonbahar süresince enfekte edebildiği ve %100'e varan oranlarda ürün kaybına neden olduğu (Lapidot et al. 2001); TSWV'den ileri gelen enfeksiyonlarda bitkisel ürünlerde %42-100 arasında kayıpların olduğu (Roselló et al. 1996); PVY'nin dünya çapında ürün kalite ve verimini %80'e kadar azalttığı (Hämäläinen 1997); ToRSV'nin %95'e kadar ürün kaybına neden olduğu (Dias 1976); ToMV'nin ise verimi %20'ye kadar düşürdüğü (Broadbent 1976) bildirilmiştir.

Domates, Diyarbakır ilinde yaygın biçimde üretilmesine rağmen, üretim alanlarındaki domates virüs hastalıkları ile ilgili olarak yeterli veri mevcut değildir. Bu çalışma ile Diyarbakır ili domates alanlarındaki önemli bazı virüs hastalıkları moleküler yöntemler ile araştırılmış ve elde edilen bazı virüs izolatlarının moleküler karakterizasyonları yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Sürvey çalışmaları

Sürvey çalışmaları, 2018 yılı haziran-ağustos aylarında domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Diyarbakır ili ve ilçelerinde yürütülmüştür. Bitki numuneleri sistematik örnek alma yöntemine göre toplanmıştır (Bora ve Karaca 1970). Tesadüfi olarak seçilen domates tarlalarından en az bir, en çok üç adet olmak üzere, virüs simptomu gösteren ve göstermeyen domates bitkilerinden örnekler alınmıştır. Toplanan domates yaprak örnekleri polietilen torbalara konularak soğuk zincirde laboratuvara getirilmiş ve PCR testlerinde kullanılmak üzere 4 °C'de en fazla bir hafta süre ile muhafaza edilmiştir.

DNA ve RNA izolasyonu

Sürvey çalışmalarında toplanan domates örneklerinde ToMV, TSWV, PVY ve ToRSV enfeksiyonlarının araştırılması için toplam RNA izolasyon kiti (Qiagen RNeasy Plant Mini Kit; Kat. No: 74904, Almanya) kullanılmıştır. Örneklerdeki muhtemel TYLCV enfeksiyonunun araştırılması için toplam DNA izolasyon çalışmalarında ise Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (Kat. No: 69106, Almanya) kullanılmıştır. Nükleik asit izolasyonları firmanın önerdiği protokol adımları ile gerçekleştirilmiştir.

Komplementer DNA (cDNA) sentezi

RNA genomuna sahip ToMV, PVY, TSWV ve ToRSV'nin RT-PCR yöntemi ile teşhisinde komplementer DNA sentezi Applied Biosystems™ High-Capacity cDNA Reverse Transcription Kiti (Kat. No: 4368814, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre steril bir PCR tüpü içerisine 10X RT buffer'dan 2 µl, dNTP mix (100 nM)'ten 0.8 µl, 10X RT Random Primer'den 2 µl, Multiscribe™ Reverse Transcriptase enziminden 1 µl, steril saf sudan 4.2 µl ve RNA örneğinden ise 10 µl konarak toplam hacim 20 µl olacak biçimde hazırlanmıştır. cDNA sentezi için karışım 25 °C'de 10 dk, ve daha sonra 37 °C'de 120 dk inkübe edilmiş ve takiben enzimin inaktivasyonu için ise karışım 85 °C'de 5 dk bekletilmiştir.

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

RNA genomuna sahip ToRSV ve TSWV'nin tanısında genom spesifik primerlerin kullanıldığı RT-PCR yöntemi, ToMV ve PVY'nin tanısında ise multipleks RT-PCR yöntemi kullanılmıştır. DNA genomuna sahip TYLCV'nin tanısı ise genom spesifik primerlerin kullanıldığı PCR yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

RT-PCR

ToRSV ve TSWV'nin RT-PCR yöntemi ile araştırılmasında, steril bir PCR tüpüne toplam 50 µl hacimde olacak biçimde

Çizelge 1. Çalışma kapsamında araştırılan virüsleri tespit etmede kullanılan primer dizileri, baz uzunlukları ve referanslar

Hedef virüs	Primer dizilimi	Çoğaltılan DNA uzunluğu	Referans
TYLCV	F - 5'-atgtcgaagcgwcca-3'	777 bp	Kim et al. 2011
	R - 5'-ttaatttkrtaytgaatcatagaa-3'		
PVY	F - 5'-acgtcctcaaatgagaatgcc-3'	480 bp	Singh and Singh 1997
	R - 5'-tggtgttcgtgatgtgacct-3'		
ToMV	F - 5'-agatgaagccgagacgtcggtc-3'	621 bp	Alavi et al. 2014
	R - 5'-acccttcgatttaagtggaggga-3'		
TSWV	F - 5'-atgtctaagttaagctcac-3'	777 bp	Choi 2014
	R - 5'-tcaagcaagtctcgagtt-3'		
ToRSV	F - 5'-gaatggttccagccactt-3'	182 bp	Tang et al. 2014
	R - 5'-agtctcaacttaacataccac-3'		

5 µl 10X PCR buffer, 3 µl 25 mM MgCl₂, 1 µl dNTP (10 mM) (Vivantis, Malezya), 1 µl primer forward (10 pmol), 1 µl primer reverse (10 pmol), 0.4 µl Taq DNA polimeraz enzimi (Thermo), 2 µl cDNA ve 36.6 µl RNase free su konularak reaksiyon gerçekleştirilmiştir. Her iki virüs için RT-PCR reaksiyonunda uygulanan sıcaklık döngüsü 35 defa uygulanmış, primer bağlanma sıcaklığı ToRSV için 51 °C, TSWV için ise 49 °C uygulanmıştır. RT-PCR çalışmalarında kullanılan primerlere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Multipleks-RT-PCR

ToMV ve PVY'nin multipleks RT-PCR yöntemi ile araştırılmasında steril bir PCR tüpüne toplam hacim 50 µl olacak biçimde 7 µl 10X PCR buffer, 4 µl 25 mM MgCl₂, 2 µl dNTP (10 mM), 0.5 µl ToMV primer forward (10 pmol), 0.5 µl ToMV reverse primer (10 pmol), 0.5 µl PVY forward primer (10 pmol), 0.5 µl PVY reverse primer (10 pmol), 0.6 µl Taq DNA polimeraz enzimi, 2 µl cDNA ve 32.4 µl RNase free su eklenerek reaksiyon gerçekleştirilmiştir. Multipleks RT-PCR reaksiyonunda sıcaklık rejimi 35 döngü olarak uygulanmış ve primer bağlanma sıcaklığı 52 °C kullanılmıştır. Multipleks RT-PCR çalışmalarında kullanılan primerlere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

PCR

TYLCV'nin PCR yöntemi ile araştırılmasında steril bir PCR tüpüne toplam hacim 50 µl olacak biçimde 5 µl 10X PCR buffer, 3 µl 25 mM MgCl₂, 1 µl dNTP (10 mM), 5 µl primer forward (10 pmol), 5 µl primer reverse (10 pmol), 0.5 µl Taq DNA polimeraz enzimi, 10 µl DNA (1/50 oranında sulandırılmış) ve 20.5 µl RNAase free su konularak reaksiyon gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonunda uygulanan sıcaklık rejimi 35 döngü olarak uygulanmış ve primer bağlanma sıcaklığı 52 °C kullanılmıştır. PCR çalışmalarında kullanılan primerlere ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Agaroz jel elektroforez

PCR sonucu elde edilen ürünler %1.5'lük agaroz jel hazırlanarak elektroforez (Thermo Scientific, ABD) yöntemi

ile analiz edilmiştir. Jel çukurlarına GeneRuler 100 bp DNA marker (Kat. No: SM241, Thermo Scientific, ABD), araştırılan virüslere ait pozitif örnekler (Kat. No: C2374, C2688, C9528, C2543, C2525, Agdia, ABD), negatif örnek (su) ve 15 µl PCR ürünü ile 3 µl yükleme tamponu (6X DNA loading dye, Thermo Scientific, ABD) karıştırılarak jele yüklenmiştir. Güç kaynağı 80 V'a ayarlanıp 80 dk elektrik akımı uygulanmıştır. Elektroforez işleminden sonra jel 15 dk süreyle 100 ml steril saf suda 10 µl ethidium bromide içeren çözeltide boyanmış ve görüntülenmiştir (DNR Bio-Imaging Systems). Pozitif bulunan örnekler steril bistüri ile kesilerek 1.5 ml'lik Eppendorf tüplerine aktarılmış ve dizilemeye gönderilmek üzere -20 °C'de saklanmıştır.

DNA dizilemesi ve filogenetik analiz

PCR çalışmaları sonucu elde edilen virüslere ait DNA'ların çift yönlü DNA dizilemesi hizmet alımı kapsamında ticari olarak yaptırılmıştır. DNA dizilemesi sonucu elde edilen bilgilerin ChromosPro 1.5 (Technelysium Pty Ltd, Avustralya) ve CLC Main Workbench 20.0.3 (Qiagen Bioinformatics, Almanya) bioinformatik programları kullanılarak analizleri yapılmıştır. Dizileme sonrası tespit edilen virüslerden, PVY izolatlarının kısmi kılıf protein genleri, ToMV izolatlarının ise kısmi hareket protein ve kılıf protein gen bölgelerinin araştırılması web temelli BLASTn programı (National Center for Biotechnology Information, NCBI) ile gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen virüslere ait elde edilen nükleotid dizileri NCBI'da bulunan farklı ülkelere ait izolatlar ile karşılaştırılarak benzerlik yüzdeleri belirlenmiştir. Tespit edilen virüs izolatlarının dünyadaki diğer virüs izolatlarıyla olan genetik benzerlikleri ve farklılıklarının belirlenmesi amacıyla filogenetik ağaç oluşturulmuştur.

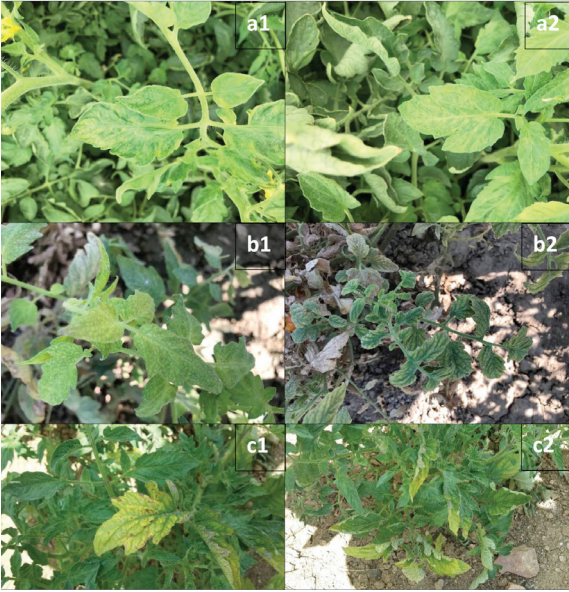
DNA dizilerinin gen bankasına girilmesi

Domates bitkisinde tespit edilen ve PCR yöntemi ile çoğaltılan ToMV (DT1, DT2, DT3, DT4 izolatları)'ye ait kısmi hareket protein ve kılıf protein gen dizileri ile PVY (DP1, DP2, DP3, DP4 izolatları)'ye ait kısmi kılıf protein genlerine ait dizilerin, NCBI'a kaydı gerçekleştirilmiştir.

SONUÇLAR

Sürvey çalışmaları

Diyarbakır ili Çermik, Çüngüş, Eğil, Ergani, Çınar, Sur, Kayapınar, Yenişehir, Hazro, Kulp, Lice, Bismil, Dicle ve Hani ilçelerindeki domates alanlarında ToMV, TYLCV, TSWV, ToRSV ve PVY'nin varlığı ve yaygınlıklarının tespit edilmesi amacıyla 2018 yılı haziran-ağustos ayları arasında geniş çaplı sürvey çalışması yürütülmüştür. Sürvey çalışmaları süresince ilde yetiştiriciliği yapılan domates bitkilerinin viral etmenlere karşı yüksek düzeyde duyarlı olduğu görülmüş ve sürvey gerçekleştirilen alanlarda domates bitkilerinde sararma, yaprak kıvrılması, yapraklarda şekil bozukluğu, budurlaşma ve şiddetli mozaik belirtileri gözlenmiştir. Yürütülen moleküler testler ile sürvey çalışmalarında bazı bitkilerde gözlemlenen mozaik, yaprakta kabarcık ve deformasyon gibi belirtilerin hangi virüs enfeksiyonundan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Enfekteli domates bitkilerinde gözlenen belirtiler; a1, a2: *Tomato mosaic virus* ile enfekteli bitki. b1, b2: *Potato virus Y* ile enfekteli bitki. c1, c2: *Tomato mosaic virus* ve *Potato virus Y* ile karışık enfekteli bitki

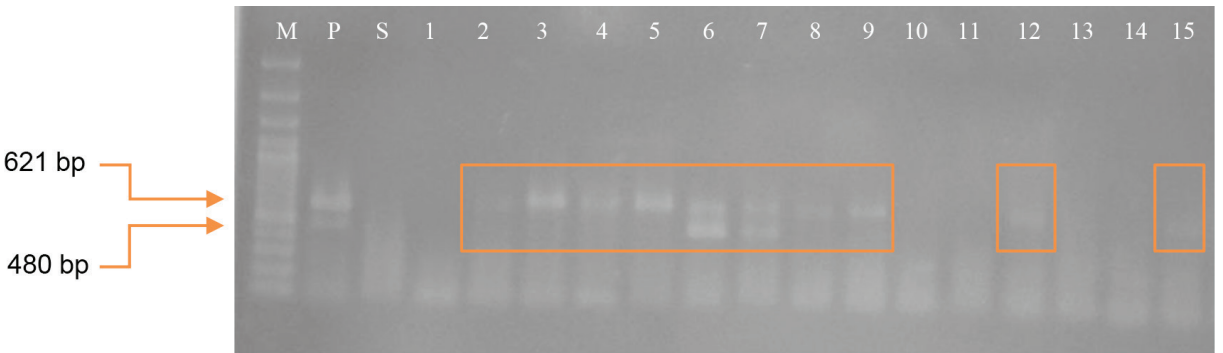
Moleküler çalışmalar

Diyarbakır ili domates alanlarından toplanan örneklerde ToMV ve PVY'nin varlığını tespit etmek amacı ile yürütülen multipleks RT-PCR testlerinde enfekteli bitki numunelerinden sırası ile 621 bp ve 480 bp büyüklüğünde DNA bantları elde edilmiştir. Testlerde pozitif kaynak (Kat. No: C2374, C2543, Agdia) olarak kullanılan ToMV ve PVY'ye ait kontrol numuneleri de sırası ile 621 bp ve 480 bp büyüklüğünde DNA bandı oluştururken, su kontrolde herhangi bir bant elde edilmemiştir (Şekil 2). Testlenen 278 domates yaprağı örneğinden 41'inin ToMV (%14.7), 21'nin PVY (%7.6) ile bulaşık oldukları tespit edilmiştir. Toplam 6 örnekte ise ToMV+PVY (%2.2) karışık enfeksiyonu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Moleküler yöntemler ile testlenen örneklerde, ToMV'nin %53.8 bulaşıklık oranıyla en yüksek bulunduğu ilçe Çüngüş olurken, PVY'nin %18.8 bulaşıklık oranıyla en yüksek bulunduğu ilçe Bismil olmuştur. Sürvey çalışmalarının yürütüldüğü Yenişehir, Lice, Hazro ve Hani ilçelerinden alınan domates örneklerinde araştırılan virüslerin hiçbiri tespit edilmemiştir. Sur, Kayapınar, Eğil ve Dicle ilçelerinden alınan domates örneklerinde ToMV tespit edilirken, PVY tespit edilmemiştir. Bismil, Çermik, Çüngüş, Ergani, Kulp, Çınar ilçelerinde ise hem ToMV hem de PVY tespit edilmiştir.

PCR yöntemi ile testlenen domates örneklerinin hiçbirinde TYLCV enfeksiyonuna, RT-PCR yöntemi ile testlenen örneklerin hiçbirinde TSWV ve ToRSV enfeksiyonuna rastlanmamıştır. Testlerde pozitif kaynak (Agdia) olarak kullanılan TYLCV, TSWV ve ToRSV'ye ait kontrol numuneleri de sırası ile 777 bp, 777 bp ve 182 bp büyüklüğünde DNA bandı oluştururken su kontrolde herhangi bir bant elde edilmemiştir.

ToMV ve PVY izolatlarının moleküler karakterizasyonu

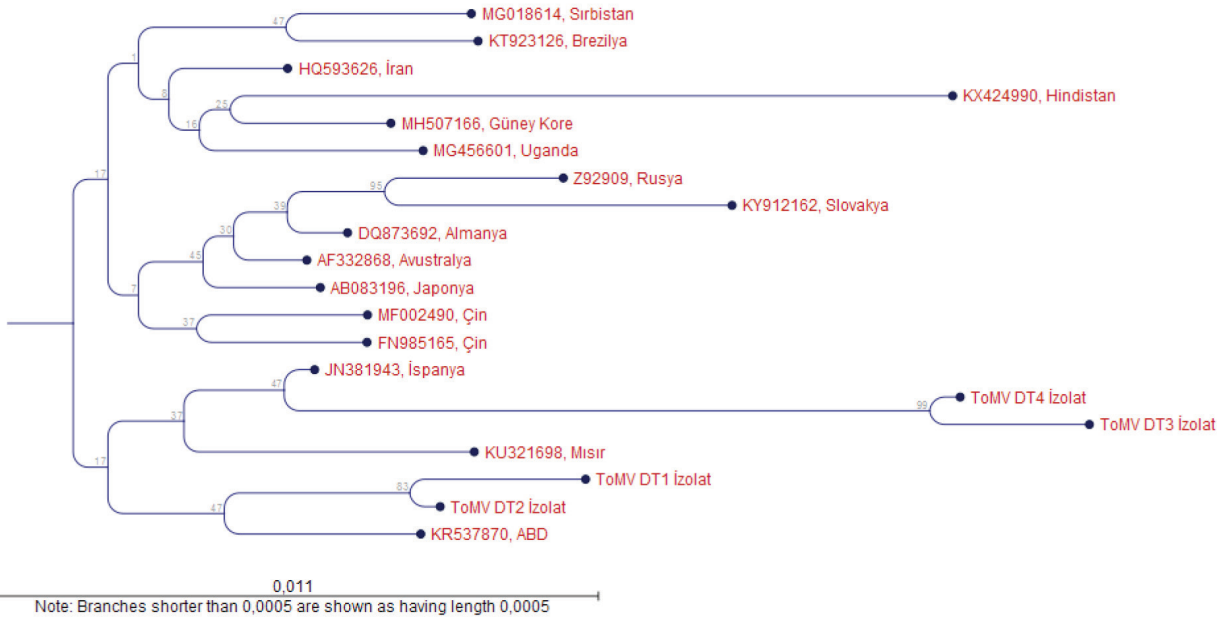
Diyarbakır ili domates bitkilerinde tespit edilen ToMV enfeksiyonlarından rastgele seçilen dört izolatın kısmi hareket protein ve kılıf protein genlerine ait nükleotid



Şekil 2. Diyarbakır ilinden alınan domates örneklerinde *Tomato mosaic virus* ve *Potato virus Y*'nin varlığını tespit etmek için uygulanan multipleks RT-PCR testinin agaroz jel görüntüsü, M: Marker (100-1000 bp), P: Pozitif Kontrol, S: Su Kontrol, 1-15 no'lu test edilen örnekler

Çizelge 2. Diyarbakır ili ve ilçelerinde yürütülen araştırmalar sonucu domates örneklerinde tespit edilen virüsler, enfekteli bitki sayısı (EBS), toplam bitki sayısı (TBS) ve toplanan örneklerde enfeksiyon oranları (EO)

Sürvey Alanları	Virüsler ^{1,2}					
	ToMV		PVY		ToMV+PVY	
	EBS/TBS	EO (%)	EBS/TBS	EO (%)	EBS/TBS	EO (%)
Kayapınar	1/11	9	0/11	0.0	0/11	0.0
Yenişehir	0/15	0.0	0/15	0.0	0/15	0.0
Hazro	0/5	0.0	0/5	0.0	0/5	0.0
Ergani	20/91	22.0	12/91	13.2	2/91	2.2
Çüngüş	7/13	53.8	2/13	15.4	2/13	15.4
Çınar	1/17	5.9	1/17	5.9	0/17	0.0
Kulp	1/23	4.3	1/23	4.3	0/23	0.0
Lice	0/25	0.0	0/25	0.0	0/25	0.0
Bismil	2/16	12.5	3/16	18.8	2/16	12.5
Çermik	5/21	23.8	2/21	9.5	0/21	0.0
Eğil	1/10	10	0/10	0.0	0/10	0.0
Dicle	2/21	9.5	0/21	0.0	0/21	0.0
Hani	0/1	0.0	0/1	0.0	0/1	0.0
Sur	1/9	11.1	0/9	0.0	0/9	0.0
Toplam	41/278	14.7	21/278	7.6	6/278	2.2

¹ToMV: Tomato mosaic virus, PVY: Potato virus Y²Tomato spotted wilt virus (TSWV), Tomato ringspot virus (ToRSV) ve Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) ile enfekteli bitki bulunamadığı için çizelgeye dahil edilmemiştir**Şekil 3.** ToMV (DT1, DT2, DT3, DT4) izolatlarının dünyada tespit edilmiş diğer ToMV izolatları ile CLC Main Workbench 20.0.3 programı ile oluşturulan soy ağacı 1000 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur

dizileri tespit edilmiş ve bu izolatlar DT1, DT2, DT3, DT4 şeklinde isimlendirilmiştir. İzolatlara ait nükleotid dizileri NCBI gen bankasına MK992250, MK992251, MK992252 ve MK992253 erişim numaraları ile kaydedilmiştir. Oluşturulan soy ağacında izolatlar arasındaki nükleotid benzerlikleri ve farklılıkları dallanmalara neden olmuştur. ToMV izolatlarının nükleotid dizisi bugüne kadar gen bankasında yayımlanmış diğer ToMV izolatları ile karşılaştırıldığında %99.2-99.8 arasında benzerlikler

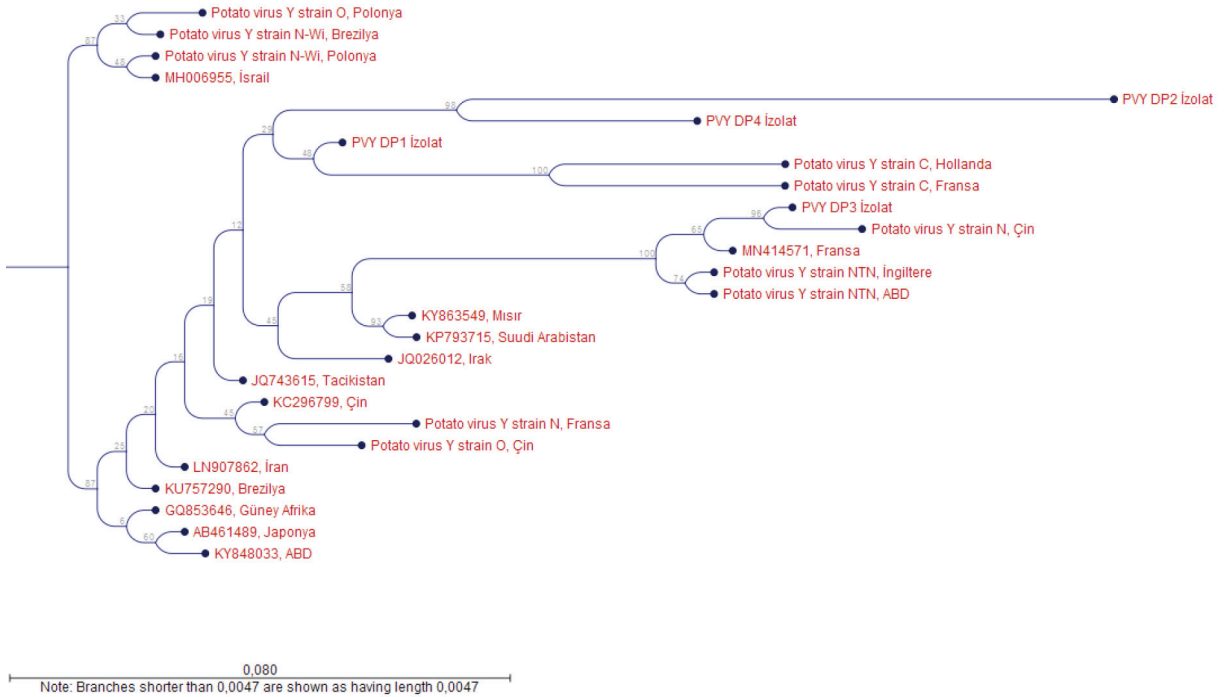
gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3). DT1 ve DT2 izolatları %99.8 benzerlik oranı ile KR537870 erişim numaralı ABD izolatı ile gruplanmıştır. DT3 ve DT4 izolatları ise %99.2 benzerlik oranı ile JN381943.1 erişim numaralı İspanya izolatı ile gruplanmıştır. Nükleotid karşılaştırmasında kullanılan izolatlar Çizelge 3'de verilmiştir. DT1 ve DT2 izolatlarının 1'er nükleotidinde değişim olduğu gözlenirken, DT3 ve DT4 izolatlarında ise 5'er nükleotidde değişim gözlenmiştir.

Çizelge 3. Diyarbakır ilinde tespit edilen *Tomato mosaic virus* ve *Potato virus Y* izolatlarının nükleotid dizilerinin karşılaştırılmasında ve soy ağacının oluşturulmasında kullanılan NCBI gen bankasına kayıtlı izolatlara ait erişim numarası, ülke, genom yapısı ve gen uzunluğu bilgileri

Sayı	Erişim Numarası	Ülke	ToMV Gen Bölgesi	Sayı	Erişim Numarası	Ülke	PVY Gen Bölgesi
1	AF332868	Avustralya	Tüm genom	4	MH006955	İsrail	Tüm genom
2	KR537870	ABD	Tüm genom	5	FJ204164	ABD	Tüm genom
3	DQ873692	Almanya	Tüm genom	6	AJ890349	Polonya	Tüm genom
4	MG456601	Uganda	Tüm genom	7	KY848033	ABD	Tüm genom
5	AB083196	Japonya	Tüm genom	8	KY863549	Mısır	Tüm genom
6	FN985165	Çin	Tüm genom	9	KP793715	Suudi Arabistan	Tüm genom
7	Z92909	Rusya	Tüm genom	10	EU563512	Hollanda	Tüm genom
8	KY912162	Slovakya	Tüm genom	11	HM590407	Çin	Tüm genom
9	MH507166	Güney Kore	Tüm genom	12	AJ890348	Fransa	Tüm genom
10	MF002490	Çin	Tüm genom	13	JQ924288	Brezilya	Tüm genom
11	KU321698	Mısır	Tüm genom	14	KX356070	Polonya	Tüm genom
12	KT923126	Brezilya	Kılıf Protein	15	AB461489	Japonya	Polyprotein ve Kılıf Protein
13	KX424990	Hindistan	Kılıf Protein	16	JQ026012	Irak	Kısmi Polyprotein ve Kılıf Protein
14	HQ593626	İran	Kılıf Protein	17	KU757290	Brezilya	Kısmi Kılıf Protein
15	MG018614	Sırbistan	Kılıf Protein	18	GQ853646	Güney Afrika	Kısmi Kılıf Protein
16	JN381943	İspanya	Kılıf Protein	19	KC296799	Çin	Kısmi Kılıf Protein
Sayı	Erişim Numarası	Ülke	PVY Gen Bölgesi	20	LN907862	İran	Kısmi Kılıf Protein
1	EU182576	Çin	Tüm genom	21	JQ743615	Tacikistan	Kısmi Kılıf Protein
2	X12456	Fransa	Tüm genom	22	MN414571	Fransa	Kısmi Kılıf Protein
3	KC634005	İngiltere	Tüm genom				

Diyarbakır ili domates bitkilerinde tespit edilen PVY enfeksiyonlarından rastgele seçilen dört izolatın kısmi kılıf protein genlerine ait nükleotid dizileri tespit edilmiş ve bu izolatlar DP1, DP2, DP3, DP4 şeklinde isimlendirilmiştir.

İzolatlara ait nükleotid dizileri NCBI gen bankasına MK945664, MK945665, MK945666 ve MK945667 erişim numaraları ile kaydedilmiştir. PVY izolatlarının kısmi kılıf protein genine ait nükleotid dizisi bugüne



Şekil 4. PVY (DP1, DP2, DP3, DP4) izolatlarının dünyada tespit edilmiş diğer PVY izolatları ile CLC Main Workbench 20.0.3 programı ile oluşturulan soy ağacı 1000 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur

kadar gen bankasında yayımlanmış diğer PVY izolatları ile karşılaştırıldığında %88-99.8 arasında benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4). DP1 izolatı %98.8 benzerlik oranı ile KY848033 erişim numaralı ABD izolatı ile gruplanmıştır. DP2 izolatı ise %88 benzerlik oranı ile KY863549 erişim numaralı Mısır izolatı ile gruplanmıştır. DP3 izolatı %99.8 benzerlik oranı ile MN414571 erişim numaralı Fransa izolatı ile DP4 izolatı ise %94.5 benzerlik oranı ile KU757290 erişim numaralı Brezilya izolatı ile gruplanmıştır. Nükleotid karşılaştırmasında kullanılan izolatlar Çizelge 3'de verilmiştir. DP1 izolatına ait kısmi kılıf protein geni üzerindeki 2 nükleotidde değişim olduğu gözlenmiştir. DP2 izolatında ise 14 nükleotidin eklendiği, 34 nükleotidde değişim olduğu gözlenmiştir. DP3 izolatında 26 nükleotidde değişim olduğu gözlenmiştir. DP4 izolatında ise 7 nükleotidin eklendiği, 1 nükleotidin silindiği ve 16 nükleotidde değişim olduğu gözlenmiştir.

TARTIŞMA VE KANI

Diyarbakır ili domates alanlarındaki önemli virüs hastalık etmenlerinin belirlenmesini ve moleküler özelliklerinin saptanmasını hedefleyen bu çalışma ile TYLCV, PVY, ToMV, TSWV ve ToRSV etmenleri Diyarbakır iline bağlı 17 ilçenin 14'ünde 2018 yılında yürütülen sürey çalışmaları ile araştırılmış, bu amaçla toplanan 278 yaprak örneği moleküler testlere tabi tutulmuştur.

Yürütülen moleküler testler domates örneklerinin %20'sinin en az bir virüs etmeni ile enfekteli olduğunu göstermiştir. Testlenen örneklerin %14.7'sinin ToMV, %7.6'sının ise PVY ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin %2.2'sinde ise her iki virüsün karışık enfeksiyonu tespit edilmiştir. Yılmaz et al. (1995) Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde sürey çalışmaları sonucu topladıkları örnekleri, ELISA yöntemi ile testlemiş ve sonuçta ToMV ve PVY varlığına rastlamamışlardır. Değirmenci (2005) Aydın ilinde ToMV tespit ederken, Geyik (2017) Bursa ve Yalova illerinde gerçekleştirdiği sürey çalışmasında ToMV'yi tespit etmiştir. Sertkaya ve Yılmaz (2017) Hatay ili domates ekiliş alanlarında

yürüttükleri sürey çalışmasında PVY enfeksiyonu tespit ederken ToMV'nin varlığına rastlamamışlardır.

Diyarbakır ili domates ekiliş alanlarında TYLCV, TSWV ve ToRSV enfeksiyonları tespit edilmemiştir. TYLCV'nin Diyarbakır ilindeki varlığı ile ilgili daha önce yürütülen bir çalışmada ELISA yöntemi ile virüsün belirlendiği rapor edilmiştir (Yılmaz et al. 1995). Aynı çalışmada virüsün Mardin ilinde bulunmadığı bildirilmiştir. TYCLV ülkemizde yürütülen sürey çalışmalarında Hatay (Sertkaya ve Sertkaya 2004), Mersin, Muğla (Köklü 2006) ve Antalya (Gul-Seker et al. 2015) illerinde de rapor edilmiştir. TSWV'nin ülkemizdeki varlığı ile ilgili daha önce yürütülmüş çalışmalarda İzmir, Manisa, Samsun, Balıkesir ve Uşak illerinde (Azeri 1981, Azeri 1994, Sevik and Arli-Sokmen 2016) bulunduğu, Akdeniz Bölgesinde ise oldukça yaygın olduğu bildirilmiştir (Guldur et al. 1995). TSWV'nin ülkemizdeki domates ekiliş alanlarındaki varlığı Şanlıurfa (Guldur 1997), Çanakkale (Turhan ve Korkmaz 2006), Hatay (Sertkaya ve Yılmaz 2017) ve Isparta ve Burdur (Çulal Kılıç et al. 2017) illerinde bildirilmiştir. ToRSV ise ülkemizde ilk olarak İzmir ve Muğla'da tespit edilmiştir (Fidan 1995). Yeşilçöllü et al. (2011) ToRSV'yi Ege Bölgesi'ndeki çilek alanlarında yürüttükleri sürey çalışmasında tespit etmişlerdir.

Diyarbakır ili ve ilçelerindeki domates ekiliş alanlarında ToMV'nin %53.8 bulaşıklık oranı ile en yüksek Çüngüş ilçesinde olduğu tespit edilirken, PVY %18.8'lik bulaşıklık oranıyla en yüksek Bismil ilçesinde belirlenmiştir. Lice, Hazro, Hani ilçelerinden alınan domates örneklerinde ise araştırılan virüsler tespit edilmemiştir. Sur, Kayapınar, Eğil ve Dicle ilçelerinden alınan örneklerde ise sadece ToMV saptanmıştır.

Diyarbakır ilinde tespit edilen ToMV'nin DT1, DT2, DT3 ve DT4 izolatlarının dünyadaki diğer izolatlar ile nükleik asit düzeyinde %99.2-99.8 arasında benzerlik gösterdiği; PVY'ye ait DP1, DP2, DP3 ve DP4 izolatlarının ise dünyadaki diğer izolatlar ile %88-99.8 arasında bir benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Pozhylov et al. (2019) Ukrayna'da domates alanlarında tespit ettikleri iki ToMV

Çizelge 4. Diyarbakır ilinde tespit edilen *Tomato mosaic virus* ve *Potato virus Y* izolatlarına ait bilgiler

Sıra no	Virüs ismi	İzolat ismi	Tespit edildiği lokasyon	Fragment uzunluğu (bp)	Dünya izolatları ile benzerlik oranı (%)	Gen Bankası erişim no
1	ToMV	DT1	Ergani	589	99.82-96.50	MK992250
2	ToMV	DT2	Çermik	582	99.85-96.61	MK992251
3	ToMV	DT3	Çüngüş	584	99.17-94.58	MK992252
4	ToMV	DT4	Ergani	582	99.17-94.71	MK992253
5	PVY	DP1	Ergani	431	98.83-98.38	MK945664
6	PVY	DP2	Çüngüş	491	88.07-87.63	MK945665
7	PVY	DP3	Ergani	457	98.73-98.22	MK945666
8	PVY	DP4	Bismil	477	94.64-94.09	MK945667

izolatı ile dünyadaki diğer ToMV izolatları arasındaki sekans benzerliklerinin %96.7-96.1 oranında olduklarını belirtmişlerdir. Muñoz-Baena et al. (2016) Kolombiyadaki domates alanlarında tespit ettiği PVY izolatlarının dünyadaki diğer izolatlar arasındaki benzerlik yüzdesinin %97.5 olduğunu bildirmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde domates üretim alanlarında verim ve kalite kayıplarına neden olan virüs hastalıkları ile mücadelenin zamanında ve uygun biçimde yürütülmesi gerekmektedir. ToMV'nin domateste verimi %20'ye kadar düşürdüğü bildirilmiştir (Broadbent 1976). ToMV'nin enfekte olmuş domateslerin yapraklarında açık ve koyu yeşil beneklenme, genç yaprak ve meyvede deformasyon, bitkilerde ciddi bodurlaşma ve verimde azalmalara yol açtığı bildirilmiştir. ToMV'nin yaygın olması, kültürel işlemlerle kolayca yayılıyor olması, tohumla taşınıyor olması ve toprağa bulaşabilir olmasından kaynaklanmaktadır. Virüs tohumla taşındığı için temiz tohum kullanılması ve toprağa bulaşabilme özelliğinden dolayı virüsün bulunduğu alanda konukçusu olmayan kültür bitkilerine yönelmek gerekmektedir. ToMV'yi çekirge deneysel olarak taşınmasına rağmen bilinen doğal bir vektörü yoktur (Broadbent 1965a, 1965b, Broadbent and Fletcher 1966). Domates mozaik virüsü nadiren de olsa küsküt türleri ile taşınabilmektedir (Schmelzer 1956). Bu virüsü taşıyan vektörlerin belirlenmesi ve bunun kapsamlı bir çalışma ile ortaya konulması hastalık ile mücadelede önem arz etmektedir. PVY'nin tohumla taşınmadığı dikkate alındığında virüsün yoğun biçimde taşınmasında en büyük faktör yaprak bitleridir (Ferreles and Moreno 2009). Bu nedenle hastalık etmeni ile mücadelede yaprak bitleri ile mücadele büyük öneme sahiptir. Vektör ve virüsün konukçusu olabilecek yabancı otlar ile mücadelenin yapılması ve dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi PVY'den kaynaklı verim ve kalite kayıplarını azaltacaktır. Moleküler yöntemler kullanılarak Diyarbakır ili domates ekiliş alanlarında yürütülen bu çalışma ile ToMV ve PVY'nin varlığı ilk defa rapor edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma verilerinin tamamı Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'na sorumlu yazar tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur. Bu çalışmayı destekleyen Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve Malatya Turgut Özal Üniversitesi BAP Birimine (Proje No: BAP-YL4) teşekkür ederiz.

ÖZET

Diyarbakır ili domates üretim alanlarında Domates sarı yaprak kıvrıcıklık virüsü (*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV), Patates Y virüsü (Potato virus Y, PVY), Domates mozaik virüsü (*Tomato mosaic virus*, ToMV), Domates

lekeli solgunluk virüsü (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) ve Domates halkalı leke virüsü (Tomato ringspot virus, ToRSV)'nün varlığının moleküler yöntemler ile ortaya konulması amacıyla 2018 yılında survey çalışmaları yürütülmüştür. TYLCV'nin varlığını araştırmak için PCR yöntemi, PVY ve ToMV'nin varlığını araştırmak için multipleks RT-PCR yöntemi, TSWV ve ToRSV'nin varlığını araştırmak için ise RT-PCR yöntemi kullanılmıştır. Domates üretim alanlarında virüs belirtisi gösteren ve göstermeyen toplam 278 adet bitkiden rastgele yaprak örnekleri toplanmıştır. Moleküler yöntemler ile testlenen örneklerin 56 (%20.1)'sının en az bir virüs türü ile enfekteli olduğu tespit edilmiştir. Testlenen örneklerin 41'inin (%14.7) ToMV, 21'nin (%7.6) PVY ve 6'sının (%2.2) ise ToMV+PVY ile karışık enfekteli olduğu saptanmıştır. Çalışma kapsamında yürütülen moleküler testler sonucunda, domates örneklerinde TYLCV, TSWV ve ToRSV enfeksiyonları saptanmamıştır. Tespit edilen PVY ve ToMV izolatlarından rastgele 4'er adet seçilerek PVY izolatlarının kısmi kılıf protein genleri, ToMV izolatlarının kısmi hareket protein ve kılıf protein genleri karakterize edilerek, Gen Bankasına kayıtları yapılmıştır. ToMV izolatları dünyadaki diğer izolatlar ile nükleotid düzeyinde %99-100 arasında benzerlik gösterirken, PVY izolatları %88-99 arasında değişen oranda benzerlik göstermiştir. Yürütülen bu çalışma ile ToMV ve PVY Diyarbakır ili domates üretim alanlarında ilk defa rapor edilmiştir.

Anahtar kelimeler: domates, virüs, multipleks-RT-PCR, ToMV, PVY, hareket protein geni, kılıf protein geni

KAYNAKLAR

Alavi S., Massumi H., 2014. Distribution, biological properties and genetic diversity of *Iranian tomato mosaic virus* isolates. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 50 (1), 37-52.

Azeri T., 1981. Preliminary report of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) and its epidemy on tobacco in the Canakkale region of Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 10, 2-3.

Azeri T., 1994. Detection of *Tomato spotted wilt virus* in tobacco and tomato cultivars by enzyme linked immunosorbent assay. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 23 (1), 37-46.

Bora T., Karaca G., 1970. Bitki hastalıkları surveyi, kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.

Broadbent L., 1965. The epidemiology of tomato mosaic: XI. seed-transmission of TMV. *Annals of Applied Biology*, 56 (2), 177-205.

- Broadbent L., Read W.H., Last F.T., 1965. The epidemiology of tomato mosaic X. persistence of TMV infected debris in soil, and the effects of soil partial sterilization. *Annals of Applied Biology*, 55 (3), 471-483.
- Broadbent L., Fletcher J.T., 1966. The epidemiology of tomato mosaic: sources of TMV in commercial tomato crops under glass. *Annals of Applied Biology*, 57 (1), 113-120.
- Broadbent L., 1976. Epidemiology and control of tomato mosaic virus. *Annual Review of Phytopathology*, 14 (1), 75-96.
- Choi S.K., Cho I.S., Choi G.S., Yoon J.Y., 2014. First report of Tomato spotted wilt virus in *Brugmansia suaveolens* in Korea. *Plant Disease*, 98 (9), 1283-1283.
- Çulal Kılıç H., Isparta L., Yardımcı N., Doğan K., 2017. Diagnosis of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) in tomatoes grown areas in Isparta and Burdur provinces, Turkey. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (1), 34-39.
- Değirmenci N.F., Açıkgöz S., 2005. Aydın ilinde yaygın olarak kullanılan sertifikalı domates tohumlarındaki bazı viral etmenlerin saptanmasında biyolojik ve serolojik yöntemlerin kullanılması. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım 2005, Adana, 379-380.
- Dias H.F., Cation D., 1976. The characterization of a virus responsible for peach rosette mosaic and grape decline in Michigan. *Canadian Journal of Botany*, 54 (11), 1228-1239.
- Erkan E., 2008. Samsun ili buğday üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 102 s, Samsun.
- FAO, 2018. www.fao.org (erişim tarihi: 24.11.2018).
- Fereres A., Moreno A., 2009. Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Research*, 141 (2), 158-168.
- Fidan Ü., 1995. Virus diseases of vegetables in greenhouses in İzmir and Muğla. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 24 (1), 7-14.
- Geyik S., 2017. Marmara bölgesindeki domates üretim alanlarında virüs hastalıklarının saptanması üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, 52 s, Tekirdağ.
- Guldur M.E., Marchoux G., Yılmaz M.A., 1995. A new virus destructive on tomatoes growing in Mersin and its provinces: *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). VII. Congress of Phytopathology in Turkey, Cukurova University, Faculty of Agriculture, 26-29 September 1995, Adana, 303-305.
- Gul-Seker M., Ekinci H., Ozturk C., Elibuyuk I.O., 2015. Current situation of *Tomato yellow leaf curl* disease (TYLCD) in Antalya, Turkey. *Plant Protection Science*, 51 (4), 208-213.
- Güldür M.E., 1997. Şanlıurfa ili için yeni bir virüs: Domates lekeli solgunluk virüsü (*Tomato spotted wilt virus*). Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (3), 71-76.
- Hämäläinen J.H., Watanabe K.N., Valkonen J.P.T., Arihara A., Plaisted R.L., Pehu E., Slack S.A., 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to *Potato virus Y*. *Theoretical and Applied Genetics*, 94 (2), 192-197.
- Kim S.H., Oh S., Oh T.K., Park J.S., Kim S.C., Kim S.H., Lee H.G., 2011. Genetic diversity of tomato-infecting *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) isolates in Korea. *Virus genes*, 42 (1), 117-127.
- Köklü G., Rojas A., Kvarnheden A., 2006. Molecular identification and the complete nucleotide sequence of a *Tomato yellow leaf curl virus* isolate from Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 52 (1), 61-66.
- Lapidot M., Friedmann M., Pilowsky M., Ben-Joseph R., Cohen S., 2001. Effect of host plant resistance to *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) on virus acquisition and transmission by its whitefly vector. *Phytopathology*, 91 (12), 1209-1213.
- Muñoz-Baena L., Gutiérrez-Sánchez P.A., Marín-Montoya M., 2016. Detection and genome sequencing of *Potato virus Y* (PVY) infecting tomato in Antioquia, Colombia. *Bioagro*, 28 (2), 69-80.
- Pozhylov I., Rudnieva T., Shevchenko T., Shevchenko O., Tsvigun V., 2019. Phylogenetic analysis of coat protein gene of *Tomato mosaic virus* isolates circulating in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv-Biology*, 77 (1), 44-50.
- Roselló S., Díez M.J., Nuez F., 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop: The tomato spotted wilt virus a review. *Scientia Horticulturae*. 67 (3-4), 117-150.
- Schmelzer K., 1956. Contributions to the knowledge of virus inhibitors in *Cuscuta* species. *Zygopichia Nitrophila Serrano*, 2 (109), 20-22.
- Sertkaya G., Sertkaya E., 2004. Incidence and insect transmission of *Tomato yellow leaf curl* virus in Hatay province of Turkey. I International Symposium on Tomato Diseases, 20-24 June, Florida, USA, 423-428.
- Sertkaya G., Yılmaz M., 2017. Hatay ili örtüaltı organik domates yetiştiriciliğinde bazı begomovirüslerin enfeksiyon oranları ile doğal taşınması ve diğer konukçularının araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 1-15.

Sevik M.A., Arli-Sokmen M., 2016. Current status of tospoviruses infecting vegetables in Samsun, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25 (12), 5739-5743.

Singh M., Singh R.P., 1997. *Potato virus Y* detection: sensitivity of RT-PCR depends on the size of fragment amplified. Canadian Journal of Plant Pathology, 19 (2), 149-155.

Şevik M.A., 2007. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'nin Samsun ilinde domates üretim alanlarındaki yayılış durumunun ve bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 117 s, Samsun.

Tang J., Khan S., Delmiglio C., Ward L.I., 2014. Sensitive detection of *Tomato ringspot virus* by real-time TaqMan RT-PCR targeting the highly conserved 3'-UTR region. Journal of Virological Methods, 201, 38-43.

Turhan P., Korkmaz S., 2006. Çanakkale ilinde Domates lekeli solgunluk virüsünün serolojik ve biyolojik yöntemlerle saptanması. Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (2), 130-136.

TÜİK, 2018. Türkiye bitkisel üretim istatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (erişim tarihi: 30/01/2018).

Yeşilçöllü S., Gümüş M., Paylan İ.C., 2011. Ege bölgesi çilek üretim alanlarındaki viral etmenlerin tanınması üzerinde çalışmalar. The Journal of Turkish Phytopathology, 40 (1-2-3), 13-20.

Yılmaz M.A., Baloğlu S., Özaslan M., Güldür M.E., 1995. GAP bölgesinde kültür bitkilerinde belirlenen virüsler. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan, Şanlıurfa, 241-250.

Wani S.H., Sanghera G.S., Singh N.B., 2010. Biotechnology and plant disease control-role of RNA interference. American Journal of Plant Sciences. 1 (02), 55-68.

Cite this article: Yılmaz, F, Sipahioğlu, M. (2020). Detection of some important viruses in tomato production areas of Diyarbakır province by molecular methods and their molecular characterization. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.682860

Atıf için: Yılmaz, F, Sipahioğlu, M. (2020). Diyarbakır ili domates üretim alanlarındaki bazı önemli virüslerin moleküler yöntemler ile teşhisi ve moleküler karakterizasyonu. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.682860

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination and partial molecular characterization of *Plum pox virus* in Bolu province

Bolu ilinde *Plum pox virus*'un belirlenmesi ve kısmi moleküler karakterizasyonu

Ali Ferhan MORCA^{a*}, Sevgi COŞKAN^a, Faruk ÖNCÜ^b

^aDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mab. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^bSelçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Aleaddin Keykubat Yerleşkesi Selçuklu, Konya, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.719732](https://doi.org/10.16955/bitkorb.719732)

Received : 17-04-2020

Accepted : 09-12-2020

Keywords:

PPV, Sharka, peach, M strain, sequence, phylogenetic tree

* Corresponding author: Ali Ferhan MORCA

✉ ferhan.morca@gmail.com

ABSTRACT

Plum pox virus (PPV), the causal agent of Sharka disease, causes yield, quality, and economic losses in stone fruits. PPV has been reported worldwide, especially in Europe. In studies to date, the presence of the virus has been identified as being restricted in different regions of Turkey. However, there is no record of PPV in Bolu province so far. Hence, surveys were carried out in Bolu province between 2016-2019, and a total of 306 samples were collected. To determine the presence of PPV, the samples were first tested by DAS-ELISA, and only three peach samples were found to be infected. DAS-ELISA results of infected samples were confirmed by RT-PCR using universal primers (P1/P2), then infected samples were identified at the strain level using strain-specific primers. The samples were found to be infected with the PPV-M (Marcus) strain and 243-bp long nucleotide sequences containing the partial coat protein gene of three isolates were deposited to NCBI. Phylogenetic analysis (Neighbor-Joining) generated by 38 representative PPV sequences indicated that Bolu isolates were clustered with PPV-M isolates and separated from other strains, as in BLAST analysis. To our knowledge, this is the first report of PPV in Bolu. This study reveals the necessity to carry out more extensive surveys to prevent the PPV dissemination in Bolu and to identify the complete genomes of the obtained isolates to determine their genetic variation. All the PPV-infected trees were destroyed as a consequence.

INTRODUCTION

Plum pox virus causing Sharka disease is one of the most devastating viruses in stone fruits, in wild and ornamental plant species in *Prunus* spp., and in many varieties of weeds as a secondary host. PPV is the species of *Potyvirus* belonging to *Potyviridae* family and possess a single-stranded positive-sense RNA (ssRNA) molecule of the size of 660-750 nm in length and 12-15 nm in width. This RNA molecule is about 9,786

bases in length and consists of one open reading frame that encodes a single polyprotein at a weight of 355.5 kDa (Cui and Wang 2016, Revers and Garcia 2015, White 2015). Originated polyprotein precursor is co- and post- translationally cleaved by three virus-encoded proteinases into 11 mature proteins P1, HC-Pro, P3, P3N-PIPO, 6K1, CI, 6K2, NIa (respectively VPg and NIa-Pro), NIb and CP (Sochor et al. 2012).

PPV is transmitted over short-distances by different species of aphids, such as *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis spiraeicola* Patch, *Brachycaudus persicae* Passerini, *Myzus persicae* Sulzer in a non-persistent manner (Fernández-Calvino et al. 2006). Long-distance spread by means of vegetative propagation materials causes the viruses to be introduced to different geographical areas (Brunt et al. 1996, James and Varga 2005, Myrta et al. 2006, Palkovics et al. 1993).

The symptom severity in infected plants can vary depending on the virus strain, infection time, age, and growth conditions of the host plant, environmental factors, and cultivar. In general, plum, apricot, and peach are very susceptible to PPV and the virus causes severe symptoms. Symptoms observed in these species are specific indications of the disease that can be used to identify Sharka macroscopically. Disease symptoms occur on leaves, fruits, and flowers. Leaf symptoms on infected trees include chlorotic (yellowing) spots, vein clearing, vein banding, rings or blotches. Flower symptoms may exhibit color-breaking and deformation. Symptoms for the fruit consist of lightly pigmented yellow rings, having less sugar content, severe premature dropping, and deformation, rings, and spots on the seed surface (Cambra et al. 2006).

In 1961, the disease was identified for the first time on plum trees in Edirne, Turkey (Sahtiyanci 1969). In the following years, it was reported on apricot and plum trees in Ankara (Kurçman 1973), on apricot, plum, peach, and almond trees in Marmara Region (Bilecik, Bursa, İzmit, Sakarya, İstanbul, and Tekirdağ) between 1976 and 1982 (Yürektürk 1984). After these studies, more extensive surveys were carried out by many researchers to determine Sharka disease in Turkey. As a result of these studies, the presence of the disease was reported in following provinces: İzmir, Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Manisa, Kahramanmaraş, Adana, Mersin, Isparta, Afyonkarahisar, Kütahya, Antakya-Hatay, Aksaray, Kırklareli, Kayseri, Konya, Antalya, Eskişehir, Samsun, Erzincan, Kırıkkale, Yozgat, and Sivas (Akbaş et al. 2011, Azeri 1994, Buzkan et al. 2006, Candresse et al. 2007, Çelik and Kütük 2013, Değirmenci et al. 2016, Deligöz et al. 2015, Dunez 1986, Gazel et al. 2010, Gumus et al. 2007, Gürcan et al. 2013a, 2013b, Koç and Baloglu 2006). As a result of the detection studies, the virus was detected locally in many provinces and most of the infected trees were destroyed.

PPV is comprised of ten following strains based on biological, serological, molecular and epidemiological properties: PPV-M (Marcus), PPV-D (Dideron), PPV-C (Cherry), PPV-EA (El Amar), PPV-T (Turkey), PPV-W (Winona), PPV-Rec (Recombinant), PPV-CR (Cherry Russia), PPV-An (Ancestor) and the most recently PPV-CV (Cherry Volga). PPV-M strain was first reported on peach in Greece (Myrta and Boscia 2001, Wang et al. 2006), PPV-D strain on apricot in France (Kerlan and Dunez 1979, Myrta et al. 2006), PPV-C

strain on cherry in Moldova (Nemchinov et al. 1996, Wang et al. 2006), PPV-EA strain on apricot in Egypt (Myrta and Boscia 2001, Wetzel et al. 1991), PPV-T strain on plum in Turkey (Serçe et al. 2009), PPV-W strain on plum in Canada (James and Varga 2005), PPV-Rec strain on plum in Yugoslavia (Cervera et al. 1993), PPV-CR strain on sour cherry in Russia (Chirkov et al. 2013), PPV-An strain on plum trees in Albania (Palmisano et al. 2012), and PPV-CV strain on sour cherry in Russia (Chirkov et al. 2018), respectively. Among ten strains of PPV, only PPV-D (Elibuyuk 2004, Gürcan and Ceylan 2016, Gürcan et al. 2020), PPV-M (Elibuyuk 2004, Gürcan et al. 2019, Sertkaya et al. 2003), PPV-Rec (Candresse et al. 2007), and PPV-T (Serçe et al. 2009, Teber et al. 2019) have been reported in Turkey.

Over the past 100 years, Sharka disease epidemics severely affect prunus trees worldwide and cause enormous economic losses. Studies on the distribution of the disease in Turkey in the past years were generally limited to serological detection. Several studies conducted to determine the disease distribution in Turkey showed that PPV has a restricted distribution. However, the studies conducted in the last decade are more detailed at molecular level. Although there are few studies on the detection of PPV in the Black Sea Region (Akbaş et al. 2011, Deligöz et al. 2015), there are no studies conducted in Bolu province. Bolu is known to be virus-free province in terms of Sharka disease. In this study, the presence of PPV was determined serologically and molecularly in the home-garden in Seben district and the infected trees in question were destroyed. Seben district is a border to Ankara province which is reported to be infected with PPV. Thus, the objective of the present study was to determine the molecular similarities of isolates obtained from this study and other PPV isolates reported in Turkey and worldwide by phylogenetic analysis.

MATERIALS AND METHODS

Survey

Surveys were carried out in Göynük and Seben districts (Figure 1) where stone fruits only grown in Bolu between May and June, 2016-2019 by Bolu Directorate of Provincial Agriculture and Forestry within the scope of "Sharka Survey Instructions". Not only the commercial fruit orchards, but also some of the residential gardens were also included in the survey area. Samples were collected considering the virus biology and climatic conditions of the location. For the sampling, in a total of 20 leaves were collected from each side of each trees and one tree was considered as one sample. Each collected sample was labeled with appropriate information (date, province, district, sample ID, owner, size of the field) to identify them at harvest. The labeled samples in polyethylene bags were shipped along with cold chain to the virology department of Directorate of Plant Protection

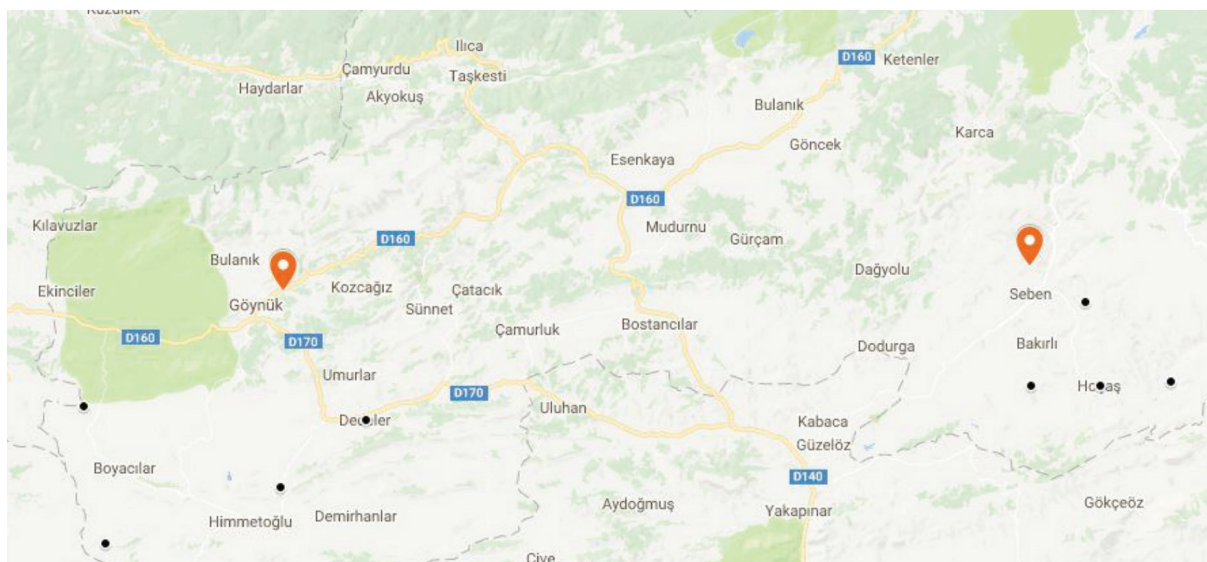


Figure 1. Map showing the survey areas of Göynük and Seben districts in Bolu province between 2016 and 2019 depicted in red, within the study region

Central Research Institute, Ankara. During 4 years, a total of 306 samples including 75 cherries and 166 peaches from Seben, and 29 cherries and 36 sour cherries from Göynük were analysed for the presence of PPV.

DAS-ELISA

Leaf samples were firstly tested by DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay) using PPV-specific (PPV-C, PPV-D, PPV-EA, PPV-M, and PPV-W) polyclonal antisera (Agdia Inc. Elkhart, IN, USA) as stated in the manufacturer's instructions (Clark and Adams 1977). Absorbance at 405 nm was measured using a microplate reader (Tecan Sunrise Microplate Reader 16039400) at 30 to 60 min after the addition of the substrate (p-nitrophenyl phosphate). A threshold value for the samples was considered as positive when the mean value of healthy control of OD value is higher than twice the average.

Nucleic acid extraction and RT-PCR

Based on DAS-ELISA results, all the positive samples and one negative sample (as a negative control) were selected, and the total RNAs of the selected samples were extracted to use in RT-PCR. The total RNA extraction protocol was similar to Foissac et al. (2001) with minor modifications. A hundred mg of plant tissue was ground using liquid nitrogen and homogenized with 1 ml of extraction buffer containing 6 M guanidine thiocyanate, 0.2 M sodium acetate, 25 mM EDTA, 1 M potassium acetate, 2.5% PVP-40, and 1% mercaptoethanol. Then, 500 µl of the extract was mixed with 100 µl of 10% sodium lauryl sulfate into the new tubes. The tubes containing sodium lauryl sulfate and extract were incubated at 70 °C for 10 min, placed in ice for 5 min, and centrifuged at 14000 rpm for 10 min respectively.

Subsequently, 300 µl of supernatant was transferred to the new microcentrifuge tubes. Then, 150 µl of 99.9% ethanol, 35 µl silica gel (1 g silicon dioxide + 1 ml H₂O pH: 2), and 300 µl of 6 M sodium iodide were added to the microcentrifuge containing 300 µl of supernatant. The mixtures were incubated at room temperature for 10 min in a shaker, then the tubes were centrifuged at 6000 rpm for 1.30 min. After discarding the supernatants, pellets in the tubes were washed two times by adding 500 µl washing buffer (10 mM Tris-HCl containing 0.05 mM EDTA, 50 mM NaCl and 50% ethanol) each time, then the pellets were dissolved in 75 µl of RNase-free water. The mixtures were incubated at 70 °C for 4 min, and centrifuged at 14000 rpm for 3 min, after that the supernatants were transferred into new tubes. The total RNAs were quantified by spectrophotometry using a Nanodrop (Thermo Scientific, Wilmington, ME). After all the total RNAs for each sample were adjusted to 50 ng/µl and were stored at -80 °C.

For the detection of PPV isolates, one-step RT-PCR was conducted according to Wetzel et al. (1991) using PPV-universal primers (P1/P2) that are specific to all strains. To identify the strain differentiation of PPV, one-step RT-PCR was carried out using additional strain specific primer pairs: P1/PD and P1/PM for PPV-D and PPV-M, respectively (Olmos et al. 1997).

Samples were amplified by PCR, using a thermal cycler (Applied Biosystems Veriti™ 96-Well Thermal Cycler), and the reaction was prepared as follows: 25 µl of a mastermix containing an initial concentration of 8 µl of 5X Go Taq Flexi Green buffer, 1.25 µl of 25 mM MgCl₂, 0.625 µl of 10 mM dNTPs, 1 µl of 10 µM P1 primer, 1 µl of 10 µM P2 primer, 0.2 µl of Taq DNA Polymerase (GoTaq® G2 Flexi

DNA Polymerase 5 U/μl), 0.15 μl of Reverse Transcriptase (ProtoScript® II Reverse Transcriptase-M-MuLV), 0.2 μl of RNase (RNase Inhibitor, Murine 1 U/μl) and 2 μl of 50 ng/μl total RNA. Mastermix applied in universal primers was also used for strain-specific primers (P1/PM-P1/PD).

The common thermal cycler program for universal and strain-specific primers was carried out under the following conditions: 45 min at 42 °C, 2 min at 94 °C, 40 cycles of 30 s at 94 °C, 30 s at 60 °C and 1 min at 72 °C, followed by a final extension for 10 min at 72 °C. A total of 8 μl PCR products were loaded into 2% 1X TAE agarose gel stained with Pronasafe nucleic acid staining solution (Conda, Madrid, Spain) for 1 hour at 80 V and visualized by UV transillumination. The remaining PCR products were stored at -20 °C until used for sequence analysis.

Bioinformatic analyses

The remaining 17 μl of RT-PCR products, by a commercial company (Macrolog The-BM Laboratory Systems, Turkey), were sequenced in both orientations using P1/P2 primer pairs. Raw sequence data were aligned through the Clustal W technique (Thompson et al. 1994) implemented in MEGA 7 software. Consensus sequences of 243 nucleotides were generated by using forward and reverse sequences. In total, three PPV sequences corresponding to the partial coat protein region of isolates were deposited in GenBank (National Center for Biotechnology Information-NCBI) and compared to reference sequences of the corresponding genomic region of PPV isolates available in the GenBank database using the BLAST tool (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). The list of reference isolates obtained from the GenBank database is provided in Table 1. All sequences were aligned using ClustalW and the sequences were trimmed to 241 bp to form clear consensus sequences. Aligned nucleotide sequences were used to construct a phylogenetic tree using the MEGA 7 software. For the phylogenetic tree, sequences for other strains of PPV from NCBI were selected to fully represent the genetic variation. In addition, *Potato virus Y* (PVY) represents the type species of the Potyvirus, which were also included in the phylogenetic tree as an out-group. Thirty-five reference isolates (14 were belonging to Turkey and the remaining 21 were belonging to other countries) and three Bolu (Turkey) isolate was used. Phylogenetic trees were constructed based on the Neighbour-joining method (NJ) (Saitou and Nei 1987) and the Maximum Likelihood method (ML) (Kimura 1980, Kumar et al. 2016) with a bootstrap value of 1000. NJ tree was selected for this study because similar results were observed in both trees. The intragroup genetic variability analyses were conducted using the maximum composite likelihood model (Tamura et al. 2004) implemented in MEGA 7.

Table 1. The list of isolates subjected to sequence analysis in this study

No	GenBank access. No	Country-Province	Strain
1	MG941018.1	Turkey-Bolu*	M
2	MG941019.1	Turkey-Bolu*	M
3	MG941020.1	Turkey-Bolu*	M
4	MF371001.1	Turkey-Istanbul	M
5	MF370999.1	Turkey-Istanbul	M
6	MF370998.1	Turkey-Istanbul	M
7	MF370995.1	Turkey-Istanbul	M
8	KX423957.1	Turkey-Bursa	M
9	KX423940.1	Turkey-Bursa	M
10	KX423931.1	Turkey-Bursa	M
11	KX423897.1	Turkey-Bursa	M
12	HF585103.1	Slovakia	M
13	LC228949.1	Japan	M
14	FJ361234	Greece	M
15	HF585104.1	Slovakia	M
16	HF585102.1	Slovakia	M
17	KX423952.1	Turkey-Bursa	D
18	KX423946.1	Turkey-Bursa	D
19	KT827161.1	Turkey-Istanbul	D
20	KT827117.1	Turkey-Istanbul	D
21	LT158756.1	Slovakia	D
22	AB576049.1	Japan	D
23	EF640933.1	USA	D
24	FN179154.1	Hungary	D
25	AY953266.1	Canada	D
26	HG964685.1	Canada	Rec
27	EU117116.1	Poland	Rec
28	KT827131.1	Turkey	T
29	KT827147.1	Turkey	T
30	AM157175.1	-	EA
31	DQ431465.1	Egypt	EA
32	KC347608.1	Russia	W
33	AY912055.1	Canada	W
34	KJ787006.1	Russia	C
35	AY184478.1	-	C
36	KC020124.1	Russia	Cr
37	KC020126.1	Russia	Cr
38	HF674399.1	Albania	An
39	KR528584.1	Uruguay**	PVY

*Novel isolates identified in this study ** Selected isolate as an outer group

RESULTS AND DISCUSSION

From 2016 to 2019, a total of 306 samples were collected from two districts (Göynük and Seben) and eight villages (neighborhoods) of those districts by Bolu Directorate of Provincial Agriculture and Forestry. Sweet and sour cherry samples were collected from Göynük district, peach and sweet cherry samples were collected from Seben district during the surveys. Based on molecular and serological results, in total, only three peach samples belonging to Çeltikdere neighborhood of Seben district in 2017 were shown to be PPV-infected.

Characteristic symptoms of PPV were not seen on the infected peach trees, but different sizes of white spots on the fruits and fruit deformation were observed. The occurrence of the PPV symptoms on peach leaves and fruits can vary depending on virus strain, climate factors, plant age, and cultivar (Desvignes et al. 1999, Elibüyük 2005). Some papers also reported that PPV may sometimes fail to produce any characteristic symptoms on peach trees (Desvignes et al. 1999, Elibüyük 2005, Polak et al. 2003, Varn et al. 2004). Therefore, this could be the reason why we did not observe PPV symptoms on the infected trees in Bolu province. In a total of 306 samples, examined macroscopically in both field and laboratory, were first analyzed by DAS-ELISA and 3 samples were determined to be infected with PPV. Furthermore, 3 km perimeter of the infected garden is fully examined and analyzed in terms of PPV infection in the later years (2018-2019). After the analysis, the region was found PPV negative.

RT-PCR was performed for three peach samples, which were all positive according to DAS-ELISA results. Based on DAS-ELISA results, one PPV-free sample from the peach tree used as a negative control, one PPV-infected sample from the apricot tree used as a positive control and one water control were also included into RT-PCR reactions. Universal primers (P1/P2) were used first to amplify the partial coat protein region of PPV, then strain-specific primer pairs were used to determine the strains of PPV (P1/PM-P1/PD). The samples of P157, P179, P214 and positive control amplified the bands of the expected size of 243 bp for P1/P2 primer pairs. Thus, the results of RT-PCR analyses using universal primers were in complete agreement with DAS-ELISA results. A 198 bp product was amplified with P1/PM primers using positive samples, which was designated as PPV-M (Figure 2).

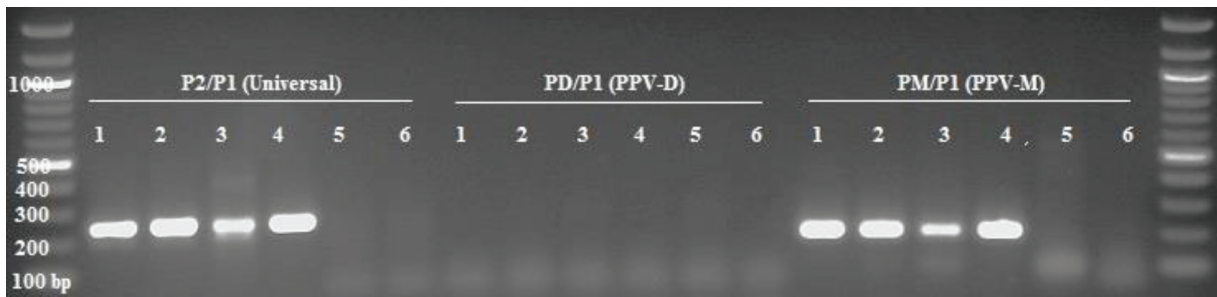


Figure 2. Agarose gel electrophoresis of the RT-PCR amplification products using universal and strain-specific primer pairs. The first and last lanes represents DNA 100 bp Ladder; lane 1-2-3, Bolu isolates; lane 4, positive control; lane 5, negative control; lane 6, water control



Figure 3. Phylogenetic tree constructed based on nucleotide sequence of the partial coat-protein gene (241 bp) showing the genetic relationships between Bolu and representative PPV isolates. The sequence obtained in this study is marked as diamond (◆)

PCR amplicons of P1/P2 primer pairs were sequenced and then compared with the corresponding worldwide PPV sequences available in GenBank to reveal the similarities. Three Bolu isolates (P157, P179, and P214) showed 99-100% similarity to GenBank accessions from Turkey (Edirne-Bursa) and Macedonia.

PPV-M was first reported in infecting peach in Greece and known to be widely distributed in European countries (Myrta and Boscia 2001, Wang et al. 2006). They are often associated with rapidly spreading epidemics in peach but are less frequently found in plums. Usually, PPV-M isolates are transmitted efficiently by aphids (Glasa and Candresse 2008). By their serological properties, Dallot et al. (2011) separates the M-strain into two following subgroups: PPV-Ma (mostly from Mediterranean countries) and PPV-Mb (mainly from Central-Eastern Europe isolates). In phylogenetic analysis for Bolu isolates (Figure 3), PPV-M isolates were clustered in two different groups (M and MIs). M (Ma and Mb) isolates consist of isolates belonging to Turkey, European, and Mediterranean countries; MIs isolates, reported by Gürcan and Ceylan 2016, comprised of Istanbul (Turkey) isolates. In the phylogenetic tree, Bolu isolates were clustered on the branch called M.

The sequences of Bolu isolates were compared to the other PPV isolates in NCBI. The first ten isolates were presented in Table 2. The high similarities among the isolates of Bursa and Edirne were observed. The same results were reported by other researchers. Bolu isolates were derived from Europe isolates due to the similarities in sequences of Europe originated Turkish isolates and its place in the group on phylogenetic tree M. One of them is European PPV-M which is considered as spreading by arboriculture from Europe to Turkey. The latest one, PPV-MIs is a subgroup of the M strain discovered only in Istanbul. The complete genome of 10 isolates from this group were sequenced and reported to be genetically different from the European M group (Gürcan 2017, Teber and Gürcan 2016). The phylogenetic tree in this study shows that Istanbul PPV-MIs isolates are clustered by different groups from PPV-M isolates.

Apart from these data, it is seen that PPV-An isolate is closely related to Istanbul PPV-T isolates in the phylogenetic tree. PPV-An was detected in Albania in 2012. It has been reported that PPV-An isolate is most closely related to PPV T with 93.5% similarity and is the most distant to the strains PPV-W and PPV-C, with identities of 78.8% and 78.4% respectively (Palmisano et al. 2012). The other PPV strains were clustered among themselves as expected. The phylogenetic tree supported the results obtained in other studies (James et al. 2013).

In summary, a total of 306 stone fruit samples representing eight villages (neighborhoods) of 2 districts of Bolu province were examined for the presence of PPV. The results of molecular and serological analysis revealed that three peach trees were infected with PPV-M.

PPV-M strain was previously reported in Aydın, Çanakkale, Denizli, İstanbul and Isparta (Gürcan and Ceylan 2016, Gürcan et al. 2019), Adana (Koç and Baloğlu 2006), Çanakkale, Mersin, Hatay (Ulubaş-Serçe et al. 2011), Kayseri (Ceylan et al. 2014), and Antalya (Çelik and Kütük 2013). In all these studies, the detection of PPV in newly established apricot or peach orchards (usually 4-7 years old) was reported (Gürcan and Ceylan 2016). In this study, PPV-M strain on peach was also detected in Bolu.

However, more detailed surveys in Bolu province are necessary to prevent PPV dissemination. In addition, the complete genome sequence of the isolates obtained from those surveys should be carried out to find an answer for the strain level of PPV isolates. PPV is considered as EPPO A2 quarantine pest in many countries as well as in Turkey and has a strict eradication program regulated by the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry. If the infection is detected early, then disease eradication may be reached by destroying infected-trees rapidly.

In Bolu, infected trees determined through this study were destroyed quickly. Within the scope of International Standards for Phytosanitary Measures (ISPMs) adopted

Table 2. The similarity rates of the novel isolates identified in this study to the isolates deposited into GenBank

Isolate	Strain	Country	GenBank access. No	Similarity (%)		
				P157	P179	P214
EdMrPc292	M	Turkey	MG686904	100.0	100.0	99.59
EdMrPc287	M	Turkey	MG686901	100.0	100.0	99.59
EdMrPI286	M	Turkey	MG686900	100.0	100.0	99.59
MK175	M	Macedonia	MK562732	99.59	99.59	99.17
MK41	M	Macedonia	MK562730	99.59	99.59	99.17
BrPc110	M	Turkey	KX423957	99.59	99.59	99.17
BrPc70	M	Turkey	KX423940	99.59	99.59	99.17
BrPc56	M	Turkey	KX423934	99.59	99.59	99.17
BrPc54	M	Turkey	KX423932	99.59	99.59	99.17
BrPc53	M	Turkey	KX423931	99.59	99.59	99.17

by International Plant Protection Convention (IPPC), Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Food and Control have implemented regional eradication programs and buffer zones of at least 1000 meters in diameter and established to prevent the further spread of the disease. As a result of this study, PPV quarantine regulations were established to regulate any movement of *Prunus* spp. into and out of the area. Planting of pome fruits and field crops (non-*Prunus* species) was allowed within the buffer zone. Replanting *Prunus* species was also banned until the achievement of a 3-year virus-free period within the affected area.

ÖZET

Plum pox virus (PPV), sert çekirdekli meyvelerde verim, kalite ve ekonomik kayıplara sebep olan Şarka hastalığının etmenidir. PPV, Avrupa başta olmak üzere dünya çapında tespit edilmiştir. Türkiye’de bugüne kadar yapılan çalışmalarda etmenin varlığı farklı bölgelerde sınırlı olarak tespit edilmiştir. Bolu ilinde şu ana kadar PPV’nin tespitine ilişkin herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Bolu ilinde 2016-2019 yılları arasında yapılan sürveyler neticesinde 306 örnek toplanmıştır. PPV’nin varlığını tespit etmek amacıyla ilk olarak DAS-ELISA ile örnekler analiz edilmiş, sadece üç adet şeftali örneğinin PPV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Enfekteli örnekler daha sonra universal primerler (P1/P2) kullanılarak RT-PCR ile test edilmiş ve DAS-ELISA sonuçları doğrulanmıştır. Ayrıca PPV’nin irka spesifik primerleri ile irk düzeyinde de teşhisleri yapılmıştır. Irk düzeyinde yapılan bu teşhislerde örneklerin PPV-M (Marcus) irkı ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Moleküler çalışmalar sonucunda üç izolatin kısmi kılıf protein bölgesine ait 243 nükleotidlik dizileri elde edilerek NCBI’ya kaydedilmiştir. Ayrıca 38 temsili PPV sekans dizisi ile yapılan filogenetik analiz (Neighbour-Joining) sonucunda, BLAST analizinde olduğu gibi Bolu izolatlarının PPV-M izolatları ile kümelenecek diğer PPV ırklarından ayrıldığı görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile elde edilen PPV izolatları Bolu ili için ilk kayıt niteliğindedir. Sonuç olarak, Bolu ilinde daha kapsamlı sürveylerin yapılması ve elde edilen izolatlarının tam genom dizileri elde edilerek genetik varyasyonlarının belirlenmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Enfekteli bulunan ağaçların ise tamamı imha edilmiştir.

Anahtar kelimeler: PPV, Şarka, şeftali, M irkı, sekans, filogenetik ağaç

REFERENCES

Akbaş B., Değirmenci K., Çiftçi O., Kaya A., Yurtmen M., Uzunoğulları N., Çelik N., Türkölmez Ş., 2011. Update on plum pox virus distribution in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 50 (1), 75–83.

Azeri T., 1994. Detection of virus diseases of stone fruits in Aegean Region of Türkiye. 9th Congress of Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye, 511-513.

Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J., Gibbs A.J., Watson L., Zurcher E.J., 1996. Plant viruses online: descriptions and lists from the VIDE database. Version: 16th January 1997. URL <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/refs.htm>.

Buzkan N., Öztekin V., Demir M., Onura D., Ilgın M., 2006. SEKAMER kayısı koleksiyon parselindeki ağaçlarda virüs hastalıklarının saptanması ve çözüm yolları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (2), 121-124.

Candresse T., Svanella-Dumas L., Gentit P., Çağlayan K., Çevik B., 2007. First report of the presence of plum pox virus rec strain in Turkey. *Plant Disease*, 91 (3), 331.

Cambra M., Capote N., Myrta A., Llacer G., 2006. Plum pox virus and the estimated costs associated with sharka disease. *EPPA Bulletin*, 36 (2), 202–204.

Cervera M.T., Riechmann J.L., Martín M.T., García J.A., 1993. 3'-terminal sequence of the plum pox virus PS and Ö6 isolates: evidence for RNA recombination within the potyvirus group. *Journal of General Virology*, 74 (3), 329-334.

Ceylan A., Gürcan K., Akbulut M., Ghaderi M., 2014. Kayseri’de yüksek şarka enfeksiyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30 (2), 80-85.

Chirkov S., Ivanov P., Sheveleva A., 2013. Detection and partial molecular characterization of atypical plum pox virus isolates from naturally infected sour cherry. *Archives of Virology*, 158 (6), 1383-1387.

Chirkov S., Sheveleva A., Ivanov P., Zakubanskiy A., 2018. Analysis of genetic diversity of Russian sour cherry plum pox virus isolates provides evidence of a new strain. *Plant Disease*, 102 (3), 569-575.

Clark M.F., Adams A.N., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34 (3), 475-483.

Cui H., Wang A., 2016. Plum pox virus 6K1 protein is required for viral replication and targets the viral replication complex at the early stage of infection. *Journal of Virology*, 90 (10), 5119–5131. doi: 10.1128/JVI.00024-16.

Çelik N., Kütük B.T., 2013. Antalya ilinde şarka virüs hastalığının belirlenmesi. *Derim*, 30 (2), 1-10.

- Dallot S., Glasa M., Jevremovic D., Kamenova I., Paunovic S., Labonne G., 2011. Mediterranean and central-eastern European countries host viruses of two different clades of Plum pox virus strain M. *Archive of Virology*, 156 (3), 539–542.
- Değirmenci K., Morca A.F., Umar S., 2016. new infection areas of plum pox virus (PPV) in Turkey. 3rd International Symposium on Plum pox virus, 9-13 May 2016 Antalya-Turkey, 37 s.
- Deligöz İ., Değirmenci K., Sökmen M., 2015. Samsun ilinde sert çekirdekli meyve türlerinde şarka hastalığı etmeninin (plum pox virus) belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (3), 227-235.
- Desvignes J.C., Boyé R., Cornaggia D., Grasseau N., Hurtt S., Waterworth H., 1999. Virus diseases of fruit trees. (diseases due to viroids, viruses, phytoplasmas and other undetermined infectious agents). Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), Paris, France, 202 p.
- Dunez J., 1986. Preliminary observations on virus and virus like diseases of stone fruit trees in Mediterranean and near east countries. *FAO Plant Protection Bulletin*, 34, 43-48.
- Elibuyuk İ.Ö., 2004. Current situation of sharka disease in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 32 (4), 417–420.
- Elibüyük İ.Ö., 2005. Ankara'da şeftali ağaçlarında görülen şarka hastalığı üzerinde araştırmalar. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (3), 236-243.
- Fernández-Calvino L., López-Abella D., López-Moya J. J., Fereres A., 2006. Comparison of potato virus y and plum pox virus transmission by two aphid species in relation to their probing behavior. *Phytoparasitica*, 34 (3), 315.
- Foissac X., Svanella-Dumas L., Dulucq M.J., Candresse T., Gentit P., Clark M.F., 2001. Polyvalent detection of fruit tree tricho, capillo and foveaviruses by nested RT-PCR using degenerated and inosine containing primers (PDO RT-PCR). *Acta Horticulturae*, 550, 37-43.
- Gazel M., Serce C.U., Çağlayan K., 2010. New outbreaks of plum pox virus in Turkey. *SharCo Research Workshop*, September 6-7, Sofia, Bulgaria, 27 p.
- Glasa M., Palkovics L., Komínek P., Labonne G., Pittnerová S., Kúdela O., Candresse T., Šubr Z., 2004. Geographically and temporally distant natural recombinant isolates of plum pox virus (PPV) are genetically very similar and form a unique PPV subgroup. *Journal of Genetic Virology*, 85, 2671–2681.
- Glasa M., Candresse T., 2008. Plum pox virus. In: *Encyclopedia of Virology*, 5 vols, Mahy B.W.J., Van Regenmortel M.H.V. (Eds.). Oxford, Elsevier, 238-242 p.
- Gumus M., Paylan I.C., Matic S., Myrta A., Sipahioglu H.M., Erkan S., 2007. Occurrence and distribution of stone fruit viruses and viroids in commercial plantings of prunus species in western Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89, 265–268.
- Gürcan K., Ceylan A., Akbulut M., Değirmenci K., 2013a. PPV-T is common in home gardens of Central Anatolia. 2nd International Symposium on Plum Pox Virus, 3-6 September 2013, Olomouc, Czech Republic, 21 p.
- Gürcan K., Ceylan A., Akbulut M., Comart S., Akbaş B., Ghaderi M., 2013b. Plum pox virus D in Turkey. 2nd International Symposium on Plum Pox Virus, 3-6 September 2013, Olomouc, Czech Republic, 22 p.
- Gürcan K., Ceylan A., 2016. Strain identification and sequence variability of plum pox virus in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (5), 746-760.
- Gürcan K., 2017. Bursada plum pox virus (şarka)'ün yaygınlığının ve genetik çeşitliliğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi/Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 32, 1-15.
- Gürcan K., Teber S., Çağlayan K., 2019. Further investigation of a genetically divergent group of plum pox virus-M strain in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 101 (2), 385-391.
- Gürcan K., Teber S., Candresse T., 2020. Genetic analysis suggests a long and largely isolated evolutionary history of plum pox virus strain D in Turkey. *Plant Pathology*, 69 (2), 370-378.
- James D., Varga A., 2005. Nucleotide sequence analysis of plum pox virus isolate W3174: evidence of a new strain. *Virus Research*, 110 (1-2), 143-150.
- James D., Varga A., Sanderson D., 2013. Genetic diversity of plum pox virus: strains, disease and related challenges for control. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 35 (4), 431–441.
- Kerlan C., Dunez J., 1979. Differentiation biologique et serologique de souches du virus de la Sharka. *Annales de Phytopathologie*, 11 (2), 241-250.
- Kimura M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16 (2), 111-120.
- Koç G., Baloglu S., 2006. Disease note first report of sharka in the Çukurova region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88 (3), 65-70.

- Kumar S., Stecher G., Tamura K., 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33 (7), 1870-1874.
- Kurçman S., 1973. Nachweis des sharka-virus an aprikosen und pflaumenbaumen aumenbaumen in Ankara. *Journal of Turkish Phytopathology*, 2, 124-129.
- Myrta A., Boscia D., 2001. Plum pox virus: a risk for the Mediterranean fruit tree industry. *Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches*, n. 35, 37-42.
- Myrta A., Varga A., James D., 2006. The complete genome sequence of an El Amar isolate of plum pox virus (PPV) and its phylogenetic relationship to other PPV strains, *Archives of Virology*, 151 (6), 1189-1198.
- Nemchinov L., Hadidi A., Maiss E., Cambra M., Candresse T., Damsteegt V., 1996. Sour cherry strain of plum pox potyvirus (PPV): molecular and serological evidence for a new subgroup of PPV strains. *Phytopathology*, 86 (11), 1215-1221.
- Olmos A., Cambra M., Dasi M.A., Candresse T., Esteban O., Gorris M.T., Asensio M., 1997. Simultaneous detection and typing of plum pox potyvirus (PPV) isolates by heminested-PCR and PCRELISA. *Journal of Virological Methods*, 68 (2), 127-137.
- Palmisano F., Boscia D., Minafra A., Myrta A., Candresse T., 2012. An atypical Albanian isolate of plum pox virus could be the progenitor of the Marcus strain. In: 22nd International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops, June 3-8, Rome, Book of Abstracts, 33 p.
- Palkovics L., Burgyán J., Balázs E., 1993. Comparative sequence analysis of four complete primary structures of plum pox virus strains, *Virus Genes*, 7 (4), 339-347.
- Polak J., Pivalova J., Dowler W., Miller W., 2003. Evaluation of American peach cultivars for resistance to plum pox virus. *Plant Protection Science*, 39 (1), 1-6.
- Revers F., Garcia J.A. 2015. Molecular biology of potyviruses. *Advances in Virus Research* 92, 101-199. doi: 10.1016/bs.aivir.2014.11.006
- Saitou N., Nei M., 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4 (4), 406-425.
- Sahtiyanci S., 1969. Virus de la sharka chez le prunier. *Bulletin Phytosanitaire FAO*, 17, 69.
- Serçe Ç.U., Candresse T., Svanella-Dumas L., Krizbai L., Gazel M., Çağlayan K., 2009. Further characterization of a new recombinant group of plum pox virus isolates, PPV-T, found in orchards in the Ankara province of Turkey. *Virus Research*, 142 (1-2), 121-126.
- Sertkaya G., Ulubaş Ç., Çağlayan K., 2003. Detection and characterization of plum pox potyvirus (PPV) by DAS-ELISA and RT-PCR/RFLP analysis in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, TÜBİTAK*, 27 (4), 213-220.
- Sochor J., Babula P., Adam V., Krska B., Kizek R., 2012. Sharka: the past, the present and the future. *Viruses*, 4 (11), 2853-2901.
- Tamura K., Nei M., Kumar S., 2004. Prospects for inferring very large phylogenies by 4 using the neighbor-joining method. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS*, 101 (30), 11030-11035.
- Teber S., Gürcan K., 2016. Recombination analysis of 51 PPV isolates including 10 genomes of PPV-M Istanbul. 3rd International Symposium on Plum Pox Virus, 9-13 Mayıs 2016, Antalya, Turkey, 33 p.
- Teber S., Ceylan A., Gürcan K., Candresse T., Ulubaş Serçe Ç., Akbulut M., Kaymak S., Akbaş B., 2019. Genetic diversity and molecular epidemiology of the T strain of plum pox virus. *Plant Pathology*, 68 (4), 755-763.
- Thompson J.D, Higgins D.G., Gibson T.J., 1994. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22 (22), 4673-4680.
- Ulubaş-Serçe Ç., Gazel M., Çağlayan K., 2011. Plum pox virus streynlerinin Türkiye'deki dağılımı (distribution of plum pox virus strains in Turkey), *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Kahramanmaraş*, 72 s.
- Varn M.V., Mavric I., Blazic M., 2004. Influence of PPV infection on the yield and quality of different peach varieties. Lectures and papers presented at the 6th Slovenian Conference on Plant Protection, Zrece, 4-6 March 2003, 258-264.
- Wang A., Sanfacon H., Stobbs L.W., James D., Thompson D., Svircev A.M., Brown D.C.W., 2006. Plum pox virus in Canada: progress in research and future prospects for disease control. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 28 (2), 182-196.
- Wetzel T., Candresse T., Ravelonandro M., Dunez J., 1991. A polymerase chain reaction assay adapted to plum pox potyvirus detection. *Journal of Virological Methods*, 33 (3), 355-365.
- White K.A., 2015. The polymerase slips and PIPO exists. *EMBO Reports*, 16, 885-886. doi: 10.15252/embr.201540871.

Yürektürk M., 1984. Marmara bölgesinde sert çekirdekli meyvelerde görülen sharka hastalığı üzerinde araştırmalar. Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, 37 s.

Cite this article: Morca, A, Coşkan, S, Öncü, F. (2020). Determination and partial molecular characterization of Plum pox virus in Bolu province. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.719732

Atıf için: Morca, A, Coşkan, S, Öncü, F. (2020). Bolu ilinde Plum pox virus'un belirlenmesi ve kısmi moleküler karakterizasyonu. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.719732

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of different shoot pruning efficiency for controlling *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) in protected tomato cultivation and pests visual preferences

Örtüaltı domatestte farklı sürgün budamasının *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) üzerine etkinliğinin belirlenmesi ve zararlının görsel renk tercihi

Hasan Deda BÜYÜKÖZTÜRK^a, Mehmet KEÇECİ^{b*}, Mustafa Gökhan BİLGİN^a, Murat ÖLÇÜLÜ^c, Seral YÜCEL^d

^aBiological Control Research Institute, Kışla Cad, 01321, Yüreğir, Adana, Turkey

^bMalatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kırkgöz cad., No:70, 44210, Battalgazi, Malatya, Turkey

^cRegional Directorate of Bayer Turkey Antalya, Termesos Blv. No.29, Time 2 Plaza D.6, 07025 Muratpaşa, Antalya, Turkey

^dSelçuk University, Silifke Taşucu Vocational School, Taşucu, Mersin, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.685437](https://doi.org/10.16955/bitkorb.685437)

Received : 24-02-2020

Accepted : 10-12-2020

Keywords:

Lasioptera sp., Mersin, stub-pruning, tomato, visual sticky trap

* Corresponding author: Mehmet KEÇECİ

✉ kececitr@yahoo.com

ABSTRACT

Lasioptera sp. is one of the problematic pests in the Mediterranean and Aegean regions where protected tomato cultivation is done in Turkey. The larvae that cause tunnel and deteriorations in the plant's main stem by feeding on the core part of the body mostly lead to the death of the plant in a dense pest population. Since harmful larvae live in plant tissue and thus are protected against insecticides and biological agents, control of the pest is very crucial. As an alternative method to pest control, the effects of tomato axillary shoot pruning for controlling the pest were examined. For this purpose, while pruning of axillary shoots in tomato plants as recommended in cultural processes, shoots that are cut off from the body completely and stub-pruning sprouts with 3-5 cm length were assessed in the experiment. The study was carried out in Erdemli district of Mersin province in 2015 and 2017. Although it is ensured that the harmful larvae can feed inside stub-pruned shoots left on the body, the larvae could not reach the plant's main stem and do not cause any damage to the plant. In terms of damaged plants, it was determined that 77.8% and 85.2% of the stub-pruning application are effective in 2015 and 2017, respectively. Additionally, in the study, the attractiveness of visual sticky traps in six different colors including, yellow, black, blue, white, red, and green was investigated. As a result of the study, it was concluded that the colors tested were not sufficient to attract pests.

INTRODUCTION

Turkey has a significant greenhouse and open-field tomato production. Total tomato production area reached to 187 000 ha and production amount reached to 12.600.000 tons

in 2016 (TÜİK 2016). Greenhouse tomato production area is 259.709 da, the production amount is 3.399.100 tons. 80.0% of the tomato production is held by the Mediterranean region.

Tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)], whitefly [*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Homoptera: Aleyrodidae)], vegetable leafminer [*Liriomyza trifolii* (Burgess in Comstock, 1880) (Diptera: Agromyzidae)], and carmine spider mite [*Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acarina: Tetranychidae)] are the main pests in greenhouse tomato cultivation (Bulut and Göçmen 2000, Keçeci et al. 2007, Kılıç 2010, Ulubilir and Yabaş 1996, Yarakınçı and Hıncal 1999). *Lasioptera* sp., which has spread over a large area after being found in Mersin province in 2011 and Antalya province in 2012 in the Mediterranean region, was also added to these pests (Büyükoztürk et al. 2016).

The pest was identified as a species belonging to the genus *Lasioptera* Meigen, 1818 (Diptera: Cecidomyiidae), which is a cosmopolitan genus consisting of 120 known species in the world. Most of the recorded species of the genus *Lasioptera* were found in the Palearctic region, and none have been reported in tomato and cucumber plants in Europe (Gagné and Jaschhof 2014). However, an unidentified species belonging to the genus *Lasioptera* as a new pest for greenhouse tomatoes and cucumbers in Greece have been reported by Anagnou-Veroniki et al. (2008) and Perdakis et al. (2011).

Most of the known species of the genus *Lasioptera* constitute the trunk gal, some species develop in the galleries of other insects (Gagné and Jaschhof 2014). The larvae of this species live in groups of 4 to 20 individuals, inside the main stem of the tomato plant. The damage usually occurs at the bottom of ripped leaves or in damaged bodies. The larvae feed on the core part of the plant body, causing deterioration and cavities in plant tissue. The damages in the form of brown and dark gray colors on the core part of the body can reach up to 5-6 cm. Larvae feeding sites are usually covered with fungal mycelium (Perdakis et al. 2011). As a result of the feeding of pests in young seedlings, seedlings are broken from the infected part of the plant and die in a short period of time (1-2 days). Unless pests are controlled, the plant's body is damaged from the point of contamination, and these points are weakened and broken. Serious invasions of the pest can lead plants to death (Büyükoztürk et al. 2016, Perdakis et al. 2011).

Since the larvae feed within the plant body, no successful results can be obtained with the chemical control. In this study, it is aimed to determine the effectiveness of alternative methods to chemical control about pest control and delivering visual traps and stub shoots.

MATERIALS AND METHODS

The trials for determination of the effectiveness of different visual traps and shoot cutting for *Lasioptera* sp. control was conducted in the spring growing period in Aslanlı village of

Erdemli district of Mersin province.

Determination of the effect of two different pruning methods

Two different axillary shoot pruning methods including the regular method and shoot pruning made by leaving stub were compared in the trial. In regular shoot pruning, all of the shoots were plucked from the main stem. In stub shoot pruning, the shoot was excised from the main stem with the help of a knife by leaving a 3-5 cm stub piece. Treatment was replicated four times in a pairwise randomized design. In the trial, each plot was 45 m² with 150 plants (in two rows 30 m long).

Two experiments were conducted in 2015 and 2017. Tomato seedlings were transplanted into the greenhouse on April 10, 2015, for the first-year study. Regular and stub pruning was done on June 16, 2015. Two weeks after pruning (on June 30, 2015), 20 plants identified were marked in each plot. Damaged plants due to pests were recorded on July 14, 2015.

The second-year study was conducted the same as described above. Tomato seedlings were planted on 30 March 2017. Regular and stub pruning was done on June 5, 2017. The numbers of damaged plants were recorded on July 10, 2017.

A chi-square test was used to analyze data on the damaged plants' number of the regular and stub-pruned parcel (Microsoft Excel). The effect of leaving stub pruning on the pest was determined by Abbott's formula (Abbott 1925).

Determination of attractiveness of visual sticky traps

As a result of the preliminary studies performed in 2014 with yellow sticky traps, it was decided to make a try with different color traps because the pest was rarely caught by yellow sticky traps, even in dense pest populations. Therefore, visual sticky traps (20*25 cm) in six different colors including, yellow, black, blue, white, red, and green were assessed. Traps were obtained from Kapar Organik Tarım Sanayi (Ankara, Turkey). According to the color catalog (The RAL German Institute for Quality Assurance and Certification), the closest RAL color names (Anonymous 2008) of traps are given in Table 1. The trial was set up as 4 replications according to the randomized block design. Each parcel was 50 m² (6*8.33 m) and one trap was hanged 10-15 cm above the plant at the center of the parcel. There were approximately 8 m of the distance between two traps in the blocks. Traps were hanged on May 26, 2015, and weekly inspection was performed until the end of July. After the counts, *Lasioptera* sp. adults on traps were cleaned, or the contaminated traps were replaced with new ones.

Table 1. The color information of visual sticky traps used in attractiveness test*

Trap color	Ral No	Ral color name	Trinitron RGB**
Yellow	1026	Luminous yellow	240, 205, 30
Black	9017	Traffic black	56, 52, 53
Blue	5005	Signal blue	80, 130, 205
White	9016	Traffic white	230, 225, 230
Red	3020	Traffic red	214, 55, 50
Green	6038	Luminous green	216, 230, 110

* The closest RAL colour no and name are quoted from Anonymous (2008)

** RGB: Red, Green, Blue

Analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the significance of the total numbers of *Lasioptera* adults on traps. The significance threshold for Tukey's HSD test was $P \leq 0.001$.

RESULTS

Pruning

The infested plants due to *Lasioptera* sp. are marked in each row (Table 2). The mean number of damaged plants in stub-pruning plots was 1.50 plant and showed a significant difference compared to regular pruning plots [χ^2 (1): 15.11, $p < 0.001$] (Figure 1, Table 2). Where stub-pruning plots, the efficiency of treatment was 77.8% compared to the regular pruning plots (Abbott 1925) (Table 2). In the preliminary observation, made a week before the main inspection (on July 7, 2015), while infested plants were seen in regular pruned treatment, no infested plants were seen in the stub pruned parcels. Then, very few damages were seen caused by pests entered to the plants from natural wounds in stub-pruned plots. This suggests that pests preferred pruning surfaces mostly to lay eggs in pruned plants; however, very slightly they could also enter the plant from the naturally occurring wounds.

In the second-year study, the mean number of damaged plants was 1.00 and 6.75 in stub-pruning and regular pruning plots, respectively and significantly different [χ^2 (1): 17.06, $p < 0.001$] compared to the regular pruning method, a reduction of 85.2% was obtained in the stub-pruned treatment (Table 2).

Traps

The data on the attraction of *Lasioptera* sp. to color sticky

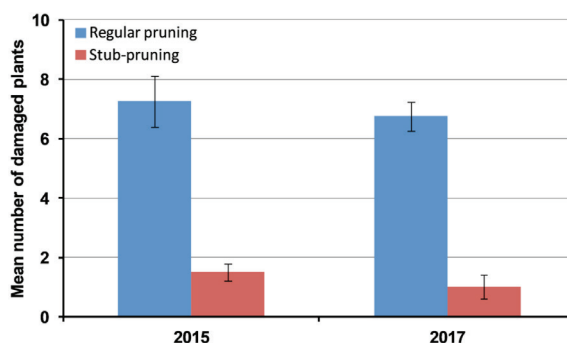


Figure 1. The mean number of damaged plants (mean±SE) at regular pruned and stub-pruned treatments in 2015 and 2017

traps at weekly intervals is given in Figure 2. The first pest caught in traps was on June 9, 2015. Then the populations showed a relative increase by the middle of July. The data given in the Table 3 indicated that white and green colored traps significantly attracted more number of *Lasioptera* sp. with a total mean population of 74.75 and 74.50 adults/trap over nine weeks, respectively. The other best treatment to attract the pest population was yellow (54.25 adults/trap) and blue colored sticky traps (50.25 adults/trap). The red and black colored traps were least effective for attracting *Lasioptera* sp. (Figure 2). It was also concluded that the number of flies trapped in all color traps was quite low, even though the pest present in almost all plants and flew intensively during this period (Figure 2, Table 3).

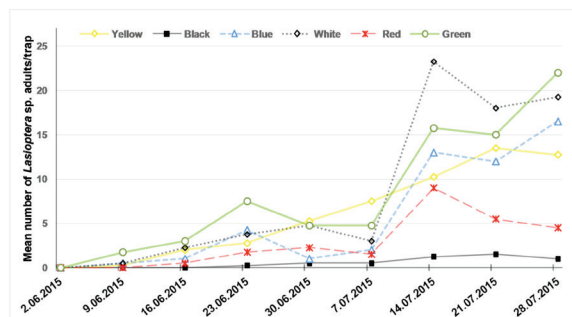


Figure 2. The mean number of captured *Lasioptera* sp. adults on different traps

Table 2. Mean number damaged plants and effects of different pruning methods (calculated with Abbott's formula) for controlling *Lasioptera* sp. in 2015 and 2017

Treatment	2015		2017	
	No. of damaged plants (±SE)	Efficiency (%)	No. of damaged plants (±SE)	Efficiency (%)
Regular pruning	7.25±0.85	-	6.75±0.48	-
Stub-pruning	1.50±0.29	77.8	1.00±0.41	85.2
χ^2 (df), P	15.11 (1), $P < 0.001$		17.06 (1), $P < 0.001$	

* Means followed by a different letter differ significantly at $P < 0.001$

Table 3. Total mean numbers of *Lasioptera* sp. adult captured on different visual sticky traps over nine weeks in 2015

	Yellow	Black	Blue	White	Red	Green
Total no. of <i>Lasioptera</i> sp. adult (mean±SE)/trap	54.25±3.47 ab*	5.00±1.35 c	50.25±8.93b	74.75±3.75a	25.00±2.16c	74.50±9.22a

* Means followed by a different letter differ significantly at P < 0.001

DISCUSSION

This study aimed to determine an alternative method for controlling *Lasioptera* sp., a new pest that recently appeared in tomato greenhouses in Turkey.

Although plant rotation, early planting, and soil tillage are recommended against other Cecidomid species as cultural control methods (Chen and Shelton 2007, Chen et al. 2009, Franzmann et al. 2006), currently there is no suggested method for controlling the *Lasioptera* sp.

The removal and destruction of the attacked and damaged plant parts are recommended as a method of cultural control same as bark beetle control in fruit trees (Donaldson and Seybold 1998). The control method applied in our study is mostly based on the principle that more pests are attracted to injured plant parts. In this method, pests lay their eggs on stub shoot part and the larvae hatched of the egg here cannot reach the main stem of the tomato plant or cannot complete growing as sprout separates from the body and falls down. As a cultural control of the pest, it is suggested to control with leaving stub axillary shoot.

It is thought that this pest which is first detected in tomatoes in Turkey shall cause considerable damage when an appropriate condition occurs. As the larvae of this pest are fed into the body of the plant, recognition, and control are very difficult and pose a serious threat to tomato cultivation. In the present study, the attractiveness of different colors visual sticky traps was also investigated as an alternative control method. It is considered that the effective use of visual sticky traps in controlling the pest is not possible. There are no studies made on the effectiveness of different colors visual sticky traps was also investigated as an alternative control method. There are no studies made on the effectiveness of visual traps for this pest. Sertkaya et al. (2006) conducted to determine the biology of *Asphondylia capsici* Barnes, 1932 (Diptera: Cecidomyiidae), another Cecidomid species, in a study and they suggested that it was not appropriate to use the yellow-colored sticky trap in the monitoring of adults of this fly. Similarly, following the population of *Contarinia nasturtii* (Kieffer, 1888) (Diptera: Cecidomyiidae), which is harmful to Cruciferae, light traps were found to be much more effective than visual sticky traps (Hallett et al. 2007). Sarzynski and Liburd (2003) stated that *Dasineura oxycoccana* Johnson, 1899 (Diptera: Cecidomyiidae) adults do not react to different colors and visual sticky traps cannot be used to monitor the pests. In order to be able to

use these traps, they stated that it can be improved with an attractant such as sex pheromone or host-volatile compound. The results obtained in our study are consistent with the stated literature information. For this reason, it is thought that visual sticky traps can not play an effective role in controlling the pests.

In addition, it is suggested to investigate the effectiveness of stub-pruned and/or colored sticky traps in combination with the use of insect nets and similar methods in order to prevent the spread of outdoor infection into the greenhouses.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, the General Directorate of Agricultural Research and Policy (Project Number: TAGEM-BS-14/09-01/01-06). The authors wish to thank Dr. Junichi Yukawa and Dr. Marcela Skuhrová for diagnosing *Lasioptera* sp. specimens.

ÖZET

Lasioptera sp. Türkiye'de örtüaltı domates yetiştiriciliğinin yapıldığı Akdeniz ve Ege Bölgeleri'ndeki önemli zararlılardan birisidir. Gövdenin öz kısmında beslenerek, bitki dokusunda oyuk ve çürümelere neden olan larvalar, yoğun bulaşmalarda bitkinin ölümüne neden olmaktadır. Zararlı larvalarının, bitki dokusu içerisinde yaşaması ve böylece kimyasal ilaçlar ve biyolojik etmenlere karşı korunaklı durumda olması nedeniyle, mücadelesi oldukça zordur. Zararlı ile mücadelede alternatif bir metot olarak, domates bitkisinde farklı filiz budamasının zararlı üzerine etkisi incelenmiştir. Domates bitkisinde budama yapılırken normal kültürel işlemlerde tavsiye edilen gövdeden tamamen koparılan filizler ile 3-5 cm uzunluğunda tırnaklı kesilen filizler deneme konusu olarak ele alınmıştır. Çalışma 2015 ve 2017 yıllarında Mersin ili Erdemli ilçesinde yürütülmüştür. Gövdede tırnaklı olarak bırakılan filizlerin içerisinde, zararlı larvalarının beslenebilmesine olanak sağlamış olmasına rağmen, larvalar bitki gövdesine ulaşmamış ve herhangi bir zarar meydana getirmemiştir. Tırnaklı sürgün bırakma uygulamasının bitkide zararlanma açısından, 2015 ve 2017 yıllarında sırasıyla %77.8 ve %85.2 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, zararlının ergin dönemlerinin yakalanması amacıyla sarı, siyah, mavi, beyaz, kırmızı ve yeşil olmak üzere toplam altı farklı renkteki görsel yapışkan tuzakların çekiciliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda test edilen renklerin, zararlıyı cezbetmede yeterli olmadığı kanısına ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Lasioptera* sp., Mersin, tırnaklı budama, domates, görsel yapışkan tuzak

REFERENCES

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Anagnou-Veroniki M., Papaioannou-Souliotis P., Karanastasi E., Giannopolitis C.N., 2008. New records of plant pests and weeds in Greece, 1990-2007. *Hellenic Plant Protection Journal*, 1, 55-78.
- Anonymous, 2008. RAL classic colours. <https://www.ral-farben.de/content/anwendung-hilfe/all-ral-colours-names/overview-ral-classic-colours.html>. (accessed date: 21.07.2020).
- Bulut E., Göçmen H., 2000. Pest and their natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya. *IOBC/WPRS Bulletin*, 23 (1), 33-38.
- Büyüköztürk H., Bilgin M., Keçeci M., 2016. Türkiye'de yeni bir domates zararlısı, *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) ve Akdeniz Bölgesi'ndeki yayılışı. *Derim*, 33 (2), 211-220.
- Chen M., Shelton A.M., 2007. Impact of soil type, moisture, and depth on swede midge (Diptera: Cecidomyiidae) pupation and emergence. *Environmental Entomology*, 36 (6), 1349-1355.
- Chen M., Li W., Shelton A.M., 2009. Simulated crop rotation systems control swede midge, *Contarinia nasturtii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 133, 84-91.
- Donaldson S.G., Seybold S.J., 1998. Thinning and sanitation: tools for the management of bark beetles in the lake tahoe basin. University of Nevada Reno, Cooperative Extension Fact Sheet FS-98-42. <http://www.livingwithfire.com/wp-content/uploads/2018/10/Thinning-and-Sanitation-Tools-for-the-Management-of-Bark-Beetles-FS9842accessible.pdf> (accessed date: 02.11.2020).
- Franzmann B.A., Lloyd J.D., Zalucki M.P., 2006. Effect of soil burial depth and wetting on mortality of diapausing larvae and patterns of post-diapause adult emergence of sorghum midge, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae). *Australian Journal of Entomology*, 45, 192-197.
- Gagné R.J., Jaschhof M., 2014. A catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world. 3rd Edition. Digital version 2. https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80420580/Gagne_2014_World_Cecidomyiidae_Catalog_3rd_Edition.pdf (accessed date: 01.07.2019).
- Hallett R.H., Goodfellow S.A., Heal J.D., 2007. Monitoring and detection of the swede midge (Diptera: Cecidomyiidae). *The Canadian Entomologist*, 139 (5), 700-712.
- Keçeci M., Ceylan S., Kahveci L., Ülker Y., Topakçı N., 2007. "Antalya ilinde örtüaltı biber yetiştiriciliğinde zararlı türler ve populasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar, 216. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos, Isparta, Türkiye, 342 s.
- Kılıç T., 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38 (3), 243-244.
- Perdikis D., Lykouressis D., Paraskevopoulos A., Harris K.M., 2011. A new insect pest, *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), on tomato and cucumber crops in glasshouses in Greece. *OEPP/EPPO Bulletin*, 41, 442-444.
- Sarzynski E.M., Liburd O.E., 2003. Techniques for monitoring cranberry tipworm (Diptera: Cecidomyiidae) in rabbiteye and southern highbush blueberries. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1821-1827.
- Sertkaya E., Telli T., Yiğit A., 2006. Antakya ve çevresinde Biber galsineği, *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin zarar durumu ve parazitotleri. *Turkish Journal of Entomology*, 30 (3), 223-234.
- TÜİK 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (accessed date: 01.09. 2018).
- Ulubilir A., Yabaş C., 1996. Akdeniz Bölgesinde örtüaltında yetiştirilen sebzelerde görülen zararlı ve yararlı faunanın tespiti. *Turkish Journal of Entomology*, 20 (3), 217-228.
- Yasarakıncı N., Hıncal P., 1999. The development of pest populations and their beneficials over different growing periods in tomato greenhouses in the Aegean Region of Turkey. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 491, 469-474.
- Cite this article: Büyüköztürk, H, Keçeci, M, Bilgin, M, Ölçülü, M, Yücel, S. (2020). Determination of different shoot pruning efficiency for controlling *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) in protected tomato cultivation and pests visual preferences. *Plant Protection Bulletin*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.685437
- Atf için: Büyüköztürk, H, Keçeci, M, Bilgin, M, Ölçülü, M, Yücel, S. (2020). Örtüaltı domateste farklı sürgün budamasının *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) üzerine etkinliğinin belirlenmesi ve zararlının görsel renk tercihi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.685437

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of fungal diseases in bean seeds in the Western Black Sea Region

Batı Karadeniz Bölgesi'nde fasulye tohumlarında bulunan fungal hastalıkların belirlenmesi

Sirel CANPOLAT^{a*}, Salih MADEN^b

^aDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mah., Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^bRetired Faculty Member, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.730841](https://doi.org/10.16955/bitkorb.730841)

Received : 02-05-2020

Accepted: 18-06-2020

Keywords:

Phaseolus vulgaris, seed, disease, fungi

* Corresponding author: Sirel CANPOLAT

✉ sirelozan_18@hotmail.com

ABSTRACT

This research was conducted between 2012 and 2014 in order to determine the fungal causal agents in bean seeds collected from bean cultivation areas in Zonguldak, Bartın and Karabük provinces in the Western Black Sea Region. Seed samples were collected from greenhouses in the surveyed provinces. After isolation of fungi from these seeds, isolates were identified by morphological and molecular techniques. In the result of the study, plant pathogenic fungal species, *Pseudocercospora griseola* (53%), *Stemphylium vesicarium* (14.5%), *Fusarium oxysporum* (6.5%), *Fusarium solani* (5.25%), *Stemphylium globuliferum* (4.5%), *Stemphylium herbarum* (tel: *Pleospora herbarum*) (2%), *Fusarium sambucinum* (1%), *Trichothecium roseum* (0.75%) ve *Paecilomyces* sp. (2.5%), were obtained from seed samples.

GİRİŞ

Yemeklik tane baklagiller, dünya üzerinde MÖ 5000 yılından beri tarımı yapılan ve insan beslenmesinin önemli bir bölümünü oluşturan en önemli besinlerimizdir. Fasulye, bütün baklagiller içinde en çok tüketilen sebzelerden birisidir. Baklagiller familyasının *Phaseolus* cinsine bağlı olup, Orta Amerika kökenli bir bitki türüdür. Taze baklaları konserve, dondurulmuş gıda, kurutularak ve sofralık olarak kullanılmaktadır. Kuru fasulye yemeğinin geleneksel mutfak kültürünün bir parçası olması, fasulyenin Türkiye için ne kadar önemli bir bitki olduğunun göstergesidir. Fasulye, ülkemizde tüm coğrafik bölgelerde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir. Baklagillerden alınan bitkisel proteinlerin ve karbohidratların, hem insan hem de hayvan beslenmesinde büyük önemi vardır. Baklagiller, tarla bitkileri yetiştiriciliğinde, ekim alanı ve üretim bakımından tahıllardan sonra gelen tane ürünüdür. Baklagiller içerisinde fasulye, dünyada 126 ülkede en fazla ekim alanına sahip bir

üründür. Daha çok Asya ve Amerika kıtalarında bulunan fasulye ekim alanları, 1980-2000 yılları arasında 25 milyon ha düzeyinde iken; son 10 yılda %12 artış göstererek 29 milyon hektara ulaşmıştır (Anonim 2017).

Dünyada 2018 yılında fasulye üretimi bir önceki yıla göre %6.6 azalışla 21.3 milyon ton, nohut üretimi %5.6 artışla 14.8 milyon ton, mercimek üretimi ise %4.9 azalışla 5.8 milyon ton olmuştur. Ülkemizde kuru fasulye üretiminde; Konya, Niğde ve Karaman illeri ön plana çıkmakta olup, üretimin yaklaşık %70'i İç Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır (TÜİK 2018)

Ülkemizde son yıllarda yaşanan fasulye üretimindeki azalmalar genellikle ekim alanlarındaki azalmalara bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Ekim alanlarındaki azalmalar, özellikle üretim girdilerinin yüksek olması, üreticinin ürününe tatmin edici düzeyde gelir elde edememesi,

ithalatçı ülkelerin kalite isteklerine uygun standart irilikte ürün yetiştirilmemesi, makineli tarımın yaygın olmayışı, sertifikalı tohum kullanımının oldukça yetersiz oluşu, yetiştirme tekniğinin tam olarak uygulanmaması, hastalık ve zararlılarla yeterli düzeyde mücadele yapılmayışı gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. 2012-2018 yılları arasında ülkemizde fasulye ekiliş alanlarında yaşanan azalmaya rağmen üretim ve verimde azda olsa artışlar gözlenmiştir. Bakliyat sektöründe yaşanan fiyat istikrarsızlığı nedeniyle daralan ekim alanları TMO tarafından sağlanan fiyat garantisi ile son yıllarda T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bakliyata verilen prim ve diğer desteklerdeki artışla birlikte yeniden cazip hale getirilerek bakliyat ekim alanlarında ve üretimde artış sağlanmıştır (Anonim 2019). Ülkemizde yıllara göre fasulye ekiliş, üretim, verim ve kullanım miktarlarındaki değişimler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ülkemizde yıllara göre fasulye ekiliş, üretim ve verimleri (Anonim 2019)

Yıllar	Ekilen Alan (Ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/ Da)	Kullanım (Ton)
2012	93.174	200.000	215	237.817
2013	84.691	195.000	230	245.636
2014	91.110	215.000	236	246.679
2015	93.584	235.000	251	281.435
2016	89.820	235.000	235	284.008
2017	89.679	239.000	267	285.785
2018	84.786	220.000	259	280.000*

Kaynak: TUIK*TMO Tahminidir.

Dünyada fasulye bitkisinin ekimini ve verimini sınırlayan birçok biyotik ve abiyotik faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden birisi funguslar ve fungus benzeri toprak kökenli patojenlerdir. Dünyada ve ülkemizde fasulye üretimindeki en önemli sorunlardan biri tohum kaynaklı fungal patojenlerdir. Bunlardan *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn., *Pythium ultimum* Trow, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Sclerotium rolfsii* Sacc. fasulyede çökerten, kök çürüklüğü ve solgunluk, kömür çürüklüğü, beyaz çürüklük ve güney yanıklığı gibi hastalıklara neden olmaktadır (Erper et al. 2008, Vural and Soylu 2012).

Hem taze hem de kuru olarak yetiştirilen fasulye bitkisinde pek çok fungusun tohum kaynaklı olduğu bilinmektedir. Türkiyede fasulyede yürütülen bazı çalışmalarda, hastalıklı fasulye tohumlarında *Isariopsis griseola*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium acuminatum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium redolens*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium semitectum* ve *Macrophomina phaseoli* gibi fungal hastalık etmenleri tespit edilmiştir (Göbelez 1956, Maden and İren 1984, Temiz and Fesli 1974). Ayrıca fasulyede, tohum kaynaklı

patojenlerin üründe önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olabileceği de bildirilmektedir (Maden and İren 1984). Fasulye tohumlarındaki patojenlerin biyokimyasal değişikliklere, çimlenmede azalmaya, tohumlarda ağırlık kaybına, mikotoksin oluşumuna, tohum renginde farklılaşmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Weidenböner and Hindorf 1989).

Ayrıca Batı Karadeniz Bölgesi Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde fasulyede yürütülen bazı çalışmalarda da fasulyede tohumla taşınan en önemli hastalıklardan birinin *Pseudocercospora griseola*'nın neden olduğu Köşeli yaprak lekeli hastalığı olduğu bildirilmiştir (Canpolat and Maden 2020, Ozan 2009, Ozan and Maden 2010). Köşeli yaprak lekeli hastalığının en önemli inokulum kaynağının ise hastalıklı tohumlar ile hastalıklı bitki artıkları olduğu belirtilmiştir (Canpolat and Maden 2017a, 2020, Ozan and Maden 2010, 2014).

Nikaragua'da fasulye üretimi yapılan 4 ana üretim alanındaki 4 depoda sürveyler yürütülmüş, örnekler alınmış ve izolasyonlar yapılarak 133 fungal etmen bulunmuştur. *Fusarium* spp. (*F. chlamyosporum*, *F. equiseti*, *F. incarnatum*), *Lasiodiplodia theobromae*, *M. phaseolina* ve *Penicillium citrinum* tohumda bulunan en zararlı ve yaygın türler olmuştur. Bu fungal etmenler hem morfolojik hem de moleküler olarak tanımlanmıştır (Marcenaro and Valkonen 2016). Hırvatistan Cumhuriyeti'nde fasulye tohumlarındaki tohum kaynaklı fungal etmenleri ve bunların okratoksin A (OTA) üretimi ile ilişkisini tanımlamak için tasarlanan çalışmada, izole edilen en yaygın fungal etmen *Cladosporium* spp. (%98) olmuştur. Bunu *Alternaria* spp. (%75), *Aspergillus* spp. (%73), *Rhizopus* spp. (%73), *Penicillium* spp. (%69), *Fusarium* spp. (%38), *Botrytis* spp. (%27), *Trichothecium* spp. (%24) ve *Chaetomium* spp. (%18) izlemiştir (Domijan et al. 2005).

Etiyopya'da fasulye tohumlarındaki fungal patojenlerin araştırıldığı çalışmada *C. lindemuthianum*, *Phaeoisariopsis griseola* ve *Ascochyta phaseolorum*'un fasulye tohumlarındaki en yaygın ve zararlı tohum kaynaklı fungal patojenler olduğu tespit edilmiştir (Yesuf and Sangchote 2005). Yine Mısır'da fasulyede tohum kaynaklı fungal etmenleri belirlemek için yürütülen 2 farklı çalışma sonunda *Aspergillus flavus* (*As. flavus*), *Aspergillus niger* (*As. niger*), *Aspergillus ochraceus* (*As. ochraceus*), *Penicillium digitatum* (*Pe. digitatum*), *Penicillium italicum* (*Pe. italicum*), *Alternaria alternata* (*Al. alternata*), *Botrytis faba*, *Sefalosporium* sp., *Cladosporium cladosporioides* (*Cl. cladosporioides*), *Epicoccum nigrum*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *Fusarium verticillium*, *R. solani*, *Rhizopus stolonifer* (*Rh. stolonifer*), *Stemphylium globuliferum* (*St. globuliferum*), *Trichothecium roseum* (*T. roseum*), *Verticillium dahliae*, *Helminthosporium* sp., *Penicillium* spp. fungal etmenleri tespit edilmiştir (Elwakil et al. 2009, Sabry et al. 2013).

Bu çalışmanın amacı, Batı Karadeniz Bölgesi'nin Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde fasulye ekiliş alanlarından toplanan fasulye tohumlarında zarar oluşturan hastalık etmenlerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Tohum enfeksiyon oranının belirlenmesi

Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde yapılan surveys sırasında kullanılan yerel fasulye genotipleri belirlenerek, bu genotiplerin her birinden 250 g tohum örneği alınmıştır. Daha sonra fungal enfeksiyon oranlarını belirlemek için tohumlar, laboratuvar koşullarında hem stereomikroskop altında hem de makroskobik olarak incelenmiştir. Tohumlar belirti şekillerine göre gruplandırılıp (Şekil 1), WA (Su Agarı), PDA (Patates Dekstroz Agar), SNA (Sentetik Nutrient Agar), MEA (Malt Ekstrakt Agar), V-8 agar (V-8 sebze suyu agar) besi ortamlarına ve nemli hücreye (Blotter) ekimleri yapılarak tohumda hastalık etmeninin varlığı araştırılmıştır.



Şekil 1. Farklı lezyon tiplerine göre gruplandırılan tohumlar

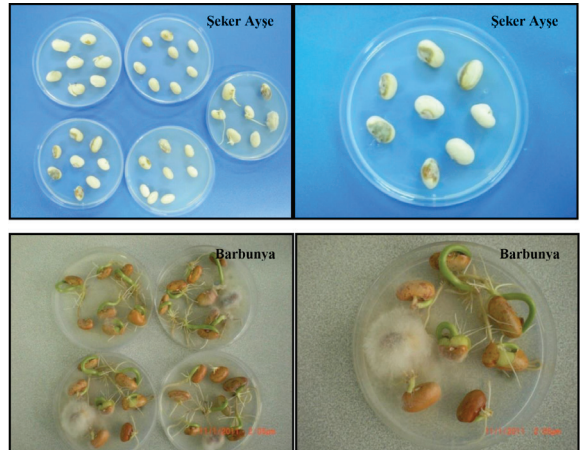
Tohum enfeksiyon oranlarını belirlemek için hastalığın görüldüğü seralardan hastalıklı baklalar toplanmış ve laboratuvara getirilerek tohumları çıkarılmıştır. Perikarp üzerinde farklı yerlerde lezyonlara sahip tohumlar gruplandırılarak her belirti grubundan 400 adet tohum olacak şekilde 2-5 hafta süre ile laboratuvar koşullarında kurutulup depolanmıştır. Daha sonra tohumlar, %1'lik NaOCl'de 3 dk yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutularak iki seri saf sudan geçirilip steril kurutma kâğıtları üzerinde kurutulmuştur. 450 x 350 mm boyutundaki steril kurutma kâğıtları, birkaç kat olacak şekilde üst üste yerleştirilmiş ve steril saf su ile

nemlendirilmiştir. Hastalık belirtisi gösteren tohumlar, bu kâğıtların arasına koyulup rulo şeklinde sarılmış ve 20 °C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2). Kontrolde ise perikarp üzerinde hiçbir hastalık belirtisi olmayan tohumlar, aynı şekilde nemlendirilmiş kurutma kâğıtları arasında işleme tabi tutulmuştur. İnkübasyondan 7-14 gün sonra tohumlar, olası fungal hastalık etmenleri yönünden değerlendirilmiştir (ISTA 1996, Sengooba and Mukiibi 1986).



Şekil 2. Steril kurutma kâğıtları arasında 7-14 gün boyunca inkübasyona bırakılan fasulye tohumları

Ayrıca depolanan Şeker Ayşe ve Barbunya çeşidi fasulye tohumlarından 400 adedi, EPPO tarafından önerilen prosedüre göre fungal enfeksiyon açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla 400 x 340 mm boyutundaki steril kurutma kâğıtları, birkaç kat olacak şekilde üst üste Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü'nden temin edilen tohum test kaplarına koyulmuş ve steril saf su ile nemlendirilmiştir. Tohumlar kâğıtların arasına koyulup rulo şeklinde sarılmış ve 20°C sıcaklıkta karanlıkta 48 s süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra tohumlar, içinde %1'lik MEA besi ortamı bulunan petri kaplarına aktarılmış ve 20-24°C sıcaklıkta 7-14 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3). Kontrol olarak tohum kabuğu üzerinde hiçbir hastalık belirtisi olmayan sağlıklı tohumlar kullanılmıştır. Aynı şekilde nemlendirilmiş kurutma kâğıtları arasında tohumlar inkübasyona bırakılmış sonra alınıp %1'lik MEA besi ortamı bulunan petrilere ekilmiştir. İnkübasyondan 7-14 gün sonra tohumlar, olası fungal hastalık etmenleri yönünden değerlendirilmiştir (EPPO 1991).



Şekil 3. MEA besi ortamında inkübasyona bırakılan Barbunya ve Şeker Ayşe tohumları

Petri kaplarında gelişen farklı fungal kültürler, PDA, SNA, V-8 agar ve MEA besi ortamlarına aktarılarak 24°C'de inkübasyona bırakılmıştır. 7-10 günlük inkübasyondan sonra petrilerdeki gelişmeler kontrol edilmiştir.

Gelişen fungal kültürlerin tanı işlemleri, hem morfolojik hem de moleküler yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Fungal türlerin morfolojik karakterizasyonu güncel tanı referansları tarafından önerilen kriterlere göre yapılmıştır (Booth 1971, Crous et al. 2006, Nelson et al. 1983, Simmons 1969, 1985, Summerbell et al. 2011). Fungal türlerin moleküler tanısı için besi ortamında geliştirilen etmenlerin misellerinden 250 mg alınarak sıvı azot içine koyulmuş, dondurulup muamele edildikten sonra DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN Inc. Valencia, CA) kullanılarak fungal izolatlardan DNA ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İzole edilen DNA'nın fungusların farklı korunmuş bölgelerine ait ITS1 ve ITS4 genel primerleri kullanılarak PCR amplifikasyonu gerçekleştirilmiş ve DNA sekansları GENOKS (Ankara) firmasına yaptırılmıştır. *Pseudocercospora griseola* (*Ps. griseola*) için ise ITS, Actin ve Calmodulin gen bölgeleri kullanılmıştır. PCR karışımı toplamda 50 µl olacak şekilde hazırlanmış ve PCR'da kullanılmıştır. Uygulanan PCR döngü programı aşağıda belirtilmiştir;

1. 93°C'de 2 dk..... 1 döngü
2. 92°C'de 2 dk..... 40 döngü
3. Primerin uygulanan yapışma sıcaklığı 1 dk..... 40 döngü
4. 72°C'de 2 dk..... 40 döngü
5. 72°C'de 10 dk..... 1 döngü

Ps. griseola'nın PCR döngüsü

96°C→ 5 dk ön denatürasyon

96°C→ 30 sn DNA'nın çift iplikliğinin ayrılması (denatürasyon)

55°C→ 30 sn primer bağlanması (annealing)

72°C→ 90 sn yeni iplikçğin yazılımı (extension)

72°C→ 7 dk son yazılım

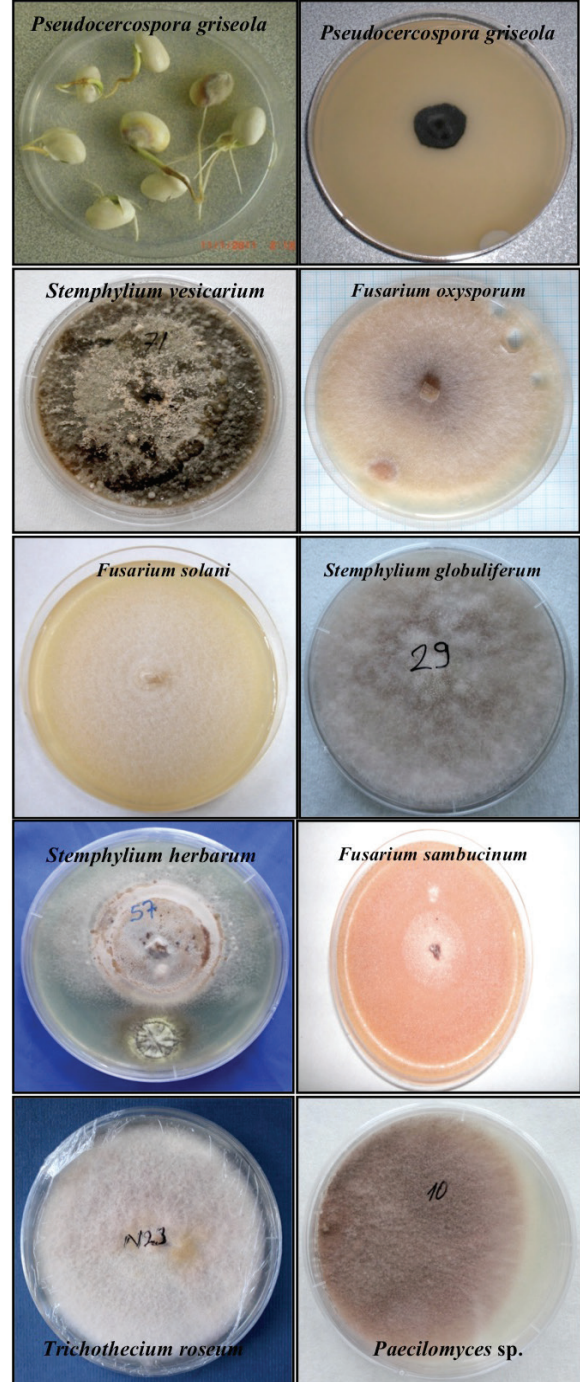
Elde edilen PCR ürünleri, %1.5'lük agaroz jele yüklenmiş 1X TBE (40 mM Tris-borate, 1 mM EDTA, pH 8.0) buffer içerisinde 100 voltta elektroforez işlemine tabi tutulmuş ve görüntülenmiştir. Ayrıca ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünleri DNA nükleotid dizileri, NCBI (National Center for Biotechnology Information) BLAST veri tabanındaki kayıtlı DNA nükleotid dizileri ile karşılaştırılarak en yüksek olasılıklı türe karar verilmiştir.

SONUÇLAR

Tohumla taşınan fungal etmenler ve bulunma oranları

Klasik yöntemlerle belirlenen etmenler

Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde yürütülen sürveyler sırasında yetiştiriciliği yapılan yerel genotipler, Şeker Ayşe ve Barbunya olarak tespit edilmiştir. Bu genotiplerin tohumlarındaki fungal enfeksiyon oranlarını belirlemek için EPPO prosedürüne göre incelenen 400 tohumun %53'ünde



Şekil 4. Tohumlardan izole edilen etmenlerin besi ortamındaki koloni gelişimleri

Ps. griseola, %14.5'inde *Stemphylium vesicarium* (*St. vesicarium*), %6.5'inde *F. oxysporum*, %5.25'inde *F. solani*, %4.5'inde *St. globuliferum*, %2'sinde *Stemphylium herbarum* (*St. herbarum*), %1'inde *F. sambucinum*, %0.75'inde *T. roseum* ve %2.5'inde ise *Paecilomyces* sp. tespit edilmiştir (Şekil 4). Ayrıca tohum kabuğunda ve hilumda lezyon görülen fasulye tohumlarından, köşeli yaprak lekeli etmeni *Ps. griseola* izole edilmiştir. İzole edilen fungal etmenlerin morfolojik teşhisleri Prof. Dr. Salih MADEN tarafından yapılmıştır.

Tohum enfeksiyon oranlarını belirlemek için ISTA (1996) ve Sengooba and Mukiibi (1986)'ye göre 400 tohum, *Ps. griseola* varlığı açısından analiz edilmiş ve bunların 164'ünde *Ps. griseola* (%41) tespit edilmiştir.

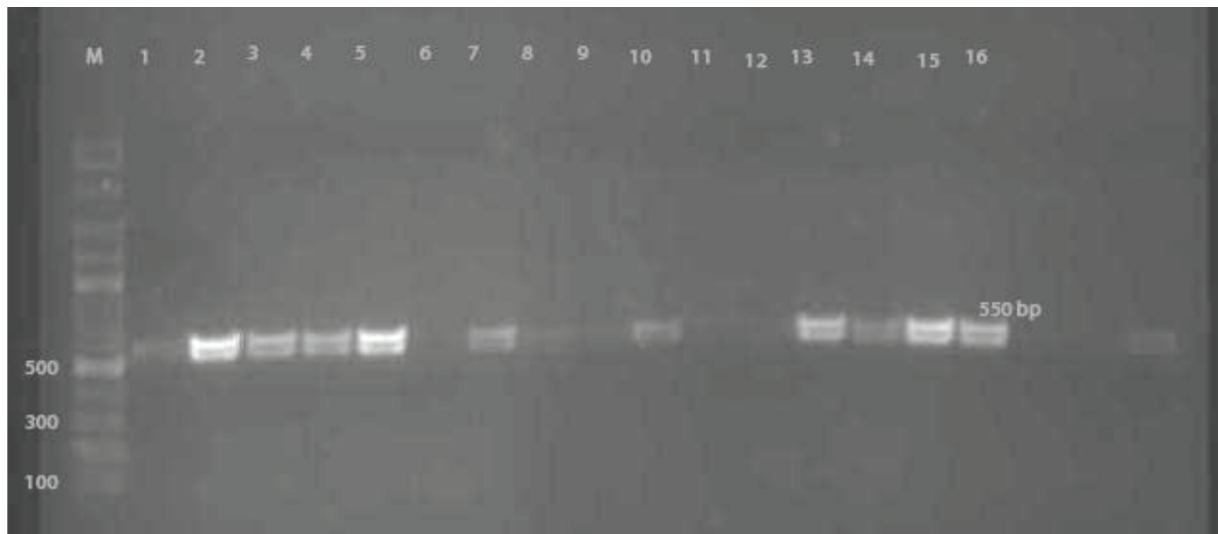
Moleküler olarak tanımlanan fungal türler

Tohumlardan izole edilen fungal etmenlerden DNA ekstraksiyonu yapılmış ve PCR ürünlerinin amplifikasyonu sonucunda, ITS için 500-560 bp büyüklüğünde DNA bantları elde edilmiştir (Şekil 5). PCR ürünlerinin nükleotid dizi analizleri sonucu, NCBI BLAST veri tabanında kayıtlı diziler ile karşılaştırılmış, %99-%100 arasında benzerlik göstermiştir. Bu izolatlar *St. vesicarium* (%100), *F. oxysporum* (%99), *F. solani* (%99), *St. globuliferum* (%100), *Pleospora herbarum* (%99), *F. sambucinum* (%99), *T. roseum* (%100) olarak tanımlanmış olup, morfolojik tanı sonuçlarını doğrulamıştır. *Ps. griseola* için ITS 500-560 bp, Calmodulin 300-350 bp ve Actin 200-300 bp büyüklüğünde DNA bantları elde edilmiştir. PCR ürünlerinin nükleotid dizi analizleri sonucu NCBI BLAST veri tabanında kayıtlı diziler ile karşılaştırılmış ve %100 benzerlik göstermiştir.

TARTIŞMA VE KANI

Batı Karadeniz Bölgesi'nin Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde 2012-2014 yılları arasında fasulye ekili alanlarında sürvey çalışmaları yürütülmüş olup, bu illerden toplanan hastalıklı fasulye tohumlarında zarar oluşturan fungal hastalık etmenleri belirlenmiştir. Bu çalışmada fasulye tohumlarında hem *Ps. griseola*'nın varlığı hem de tohum kaynaklı fungal hastalık etmenlerinin varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla Köşeli yaprak lekeli hastalığı açısından tohum enfeksiyon oranını belirlemek için yapılan testlerde kullanılan tohumlar, hastalık şiddetinin yüksek seyrettiği seralardaki enfekteli baklalardan alınmasına rağmen lekeli tohumların hepsinden *Ps. griseola* elde edilememiştir. Dhingra and Kushalappa (1980), Saettler and Correa (1988) tarafından yapılan çalışmalarda da şiddetli enfeksiyonlu baklalardan alınan tohumlarda enfeksiyon oranı %9 bulunmuştur. Ayrıca tohum enfeksiyonunu sadece tohum kabuğunun birleşme noktasına yerleşen lezyonlardan tespit ettikleri için tohum enfeksiyonunun hilum (tohum göbeği, tohum kabuğunun tohuma bağlandığı yer) boyunca yer alabileceğini bildirmişlerdir (Dhingra and Kushalappa 1980, Sengooba and Mukiibi 1986).

Dhingra and Kushalappa (1980) tarafından Köşeli yaprak lekeli etmeninin sebep olduğu tohum enfeksiyonu ve hastalık şiddeti arasındaki ilişki araştırılmıştır. Fasulyede *Ps. griseola*'nın baklada %8-17.9 hastalık şiddetine sebep olduğu ancak %31-63.8 oranında Köşeli yaprak lekeli hastalığının çıktığı bildirilmiştir. *Ps. griseola*'nın neden olduğu tohum enfeksiyonu açısından bakla enfeksiyon oranı %1-50 arasında değişen 5 fasulye çeşidinin tohumları testlenmiştir. Köşeli yaprak lekeli hastalık etmeni *Ps.*



Şekil 5. ITS primerleri kullanılarak yapılan PCR çoğaltım ürünlerinin agaroz jel görüntüsü M:100 bp DNA ladder, ITS (500-550 bp). *Stemphylium vesicarium* (2), *Stemphylium globuliferum* (3), *Paecilomyces* sp. (4), *Stemphylium herbarum* (5), *Fusarium sambucinum* (7), *Trichothecium roseum* (10), *Pseudocercospora griseola* (13,14), *Fusarium oxysporum* (15) ve *Fusarium solani* (16)

griseola açısından testlenen 3832 fasulye tohumundan yalnızca 72'sinde hastalık etmeni (%1.87) bulunabilmiştir. Tohum üzerindeki enfeksiyon oranı ile bakkallardaki hastalık şiddeti arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Tohum enfeksiyonunun öncelikle hilumda olduğu ve sadece sütür üzerindeki lekelerin altında etmenin yerleştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da hem EPPO (1991) hem de ISTA (1996)'a göre testlenen 400 tohumdan sırasıyla *Ps. griseola* %53 ve %41 oranlarında tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada da Köşeli yaprak lekesi hastalığı etmeni *Ps. griseola* hem tohum kabuğunda hem de hilumda lezyon görülen fasulye tohumlarından izole edilmiş olup bakkallardan etmenin izolasyonu ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Hastalıklı tohumların tohum kabuğunda renk farklılığı olduğu Orozco-Sarria et al. (1959) tarafından tespit edilmiş olup, yürütülen bu çalışmada da *Ps. griseola*'nın tohum kabuğunda renk değişimlerine neden olduğu tespit edilmiştir. Saettler and Correa (1988) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise köşeli yaprak lekesi etmeninin 1982 yılında %40, 1983 yılında ise %10 oranlarında tohumla taşındığı bildirilmiş olup, tohum üzerinde hastalık yerinin çeşitlere göre değiştiği bildirilmiştir. Enfeksiyon yerinin farklılık gösterdiği ve bazı çeşitlerde hilumda, diğerlerinde ise hem hilum hem de tohum kabuğunda gözlemlendiği tespit edilmiştir.

İnokulum kaynaklarının belirlenebilmesi için enfekteli tohumlarla ve enfekteli bitki artıkları ile denemeler kurularak yapılan çalışmada; denenen metotların her ikisinde de saksılardaki fasulye bitkilerinin tamamında hastalık çıkışı gözlemlendiği bildirilmiştir. Tüm bitkilerde hastalık etmeni şiddetli enfeksiyonlara neden olmuş, etmen fasulye yapraklarında genellikle yaprak damarlarıyla sınırlı kahverengi köşeli lekelerle neden olmuştur. Yaprak lekelerinin zamanla birleşerek yaprağı tamamen kapladığı, yapraklarda kurumalara ve dökülmelere neden olduğu tespit edilmiştir (Canpolat and Maden 2017a, 2017b). Yürütülen çalışma sonuçlarına göre hastalık etmeninin, çalışmanın yapıldığı bölgede iki tane önemli inokulum kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu inokulum kaynaklarından birinin hastalıklı tohumlar, diğerinin de hastalıklı bitki artıkları olduğu bildirilmiştir. Yine farklı araştırmacılar tarafından yürütülen iki çalışmada da bitki artıkları ve enfekteli tohumların hastalık etmenin inokulum kaynakları oldukları bildirilmiştir (Frison et al. 1990, Saettler and Correa 1988). Ayrıca CABI/EPPO (1997)'da tohum, hastalıklı bitki artıkları ve kendi gelen bitkilerin etmenin inokulum kaynakları olduğu bildirilmektedir.

EPPO prosedürüne göre yapılan testlerde *Ps. griseola* 400 tohumda %53, ISTA (1996) ve Sengooba and Mukiibi

(1986)'ye göre yapılan testlerde ise %41 oranında tespit edilmiştir. EPPO ve ISTA metotları etmenin tohumdan tespitinde kullanılacak en uygun metotlardır. Etmen EPPO metodunda tohumdan besi ortamına aktarılarak, ISTA metodunda ise tohum üzerindeki gelişmelerden preparat yapılarak teşhis edilmiştir. EPPO metodunda etmen ISTA'ya göre daha yüksek oranda elde edilebilmiştir. Ayrıca fasulye tohumlarından izole edilen diğer etmenlerin DNA ekstraksiyonu yapılmış, ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak PCR işlemi yürütülmüş ve ITS için 500-560 bp'de bantlar elde edilmiştir. PCR ürünlerinin DNA dizileri NCBI'da bulunan diziler ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen izolatlar GenBank'ta kayıtlı izolatlar ile %99-100 arasında benzerlik göstermiştir. Bu izolatlar *St. vesicarium*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *St. globuliferum*, *P. herbarum*, *F. sambucinum*, *T. roseum*'dur. Maden and İren (1984), tarafından yapılan fasulyede tohumla taşınan etmenlerin belirlendiği çalışmada da fasulye tohumlarından *Stemphylium botryosum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambucinum* ve *T. roseum*'un izole edildiği bildirilmiştir.

Göbelez (1956) tarafından Orta Anadolu Bölgesi'nde fasulye tohumlarında bulunan etmenleri belirleyebilmek için yapılan çalışmada *Isariopsis griseola*, *Gleosporium lindemuthianum* (*C. lindemuthianum*) ve *Dothiorella phaseoli* (*M. phaseolina*) saptanmış olup, mevcut çalışmamızda benzer olarak fasulye tohumlarında sadece *Ps. griseola* tespit edilmiştir.

Demirci ve Çağlar (1998) tarafından 1995 yılında Erzurum ilinin dört farklı ilçesinden 57 adet fasulye tohumu toplanmış ve laboratuvara getirilerek incelenmiştir. Tohumlarda görülen funguslar besiyerine ekilerek izolasyonlar ve teşhisler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda, tohum örneklerinde 18 fungus belirlenmiştir. İncelenen tohum örneklerinin, %50.9'unun *A. alternata*, %47.4'ünün *Aspergillus* spp., %3.5'inin *Botrytis cinerea*, %63.2'sinin *Cladosporium* spp., %10.5'inin *C. lindemuthianum*, %1.8'inin *F. acuminatum*, %50.9'unun *F. equiseti*, %3.5'inin *Fusarium proliferatum*, %1.8'inin *F. verticillioides*, %91.2'sinin *Penicillium* spp., %1.8'inin *Phoma glomerata*, %1.8'inin *Phoma medicaginis*, %12.3'ünün *R. solani*, %96.5'inin *Rhizopus stolonifer*, %7.0'sinin *Stemphylium botryosum*, %5.3'ünün *Trichoderma* spp., %5.3'ünün *T. roseum* ve %5.3'ünün *Ulocladium atrum* ile bulaşık olduğu saptanmış olup, mevcut çalışmamızda bu patojenlerle benzer olarak *T. roseum*, farklı olarak da *Fusarium* ve *Stemphylium* cinslerine ait *S. globuliferum*, *S. vesicarium*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *P. herbarum* ve *F. sambucinum* bulunmuştur.

Hırvatistan Cumhuriyeti'nin 13 ilinde yetiştirilen fasulye (*P. vulgaris* L.) tohumlarındaki tohum kaynaklı fungal etmenleri ve bunların okratoksin A (OTA) üretimi ile

ilişkinini tanımlamak için tasarlanan çalışmada, izole edilen en yaygın fungal etmen *Cladosporium* spp. (%98) olmuştur. Bunu *Alternaria* spp. (%75), *Aspergillus* spp. (%73), *Rhizopus* spp. (%73), *Penicillium* spp. (%69), *Fusarium* spp. (%38), *Botrytis* spp. (%27), *Trichothecium* spp. (%24) ve *Chaetomium* spp. (%18) izlemiştir (Domijan et al. 2005). Yaptığımız bu çalışmada ise testlenen fasulye tohumlarından *F. oxysporum* %6.5, *F. solani* %5.25 ve *T. roseum* ise %0.75 oranında izole edilmiştir.

Etiyopya'da fasulye yetiştirme alanlarından toplam 245 tohum örneği toplanmıştır. Etiyopya'nın önemli fasulye yetiştirme bölgelerinden toplanan tohum örneklerinden farklı cinsten 13 tohum kaynaklı fungal patojen tanımlanmıştır. *C. lindemuthianum*, *Ps. griseola* ve *A. phaseolorum*'un fasulye tohumlarındaki en yaygın ve zararlı tohum kaynaklı fungal patojenler olduğu tespit edilmiştir (Yesuf and Sangchote 2005). Yapılan mevcut çalışmada da *Ps. griseola* fasulye tohumlarından izole edilen en yaygın hastalık etmeni olmuştur.

Mısır'ın farklı yerlerinden toplanan 6 adet bakla çeşidine ait 26 tohum örneği incelenmiş ve tohum kaynaklı fungal etmenleri belirlemek için izolasyonlar yapılmıştır. Çalışma sonunda 13 cins'e ait 20 fungal tür tanımlanmıştır. Bunlar *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *P. digitatum*, *P. italicum*, *A. alternata*, *B. faba*, *Sefalosporium* sp., *C. cladosporioides*, *E. nigrum*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. verticillioides*, *R. solani*, *R. stolonifer*, *S. globuliferum*, *T. roseum*, *Verticillium dahliae*'dir (Elwakil et al. 2009). Yürüttüğümüz çalışmada da *F. oxysporum*, *F. solani*, *S. globuliferum* ve *T. roseum* etmenleri fasulye tohumlarından izole edilmiştir.

Chen et al. (2013) *C. lindemuthianum*'un neden olduğu Fasulye antraknozu hastalığının, fasulyenin (*P. vulgaris*) en önemli tohum kaynaklı hastalığı olduğunu bildirmiştir. Fasulye tohumlarında *C. lindemuthianum*'un saptanması için real-time PCR bazlı bir teşhis metodu geliştirebilmek için çalışmalar yürütülmüş ve real-time PCR testinin, Fasulye antraknozu etmeninin saptanması için geleneksel testlerden veya diğer PCR prosedürlerinden daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. Yürütülen mevcut çalışmada ise fasulye tohumlarından yapılan izolasyonlarda *C. lindemuthianum*'a rastlanmamıştır.

Liamngee Kator et al. (2016) tarafından Nijerya Makurdi'de yapılan çalışmada pazarlardan toplanan fasulye (*P. vulgaris*) tohumlarında tohum kaynaklı fungusların izolasyonu ve teşhisleri yapılmıştır. Fasulye örneklerinden *A. niger*, *A. flavus*, *F. oxysporum* ve *Botryodiplodia theobromae* olmak üzere toplam dört fungus izole edilmiştir. Bu çalışmayla benzer olarak mevcut çalışmada da fasulye tohumlarından

F. oxysporum izole edilmiştir.

Kolombiyada Parsa et al. (2016) tarafından 11 adet Kolombiya fasulye çeşidine (*P. vulgaris*) ait 582 fasulye tohumunda fungal endofit araştırması gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, ITS primerleri ile yapılan DNA sekans analizine göre 42 taksona ait 394 endofitik izolat tespit edilmiştir. Tohum örneklerinden izole edilen en baskın endofit %46.7 oranıyla *Aureobasidium pullulans* olmuştur. *F. oxysporum* %13.4, *Xylaria* sp. %11.7 ve *C. cladosporioides*'de %7.6 oranında bulunmuştur. Yürütülen mevcut çalışmada da 400 adet fasulye tohumunun %6.5'inde *F. oxysporum* tespit edilmiştir.

Marcenaro and Valkonen (2016) Nikaragua'da fasulye üretimi yapılan 4 ana üretim alanındaki 4 depoda sürveyler yürütmüş, örnekler almış ve izolasyonlar yaparak 133 fungal etmen bulmuşlardır. Bulunan 87 izolatin fidelede, renk değişikliği, nekrotik lezyonlar, kanserler, çürüklükler ve ölümcül nekrozlar gibi şiddetli hastalık belirtilerine neden olduğu bildirilmiştir. Patojenik izolatlar besi ortamındaki karakteristik gelişmelerine ve morfolojik özelliklerine dayanarak fenotipik olarak ayırt edilebilir sekiz gruba ayrılmış ve ITS1 ve ITS2 primerleri kullanılarak DNA sekans analizi ile tanımlanmışlardır. Patojenik izolatlar sekiz cins'e ayrılmış olup, *Fusarium* spp. (*F. chlamydosporum*, *F. equiseti*, *F. incarnatum*), *L. theobromae*, *M. phaseolina* ve *Penicillium citrinum* tohumda bulunan en zararlı ve yaygın türler olmuştur. Ayrıca *Corynespora cassicola*, *Colletotrichum capsisi*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *A. flavus* ve *Diaporthe* sp. (*Phomopsis*)'nin fasulyede tohumla taşındıklarını ve patojen olduklarını tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada da hastalıklı fasulye tohumlarından izole edilen fungal etmenler hem morfolojik hem de moleküler olarak teşhis edilmişlerdir.

Ekilen tohumların kalitesi, ürünün hastalıklara karşı dayanıklı olması, verim ve kalite potansiyelini tam olarak gerçekleştirme yeteneği üzerinde kritik bir etkiye sahiptir. Yüksek tohum kalitesi standartlarını sağlamak için tohumun üretimi, hasadı, işlenmesi, depolanması ve ekimini içeren karmaşık bir teknoloji gereklidir. Bu süreç boyunca bitkiyi ve tohumu, mekanik yaralanmalardan, olumsuz çevresel koşullardan, zararlılardan ve hastalıklardan korumak için çok dikkatli olunması şarttır. Tohum kalitesinin korunması açısından hiçbir faktör diğerinden daha önemli değildir, ancak sağlıklı tohum elde edebilmek için bitkilerde hastalık kontrolü mutlak gereklidir. Tohum patolojisinin ilk araştırmalarından bu yana küresel tohum endüstrisinde bazı önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişimlerde tohum kalite programlarında tohumla bulaşan patojenler her zaman daha büyük öneme sahip olmuştur. Bunu tohum ihracatı için uluslararası bitki sağlığı sertifikalarına yönelik artan talepler izlemiştir,

patojenlerin tohum ile yayılmasıyla ilgili endişeler artmış, gelişmiş tohum işleme teknolojisi ve biyoteknolojinin tohumla taşınan hastalıkların kontrolünde uygulanması çalışmaları takip etmiştir (Denis 1995).

Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre hastalıklı fasulye tohumlarında Köşeli yaprak lekesi etmeni *Ps. griseola*'nın en yaygın hastalık etmeni olduğu belirlenmiş ve bu hastalık etmeninin Zirai Mücadele Teknik Talimatı ve Standart İlaç Deneme Metodu hazırlanmıştır. Ayrıca fasulye tohumlarından izole edilen fungal izolatlar ile Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara mikroorganizma kültür koleksiyonuna da materyal sağlanmıştır.

Yapılan bu çalışma sonucunda, Zonguldak, Bartın ve Karabük illeri fasulye üretim alanlarından toplanan hastalıklı tohumlarda Fasulye köşeli yaprak lekesi etmeni *P. griseola*'nın en yaygın hastalık etmeni olduğu ve bu hastalıkla mücadele edilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Hastalıkla mücadelede kültürel önlemler başta olmak üzere kimyasal ve biyolojik mücadele metotları ile entegre mücadele uygulanmalıdır. Bundan sonraki çalışmalarda, fasulye tohumlarında yaygın olarak görülen önemli hastalık etmenlerinin kimyasal mücadelesine alternatif yöntemleri geliştirmek amacıyla, biyolojik mücadele etmenlerinin etkinliklerinin belirlenmesine yönelik bazı çalışmaların da yapılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makale, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü Anabilim Dalı'nda "Batı Karadeniz Bölgesinde Örtü Altında Yetiştirilen Fasulyelerde Köşeli Yaprak Lekesi Etmeni (*Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun)'nin Moleküler Yöntemler Kullanılarak Gruplarının Tespiti, İnokulum Kaynaklarının ve Bazı Fasulye Çeşitlerinin Bu Etmene Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi" adlı doktora çalışmasının bir kısmıdır. Bu Doktora çalışması, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM-BS-/10/10-01/02-05 proje numarası ile desteklenmiştir.

ÖZET

Bu çalışma Batı Karadeniz Bölgesi'nde Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinde fasulye ekiliş alanlarından toplanan fasulye tohumlarında görülen fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi amacıyla 2012-2014 yılları arasında yürütülmüştür. Tohum örnekleri survey yapılan illerdeki seralardan toplanmıştır. Bu tohumlardan funguslar izole edildikten sonra, izolatlar hem morfolojik hem de moleküler olarak teşhis edilmiştir. Çalışma sonucunda tohum örneklerinden, *Pseudocercospora griseola* (%53), *Stemphylium vesicarium* (%14.5), *Fusarium oxysporum*

(%6.5), *Fusarium solani* (%5.25), *Stemphylium globuliferum* (%4.5), *Stemphylium herbarum* (tel: *Pleospora herbarum*) (%2), *Fusarium sambucinum* (%1), *Trichothecium roseum* (%0.75) ve *Paecilomyces* sp. (%2.5) bitki patojeni fungal türler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Phaseolus vulgaris*, tohum, fungal hastalıklar

KAYNAKLAR

Anonim 2017. Kuru fasulye ürün raporu, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, <https://arastirma.tarim.gov.tr/tepge> (erişim tarihi: 25.02. 2020).

Anonim 2019. Bakliyat sektör raporu, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. www.tmo.gov.tr (erişim tarihi: 15.03.2020).

EPPO 1991. Quarantine procedure/methode de quarantaine, *Phaeosariopsis griseola*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 21, 263-264.

Booth C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Kew, Surrey, England, 237.

CABI/EPPO 1997. Quarantine Pests for Europe, 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK. 145 p.

Canpolat S., Maden S., 2017a. Determination of angular leaf spot caused by *Pseudocercospora griseola*, on common beans seeds in Western Black Sea Region of Turkey. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 16-18 May 2017, Tekirdağ, Turkey, 93 p.

Canpolat S., Maden S., 2017b. Fasulye köşeli yaprak lekesi (*Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun) hastalığının inokulum kaynaklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 57 (1), 39-47.

Canpolat S., Maden S., 2020. Reactions of some common bean cultivars grown in Turkey against some isolates of angular leaf spot disease, caused by *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun. Plant Protection Bulletin, 61 (2), 45-54 p.

Carbone I., Kohn L.M., 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous Ascomycetes. Mycologia, 91, 553-556.

Chen Y.Y., Conner R.L., Gillard C.L., McLaren D.L., Boland G.J., Balasubramanian P.M., Stasolla C., Zhou Q.X., Hwang S.F., Chang K.F., Babcock C., 2013. A quantitative real-time PCR assay for detection of *Colletotrichum lindemuthianum* in navy bean seeds. Plant Pathology, 62, 900-907.

- Crous P.W., Lienbenberg M.M., Braun U., Groenewald J.Z., 2006. Re-evaluating the taxonomic status of *Phaeoisariopsis griseola*, the causal agent of angular leaf spot of bean. *Studies in Mycology*, 55 (1), 163-173.
- Demirci E., Çağlar A., 1998. Erzurum ilinde fasulye tohumlarından izole edilen funguslar. *Bitki Koruma Bülteni*, 38 (1-2), 91-97.
- Denis C.McGee., 1995. Epidemiological approach to disease management through seed technology. *Annual Review of Phytopathology*, 33, 445-466
- Dhingra O.D., Kushalappa A.C., 1980. No correlation between angular leaf spot intensity and seed infection in bean by *Isariopsis griseola*. *Fitopatologia Brasileira*, 5 (2), 149-152.
- Domijan A.M., Peraica M., Zlender V., Cvjetkovic B., Jurjevic Z., Topolovec-Pintaric S., Ivic D., 2005. Seed-borne fungi and ochratoxin A contamination of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Republic of Croatia. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 427-432.
- Elwakil M.A., El-Refai I.M., Awadallah O.A., El-Metwally M.A., Mohammed M.S., 2009. Seed-borne pathogens of faba bean in Egypt: detection and pathogenicity. *Plant Pathology Journal*, 8 (3), 90-97.
- Erper İ., Karaca G.H., Özkoç İ., 2008. Root rot disease incidence and severity on some legume species grown in Samsun and the fungi isolated from roots and soils. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 41 (7), 501-506.
- Frison E.A., Bos L., Hamilton R.I., Mathur S.B., Taylor J.D., 1990. FAO/IBPGR technical guidelines for the same movement of legume germplasm. Rome, Italy, 88 p.
- Göbelez M., 1956. Orta Anadolu'nun bazı illerinde yetiştirilen kültür bitkilerinde tohumla geçen bakteri ve mantari hastalıkların türleri, yayılış alanları ve bunların takribi zarar derecelerinin tespiti üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 107, 111-131.
- ISTA (International Seed Testing Association) 1996. *International Rules for Seed Testing*. Seed Science and Technology, 21 (Supplement): 1-288 p.
- Liamngee K., Aondo T.O-O., Akinyemi B.K., 2016. Isolation and identification of seed borne fungi of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from selected markets in Makurdi. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2 (5), 75-78.
- Maden S., İren S., 1984. Fasulyelerde tohumla geçen bazı önemli fungal hastalık etmenlerinin tanımlanması, taşınma şekilleri ve mücadele yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları*, BK 2, 1-15.
- Marcenaro D., Valkonen J.P.T., 2016. Seedborne pathogenic fungi in common bean (*Phaseolus vulgaris* cv. INTA Rojo) in Nicaragua. *PLOS ONE*, 11 (12), e0168662. doi:10.1371/journal.pone.0168662.
- Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O., 1983: *Fusarium Species: An illustrated manual for identification*. The Pennsylvania State University Press, University Park, 193.
- Orozco-Sarria S.H., Cardona-Alvarez C., 1959. Evidence of seed transmission of angular leaf spot of bean. *Phytopathology*, 49, 159.
- Ozan S., 2009. Batı Karadeniz Bölgesinde örtü altında fasulyelerde köşeli yaprak lekisine neden olan *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris (= *Isariopsis griseola* Sacc.)'nın tespiti. *Türkiye 3. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 15-18 Temmuz 2009, Van, 227 s.
- Ozan S., Maden S., 2010. Batı Karadeniz Bölgesinde örtü altında yetiştirilen fasulyelerde köşeli yaprak lekisi etmeni *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Ferraris (= *Isariopsis griseola* Sacc.)'nın izolasyonu. *Bitki Koruma Bülteni*, 50 (2), 65-72.
- Ozan S., Maden S., 2014. Occurrence of angular leaf spot caused by *Pseudocercospora griseola*, on common beans in Western Black Sea Region of Turkey. *Agribalkan, Balkan Agriculture Congress Book of Abstracts*, 8-11 September, Edirne, 93 p.
- Parsa S., Garcia-Lemos A.M., Castillo K., Ortiz V., Lopez-Lavalle L.A.B., Braun J., Vega F.E., 2016. Fungal endophytes in germinated seeds of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Fungal Biology*, 120 (5), 783-790. <http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.017>.
- Sabry Y.M.M., Hossey M.H., El-Shaikh K.A.A., Obiadalla A.H.A., Mohamed Y.A., 2013. Seed borne fungal pathogens associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds and their impact on germination. *Journal of Environmental Studies, [JES]*, 11, 19-26.
- Saettler A.W., Correa F.J., 1988. Transmission of *Phaeoisariopsis griseola* by bean seed. *Journal of Seed Technology*, 12 (2), 133-142 p.
- Sengooba T.N., Mukiibi J., 1986. Studies on inoculum sources of angular leaf spot of beans caused by *Phaeoisariopsis griseola* in Uganda. *Tropical Pest Management*, 32 (4), 286-291.
- Simmons E.G., 1969. Perfect states of *Stemphylium*. *Mycologia*, 61, Vol: I, 1-26 p.
- Simmons E.G., 1985. Perfect states of *Stemphylium* II. *Sydowia*, Vol: 38, 284-293 p.

Summerbell R.C., Gueidan C., Schroers H-J., De Hoog G.S., Starink M., Arocha Rosete Y., Guarro J., Scott J.A., 2011. *Acremonium* phylogenetic overview and revision of 46 *Gliomastix*, *Sarocladium*, and *Trichothecium*. *Studies in Mycology*, 68, 139-162.

Temiz K., Fesli S., 1974. Ege Bölgesi'nde yetiştirilen sebze türlerine ait çeşitlerde tohumla geçen fungal hastalık etmenlerinin tesbiti üzerinde araştırmalar (Cilt I ve Cilt II). TÜBİTAK, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No, TOAG-120.

TÜİK 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr (erişim tarihi: 25.02.2020).

Vural Ç., Soylu S., 2012. Prevalence and incidence of fungal disease agents affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Research on Crops*, 13, 634-640.

Yesuf M., Sangchote S., 2005. Occurrence and distribution of major seedborne fungi associated with *Phaseolus* bean seeds in Ethiopia. *The Kasetsart Journal (Natural Science)*, 39, 216-225.

Weidenbörner M., Hindorf H., 1989. Fungi isolated from protein enriched seeds and pods with special emphasis on the genus *Aspergillus*. *Seed Science and Technology*, 17, 383-390.

White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J., (Eds). Academic Press, San Diego, California, 315-322.

Cite this article: Canpolat, S. (2020). Determination of fungal diseases in bean seeds in the Western Black Sea Region. *Plant Protection Bulletin*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.730841

Atf için: Canpolat, S. (2020). Batı Karadeniz Bölgesi'nde fasulye tohumlarında bulunan fungal hastalıkların belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.730841

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of the infestation relationship between European sunflower moth and head rot disease on sunflower in Ankara province

Ankara ilinde ayçiçeğinde zararlı Avrupa ayçiçeği güvesi ile Tabla çürüklüğü hastalığı arasındaki enfeksiyon ilişkisinin belirlenmesi

Cenk YÜCEL^{a*}, Senem TÜLEK^a

^aDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mab. Fatih Sultan Mehmet Bulv. No: 66, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.742005](https://doi.org/10.16955/bitkorb.742005)

Received : 23-05-2020

Accepted : 12-07-2020

Keywords:

Homoeosoma nebulellum, *Rhizopus* spp., Ankara, sunflower, relation of insect-pathogen

* Corresponding author: Cenk YÜCEL

✉ cenkyucel@zmmae.gov.tr

ABSTRACT

This study was carried out to determine the damage of the European sunflower moth [*Homoeosoma nebulellum* (Den. & Schiff.)] to sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation areas in Ankara and the relationship of *Homoeosoma nebulellum* (Den. & Schiff.) to Head rot disease (*Rhizopus* spp.) that causes loss of yield in sunflower between 2013-2014. Data were collected from Ayaş, Bala, Beypazarı and Kalecik districts between 2013 and 2014 where sunflower cultivation is predominant. The prevalence of *H. nebulellum* was observed as 100% for both years. The pest infestation rate was determined as 3.74% and 3.80% in 2013 and 2014, respectively. *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. was observed as the species that causes head rot disease in Ankara, and its prevalence was 76.68% and 70.42% in 2013 and 2014, respectively. The transmission rate of this disease was determined as 4.08% and 4.04% in 2013 and 2014, respectively. When the Chi-square correlation coefficient test was applied to the obtained results, a 72.4% relationship was determined between the pest and the disease. This study shows that the European sunflower moth is not only the main cause of damage to sunflower but also an important factor in the infestation of head rot disease.

GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), 2019 yılında ülkemizde 752.632 ha alanda üretimi yapılan önemli bir yağ bitkisidir (TÜİK 2020). Bitki zararlıları ve hastalıkları da dahil olmak üzere ayçiçeği verimini etkileyen birçok olumsuz faktör vardır. Avrupa ayçiçeği güvesi [*Homoeosoma nebulellum* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Pyralidae)] sadece Asteraceae familyasına ait bitkilerle beslenen oligophagous bir zararlıdır. Bu Palearktık tür yaygın olarak Avrupa'dan Azerbaycan, İran, Rusya ve Çin'de ayçiçeği üretimi yapılan tüm alanlarda görülmektedir (Dozet et al. 1993, Permana et al. 1993, Szabo et al. 2009, Zeki and Öneş 1993, Yücel et al. 2014, Yücel and

Çobanoğlu 2016, ZongZe et al. 2010). Azerbaycan'da yıllık 46 kg/da varan ürün kaybına neden olurken (İsmayilzade et al. 2015), Türkiye'de %3.76'ya varan oranda üründe zarara neden olmaktadır (Zeki et al. 2007).

Rhizopus (Mucorales: Mucoraceae) türlerinin meyve, sebze, çiçek, çiçek soğanı, yumru kök ve fidelerde yumuşak çürümeye neden olduğu bildirilmektedir (Agris 2005). Ayçiçeğinde tabla çürüklüğü hastalığına neden olan *R. oryzae* Went&Prinsen, *R. microsporus* Tiegh. ve *R. stolonifer* Vuill. türlerinin tüm ayçiçeği yetiştirme bölgelerinde

görüldüğü, önemli düzeyde verim ve kalite kayıplarına sebep olduğu ifade edilmektedir (Shtienberg 1997). Ülkemizde yapılan çalışmalarda, ayçiçeği tarlalarının üretim ve kaliteyi etkileyecek düzeyde *Rhizopus* spp. ile %0-100 bulaşık oldukları (ortalama %9.3) tespit edilmiştir (Yıldırım and Kaya 2005).

Shtienberg (1997), *Rhizopus* sporlarının çimlenmesi için serbest suya ihtiyaç duyduğunu ve miselyumlarının sadece yaralar yoluyla nüfuz edebildiğini ifade etmiş ve ayçiçeği tablasındaki böcekler, dolu, kuşlar veya sulama ekipmanı gibi mekanik aletlerin yaralara neden olarak hastalık için giriş noktaları oluşturduğunu belirtmiştir. Kuş, lepidopter larvası zararı ve mekanik yaralanmalar hastalığı teşvik etmektedir (Yıldırım and Kaya 2005). Ayçiçeği tablasının arkasındaki mekanik veya fiziksel hasar, kafa çürüğü hastalığının enfeksiyonu ile sonuçlanmakta ve tohum verimini önemli ölçüde azaltmaktadır (Yıldırım et al. 2010). Tablada beslenen Ayçiçeği güvesi larvalarının Tabla çürüklüğünün şiddeti ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Klisiewicz 1979, Rogers et al. 1978).

Bazı böceklerin virüs, bakteri, fungal patojenleri konukçu bitkilere ileterek enfeksiyonu daha da kolaylaştırabileceği bilinmektedir. Böcekler yapışan veya yutulan sporlar veya miseller aktif olarak enfekte olmamış bitki dokularına taşınmaktadır. Tarımsal üretim bağlamında funguslar ile böcekler arasındaki etkileşimlerin bilinmesinin, verimin korunmasında önemli etkileri olabilir. Entomolojik ve patolojik araştırmaların entegre edilmesi, ürünlerde oluşacak hasarın daha doğru tahmin edilmesine izin verecek ve etkili izleme ile bitki koruma stratejilerine rehberlik edecektir. Bu çerçevede ülkemizde bitkisel yağ üretiminde önemli bir yere sahip olan ayçiçeği bitkisi için zararlı ile hastalık arasındaki

ilişkiyi belirlemek amacıyla 2013-2014 yıllarında Ankara ilinde bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Avrupa ayçiçeği güvesi ve Ayçiçeği tabla çürüklüğü hastalığının Ankara ili Ayaş, Bala, Beypazarı ve Kalecik ilçelerindeki ayçiçeği bitkisi yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlardaki yaygınlık ve bulaşma oranlarının belirlenmesi için 2013 ve 2014 yılları temmuz-ağustos aylarında sürvey ve örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Örnekleme yapılan alanlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Avrupa ayçiçeği güvesi ve Ayçiçeği tabla çürüklüğü hastalığının tarlalardaki bulaşma oranını belirlemek için sürveyler sırasında tarla içerisinde köşegenler istikametinde zikzak şeklinde ilerleyerek 10 farklı noktadan 100 bitki olacak şekilde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan tarlanın büyüklüğüne göre incelenen bitki sayısı artırılmıştır (Jarvis and Guthrie 1987). Örnekleme yapılan bitkilerde tespit edilen zararlı larvaları ve hastalıklı tablalar sayılarak ortalama bulaşma oranı belirlenmiştir. Tarla bulaşma oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\text{Tarla bulaşma oranı} = (\text{Bulaşık bitki sayısı} / \text{Toplam bitki sayısı}) \times 100$$

Zararlı ve hastalığın yaygınlığı, tarla büyüklüğü dikkate alınarak zararlı ve hastalığın tarladaki bulaşıklığı var-yok şeklinde tespit edildikten sonra; il ve ilçe için bulaşık alanın toplam alana oranlanmasıyla;

$$\text{Yaygınlık oranı} = (\text{Bulaşık alan} / \text{Toplam alan}) \times 100 \text{ hesaplanmıştır.}$$

Zararlı ve hastalığın il ve ilçe bulaşma oranı ise tartılı ortalama alınarak hesaplanmıştır. Her tarla için hesaplanan bulaşma oranı, o tarla büyüklüğü ile çarpılarak, incelenen tüm tarlalar için elde edilen çarpımlar toplanmıştır. Bu

Çizelge 1. Ankara ilinde örnekleme yapılan ilçelere ait alanlar ve lokasyon bilgileri

Yıllar	Ayaş	Bala	Beypazarı	Kalecik
2013	Sinanlı mah. 40°00'59 K, 32°18'02 D, 731 m	Köseli köyü 39°39'27 K, 33°04'10 D, 974 m	Oymağaç köyü 40°02'03 K, 31°56'05 D, 995 m	Hacıköy 1 40°11'09 K, 33°26'09 D, 846 m
	Oltan mah. 39°57'03 K, 32°09'03 D, 819 m	Köseli köyü 39°38'48 K, 33°03'48 D, 983 m	Oymağaç köyü 40°02'31 K, 31°57'11 D, 967 m	Hacıköy 2 40°11'45 K, 33°25'57 D, 857 m
	Gençali köyü 1 39°53'56 K, 31°59'47 D, 921 m	Kesikköprü mah. 39°24'25 K, 33°23'08 D, 954 m	Mahmutlar köyü 39°54'57 K, 31°57'45 D, 987 m	Alibeyli köyü 1 40°11'17 K, 33°33'04 D, 670 m
	Gençali köyü 2 39°54'55 K, 31°59'48 D, 983 m	Akkoşan köyü 39°30'35 K, 33°23'24 D, 935 m	Mahmutlar köyü 39°55'10 K, 31°57'00 D, 1024 m	Gümüşpınar köyü 40°07'54 K, 33°25'57 D, 683 m
2014	Sinanlı mah. 39°59'44 K, 32°15'55 D, 794 m	Köseli köyü 39°38'53 K, 33°03'48 D, 979 m	Kırbaşı mah. 39°56'30 K, 31°57'12 D, 1026 m	Hacıköy 1 40°10'47 K, 33°26'36 D, 871 m
	Oltan mah. 39°55'36 K, 32°07'54 D, 735 m	Kesikköprü mah. 39°25'34 K, 33°23'03 D, 979 m	Mahmutlar köyü 39°53'51 K, 31°57'01 D, 1032 m	Tilki köyü 40°12'33 K, 33°31'50 D, 807 m
	Gençali köyü 1 39°53'49 K, 32°06'20 D, 847 m	Erdemli köyü 39°28'26 K, 33°20'18 D, 783 m	Dibecik köyü 40°07'37 K, 31°50'52 D, 595 m	Alibeyli köyü 1 40°11'24 K, 33°33'40 D, 641 m
	Gençali köyü 2 39°53'53 K, 31°59'48 D, 959 m	Akkoşan köyü 39°28'21 K, 33°23'07 D, 947 m	Kırbaşı mah. 39°55'17 K, 31°53'20 D, 1026 m	Aktepe köyü 40°10'09 K, 33°29'24 D, 948 m

toplam, maksimum bulaşma olasılığına bölünerek ildeki bulaşma oranı hesaplanmıştır (Bora ve Karaca 1970).

Tabla çürüklüğü hastalığının teşhisinde, arazi çalışmaları sırasında ayçiçeği bitkisinin tablaları incelenmiş lekelenme, çürüme gibi hastalık belirtileri gösteren bitkiler alındığı yeri belirten etiketlerle birlikte polietilen torbalar içine konularak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen hastalıklı ayçiçeği örnekleri steril bir bisturi yardımıyla hasta ve sağlam dokuyu içerecek şekilde 2-3 mm'lik parçalara kesilmiş, %1'lik NaOCl içinde 3 dakika bekletildikten sonra seri steril saf sudan geçirilmiştir. Daha sonra steril filtre kağıtları arasında kurutulan dokular PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamı içeren petri kaplarına 4'er adet olacak şekilde ekilmiştir. Petri kapları 24±1 °C'de 12 saat aydınlık 12 saat karanlık dönem içeren inkübatörde 7 gün süreyle geliştirilmiştir. Gelişen kolonilerden alınan misellerin her biri %2 lik su agarına çizilerek tek spor izolasyonu yapılmıştır. Etmen, Pitt and Hocking 1997, Agrios 2001; 2005 ve Zheng et al. 2007'e göre teşhis edilmiştir. Elde edilen fungus izolatları eğik tüplere aktarılarak +4 °C'de saklanmıştır.

Çalışmada elde edilen veriler ilk önce tarla ve ilçe bulaşma oranları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara Ki-kare kökenli ilişki (Fi: ϕ) katsayısı testi uygulanarak zararlı ile hastalık arasındaki Fi katsayısı hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 23.0 paket programı ile yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

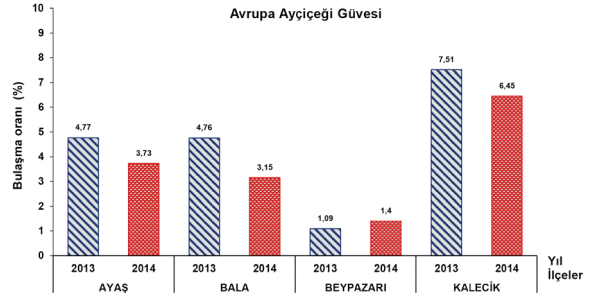
Ankara ilinin Ayaş, Bala, Kalecik ve Beypazarı ilçelerinde bulunan ayçiçeği tarlalarında sayım ve örnekleme şeklinde çalışmalar yapılmıştır. Örneklemede, Avrupa ayçiçeği güvesi tarafından zarar görmüş tablalar ile Tabla çürüklüğü hastalığının birlikte bulunduğu tablalar incelenmiştir (Şekil 1). Her iki etmen tarafından zarar görmüş tablalar belirlenerek aralarındaki ilişki istatistiksel olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Ayçiçeği tablasındaki a. Avrupa ayçiçeği güvesi (*Homoeosoma nebulellum*) zararı, b. Tabla çürüklük hastalığı (*Rhizopus stolonifer*)'nin belirtileri

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Ankara ilinde Avrupa ayçiçeği güvesinin yaygınlığı her iki yılda %100 olarak tespit edilmiştir. Zararının ortalama

bulaşma oranı ise 2013 yılında %3.74, 2014 yılında %3.80 olarak tespit edilmiştir. Zararının Ayaş, Bala, Beypazarı ve Kalecik ilçelerindeki 2013 ve 2014 yıllarına ait ortalama bulaşma oranları Şekil 2'de verilmiştir.



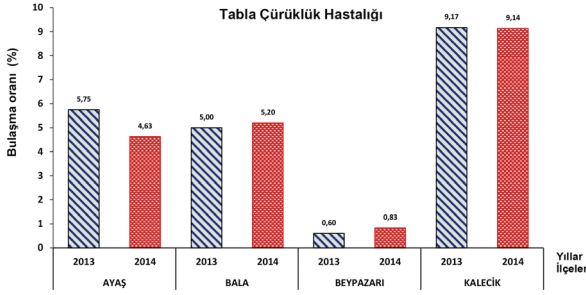
Şekil 2. Ankara ili ayçiçeği yetiştirilen alanlarda Avrupa ayçiçeği güvesi (*Homoeosoma nebulellum*)'nin ilçelere göre 2013 ve 2014 yıllarında ortalama bulaşma oranları (%)

Zeki and Öneş (1993), Avrupa ayçiçeği güvesi larvalarının Ankara ve Aksaray illerinde ayçiçeği tablasında beslenerek zararlı olduğunu belirtmişlerdir. Ankara ayçiçeği ekim alanlarında yapılan bir başka çalışmada ise ayçiçeği tablalarının Avrupa ayçiçeği güvesi ile %6-90'a varan oranda bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Zeki et al. 2007). Avrupa ayçiçeği güvesi yaygın olarak Avrupa'dan Azerbaycan, İran, Rusya ve Çin'de ayçiçeği üretimi yapılan tüm alanlarda görülmektedir (Bei-Bienko et al. 1967, Reymonet et al. 1993, Szabo et al. 2010, Zhang et al. 2009).

Ankara ilinde örnekleme yapılan tüm ilçelerde Tabla çürüklüğü hastalığına neden olan etmenin *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. (Mucorales: Mucoraceae) olduğu belirlenmiştir. Etmenin karakteristik olarak dik yapılı, dallanmış, koyu sarı ile kahverengiye kadar değişen renklere sporangioforları ve küresel, koyu renkte siyaha yakın sporangiumları bulunmaktadır. Yapılan ölçümlerde sporangiofor uzunluğu ortalama 2150 µm, sporangium çapı ise 330 µm olarak ölçülmüş, sporangiosporlarının ise oval veya çeşitli çokgenimsi şekillere sahip olduğu belirlenmiştir. Etmenin PDA'da önce grimsi-beyaz daha sonra siyahımsı-kahve sporulasyon yaptığı ve havai miseller oluşturduğu gözlenmiştir.

Tabla çürüklüğü hastalığının Ankara ilinde yaygınlığı 2013 yılında %76.68, 2014 yılında %70.42 olarak saptanmıştır. Hastalığın ortalama bulaşma oranı ise 2013 yılında %4.08, 2014 yılında %4.04 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın Ayaş, Bala, Beypazarı ve Kalecik ilçelerindeki 2013 ve 2014 yıllarına ait bulaşma oranları Şekil 3'de verilmiştir.

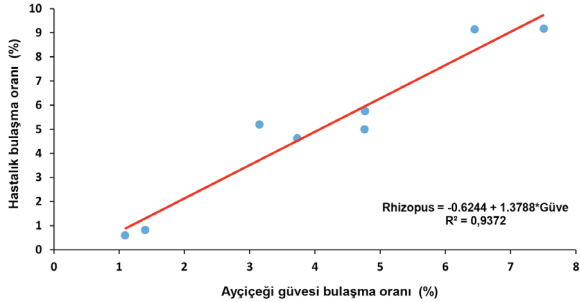
Marmara Bölgesi yağlık ayçiçeği alanlarında yapılan süreye çalışmasında ayçiçeği alanlarının ortalama %9.3 oranında Tabla çürüklüğü hastalığı ile bulaşık olduğunu ve önemli verim kayıplarına yol açtığını belirtmektedir (Yıldırım and



Şekil 3. Ankara ili ayçiçeği yetiştirilen alanlarda Tabla çürüklük hastalığı (*Rhizopus stolonifer*)'nin ilçelere göre 2013 ve 2014 yıllarında ortalama bulaşma oranları (%)

Kaya 2005). *Rhizopus stolonifer*'in ayçiçeği bitkisi için önemli ve yaygın bir hastalık olduğu, çiçeklenme sonrası ayçiçeğini enfekte ettiği ve verim kaybına neden olduğu saptanmıştır (Yıldırım et al. 2010). Tabla çürüklüğü hastalıkları (*R. stolonifer*, *R. arrhizus*, *R. oryzae*, *R. microsporus*) ayçiçeği yetiştirilen tüm alanlarda görülmekte ve önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Arnan et al. 1970, Borodin and Kotliarova 2010, Shtienberg 1997).

Elde edilen sonuçlara Ki-kare kökenli ilişki (Fi: ϕ) katsayısı testi uygulandığında Ayçiçeği güvesi zararı ile hastalık arasında hesaplanan Ki-kare değeri, $\phi=0,724$; $p=0,00$ olduğundan hastalığın görülmesi zararlı ile ilişkilidir ve hastalığın ortaya çıkması %72.4 oranında zararlı ile bağlantılıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Ayçiçeği alanlarında Avrupa ayçiçeği güvesi (*Homoeosoma nebulellum*) ile Tabla çürüklük hastalığı (*Rhizopus stolonifer*) arasındaki ilişki grafiği

Ayçiçeği güvesiyle ilgili Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada, *Homoeosoma electellum* Hulst. ile Tabla çürüklüğü hastalığı arasındaki ilişki %88 oranında bulunurken, zararlının olmadığı tablalarda hastalığın %12 seviyesinde olduğu kaydedilmiştir (Klisiewicz 1979). Carlson (1967), Ayçiçeği güvesine karşı çiçeklenme döneminde yapılan kimyasal mücadelenin larvaların kontrolünü etkin bir şekilde sağladığını, ayrıca bu şekilde larvaların açtığı yaralar nedeniyle oluşan Tabla çürüklüğünün hastalık oranının da büyük oranda azaldığını

bildirmektedir. *H. electellum*'un larvalarının beslenmesi sonucunda ayçiçeğinde meydana getirdiği zararın dışında, ayçiçeği tohumlarında meydana getirdiği yaralardan fungal etmenlerin enfeksiyon oluşturduğunu ve en önemlisinin *Rhizopus oryzae* olduğu belirtilmektedir (Rogers et al. 1978). Bynum et al. (1985), benzer şekilde Ayçiçeği güvesine karşı çoklu kimyasal uygulamalar ile larva kontrolünün daha iyi olduğunu, verimin yüksek olduğunu ve *Rhizopus* enfeksiyonunun azaldığını ifade etmektedirler. Harveson (2013), ayçiçeğinde Tabla çürüklüğü etmeninin mücadelesinde koruyucu tedbir olarak Ayçiçeği güvesinin larvalarına karşı çiçeklenme öncesinde veya larvalar görüldüğünde kimyasal uygulamanın yapılması gerektiğini belirtmektedir.

Böcekler, bitki patojenlerinin bitkilere bulaşmasında ve gelişmesinde çeşitli roller oynarlar. Bazı durumlarda, böcekler beslendikleri bitkileri zayıflatır ve patojenlerin saldırısına karşı daha duyarlı hale getirir. Dünyada ve ülkemizde önemli bir yağ bitkisi olan ve ekonomik değeri yüksek olan ayçiçeği bitkisini olumsuz yönde etkileyen ve verim kaybına neden olan Avrupa ayçiçeği güvesi primer zararının yanında Tabla çürüklüğü hastalığının enfeksiyon yapmasında önemli bir etken durumundadır. İncelenen kaynaklarda da özellikle çiçeklenme başlangıcı ile beraber zararlının takibinin yapılması ayrıca hastalığa karşı koruyucu tedbirlerin alınması tavsiye edilmektedir. Tarımsal üretim bağlamında funguslar ile böcekler arasındaki etkileşimlerin bilinmesinin verimin korumasında ve artırılmasında önemli etkileri olacaktır. Özellikle, Avrupa ayçiçeği güvesi ile mücadelenin Tabla çürüklük hastalığının mücadelesi içinde etkili olacağı ve ikincil bir fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışma sonuçlarının bir kısmı 19-23 Haziran 2018 tarihlerinde Kastamonu'da düzenlenen Uluslararası Ekoloji Sempozyumunda poster olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

ÖZET

Bu çalışma, Avrupa ayçiçeği güvesi [*Homoeosoma nebulellum* (Den. & Schiff.)]'nin Ankara ili ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ekiliş alanlarındaki zararı ile ayçiçeğinde verim kaybına neden olan Tabla çürüklüğü hastalığı (*Rhizopus* spp.) ile arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla 2013 ve 2014 yıllarında yürütülmüştür. Ayçiçeği ekilişinin yoğun olarak yapıldığı Ayaş, Bala, Belpazarı ve Kalecik ilçelerinde yapılan survey ve örneklemelerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. *H. nebulellum*'un, Ankara ilinde yaygınlığı her iki yılda %100 olarak tespit edilmiştir. Zararlının bulaşma oranları ise 2013 yılında %3.74, 2014 yılında %3.80 olarak saptanmıştır. Ankara ilinde Tabla

çürüklüğü hastalığına neden olan türün *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. olduğu ve yaygınlığının 2013 yılında %76.68, 2014 yılında %70.42 olduğu tespit edilmiştir. Hastalığın bulaşma oranı ise 2013 yılında %4.08, 2014 yılında %4.04 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara Ki-kare kökenli ilişki katsayısı testi uygulandığında, zararlı ile hastalık arasında %72.4 oranında ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak Avrupa ayçiçeği güvesi, ayçiçeğindeki asıl zararının yanında, Tabla çürüklüğü hastalığının enfeksiyon yapmasında da önemli bir etken olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Homoeosoma nebulellum*, *Rhizopus* spp., Ankara, ayçiçeği, böcek-patojen ilişkisi

KAYNAKLAR

Agrios G.N., 2001. Fitopatología. Second Edition. Limusa, Mexico, D.F. 809 p.

Agrios G.N., 2005. Plant Pathology. Elsevier Academic Press, USA, 948 p.

Arnan M., Pinthus M.J., Kenneth R.G., 1970. Epidemiology and control of sunflower head rot in Israel caused by *Rhizopus arrhizus*. Canadian Journal of Plant Science, 50, 283-288.

Bei-Bienko G.I.A., Bykhovskii B.E., Medvedev G.S., 1967. Keys to the insects of the European USSR. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute, 3 (4), 538-797.

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

Borodin S.G., Kotliarova I.A., 2010. Evaluation of sunflower plants resistance to *Rhizopus*. Symposium Sunflower Breeding on Resistance to Diseases, Krasnodar, Russia, June 23-24, 153-158 p.

Bynum E.D., Rogers C.E., Archer T.L., 1985. Evaluation of new insecticide application strategies for controlling the sunflower moth (Lepidoptera: Pyralidae) on sunflower. Journal of Economic Entomology, 78 (4), 933-936.

Carlson E.C., 1967. Control of sunflower moth larvae and their damage to sunflower seeds. Journal of Economic Entomology, 60 (4), 1068-1071.

Dozet B., Bedov M., Atlagic J., Marinkovic R., 1993. Wild sunflower species-sources of resistance to the sunflower moth (*Homoeosoma nebulella* Hubner, *Homoeosoma electellum* Hulst.). Helia, 16 (19), 55-59.

Harveson R.M., 2013. Rhizopus head rot of sunflower in Nebraska. NebGuide G1677. University of Nebraska, Lincoln, USA. Shtienberg D. 1997. <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1677.pdf> (erişim tarihi: 19.05.2020).

Ismayilzade N.N., Samedov V.S., Kard B., Jones C.L., 2015.

Sunflower seed damage and economic injury level of the European sunflower moth (Lepidoptera: Pyralidae) in the Republic of Azerbaijan. Journal of Entomological Science, 50 (2), 138-146.

Jarvis J.L., Guthrie W.D., 1987. Ecological studies of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Boone County, Iowa. Environmental Entomology, 16, 50-58.

Klisiewicz J.M., 1979. Relation of infestation with sunflower moth *Homoeosoma electellum* larvae to the incidence of *Rhizopus* rot in sunflower seed heads. Canadian Journal of Plant Science, 59, 797-801.

Permana A.D., Leclant F., Pivot Y., 1993. Sex pheromone of the European sunflower moth *Homoeosoma nebulella* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Pyralidae) a field study. Biotrop Special Publication, 50, 195-201.

Pitt J.L., Hocking A.D., 1997. Zygomycetes. In: Fungi and Food Spoilage. Springer, Boston, MA. 173-201. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6391-4_6

Reymonet C., Falco G.J.V., Moreno M.J., 1993. Survey of the parasitoids of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulella* (Lep.: Pyralidae) in Palearctic region. Entomophaga, 38 (3), 355-358.

Rogers C.E., Thompson T.E., Zimmer D.E., 1978. Rhizopus head rot on sunflower: etiology and severity in the southern plains. Plant Disease Reporter, 62, 769-771.

Shtienberg D., 1997. Rhizopus head rot of confectionery sunflower: effects on yield quantity and quality and implications for disease management. Phytopathology, 87 (12), 1226-1232.

SPSS, 2013. IBM SPSS Statistic 23.0 for Windows. Armonk, NY.

Szabo B., Borbely F., Szabo M., Toth F., Vagvölgyi S., 2009. The effect of variety and sowing time on the damage of European sunflower moth (*Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff.). Növényvédelem, 45 (3), 115-121.

Szabo B., Szabo M., Varga C., Tóth F., Vagvölgyi S., 2010. Relationships between sunflower variety, sowing date and the extent of damage caused by the European sunflower moth (*Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff.). Helia, 33 (52), 37-46.

TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. http://tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1001 (erişim tarihi: 19.05.2020).

Yıldırım İ., Kaya G., 2005. Marmara bölgesi yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinde tabla çürüklüğü hastalığı (*Rhizopus* spp.)'nin önemi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt I), 31-34.

Yıldırım İ., Turhan H., Özgen B., 2010. The effects of head

rot disease (*Rhizopus stolonifer*) on sunflower genotypes at two different growth stages. Turkish Journal of Field Crops, 15 (1), 94-98

Yücel C., Çobanoğlu S., 2016. Feromon ve yem tuzakların Avrupa ayçiçeği güvesi, *Homoeosoma nebulellum* (Den.&Schiff) (Lep: Pyralidae), ergin popülasyonlarının izlenmesinde kullanım olanakları. Bitki Koruma Bülteni, 56 (1), 15-28.

Yücel C., Tülek A., Akın K., Çiftçigil T.H., 2014. Trakya bölgesi ayçiçeği alanlarında Avrupa ayçiçeği güvesi, *Homoeosoma nebulellum* (Den.&Schiff) (Lepidoptera: Pyralidae)'nin feromon tuzakları ile belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, 116 s.

Zeki H., Öneş Y., 1993. Orta Anadolu bölgesi ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ekim alanlarında görülen zararlı ve faydalı böcekler üzerinde faunistik çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 33 (3-4), 119-145.

Zeki H., Özdem A., Bozkurt V., Sezer N., 2007. Orta Anadolu bölgesinde ayçiçeklerinde zararlı Avrupa ayçiçeği güvesi [*Homoeosoma nebulellum* (Den.& Schiff.)] (Lepidoptera: Pyralidae)'nin bulaşma oranı, zarar şiddeti ve ergin uçuş aktiviteleri üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 47 (1-4), 31-61.

Zhang Z.Z., Liu S., Luo L., 2009. Advances in biology of the sunflower moth. Plant Protection, 35 (5), 18-23.

Zheng R.Y., Chen G.Q., Huang H., Liu X.Y., 2007. A monograph of *Rhizopus*. Sydowia, 59, 273-372.

ZongZe Z., ShuangPing L., LiZhi L., XingFu J., Kai W., 2010. Population dynamics and life history of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulellum* (Lepidoptera: Pyralidae) in Bayannur, inner Mongolia. Acta Entomologica Sinica, 53 (6), 708-714.

Cite this article: Yücel, C, Tülek, S. (2020). Determination of the infestation relationship between European sunflower moth and head rot disease on sunflower in Ankara province. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.742005

Atfıçin: Yücel, C, Tülek, S. (2020). Ankara ilinde ayçiçeğinde zararlı Avrupa ayçiçeği güvesi ile Tabla çürüklüğü hastalığı arasındaki enfeksiyon ilişkisinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.742005

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Aphid species (Hemiptera: Aphididae), their natural enemies and secondary hosts on temperate fruit species

Ilıman iklim meyve türlerinde bulunan Aphid türleri (Hemiptera: Aphididae), doğal düşmanları ve sekonder konukçuları

İsmail ALASERHAT^a, Şaban GÜÇLÜ^b

^aDirectorate of Horticultural Research Institute, 24060, Erzincan, Turkey

^bRetired Faculty Member, Etimesgut, 06794, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.703254](https://doi.org/10.16955/bitkorb.703254)

Received : 13-03-2020

Accepted : 10-12-2020

Keywords:

Aphididae, Erzincan, Gümüşhane, natural enemy, secondary host, temperate fruit

* Corresponding author: İsmail ALASERHAT

✉ i_alaserhat36@hotmail.com

ABSTRACT

This study was carried out to determine the aphid species and their natural enemies obtained of temperate fruit species in Erzincan and Gümüşhane provinces between 2011-2013. The sampling was done every two weeks during spring (May-June) months and autumn (September-October) season when the aphid population density was higher, and once a month in the summer (July-August) when the density decreased. As a result of the study, 24 aphid species, *Aphis*, *Anuraphis*, *Anoecia*, *Brachycaudus*, *Chromaphis*, *Dysaphis*, *Eriosoma*, *Hyalopterus*, *Myzus*, *Ovatus*, *Panaphis*, *Pterochloroides*, *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae) genus and 13 secondary hosts of aphids were determined. A total of 78 natural enemies were identified which were 65 predators, 11 parasitoids and 2 entomopathogenic species of aphids.

GİRİŞ

Biyçeşitlilik açısından dünyada müstesna bir yeri olan Türkiye’de, Doğu Anadolu Bölgesi özel bir konum taşımaktadır. Doğu Anadolu’nun dağlık arazi yapısının irili ufaklı dar vadiler tarafından yarılmış; çok çeşitli mikroklima alanlarının oluşmasına, flora ve buna bağlı olarak faunanın da zenginleşmesine neden olmuştur. Bu da bölgede birçok bitki ve hayvan türünün pek çok sayıda alttürünün oluşumuna yol açmıştır. Bölgenin ana iklim özelliklerinden farklı olarak, meyvecilik açısından müsait olan alanlarının en önemlileri Çoruh Vadisi, Erzincan, Elazığ-Malatya yöreleri (Yukarı Fırat Havzası), Iğdır, Muş Ovası ve Van Gölü Havzası’dır (Ülkümen 1973).

Türkiye’de 2019 yılı verilerine göre 33.485.767 da alanda, 20.578.453 ton meyve üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun

168.549 tonu Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi’nde, 42.138 tonu ise çalışmanın yürütüldüğü Erzincan ili tarafından karşılanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde ise 125.029 ton meyve üretimi gerçekleştirilmiş, bunun 11.796 tonu ise Gümüşhane ilinde üretilmiştir. Erzincan, ilindeki bu üretim içerisinde yer aldığı Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi üretim miktarının %25’ini; Gümüşhane ili ise içerisinde yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi üretim miktarının %9.43’ünü içermesi, meyve yetiştiriciliğine verilen önemi ortaya koymaktadır (TÜİK 2019).

Birçok üründe olduğu gibi meyve üretiminde de ürün miktarını sınırlayan hastalık, zararlı, yabancı ot vb. birçok etmen bulunmaktadır. Meyve zararlısı böcekler Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera ve

Hymenoptera takımları içerisinde yer almaktadır (Özbek et al. 1998). Bu zararlılar içerisinde Hemiptera takımı içerisinde yer alan yaprakbitlerinin, bitkilerin sürgün, dal, yaprak, meyve, gövde ve köklerinde beslenerek ciddi zarar ve deformasyonlar oluşturdukları, salgıladıkları tatlı maddelerle bitkilerin kirlenmesine, tatlı maddelere yapışan toz ve burada gelişen funguslar nedeniyle de fumajin oluşumuna yol açtıkları; bu oluşumun ise, bitkilerin fotosentez ve solunum kapasitesini azalttığı ifade edilmektedir (Lodos 1986, Ölmez Bayhan and Ulusoy 2002). Ayrıca virüs ve benzeri organizmalara da vektörlük ederler ki, çoğu zaman bu şekildeki zararları, diğer zararlarından çok daha önemli olmaktadır. Yaprakbitlerinin bitkisel kökenli 370 virüsün %66'sını taşıdıkları bildirilmiştir (Matheus 1993).

Aphididae familyasındaki önemli meyve zararlısı türler, *Aphis* (Linnaeus), *Dysaphis* (Borner), *Hyalopterus* (Koch), *Myzus* (Passerini), *Toxoptera* (Koch), *Pterochloroides* (Mordvilko) ve *Rhopalosiphum* (Koch) cinslerinde yer alırlar (Anonim 2008, Özbek et al. 1998). Bu cinsler içerisinde *Aphis pomi* (De Geer) (Elma yeşil yaprakbiti), *Aphis spiraeicola* Patch (Turuncgil yeşil yaprakbiti), *Dysaphis devectora* (Walker) (Elma kırmızı gal yaprakbiti), *Dysaphis plantaginea* (Passerini) (Elma gri yaprakbiti), *Dysaphis pyri* (Boyer de Fonscolombe) (Armut gri yaprakbiti), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Erik unlu yaprakbiti), *Myzus cerasi* (Fabricius) (Kiraz siyah yaprakbiti), *Myzus persicae* (Sulzer) (Şeftali yaprakbiti), *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Turuncgil siyah yaprakbiti), *Pterochloroides persicae* (Cholodkovsky) (Şeftali gövde kanlıbiti) ve *Rhopalosiphum insertum* (Walker) (Elma-ot yaprakbiti) ülkemizde de yoğun olarak görülen önemli meyve zararlısı Aphididae türlerindedir (Alaserhat 2019, Anonim 2008, Kaplan 2019, Ölmez Bayhan and Özdemir 2009, Özbek et al. 1998, Yoldaş et al. 2007).

Erzincan ve Gümüşhane illerinde yürütülen bu çalışmada, meyve ağaçlarında zarar yapan yaprakbiti türleri ve doğal düşmanları belirlenmiş, bunlar içerisinde ekonomik öneme sahip olan türler ortaya konulmuştur. Yaprakbiti türleri üzerinde bulunan predatör, parazitoit ve patojenler içerisinde potansiyel olarak önem taşıyan türlerin biyolojik mücadelede kullanım imkânları ile ileride yapılacak çalışmalara bir altyapı oluşturulmuştur. Böylece, entegre mücadele ve organik meyve yetiştiriciliği kapsamında, yaprakbitleri ile biyolojik mücadelenin temel verileri ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonucu belirlenen potansiyel doğal düşmanlar daha sonra ele alınarak, doğal düşman etkinliklerinin artırılması ve kitle halinde üretilerek salınması gibi konulara yön verilecektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Erzincan ve Gümüşhane illerinde yoğun olarak yetiştirilen ılıman iklim meyve türlerinden elma, armut, ayva, erik, kayısı, şeftali, kiraz, vişne, kızılıçık, mahlep, badem ve ceviz ağaçları ile bunlar üzerinde bulunan yaprakbiti türleri ve bu türler üzerinde bulunan predatör, parazitoit ve entomopatojenler, stereo mikroskop, atrap, böcek aspiratörü, kültür kapları, parazitoit çıkartma kutuları vb. malzemeler çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

Yaprakbiti türlerinin belirlenmesi

Sürvey çalışmaları 2011-2013 yıllarında, Erzincan Merkezeye bağlı Yalnızbağ, Bahçeliköy, Dörtler beldeleri ile Cevizli köyü, Üzümlü Merkez ilçesi ve Bayırbağ beldesi, Kemah Merkez ilçesi, Eriç ve Bozoğlak köyü, İliç ilçesi Merkez, Kemaliye Merkez ilçesi, Yuva ve Toybelen köyü; Gümüşhane Merkez, Pirahmet köyü ve Tekke beldesi ile Torul Merkez ilçesi, Mescitli ve İkisü köylerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışma tesadüfî örnekleme yöntemine (Bora ve Karaca 1970) göre, vejetasyon başlangıcından sezon sonuna kadar olan dönemde, üretim alanlarının en az %5'inde yürütülmüştür (Çizelge 1). Yaprakbiti türlerinin belirlenmesi amacıyla Erzincan'daki sürvey alanlarından en az ikişer bahçede; Gümüşhane'deki sürvey alanlarından en az birer bahçede Lazarov and



Şekil 1. Erzincan ve Gümüşhane illerinde çalışmaların yürütüldüğü alanlar

Grigorov (1961) yöntemine göre incelemeler yapılmıştır (Çizelge 2). Örneklemeler, bu bahçelerde bulunan ılıman iklim meyve türlerinden elma, armut, ayva, erik, kayısı, şeftali, kiraz, vişne, kızılıçık, mahlep, badem ve ceviz ağaçlarında, mümkün oldukça da türlerin birçoğunu içeren bahçelerde yapılmıştır.

Çizelge 1. Erzincan ve Gümüşhane illeri meyve alanları (TÜİK 2019) ve incelenen alanlar

İl	Lokasyon	Toplam Alan (da)	İncelenen Alan (da)
Erzincan	Merkez	14.743	1.180
	Üzümlü	11.195	910
	Kemah	5.201	262
	İliç	773	45
	Kemaliye	1.176	60
Gümüşhane	Merkez	3.939	215
	Torul	4.268	220

Çizelge 2. Meyve bahçelerindeki toplam ağaç sayıları ve incelenmesi gereken ağaç sayıları

Toplam Ağaç Sayısı	İncelenmesi Gereken Ağaç Sayısı
1-20	Tamamı
21-70	21-30
71-150	31-40
151-300	41-80
301-1000	%15

Yaprakbiti popülasyonunun yoğun olduğu ilkbahar (mayıs-haziran) ve sonbahar aylarında (eylül-ekim) iki haftada bir, yoğunluğun azaldığı yaz aylarında (temmuz-ağustos) ise ayda bir arazi çıkışları yapılmış örnekler toplanarak kese kâğıtlarına konulup laboratuvara getirilmiş, daha sonra bu örnekler içerisinde %70 etil alkol bulunan 1.5 ml'lik tüplere yerleştirilmiştir. Arazi sürveyleri bittikten sonra bu örneklerin preparasyonları yapılmış ve daha sonra yaprakbiti türleri tespit edilmiştir.

Yaprakbitlerinin preparasyonu ve teşhisi

Yaprakbiti preparasyonlarının yapımında Hille Ris Lambers (1950)'in yöntemi kullanılmıştır. Yaprakbitlerinin teşhisinde; Remaudiere (1954), Bodenheimer and Swirski (1957), Börner and Heinze (1957), Bissel (1978), Blackman and Eastop (1984, 1994, 2000, 2020), Eastop (1971, 1972), Hille Ris Lambers (1945, 1947a, 1947b, 1949, 1969, 1973), Tuatay and Remaudiere (1964), Shaposhnikov (1964) ve Stroyan (1961, 1963, 1977, 1984)'dan ve Nazife Tuatay Bitki Koruma Müzesindeki teşhisli örneklerden yararlanılmıştır.

Yaprakbitlerinin sistematik olarak sınıflandırması, geçerli olan son isim ve sinonimlerinin tespitinde Eastop and Hille Ris Lambers (1976), Remaudiere and Remaudiere (1997) esas alınmıştır.

Yaprakbitlerinin doğal düşmanlarının belirlenmesi

Predatörlerin belirlenmesi

Predatörlerin belirlenmesi amacı ile çalışmaların yürütüldüğü bahçelerde, yaprakbiti popülasyonunun yoğun olduğu ağaçlarda öncelikle gözle inceleme yapılmış, daha sonra görülen predatörler, beslendikleri yaprakbiti türleri kaydedilmiştir. İlaveten predatörlerin belirlenmesi amacıyla, rastgele seçilen ağaçların dört tarafındaki birer dalına japon şemsiyesi tutularak, lastik hortum geçirilmiş bir sopa ile dallara üçer kez aynı hızla vurularak (toplam 100 darbe) şemsiye üzerine dökülen böcekler aspiratör yardımıyla alınmıştır (Anonim 2008). Ergin öncesi dönemler ise, yaprakbiti ile bulaşık bitkilerle birlikte, önce kâğıt havlu arasına sarılmış sonra plastik torbalara ve daha sonra da buz kutularına konarak laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler, laboratuvarında plastik olan kültür kutularına konulmuş, günlük kontrolleri yapılmış, ihtiyaç halinde yaprakbiti ile bulaşık taze sürgün ilave edilmiştir. Kültür kaplarından çıkış yapan ergin predatörler, yumuşak bir pens veya aspiratör ile alınmış, etil asetat ile öldürülmüştür. Daha sonra bu örnekler iğnelenmiş ve teşhis edilmek üzere alındığı yaprakbiti örneği ile aynı numaralı etiket yazılarak böcek kutuları içerisine yerleştirilmiş (Aslan 2002, Yumruketepe 1993), konu uzmanlarına gönderilmiştir.

Parazitoidlerin belirlenmesi

Yaprakbiti parazitoidlerini belirlenmek amacıyla, sürveylerin yapıldığı bahçelerden içerisinde mumyalaşmış yaprakbitlerinin bulunduğu koloniler kese kâğıtlarına konulmuş ve buz kutularına yerleştirilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bu örneklerde öncelikle yaprakbiti dışındaki tüm zararlılar temizlenmiş, daha sonra ucu dışarıda olacak şekilde bir cam tüp yerleştirilen parazitoid çıkartma kutularına konulmuştur. Parazitoid çıkartma kutuları günlük olarak kontrol edilmiş, cam tüpte toplanan parazitoid bireyler alınmış, teşhis edilmek üzere içerisinde %95'lik etil alkol bulunan 1.5 ml'lik tüplere aktarılmış (Yumruketepe 1993), konu uzmanlarına gönderilmiştir.

Entomopatojen fungusların elde edilmesi

Yaprakbiti türlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmalar esnasında, imkânlar ölçüsünde fazla sayıda yaprakbiti kolonisi gözle ve büyüteçle kontrol edilmiştir. İncelenen yaprakbiti kolonilerinden alınan enfekteli veya normal görünüşte olmayan bireyler toplanarak steril plastik tüpler içerisine konulup etiketlenmiş ve laboratuvara getirilmiştir.

Fungusların izolasyonu için, laboratuvara getirilen hastalıklı yaprakbitleri öncelikle %1'lik sodyum hipoklorit içerisinde

30 saniye tutularak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Daha sonra yüzey sterilizasyonu yapılan örnekler steril saf suyla durulanıp kurutulmuş, içerisinde 100 µg/ml streptomycin sülfat bulunan patates dekstroz agar (PDA) veya Sabouraud dekstroz agar (SDA) besiyeri içeren petrilere ekimleri yapılmıştır. Petrilere 27±2 °C sıcaklık ve %75±5 nemde inkübasyona bırakılmıştır (Abdel-Baky 2000, Abdel-Baky and Abdel-Salam 2003, Balogun and Fagade 2004, Eken et al. 2006).

Bazı funguslar sadece canlı dokular üzerinde faaliyetlerini sürdürdükleri için bu türden entomopatojen fungusların elde edilmesi amacıyla nemli hücre yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre üzerinde herhangi bir fungus gelişmesi olmamasına karşın, anormal hareketlerinden dolayı enfekteli olabileceği düşünülen yaprakbitleri, yüzey sterilizasyon amacıyla %1'lik sodyum hipoklorit içerisinde 30 saniye tutulduktan sonra steril suyla yıkanmıştır. Steril Petri kaplarının iç kısımlarına nemlendirilmiş steril filtre kağıtları bırakılmış ve yüzey sterilizasyonu yapılmış bu kadavralar, içerisinde nemli filtre kağıtlarının olduğu Petri kaplarına bırakılmış ve fungal gelişmenin gerçekleşmesi beklenmiştir. Daha sonra bu petri kapları, fungusların daha güçlü sporlanması için daha önceden hazırlanan ve içlerinde yumurta sarısı bulunan PDA veya SDA ortamı içeren Petrilere kapatılarak, 27±2 °C sıcaklık ve %75±5 nemde inkübe edilmiş ve fungal gelişiminin başlaması sağlanmıştır (Papierok and Hajek 1997).

Gelişen fungus kolonileri saflaştırılarak PDA veya SDA besiyeri içeren eğik agar tüplerine aktarılmıştır. Elde edilen izolatlar daha sonra konu uzmanına gönderilerek teşhisleri yaptırılmış, potansiyel olabilecek entomopatojenler belirlenmiştir.

Yaprakbitlerinin sekonder konukçularının belirlenmesi

Yaprakbitlerinin meyve ağaçlarını terk etmeye başladığı dönemlerde bahçelerin etrafında ve içerisinde bulunan yabancı otlar kontrol edilmiş, buralardaki yaprakbiti, predator ve parazitoit türler ile bunların bulunduğu bitkiler tespit edilmiştir. Belirlenen bu yabancı otların herbaryumları yapılarak konu uzmanlarına teşhisleri yaptırılmıştır. Teşhisleri yaptırılan bu yabancı otlardan elde edilen yaprakbiti türlerinin, literatür desteği ile konukçu bitkileri belirlenmiş ve bu konukçuların çalışmamızı yürüttüğümüz ılıman iklim meyve türlerinden biri olması durumunda ise o yabancı ot bu yaprakbiti için sekonder konukçu olarak kabul edilmiştir.

SONUÇLAR

Çalışma sonucunda Erzincan ve Gümüşhane illerinde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve türlerinden elma, armut, ayva; sert çekirdekli meyve türlerinden erik, kayısı,

kızılıncık, kiraz, mahlep, şeftali, vişne; sert kabuklu meyve türlerinden ise badem ve ceviz ağaçlarında *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis pomi* de Geer, *Aphis spiraeicola* Patch, *Anuraphis farfarae* (Koch), *Anoecia corni* (Fabricius), *Brachycaudus (Thuleaphis) amygdalinus* (Schouteden), *Brachycaudus (Acaudus) cardui* (Linnaeus), *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), *Brachycaudus (Acaudus) persicae* (Passerini), *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach), *Dysaphis devectora* (Walker), *Dysaphis (Pomaphis) plantaginea* (Passerini), *Dysaphis (Pomaphis) pyri* (Boyer de Fonscolombe), *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Myzus cerasi* (Fabricius), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer), *Myzus varians* Davidson, *Ovatus crataegarius* (Walker), *Panaphis juglandis* (Goeze), *Pterochloroides persicae* (Cholodkovsky), *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus) ve *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphidoidea) olmak üzere 24 yaprakbiti türü tespit edilmiş olup, bu yaprakbitleri ve konukçuları Çizelge 3'te verilmiştir. Bu yaprakbitlerinde beslenen Forficulidae familyasından 1, Anthocoridae familyasından 5, Miridae familyasından 7, Reduviidae familyasından 1, Nabidae familyasından 1, Chrysopidae familyasından 4, Mantispidae familyasından 1, Raphiidae familyasından 1, Coccinellidae familyasından 28, Syrphidae familyasından 12, Chamaemyiidae familyasından 1 ve Hybotidae familyasından 3 tür olmak üzere toplam 65 predator tür (Çizelge 4) belirlenmiş, predator türler ve üzerinde beslendikleri yaprakbiti türleri Çizelge 5'de verilmiştir. Ayrıca Braconidae (Aphidiidae) ve Aphelinidae (Aphelininae) familyasından da 11 parazitoit tür (Çizelge 6), Encyrtidae, Eulophidae, Pteromalidae, Megaspilidae, Perilampidae, Scelionidae, Ichneumonidae familyalarına giren 13 sekonder parazitoit; Encyrtidae, Eulophidae ve Ichneumonidae familyalarına giren 9 predator parazitoiti tür (Çizelge 7) tespit edilmiştir. Çalışmalar esnasında toplanan yaprakbiti örneklerinden 15 fungus cins ya da türü (Çizelge 8) belirlenmiş ve bunlar içerisinde *Cladosporium* sp. ve *Paecilomyces* sp. entomopatojen türler olarak tespit edilmiştir. Yaprakbitlerinin sekonder konukçularının belirlenmesi kapsamında ise bahçe içerisinde, kenarında veya dışarısında bulunan 28 adet yabancı ot ve bunlar üzerinde bulunan 22 adet yaprakbiti türü (Çizelge 9) belirlenmiş, bu yabancı ot türlerinden 13 adet sekonder konukçu tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 3. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında belirlenen yaprakbiti türleri ve konukçuları

Yaprakbiti türü	Konukçu
<i>Anoecia corni</i> (Fabricius, 1775)	Kızılcık
<i>Anuraphis farfarae</i> (Koch, 1854)	Armut
<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	Armut, Ayva, Elma, Erik, Kiraz, Kayısı, Şeftali, Vişne
<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	Armut, Kayısı
<i>Aphis pomi</i> (de Geer, 1773)	Elma, Armut, Ayva
<i>Aphis spiraeicola</i> (Patch, 1914)	Kiraz
<i>Brachycaudus (Thuleaphis) amygdalinus</i> (Schouteden, 1905)	Kayısı, Zerdali
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Badem, Erik, Şeftali
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	Elma, Erik, Kayısı, Şeftali, Vişne
<i>Brachycaudus (Acaudus) persicae</i> (Passerini, 1860)	Erik, Kayısı
<i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach, 1843)	Ceviz
<i>Dysaphis devecta</i> (Walker, 1849)	Elma
<i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860)	Elma
<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	Armut, Elma
<i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann, 1802)	Elma
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	Armut, Badem, Erik, Kayısı, Kiraz, Şeftali, Vişne
<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius, 1775)	Kayısı, Kiraz, Mahlep, Vişne
<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)	Elma, Kayısı, Kiraz, Şeftali
<i>Myzus varians</i> (Davidson, 1912)	Şeftali
<i>Ovatus crataegarius</i> (Walker, 1850)	Ayva
<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze 1778)	Ceviz
<i>Pterochloroides persicae</i> (Cholodkovsky, 1899)	Badem, Erik, Kayısı, Şeftali
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)	Elma, Şeftali
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	Ayva, Kayısı

Çizelge 4. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında belirlenen yaprakbiti türleri ve konukçuları

Familya	Tür
Forficulidae	* <i>Forficula auricularia</i> L.
Anthocoridae	* <i>Anthocoris nemoralis</i> (F.)
	* <i>Anthocoris nemorum</i> (L.)
	* <i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev)
	* <i>Orius minutus</i> (L.)
	** <i>Orius niger</i> (Wolff)
Miridae	* <i>Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens</i> (Schilling)
	* <i>Deraeocoris punctulatus</i> (Fallen)
	* <i>Deraeocoris ruber</i> (Linnaeus)
	* <i>Deraeocoris rutilus</i> (Heriich-Schaeffer)
	* <i>Deraeocoris (Camptobrochis) serenus</i> (D.&S.)
	* <i>Deraeocoris trifasciatus</i> (Linnaeus)
	*** <i>Dicyphus</i> sp.
Reduviidae	* <i>Nagusta goedelii</i> (Kolenati)
Nabidae	*** <i>Nabis pseudoferus</i> Remane
Raphidiidae	* <i>Phaeostigma (Pontoraphidae) pontica</i> (Albarda)
Mantispidae	* <i>Mantispa styriaca</i> (Poda)
Chrysopidae	* <i>Anisochrysa presina</i> (Stephens)
	* <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)
	* <i>Dichochrysa prasina</i> (Burmeister)
	* <i>Nineta pallida</i> (Schneider)

Çizelge 4. ün devamı

	* <i>Adalia bipunctata</i> (L.)
	* <i>Adalia decempunctata</i> (L.)
	* <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant
	* <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.)
	* <i>Brumus (Exochomus)</i> sp.
	* <i>Chilocorus bipustulatus</i> (L.)
	** <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.)
	** <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)
	*** <i>Exochomus nigromaculatus</i> (L.)
	* <i>Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata</i> Schneider
	** <i>Hippodamia (Adania) variegata</i> (Goeze)
	* <i>Hyperaspis weisei</i> (Schaeffer)
	* <i>Nephus nigricans</i> (Weise)
Coccinellidae	* <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.)
	* <i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze)
	* <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (L.)
	* <i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant)
	* <i>Scymnus frontalis</i> (Fabricus)
	* <i>Scymnus inderihensis</i> (Mulsant)
	* <i>Scymnus marginalis</i> (Rossi)
	* <i>Scymnus pallipediformis</i> (Günther)
	* <i>Scymnus quadriguttatus</i> (Fürsch&Kreissl)
	* <i>Scymnus rubromaculatus</i> (Goeze)
	** <i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze)
	* <i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant)
	* <i>Stethorus punctillum</i> (Weise)
	* <i>Subcoccinella vigintiquatuorpunctata</i> (L.)
	* <i>Vibia deudecimguttata</i> (Poda)
	* <i>Eristalis arbustorum</i> (L.)
	* <i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer)
	* <i>Eupeodes corollae</i> (F.)
	* <i>Melangyna</i> sp.
	* <i>Melanostoma mellinum</i> (L.)
Syrphidae	* <i>Meliscaeva auricollis</i> Meigen
	* <i>Paragus tibialis</i> (Fallen)
	* <i>Paragus quadrifasciatus</i> (Meigen)
	* <i>Pipiza</i> sp.
	* <i>Pipizella</i> sp.
	** <i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)
Chamaemyiidae	** <i>Leucopis</i> sp.
	*** <i>Platypalpus</i> sp.1
Hybotidae	* <i>Platypalpus</i> sp.2
	* <i>Platypalpus</i> sp.3

*Meyvelerdeki yaprakbitleri üzerinde belirlenenler

**Hem meyve hem de sekonder konukçulardaki yaprakbitleri üzerinde belirlenenler

***Sekonder konukçulardaki yaprakbitleri üzerinde belirlenenler

Platypalpus sp.1: *Platypalpus* cinsine ait birinci tür

Platypalpus sp.2: *Platypalpus* cinsine ait ikinci tür

Platypalpus sp.3: *Platypalpus* cinsine ait üçüncü tür

Çizelge 5. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında yaprakbiti türleri üzerinde bulunan predatör türler

Yaprakbiti Türleri	Predatör Familya	Türler
<i>Anoecia corni</i> (Fabricius, 1775)	Chrysopidae Coccinellidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) <i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>A. fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	Syrphidae	<i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)
<i>Anuraphis farfarae</i> (Koch, 1854)	Coccinellidae Syrphidae	<i>Scymnus (Scymnus) rubromaculatus</i> (Goeze), <i>Vibia deudecimguttata</i> (Poda) <i>Episyrphus balteatus</i> De Geer
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	Anthocoridae Chrysopidae Coccinellidae	<i>Orius minutus</i> (L.) <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) <i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant), <i>S. rubromaculatus</i> (Goeze), <i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant), <i>Stethorus punctillum</i> (Weise)
<i>Aphis fabae solanella</i> Theobald, 1914	Miridae	<i>Dicyphus</i> sp.
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Forficulidae Coccinellidae Syrphidae	<i>Forficula auricularia</i> L. <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Scymnus inderihensis</i> (Mulsant), <i>S. rubromaculatus</i> (Goeze) <i>Episyrphus balteatus</i> De Geer
<i>Aphis pomi</i> de Geer, 1773	Forficulidae Anthocoridae Miridae Chrysopidae Coccinellidae Syrphidae Chamaemyiidae	<i>Forficula auricularia</i> L. <i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius), <i>A. pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.), <i>O. niger</i> (Wolff) <i>Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens</i> (Schill.) <i>Anisochrysa presina</i> (Stephens), <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens 1836) <i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>A. decempunctata</i> (L.), <i>A. fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L., <i>Scymnus frontalis</i> (Fabricius), <i>Scymnus pallipediformis</i> (Günther), <i>Subcoccinella vigintiquatuor punctata</i> (L.) <i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Eupeodes corollae</i> (F.) <i>Leucopis</i> sp.
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	Forficulidae Anthocoridae Miridae Chrysopidae Coccinellidae Syrphidae Chamaemyiidae	<i>Forficula auricularia</i> L. <i>Orius minutus</i> (L.) <i>Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens</i> (Schill.), <i>Deraeocoris (Camptobrochis) serenus</i> (D.&S.) <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) <i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L., <i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant), <i>S. frontalis</i> (Fabricius), <i>S. quadriguttatus</i> (Fürsch&Kreissl), <i>Stethorus punctillum</i> (Weise) <i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer) <i>Leucopis</i> sp.
<i>Brachycaudus (Thuleaphis) amygdalinus</i> (Schouteden, 1905)	Chrysopidae Coccinellidae Syrphidae Chamaemyiidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.) <i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Eupeodes corollae</i> (F.) <i>Leucopis</i> sp.
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Forficulidae Anthocoridae	<i>Forficula auricularia</i> L. <i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.), <i>O. niger</i> (Wolff)

Çizelge 5. in devamı

	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)	
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)	Coccinellidae	<i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>A. fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) sp.</i> , <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze), <i>Hyperaspis weisei</i> (Schaeffer), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze), <i>Scymnus frontalis</i> (Fabricus), <i>S. pallipediformis</i> (Günther), <i>S. quadriguttatus</i> (Fürsch & Kreissl), <i>S. subvillosus</i> (Goeze)	
	Syrphidae	<i>Eupeodes corollae</i> (F.), <i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)	
	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.	
	Hybotidae	<i>Platypalpus</i> sp.1	
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.	
	Anthocoridae	<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.)	
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)	
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	
	Coccinellidae	<i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L.	
<i>Brachycaudus (Acaudus) persicae</i> (Passerini, 1860)	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Eupeodes corollae</i> (F.)	
	Anthocoridae	<i>Orius minutus</i> (L.)	
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	
	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant)	
<i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach, 1843)	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer)	
	Anthocoridae	<i>Orius niger</i> (Wolff)	
	Coccinellidae	<i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.)	
<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849)	Syrphidae	<i>Pipiza</i> sp.	
	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.	
	Anthocoridae	<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.)	
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)	
	Raphidiidae	<i>Phaeostigma (Pontoraphidia) pontica</i> (Albarda)	
	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>A. decempunctata</i> (L.), <i>A. fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L.	
	Syrphidae	<i>Eristalis arbustorum</i> L.	
<i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860)	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.	
	Hybotidae	<i>Platypalpus</i> sp.3	
	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.	
	Anthocoridae	<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.), <i>O. niger</i> (L.)	
	Miridae	<i>Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens</i> (Schill.)	
	Raphidiidae	<i>Phaeostigma (Pontoraphidia) pontica</i> Albarda	
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Step.), <i>Nineta pallida</i> Scheider	
	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L.	
	Syrphidae	<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)	
	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.	
<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.	
	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (F.), <i>Anthocoris nemorum</i> (L.), <i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.)	
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)	
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens), <i>Nineta pallida</i> (Scheider)	
	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) sp.</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L., <i>Scymnus rubromaculatus</i> (Goeze), <i>Stethorus punctillum</i> (Weise), <i>Vibia deudecimguttata</i> (Poda)	
	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Eupeodes corollae</i> (F.), <i>Pipizella</i> sp.	
	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.	
	Hybotidae	<i>Platypalpus</i> sp.3	
	<i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann, 1802)	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.
		Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (L.)

Çizelge 5. in devamı

	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.
	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemorum</i> (L.), <i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev), <i>Orius minutus</i> (L.)
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling), <i>D. punctulatus</i> (Fallen), <i>D. ruber</i> (Linnaeus), <i>D. rutilus</i> (Heriich-Schaeffer), <i>D. (Camptobrochis) serenus</i> (D.&S.), <i>D. trifasciatus</i> (Linnaeus)
	Nabidae	<i>Nabis pseudoferus</i> (Remane)
	Redüviidae	<i>Nagusta goedelii</i> (Kolenati)
	Raphidiidae	<i>Phaeostigma (Pontoraphidae) pontica</i> (Albarda)
	Mantispidae	<i>Mantispa styriaca</i> (Poda)
	Chrysopidae	<i>Anisochrysa prasina</i> (Stephens), <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens), <i>Dichochrysa prasina</i> (Burmeister), <i>Nineta pallida</i> (Schneider)
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)		<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Chilocorus bipustulatus</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.), <i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze), <i>Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata</i> (Schneider), <i>H. (Adania) variegata</i> (Goeze), <i>Nephus nigricans</i> (Weise), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze), <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L., <i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant), <i>S. frontalis</i> (Fabricus), <i>S. marginalis</i> (Rossi), <i>S. rubromaculatus</i> (Goeze), <i>S. subvillosus</i> (Goeze), <i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant), <i>Stethorus punctillum</i> (Weise), <i>Vibia duodecimguttata</i> (Poda)
	Coccinellidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Eristalis arbustorum</i> (L.), <i>Eupeodes corollae</i> (F.), <i>Melangyna</i> sp., <i>Melanostoma mellinum</i> (L.), <i>Meliscaeva auricollis</i> Meigen, <i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen, <i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)
	Syrphidae	
	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.
	Hybotidae	<i>Platypalpus</i> sp.2
	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.
	Anthocoridae	<i>Orius minutus</i> (L.)
	Miridae	<i>Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens</i> (Schill.), <i>D. rutilus</i> (Heriich-Schaeffer), <i>D. (Camptobrochis) serenus</i> (D.&S.)
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens), <i>Dichochrysa prasina</i> (Burmeister)
<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius, 1775)		<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Brumus (Exochomus) sp.</i> (L.), <i>Chilocorus bipustulatus</i> (L.), <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Exochomus nigromaculatus</i> (Goeze), <i>Nephus nigricans</i> (Weise), <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Scymnus apetzi</i> (Mulsant), <i>S. frontalis</i> (Fabricus), <i>S. quadriguttatus</i> (Fürsch&Kreissl), <i>S. subvillosus</i> (Goeze), <i>Stethorus punctillum</i> (Weise), <i>Vibia deudecimguttata</i> (Poda)
	Coccinellidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Chrysotoxum festivum</i> L., <i>Paragus quadrifasciatus</i> (Meigen), <i>P. tibialis</i> (Fallen), <i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)
	Syrphidae	
	Chamaemyiidae	<i>Leucopis</i> sp.
	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.
	Anthocoridae	<i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev)
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)
<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)		<i>Adalia bipunctata</i> L., <i>A. decempunctata</i> (L.), <i>A. fasciatopunctata revelierei</i> (Mulsant), <i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (L.), <i>Coccinella quattuordecimpustulata</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.), <i>Hyperaspis weisei</i> Schaeffer, <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.), <i>Scymnus apetzi</i> Mulsant, <i>Scymnus frontalis</i> (Fabricus), <i>Scymnus pallipediformis</i> Günther, <i>S. quadriguttatus</i> Fürsch&Kreissl, <i>Stethorus punctillum</i> (Weise)
	Coccinellidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer), <i>Sphaerophoria scripta</i> (L.)
	Syrphidae	
<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze 1778)		<i>Adalia bipunctata</i> (L.), <i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i> Mulsant, <i>Oenopia (Synharmonia) conglobata</i> (L.)
	Coccinellidae	
	Syrphidae	<i>Pipiza</i> sp.
<i>Pterochloroides persicae</i> (Cholodkovsky, 1899)		
	Syrphidae	<i>Eupeodes corollae</i> (F.)
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)		
	Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)
	Coccinellidae	<i>Adalia decempunctata</i> (L.), <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)
	Syrphidae	<i>Eristalis arbustorum</i> (L.)
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)		
	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer)

Çizelge 6. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında yaprakbiti türlerinden elde edilen parazitoit türler

Yaprakbiti Türleri	Parazitoit	
	Familya	Türler
<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)		* <i>Adialytus ambiguus</i> (Haliday), * <i>Praon volucre</i> (Haliday)
<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)		* <i>Lipolexis gracilis</i> (Foerster), * <i>Praon volucre</i> (Haliday)
<i>Aphis pomi</i> (de Geer, 1773)		* <i>Aphidius abjectus</i> (Haliday), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday), * <i>P. volucre</i> (Haliday)
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)		* <i>Adialytus ambiguus</i> (Haliday), * <i>Lipolexis gracilis</i> (Foerster), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday)
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	Braconidae	** <i>Aphidius acalephae</i> (Marshall), * <i>A. ambiguus</i> (Haliday), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday), * <i>P. volucre</i> (Haliday)
<i>Brachycaudus (Acaudus) persicae</i> (Passerini, 1860)		* <i>Aphidius ambiguus</i> (Haliday)
<i>Chromaphis juglandicola</i> (Kaltenbach, 1843)		* <i>Aphidius ambiguus</i> (Haliday)
<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849)		* <i>Aphidius abjectus</i> (Haliday), * <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday)
<i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860)		* <i>Aphidius abjectus</i> (Haliday), * <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday)
<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	Aphelinidae	* <i>Aphelinus mali</i> (Haldeman)
	Braconidae	* <i>Aphidius eadyi</i> (Starý, González & Hall), * <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday)
<i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann, 1802)	Aphelinidae	* <i>Aphelinus mali</i> (Haldeman)
	Braconidae	* <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday)
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)		* <i>Adialytus ambiguus</i> (Haliday), * <i>Aphidius ambiguus</i> (Haliday), * <i>A. avenae</i> (Haliday), * <i>A. eadyi</i> (Starý, González & Hall), ** <i>Praon dorsale</i> (Haliday)
<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius, 1775)		* <i>Aphidius ambiguus</i> (Haliday), * <i>A. avenae</i> (Haliday), * <i>Lipolexis gracilis</i> (Foerster)
<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)	Braconidae	* <i>Aphidius abjectus</i> (Haliday), * <i>A. ambiguus</i> (Haliday), * <i>Lipolexis gracilis</i> (Foerster)
<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze, 1778)		* <i>Aphidius ambiguus</i> (Haliday)
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)		* <i>Trioxys pallidus</i> (Haliday)

*Meyvelerdeki yaprakbitilerinden elde edilenler

**Hem meyve hem de sekonder konukçulardaki yaprakbitilerinden elde edilenler

Çizelge 7. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında elde edilen sekonder parazitoit ve predatör parazitoiti türler

Yaprakbiti Türleri	Yaprakbitinin Konukçuları	Sekonder Parazitoit ve Predatör Parazitoiti	
		Familya	Türler
<i>Anuraphis farfarae</i> (Koch, 1854)	<i>Pyrus communis</i> L.	Ichneumonidae	** <i>Syrphoctonus</i> sp.
<i>Aphis pomi</i> (de Geer, 1773)	<i>Cydonia oblonga</i> Mill., <i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	Eulophidae	* <i>Aprostocetus</i> sp. ** <i>Pediobius</i> sp.
		Ichneumonidae	* <i>Lysibia nanus</i> (Gravenhorst)
		Pteromalidae	* <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche)
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus dulcis</i> (Miller) D. A. Webb, <i>Prunus persica</i> (L.), <i>Arctium minus</i> Bernh., <i>Carduus pyncephalus</i> L., <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit., <i>Onopordum bracteatum</i> Boiss. Et Heldr., <i>Sonchus</i> sp. L.	Pteromalidae	* <i>Asaphes suspensus</i> (Ness), * <i>A. vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron formosum</i> Walker, * <i>P. muscarum</i> L.
		Pteromalidae	* <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche)
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus persica</i> (L.), <i>Cirsium arvensis</i> (L.) Scop., <i>Onopordum acanthium</i> L.	Ichneumonidae	** <i>Diadegma eucerotheca</i> Horst., ** <i>D. fenestralis</i> (Holmgr.)
<i>Brachycaudus (Acaudus) persicae</i> (Passerini, 1860)	<i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Prunus domestica</i> L.	Ichneumonidae	** <i>Diadegma eucerotheca</i> Horst., ** <i>D. fenestralis</i> (Holmgr.)
<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849)	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Pteromalidae	* <i>Asaphes vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche), * <i>P. formosum</i> Walker
<i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860)	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Encyrtidae	* <i>Trechnites</i> sp.
		Pteromalidae	* <i>Asaphes suspensus</i> (Ness), * <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche), * <i>P. formosum</i> Walker
		Megaspilidae	* <i>Dendrocerus</i> sp.
<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	Pteromalidae	* <i>Asaphes suspensus</i> (Ness), * <i>A. vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron formosum</i> Walker, * <i>P. muscarum</i> L.
		Ichneumonidae	** <i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius)
<i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann, 1802)	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Pteromalidae	* <i>Pachyneuron muscarum</i> L.
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	<i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus dulcis</i> (Miller) D. A. Webb, <i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus persica</i> (L.), <i>Pyrus communis</i> L., <i>Cirsium arvensis</i> (L.) Scop.	Encyrtidae	** <i>Homalotylus</i> sp., * <i>Paratetracnemoidea</i> sp.
		Eulophidae	* <i>Tetrastichus</i> sp., ** <i>Baryscapus</i> sp.
		Pteromalidae	* <i>Asaphes vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche), * <i>P. formosum</i> Walker
		Scelionidae	* <i>Crytogaster vulgaris</i> Walker
		Ichneumonidae	** <i>Anomalon cruentatum</i> (Geoffroy), ** <i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius), ** <i>Syrphoctonus</i> sp.
<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius, 1775)	<i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus mahaleb</i> L.	Pteromalidae	* <i>Asaphes suspensus</i> (Ness), * <i>A. vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche)
		Perilampidae	* <i>Perilampus</i> sp.
		Ichneumonidae	** <i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius), ** <i>Lissonota</i> sp., ** <i>Syrphoctonus</i> sp.
<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus persica</i> (L.), <i>Malva nicaeensis</i> All.	Pteromalidae	* <i>Asaphes vulgaris</i> Walker, * <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouche)
		Ichneumonidae	** <i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius)

*Sekonder parazitoit

**Predatör parazitoiti

Çizelge 8. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2012-2013 yıllarında yaprakbitlerinden elde edilen fungus türleri

Elde Edilen Fungus Cins ya da Türleri	PDA Besiyeri	Yumurta Sarılı SDA Besiyeri	Fungusun Elde Edildiği Yaprakbiti Türü
<i>Alternaria</i> sp.	+	+	<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Aspergillus</i> sp.	+	+	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)
<i>Aureobasidium</i> sp.	+	-	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758), <i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776), <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Botrytis</i> sp.	+	+	<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Chaetomium</i> sp.	+	+	<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Cladosporium</i> sp.	+	+	<i>Brachycaudus (Thuleaphis) amygdalinus</i> (Schouteden, 1905), <i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843), <i>Brachycaudus (Acaudus) persicae</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (Linnaeus, 1761), <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Fusarium</i> sp.	+	-	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843), <i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Paecilomyces</i> sp.	-	+	<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843), <i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Rhizopus</i> sp.	-	+	<i>Dysaphis devectora</i> (Walker, 1849), <i>Dysaphis (Pomaphis) plantaginea</i> (Passerini, 1860), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762), <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Stemphylium</i> sp.	-	+	<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)
<i>Trichotesium roseum</i>	+	+	<i>Dysaphis (Pomaphis) pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)
<i>Ulocladium</i> sp.	-	+	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)
<i>Verticillium</i> sp.	-	+	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)

Çizelge 9. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında yabancı otlar üzerinde belirlenen yaprakbiti türleri

Yabancı Ot	Yabancı Otun Familyası	Yaprakbiti Türü
<i>Arctium minus</i> Bernh.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914, <i>Hayhurstia atriplicis</i> (Linnaeus, 1761)
<i>Cirsium arvensis</i> (L.) Scop.	Asteraceae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843), <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi)	Asteraceae	<i>Aphis fabae cirsiiacanthoidis</i> (Scopoli, 1763)
<i>Chondrilla juncea</i> L.	Asteraceae	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	Euphorbiaceae	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Glycyrrhiza</i> sp. L.	Fabaceae	<i>Aphis craccivora</i> (Koch, 1854)
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)
<i>Lapsona communis</i> subsp. <i>intermedia</i> (M. Bieb.) Hayek	Asteraceae	<i>Uroleucon cichorii</i> (Koch, 1855)
<i>Malva nicaeensis</i> All.	Malvaceae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776), <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, <i>Therioaphis (Pterocallidium) trifolii</i> (Monell, 1882)
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	Lamiaceae	<i>Aphis affinis</i> (del Guercio, 1911)
<i>Onopordum acanthium</i> L.	Asteraceae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
<i>Onopordum bracteatum</i> Boiss. Et Heldr.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758), <i>Rectinasus buxtoni</i> (Theobald, 1914)
<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	<i>Aphis rumicis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>subalpinus</i> (Schur)	Polygonaceae	<i>Aphis rumicis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Salvia verticillata</i> L.	Lamiaceae	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)
<i>Silene dichotoma</i> Ehrh.	Caryophyllaceae	<i>Aphidura picta</i> (Hille Ris Lambers, 1956)
<i>Sisymbrium</i> sp.	Brassicaceae	<i>Uroleucon cichorii</i> (Koch, 1855)
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	<i>Aphis fabae solanella</i> (Theobald, 1914)
<i>Sonchus asper</i> L.	Asteraceae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878), <i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Sonchus</i> sp. L.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Tragopogon bupthalmoides</i> var. <i>bupthalmoides</i> (DC) Boiss.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Appelia) tragopogonis</i> (Kaltenbach, 1843)
<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	Asteraceae	<i>Brachycaudus (Appelia) tragopogonis</i> (Kaltenbach, 1843)
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	<i>Microlophium carnosum</i> (Buckton, 1876)

Çizelge 10. Erzincan ve Gümüşhane illeri ılıman iklim meyve çeşitlerinde 2011-2013 yıllarında çalışma alanında ılıman iklim meyve türlerinde belirlenen yaprakbiti türlerinin tespit edilen sekonder konukçuları (yabancı otlar)

Yaprakbiti Türleri	Sekonder Konukçu Olan Yabancı Otlar
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	<i>Chondrilla juncea</i> L., <i>Lactuca serriola</i> L.
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	<i>Salvia verticillata</i> L.
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	<i>Chenopodium album</i> L.,
<i>Brachycaudus (Acaudus) cardui</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Arctium minus</i> Bernh., <i>Carduus pycnocephalus</i> L., <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit., <i>Onopordum bracteatum</i> Boiss. Et Heldr., <i>Sonchus</i> sp. L.
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	<i>Cirsium arvensis</i> (L.) Scop., <i>Onopordum acanthium</i> L.
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	<i>Cirsium arvensis</i> (L.) Scop.
<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> (Sulzer, 1776)	<i>Malva nicaeensis</i> All.

TARTIŞMA VE KANI

Bu çalışma sonucunda Erzincan ve Gümüşhane illerinde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve türlerinden elmada 9, armutta 6, ayvada 3; sert çekirdekli meyve türlerinden erikte 6, kayısıda 9, kızılıcıkta 1, kirazda 4, mahlepte 1, şeftalide 7, vişnede 4; sert kabuklu meyve türlerinden bademde 3 ve cevizde 2 adet olmak üzere Aphididae familyasına bağlı toplam 24 yaprakbiti türü tespit edilmiştir. Bu türler içerisinde *Aphis pomi* de Geer, *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), *Eriosoma lanigerum* (Hausm.), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Dysaphis devectora* (Walk.), *Dysaphis (Pomaphis) pyri* (Boyer de Fonscolombe), *Myzus cerasi* (F.) ve *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer)'nin diğer türlere göre doğada çok daha yaygın ve yoğun oldukları belirlenmiştir. Aslan (2004), Isparta ili ve ilçelerindeki meyve ağaçlarında 14 yaprakbiti türü saptamış ve bunlar içerisinde *A. pomi*, *Dysaphis (Pomaphis) plantaginea* Passerini ve *D. devectora*'nın en yaygın olan türler olduğunu ifade etmiştir. Daşçı and Güçlü (2008) tarafından Iğdır ovasındaki meyve ağaçlarında 4 yaprakbiti türü tespit edilmiş ve bunlardan *A. pomi* ve *H. pruni*'nin popülasyonlarının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Narmanlıoğlu and Güçlü (2008), İspir yöresinde yetiştirilen meyve ağaçlarında 12 yaprakbiti türünü tespit etmiş ve bunlar içerisinde *H. pruni* ve *Aphis craccivora* Koch.'nın daha yaygın ve yüksek popülasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Narmanlıoğlu (2013) tarafından Yukarı Çoruh Vadisi'nde yürütülen çalışma sonucunda, bölgede yetiştirilen meyve türlerinden elmada 6, erikte 5, armut, kayısı, şeftalide 3'er, vişnede 2, ayva, ceviz ve kirazda 1'er adet olmak üzere, Aphididae familyasına bağlı toplam 15 yaprakbiti türü tespit edilmiş ve bu türler içerisinde *A. pomi*, *H. pruni*, *D. devectora*, *D. (Pomaphis) pyri* ve *M. cerasi*'nin diğer türlerden daha yaygın ve yüksek popülasyonda olduğu ifade edilmiştir. Kaçar (2019) tarafından, Seben (Bolu) elma bahçelerinde yürütülen çalışma sonucunda, Aphididae familyasına bağlı *A. pomi*, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) ve *E. lanigerum* olmak üzere üç yaprakbiti türü tespit edilmiştir.

Çalışmada kızılıcık üzerinde bulunan *Anoecia corni* (Fabricius)'nin, kızılıcık ağaçları haricinde elma, erik ve kiraz ağaçlarında, özellikle sonbaharda, kanatlı bireylerine rastlanmış, ancak bu yaprakbiti türünün bu sayılan meyve ağaçları üzerinde popülasyon oluşturmadığı tespit edilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda da *A. corni*'nin konukçuları taranmış ancak konukçuları arasında elma, erik ve kirazın olmadığı saptanmıştır. Nitekim çalışmamız sonucunda *A. corni*'nin elma, erik ve kiraz ağaçlarında çoğalması veya popülasyon oluşturması söz konusu olmadığı için bu yaprakbiti türü için elma, erik ve kiraz konukçu olarak değerlendirilmemiştir.

Yaprakbiti türleri üzerinde beslenen Forficulidae, Anthocoridae, Miridae, Reduviidae, Nabidae, Chrysopidae, Mantispidae, Raphiidae, Coccinellidae, Syrphidae, Chamaemyiidae ve Hybotidae familyalarından toplam 65 predatör tür belirlenmiştir. Ayrıca bu predatör türler içerisinde *Orius minutus* (Linnaeus), *Anthocoris nemoralis* (Fabricius), (Hemiptera: Anthocoridae), *Deraeocoris (Knightocapsus) lutescens* (Sch.), *Deraeocoris (Camptobrochis) serenus* (Douglas & Scott), *Deraeocoris rutilus* (Heriich-Schaeffer) (Hemiptera: Miridae), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), *Adalia fasciatopunctata revelierei* (Mulsant), *Adalia bipunctata* (Linnaeus), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus), *Oenopia (Synharmonia) conglobata* (Linnaeus), *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus), *Scymnus pallipediformis* Günther, *Stethorus punctillum* Weise, *Scymnus subvillosus* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), *Eupeodes corollae* (Fabricius), *Episyrphus balteatus* De Geer, *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus) (Diptera: Syrphidae) ve *Leucopis* sp. (Diptera: Chamaemyiidae) yaygın, yoğun ve ümitvar türler olarak tespit edilmiştir. Aslan (2004), Isparta ili meyve ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri üzerinde 12; Daşçı and Güçlü (2008), Iğdır ovasındaki meyve ağaçlarında tespit ettiği 4 yaprakbiti türü üzerinde bulunan 13; Narmanlıoğlu and Güçlü (2008), İspir yöresinde yetiştirilen meyve ağaçlarında tespit ettiği 12 yaprakbiti türü üzerinde 15 predatör tür belirlemişlerdir. Narmanlıoğlu (2013), ılıman iklim meyve türlerinde bulunan yaprakbiti türleri üzerinde beslenen toplam 43 predatör tür tespit etmiş ve bunlar içerisinde *A. bipunctata*, *A. decempunctata* (Linnaeus), *A. fasciatopunctata revelierei*, *C. septempunctata*, *O. (Synharmonia) conglobata*, *Propylaea quatuordecimpunctata* (Linnaeus), *S. pallipediformis*, *S. (Pullus) subvillosus* (Coleoptera: Coccinellidae), *E. balteatus* (Diptera: Syrphidae) ve *Leucopis* sp. (Diptera: Chamaemyiidae)'nin yöredeki en yaygın türler olduğunu belirtmiştir.

Çalışma sonucunda belirlenen bu yaprakbiti türleri üzerinde Braconidae familyasına mensup 10 adet ve Aphelinidae familyasına mensup 1 adet olmak üzere toplam 11 adet parazitoit tür saptanmıştır. Bu türler içerisinde *Aphidius ambiguus* (Haliday), *Aphidius eadyi* (Starý, González&Hall), *Trioxys pallidus* (Haliday), *Praon dorsale* (Haliday) (Braconidae) ve *Aphelinus mali* (Haldeman) (Aphelinidae)'nin yörede yaygın ve yoğun bulunan türler olduğu saptanmıştır. Aslan (2004) tarafından, Isparta ilinde meyve ağaçları üzerinde yürütülen çalışmada Braconidae, Aphelinidae ve Pteromalidae familyalarına mensup toplam 8 adet parazitoit tür tespit edilmiştir. Daşçı and Güçlü (2008), Iğdır ovasındaki meyve ağaçlarında yürüttüğü çalışmada Braconidae familyasına mensup 3 adet parazitoit tür saptanmıştır. Narmanlıoğlu and Güçlü (2008), İspir

yöresinde yetiştirilen meyve ağaçları üzerinde yürüttüğü çalışmada Braconidae familyasına mensup 3 adet parazitoit tür tespit etmiştir. Güleç (2011), Antalya şehri park alanlarında yürüttüğü çalışmada yaprakbitleri üzerinden 15 adet parazitoit tür tespit etmiş ve bunlardan *A. colemani*, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Braconidae) ve *Aphelinus* spp. (Aphelinidae)'nin yoğun olduğunu belirtmiştir. Narmanlıoğlu (2013) Çoruh vadisinde yürüttüğü çalışmada meyve ağaçları üzerinde tespit ettiği yaprakbiti türleri üzerinden 8 adet parazitoit tür tespit etmiş ve bunlar içerisinde *Aphidius ervi* Haliday, *A. colemani* Viereck ve *Praon volucre* (Haliday) (Braconidae)'nin yöredeki en yaygın türler olduğunu ifade etmiştir.

Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Perilampidae, Pteromalidae, Scelionidae familyalarına mensup toplam 13 sekonder parazitoit tür ve Encyrtidae, Eulophidae, Ichneumonidae familyalarına mensup toplam 9 predatör parazitoiti tür çalışma sonucunda tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde sekonder parazitoit türler olan *Asaphes suspensus* (Ness), *A. vulgaris* Walker, *Pachyneuron aphidis* (Bouche), *P. formosum* Walker (Pteromalidae) ve predatör parazitoiti türler olan *Diplazon laetatorius* (Fabricius) ve *Syrphoctonus* sp. (Ichneumonidae)'nin daha yoğun olarak bulunan türler olduğu tespit edilmiştir. Güleç (2011), Pteromalidae, Cynipidae, Ceraphronidae familyalarından sekonder parazitoit türler tespit etmiştir. Narmanlıoğlu (2013), Megaspilidae, Pteromalidae, Ichneumonidae familyalarına mensup toplam 4 sekonder parazitoit ve Encyrtidae, Figitidae, Pteromalidae ve Ichneumonidae familyalarına mensup toplam 8 adet predatör parazitoiti tür tespit etmiştir.

Entomopatojen fungusların elde edilmesi amacı ile yapılan çalışmalar sonucunda hastalıklı yaprakbiti örneklerinden 15 fungus cins ya da türü tespit edilmiştir. Bunlardan entomopatojen olarak *Cladosporium* sp. ve *Paecilomyces* sp. belirlenirken, yaprakbitleri üzerinde bulunan 13 cins ya da tür fungus tespit edilmiştir. Öncüler and Erkin (1986), yaptıkları çalışma sonucunda *Acyrtosiphon pisum* (Harr.) yaprakbiti üzerinde *Erynia neoaphidis* Remaud, et Hennb.'in etkili olduğunu saptamıştır. Abdel-Baky (2000), *Cladosporium* türlerinin yaprakbiti ve beyazsineklerle karşı etkili entomopatojen fungus türleri olduğunu belirtmiştir. Barta (2004) yapmış olduğu çalışma sonucunda, toplam 70 adet yaprakbiti türü üzerinde *Conidiobolus obscurus* (Hall et Dunn) Remaudiere et Keller, *C. thromboides* Drechsler (Ancylistaceae), *Entomophthora planchoniana* Cornu, *Erynia erinacea* (Ben-Ze'ev et Kenneth) Remaudiere et Hennebert, *Pandora neoaphidis* (Remaudiere et Hennebert) Humber, *P. nouryi* (Remaudiere et Hennebert) Humber, *P. uroleuconii* Barta et Cagan, *Zoophthora aphidis* (Hoffman

in Fresenius) Remaudiere et Hennebert, *Z. occidentalis* (Thaxter) Batko, *Z. phalloides* Batko, *Z. radicans* (Brefeld) Batko (Entomophthoraceae), *Neozygites cinarae* Keller, *N. fresenii* (Nowakowski) Remaudiere et Keller, *N. microlophii* Keller ve *N. turbinata* (Kenneth) Remaudiere et Keller (Neozygiteaceae) olmak üzere 15 adet entomopatojen tür tespit etmiştir. Barta and Cagan (2006), *Batkoa apiculata* (Thaxter) Humber, *B. major* (Thaxter) Humber, *Conidiobolus coronatus* (Costantin) Batko, *C. destruens* (Weiser et Batko) Ben-Ze'ev, *C. obscurus* (Hall et Dunn) Remaudiere et Keller, *C. osmodes* Drechsler, *C. thromboides* Drechsler, *Entomophthora* (Fresenius) *chromaphidis* Burger et Swain, *E. planchoniana* Cornu, *E. pyriformis* (Thoizon) Balazy, *E. sensu* Remaudiere et Keller, *Erynia conica* (Nowakowski) Remaudiere et Hennebert, *E. erinacea* (Ben-Ze'ev et Kenneth) Remaudiere et Hennebert, *Neozygites cinarae* Keller, *N. fresenii* (Nowakowski) Remaudiere et Keller, *N. lageniformis* (Thaxter) Remaudiere et Keller, *N. lecanii* (Zimmermann) Balazy, *N. microlophii* Keller, *N. remaudierei* S. Keller, *N. slavi* S. Keller, *N. turbinata* (Kenneth) Remaudiere et Keller, *Pandora delphacis* (Hori) Humber, *P. kondoiensis* (Milner) Humber, *P. neoaphidis* (Remaudiere et Hennebert) Humber, *P. nouryi* (Remaudiere et Hennebert) Humber, *P. uroleuconii* Barta et Cagan, *Tarichium atospermum* (Petch) Balazy, *Zoophthora anhuiensis* (Li) Humber, *Z. aphidis* (Hoffman in Fresenius) Remaudiere et Hennebert, *Z. canadensis* (MacLeod, Tyrrell et Soper) Remaudiere et Hennebert, *Z. occidentalis* (Thaxter) Batko, *Z. orientalis* Ben-Ze'ev et Kenneth, *Z. phalloides* Batko, *Z. radicans* (Brefeld) Batko fungus türlerinin yaprakbitleri üzerinde etkili olan entomopatojen türler olduğunu belirtmişlerdir. Wakil et al. (2012), *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson'un *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Narmanlıoğlu (2013) yürüttüğü çalışma sonucunda *H. pruni* üzerinden *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Botrytis* sp., *Stemphylium* sp., *Aureobasidium* sp. ve *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill.'yı tespit etmiştir.

Çalışmanın sekonder konukçuların belirlenmesi kısmında, meyve ağaçlarının bulunduğu yerlerde ve çevrelerinde 22 adet yaprakbiti türü 28 adet yabancı ot üzerinde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda bu yabancı otlardan 13 adedi bölgede meyve ağaçlarından elde edilen yaprakbiti türlerinin sekonder konukçusu olarak belirlenmiş ve bunlar üzerinden meyve ağaçlarında da bulunan *Aphis fabae* Scopoli, *A. gossypii* Glover, *A. spiraeicola* Patch, *Brachycaudus (Acaudus) cardui* (Linnaeus), *B. helichrysi*, *H. pruni* ve *M. (Nectarosiphon) persicae* olmak üzere toplam 7 adet yaprakbiti türü tespit edilmiştir. Özdemir (2004), Ankara ili ve ilçelerindeki yabancı otlar üzerinde toplam 81 adet yaprakbiti türü belirlenmiş ve bu türler içerisinde A.

craccivora Koch., *A. fabae*, *B. (Acaudus) cardui*, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus), *Hayhurstia atriplicis* (Linnaeus), *Hyadaphis coriandri* (Das), *Hyperomyzus lactucae* (Linnaeus), *M. (Nectarosiphon) persicae* ve *Uroleucon sonchi* (Linnaeus)'nin konukçu sayısı fazla olan türler olduğunu, bu türlerin kültür bitkilerinin yanında yabancı otlar üzerinde de oldukça yaygınlık gösterdiğini ifade etmiştir.

Erzincan ve Gümüşhane ilinde yapılan bu çalışma sonucu belirlenen yaprakbitlerinin doğrudan kültür bitkilerinde yaptığı ekonomik kayıpların yanı sıra, dolaylı olarak bitkilerde hastalık oluşturan virüslerin naklinde de rol oynamaları oldukça önemlidir. Kültür bitkileri ile sekonder konukçular olan yabancı otlar arasında devamlılık gösteren konukçu değişimi, yabancı otların bitki virüslerine de konukçuluk yapmasından dolayı önem arz etmektedir. Nitekim meyve bahçelerinin veya alanlarının etrafındaki sebze ve yabancı otlarda saptanan yaprakbitlerinin potansiyel birer zarar oluşturması her zaman söz konusu olacaktır. Dolayısıyla bu konuya gereken önem verilmesi ve birçok disiplin tarafından çok yönlü çalışılması gerekmektedir.

Sonuç olarak yaprakbiti doğal düşmanlarının tür sayısı bakımından fazla olması, özellikle de bu çalışmada belirlenen Dermaptera takımına bağlı Forficulidae; Hemiptera takımına bağlı Anthocoridae, Miridae, Reduviidae ve Nabidae; Neuroptera takımına bağlı Chrysopidae, Raphiidae ve Mantispidae; Coleoptera takımına bağlı Coccinellidae; Diptera takımına bağlı Syrphidae, Chamaemyiidae ve Hybotidae familyalarında yer alan predatör türler ile Hymenoptera takımına bağlı Braconidae ve Aphelinidae familyalarında yer alan parazitoit türlerin yaygın olması biyolojik mücadele açısından oldukça önem arz etmektedir. Biyolojik mücadele çalışmalarına temel oluşturacak veriler bu çalışma ile elde edilmiş ve ileride yaprakbitleri ile ilgili biyolojik mücadele çalışmalarında doğal düşmanların etkinliklerinin belirlenmesi gerektiği kanısına varılmıştır. Ancak yaprakbitleri ile doğal düşmanları arasındaki etkileşimin belirlenmesi amacıyla daha fazla sayıda ve detaylı çalışmaların yapılmasıyla kesin bir kaniye varılabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Doktora Tezinden (Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı) hazırlanmış olup Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM- BS-11/04-02/01-18) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TAGEM'e ve Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederiz. Ayrıca Forficulidae familyasına bağlı türlerin teşhislerinde yardımcı olan Sayın Prof.Dr. Ali DEMİRİSOY (Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'a,

Miridae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Sayın Prof. Dr. Meral FENT (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'e, Neuroptera takımına ait türlerin teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Ali SATAR (Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'a, Coccinellidae familyasına ait türlerin teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Nedim UYGUN (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'a, Syrphidae familyasına ait türlerin teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Rüstem HAYAT (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'a, Hybotidae familyasına ait türlerin teşhisini yapan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Cemal ÇİFTÇİ (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'ye, Aphididae familyasına bağlı türlerin teşhislerinde yardımcı olan Sayın Dr. Işıl ÖZDEMİR (Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü)'e ve Anthocoridae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Sayın Dr. Gülten YAZICI (Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü)'ya, Chalcidoidea üst familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Mikdat DOĞANLAR (Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü)'a, Ichneumonidae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Saliha ÇORUH (Atatürk Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü)'a, Braconidae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Sayın Doç.Dr. Coşkun GÜÇLÜ (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü)'ye, entomopatojen fungusların teşhisini yapan Sayın Prof.Dr. Cafer EKEN (Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü)'e, yaprakbitlerinin sekonder konukçuları olan yabancı otların teşhislerini yapan Prof. Dr. Ali KANDEMİR (Erzincan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'e teşekkür ederiz.

ÖZET

Bu çalışma, Erzincan ve Gümüşhane illerinde yetiştirilen ılıman iklim meyve türlerinde bulunan yaprakbiti türleri ile doğal düşmanlarının tespit edilmesi amacıyla 2011-2013 yıllarında yapılmıştır. Örnekleme, yaprakbiti popülasyonunun yoğun olduğu ilkbahar (mayıs-haziran) ve sonbahar aylarında (eylül-ekim) iki haftada bir, yoğunluğun azaldığı yaz aylarında (temmuz-ağustos) ise ayda bir kez yapılmıştır. Çalışma sonucunda *Aphis*, *Anuraphis*, *Anoecia*, *Brachycaudus*, *Chromaphis*, *Dysaphis*, *Eriosoma*, *Hyalopterus*, *Myzus*, *Ovatus*, *Panaphis*, *Pterochloroides* ve *Rhopalosiphum* (Hemiptera: Aphididae) cinslerine giren toplam 24 yaprakbiti türü ve bu türlerin 13 sekonder konukçusu tespit edilmiştir. Bu yaprakbitlerinin doğal düşmanları olarak 65 predatör, 11 parazitoit ve 2 entomopatojen olmak üzere toplam 78 tür saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Aphididae, doğal düşman, Erzincan, Gümüşhane, ılıman iklim meyve, sekonder konukçu

KAYNAKLAR

- Abdel-Baky N.F., 2000. *Clodsporium* spp. an entomopathogenic fungus for controlling whiteflies and aphids in Egypt. Pakistan Journal of Biological Science, 3 (10), 1662-1667.
- Abdel-Baky N.F., Abdel-Salam A.H., 2003. Natural incidence of *Clodsporium* spp. as a bio-control agent against whiteflies and aphids in Egypt. Journal Applied Entomology, 127 (4), 228-235.
- Alaserhat İ., 2019. Erzincan ili elma ağaçlarında bulunan zararlı ve faydalı böcek türleri ile bazı önemli zararlı türlerin doğada görülme zamanı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17, 1116-1124.
- Anonim 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Cilt: 4, 388 s., Ankara.
- Aslan B., 2004. Isparta ili ve ilçelerinde meyve ağaçlarında zararlı yaprakbiti (Homoptera: Aphidoidea) türleri ve doğal düşmanları üzerine çalışmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 66 s., Isparta.
- Aslan M.M., 2002. Kahramanmaraş ilinde Aphidoidea (Homoptera) türleri ile bunların parazitoid ve predatörlerinin saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, 134 s., Adana.
- Balogun S.A., Fagade O.E., 2004. Entomopathogenic fungi in population of *Zonocerus variegatus* (L.) in Ibadian, Southwest Nigeria. African Journal of Biotechnology, 3 (8), 382-386.
- Barta M., 2004. Fungi of the order entomophthorales infecting aphids in Slovakia. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiology and Food Researches, Unpublished Ph.D. thesis, 247 p., Nitra-Slovakia.
- Barta M., Cagan L., 2006. Aphid-pathogenic entomophthorales (their taxonomy, biology and ecology). Biologia, Bratislava, 61 (21), 543-616.
- Bissel T.L., 1978. Aphids on Juglandaceae in North America. University of Maryland Agricultural Experiment Station Contribution, 911, 78 p, Maryland, USA.
- Blackman R.L., Eastop V.F., 1984. Aphids on the world's crops: an identification guide. A Wiley. Interscience Publication, 466 p, London, England.
- Blackman R.L., Eastop V.F., 1994. Aphids on the world's trees: an identification and information guide. CAB International, Department of Entomology the Natural History Museum, 986+16 p, London, England.
- Blackman R.L., Eastop V.F., 2000. Aphids on the world's crops: an identification guide. Second Edition. A Wiley. The Natural History Museum Interscience Publication, 414 p, London, England.
- Blackman R.L., Eastop V.F. 2020. Aphids of the world's plants. an online identification and information guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info/Introduction.htm> (erişim tarihi: 05.03.2020).
- Bodenheimer F.S., Swirski E., 1957. The Aphidodea of the Middle East. The Weizmann Science Press of Israel, 378 p., Jerusalem, Israel.
- Bora T., Karaca İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, No: 167, 3-43, İzmir.
- Börner C., Heinze K., 1957. Aphidina - Aphidoidea. In: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Sorauer P., (Ed.). 5th ed. Paul Parey, Berlin, 1-402 p. Daşcı E., Güçlü Ş., 2008. İğdir ovasında meyve ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri (Hemiptera: Aphididae) ve doğal düşmanları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39 (1), 71-73.
- Eastop V.F., 1971. Keys for the identification of Acyrtosiphon (Hemiptera: Aphididae). Bulletin of British Museum (Natural History) Entomology, 26 (1), 1-115.
- Eastop V.F., 1972. A taxonomic review of the species of *Cinara curtis* occurring in Britain (Hemiptera: Aphididae). Bulletin of British Museum (Natural History) Entomology, 27 (2), 1-186.
- Eastop V.F., Hille Ris Lambers D., 1976. Survey of the world's aphids. The Hague: W. Junk, 573 p.
- Eken C., Tozlu G., Dane E., Çoruh S., Demirci E., 2006. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) to larvae of the small poplar Longhorn beetle, *Saperda populnea* (Coleoptera: Cerambycidae). Mycopathologia, 162 (1), 69-71.
- Hille Ris Lambers D., 1945. De Bloedvlekkenluis van Appel, *Sappaphis devector* (Wlk). Tijdschrift over plantenziekten, 51, 57-66.
- Hille Ris Lambers D., 1947a. Contributions to a monograph of the Aphididae of Europe. III. Temminckia, 7, 179-319.
- Hille Ris Lambers D., 1947b. On some mainly Western European aphids. Zoologische Mededeelingen, 28, 291-333.
- Hille Ris Lambers D., 1949. Contribution to a monograph of the Aphididae of Europe. Temminckia, 3, 282-285.
- Hille Ris Lambers D., 1950. On mounting aphids and other soft skinned insects. Entomologische Berichten, 13, 55-58.

- Hille Ris Lambers D., 1969. Four new species of Cavariella del Guercio, 1911 (Homoptera: Aphididae). Estratto Dalle Memorie Della Societe Entomologica Italiana, 48, 285-299.
- Hille Ris Lambers D. 1973. Notes on some oriental aphids. Orient. Insects, 7, 239-258.
- Güleç G., 2011. Antalya şehri park alanlarında Aphidoidea (Hemiptera) türlerinin saptanması ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, 348 s., Ankara.
- Kaçar G., 2019. Seben (Bolu) elma bahçelerinde belirlenen zararlı, yararlı türler ve biyokolojileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5 (2), 286-291.
- Kaplan M., 2019. Diyarbakır ili bazı kiraz bahçelerinde bulunan zararlı ve faydalı böcek türleri ile bazı önemli zararlı türlerin doğada görülme zamanı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17, 283-289.
- Lazarov A., Grigorov P., 1961. Karantina na rastenijata. Zemizdat, Sofia, 258 p.
- Lodos N., 1986. Türkiye entomolojisi II (genel, uygulamalı ve faunistik). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 429, 580 s., İzmir.
- Matheus R.E.F., 1993. Diagnosis of plant virus diseases. CRS Press Inc, 374 p, Boca Raton, Florida.
- Narmanlıoğlu H.K., Güçlü Ş., 2008. İspir (Erzurum) ilçesinde meyve ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri (Hemiptera: Aphidiade) ve doğal düşmanları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39 (2), 225-229.
- Narmanlıoğlu H.K., 2013. Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen ılıman iklim meyvelerindeki aphididae (Hemiptera) türleri ve bunların doğal düşmanları. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 168 s., Erzurum.
- Ölmez Bayhan S., Ulusoy M.R., 2002. Diyarbakır ilinde Aphidoidea üst familyasına bağlı türlerin predatörlerinin belirlenmesi, 463 s. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 4-7 Eylül, 2002, Erzurum, 237-246 s.
- Ölmez Bayhan S., Özdemir I., 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Aphidoidea (Hemiptera) türleri, konukçuları ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar (Sonuç Raporu) (Yayınlanmamış). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, 32 s., Ankara.
- Öncüler C., Erkin E., 1986. Erynia neoaphidis Remaud. Et Henb. (Entomophthorales: Entomophthoraceae)'nin *Acyrtosiphon pisum* (Harr.) (Hemiptera: Aphididae)'a patojenitesi üzerine çalışmalar, 475 s. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, 12-14 Şubat 1986, Adana, 264-269 s.
- Özbek H., Güçlü Ş., Hayat R., Yıldırım E., 1998. Meyve, bağ ve bazı süs bitkileri zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 323, 357 s., Erzurum.
- Özdemir I., 2004. Ankara ilinde otsu bitkilerde aphidoidea türleri üzerinde taksonomik araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, 208 s., Ankara.
- Papierok B., Hajek A.E., 1997. Fungi: entomophthorales. In: Manual of Techniques in Insect Pathology, Lacey, L. (Ed.). Academic Press, San Diego, Mexico, 187-212.
- Remaudiere G. 1954. Deuxieme addition a la liste des *Dactynotina eve Myzinae* (Hem. Aphidoidea) de la faune Française. Revue de Pathologie Végétale et d'entomologie Agricole de France, 4, 232-240.
- Remaudiere G., Remaudiere M., 1997. Catalogue des Aphididae du Monde (of the world's Aphididae) Homoptera, Aphidoidea. Preface Par Eastop V.F., INRA Editions, 473 p.
- Shaposhnikov G.K., 1964. Suborder aphidinea-plant lice. In: Keys to the Insects of the European Part on the USSR. Bei-Bienko G., (Ed.). Moscow and Leningrad, Russian, 616-799.
- Stroyan H.L.G., 1961. Identification of aphids living on Citrus. FAO Plant Protection Bulletin, 9 (4), 45-65.
- Stroyan H.L.G., 1963. The British species of *Dysaphis* Börner (*Sappaphis auctti* nec Mats.) Part II. Her Majesty's Stationery Office, 119 p, London, England.
- Stroyan H.L.G., 1977. Hemiptera, Aphidoidea (Part), Chatophoridae and Callaphidae. Handbooks for the Identification of British Insects. II, Part 4 (a). Royal Entomology Society of London, 130 p.
- Stroyan H.L.G., 1984. Aphids-pterocommatinae and aphidinae (Aphidini) Hemiptera: Aphididae. Handbooks for the Identification of British Insects. Royal Entomology Society of London, 2 (6), 232.
- Tuatay N., Remaudiere G., 1964. Premiere contribution au catalogue des Aphididae (Homoptera) de la Turquie. Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France, 43 (4), 243-278.
- TÜİK 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu,
- <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (erişim tarihi: 03.03.2020).
- Ülkümen L., 1973. Bağ-bahçe ziraatı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128, 404 s., Erzurum.

Wakil W., Ghazanfar M.U., Kwon Y.J., Ullah E., Islam S., Ali K., 2012. Testing *Paecilomyces lilacinus*, diatomaceous earth and *Azadirachta indica* alone and in combination against cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) (Insecta: Hemiptera: Aphididae). African Journal of Biotechnology, 11 (4), 821-828.

Yoldaş Z., Koçlu T., Güncan A., 2007. İzmir ilinde turuncgillerde bulunan yaprakbiti türleri ile doğal düşmanları arasındaki ilişkiler, 342 s. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 21 s.

Yumruktepe R., 1993. Doğu Akdeniz bölgesi turuncgil bahçelerinde zararlı olan yaprakbiti (Hemiptera: Aphidiade) türleri, tanınmaları, yayılışları, doğal düşmanları, popülasyon dalgalanmaları ve kimyasal mücadelesi üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, 127 s., Adana.

Cite this article: Alaserhat, İ, Güçlü, Ş. (2020). Aphid species (Hemiptera: Aphididae), their natural enemies and secondary hosts on temperate fruit species. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.703254

Atıf için: Alaserhat, İ, Güçlü, Ş. (2020). Ilıman iklim meyve türlerinde bulunan Aphid türleri (Hemiptera: Aphididae), doğal düşmanları ve sekonder konukçuları. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.703254

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Citrus aphids (Hemiptera: Aphididae): incidence, population fluctuations, host plant and age preferences

Turunçgil yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae): bulaşıklık oranları, popülasyon dalgalanmaları, konukçu bitki ve yaş tercihleri

Serdar SATAR^{a*}, Mehmet KARACAOĞLU^b, Gül SATAR^c, Nedim UYGUN^a

^aÇukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 01330, Balcalı, Sarıçam, Adana, Turkey

^bMalatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Alacakapı Kırkgöz str. No:70, 44210, Battalgazi, Malatya, Turkey

^cÇukurova University, Biotechnology Research and Application Center, 01330 Balcalı, Sarıçam, Adana, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.735958](https://doi.org/10.16955/bitkorb.735958)

Received : 12-05-2020

Accepted : 23-11-2020

Keywords:

Aphis, host preference, population fluctuation, age preference, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, *Myzus persicae*

* Corresponding author: Serdar SATAR

✉ hserhat@cu.edu.tr

ABSTRACT

Citrus plantations are suffered from many different pest species in East Mediterranean Region. Among them, aphids (Hemiptera: Aphididae) are one of the important groups. Some species such as *Aphis gossypii* Glover, *Aphis spiraecola* Patch, *Aphis craccivora* Koch, *Aphis (Toxoptera) aurantii* (Boyer de Fanscolombe) and *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) cause harm especially young citrus orchards. This study aimed to investigate regional distribution, seasonal fluctuation, host and host age preferences within citrus species of these aphid species in 15 sub-regions from Adana, Hatay, Osmaniye and Mersin between 2007 and 2009. While the mandarin was more preferred than other citrus species, grapefruit was the least preferred citrus species among in all the three provinces. Among the citrus species in the Mersin region, *A. spiraecola* was the most common in lemons, while *A. (T.) aurantii* preferred mandarin compare to others. In Adana and Hatay regions, mandarin was the most preferred citrus species for all aphid species except *M. (N.) persicae*. Aphid preferences depending on the age showed differences in citrus age scale by region. *A. (T.) aurantii*, on the other hand, had the highest rate of presence between the ages of 11-20 in Hatay and between the ages 21-40 in Mersin. The prevalence of citrus varieties in Adana and Hatay parallely affected the distribution of aphids. However, *A. spiraecola* was dominant aphid species on the lemon. Adana, which has a richer flora compared to Mersin and Hatay regions, has been determined the highest aphid density in different species. The fact that *Aphis goosypii* and *A. spiraecola* create up to 30-40% infections rate in citrus orchards not only in spring, but also in July, and intense again in autumn have made these pests harmful for four seasons.

INTRODUCTION

Citrus is one of the essential exporting crops of Turkey, and its plantation area is rapidly increasing in the agricultural

sector. Its production is limited to coastal areas of Turkey that are West, South, and North East of Turkey under

the Mediterranean climate. Parallel to this development, the number and the population of pests, diseases, and weeds, causing significant crop losses, are escalating. *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraeicola* Patch, *A. craccivora* Koch, *Aphis (Toxoptera) aurantii* (Boyer de Fonscolombe), and *Myzus (N.) persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) were considered as important pest group of citrus orchards (Satar et al. 2014, Uygun and Satar 2008). The literature studies show that *A. gossypii*, *A. spiraeicola* are the most common species and *A. gossypii* especially has many parasitoid species at Mediterranean Region (Kavallieratos and Lykouressis 1999, Mendoza et al. 2001, Satar et al. 2014, Stary et al. 1988, Toros et al. 2002, Tremblay et al. 1980). Aphids damage to plants by sucking the sap directly, by causing fumagin, and transmitting virus and virus-like organisms indirectly. The pest group is especially harmful to newly planted areas by preventing the development of the plant, because of preferring young shoots. The pest also causes losses at cotton and vegetables are generally controlled by intensive insecticide usage that gives rise to the development of insecticide resistance (Ulusoy et al. 2018). Because of the wide distribution and insecticide-resistant peculiarity of *A. gossypii* in this group, they are difficult to control. To get rid of all the negative effects of chemical control and benefiting from the high number of natural enemies of *A. gossypii* in nature, the farmers are forced to evolve a biological control program in the Integrated Pest Management (IPM) strategy.

Biology, population dynamics, and the ecology of the pest should be considered for successfully control in the IPM strategy. Researches about seasonal changing provide many ideas like interactions between an insect and its environments, such as creating efficient sampling programs for population estimation, pest management, and the development of population models (Dubey and Singh 2011). Yumruktepe and Uygun (1994) and Satar et al. (1998) emphasized that grapefruits are less preferred by the common two aphid species, *A. spiraeicola* and *A. gossypii*, on citrus. Satar and Uygun (2008, 2011) observed two species at the different periods which *A. gossypii* is between May and July, *A. spiraeicola* is from the beginning of August till the end of September in citrus orchards in Adana.

Studies on aphids are generally carried out on population density in a few sub-regions. This study was planned and conducted at all citrus production areas in the Eastern Mediterranean Region have different ecologies. In this way, it has been possible to compare the distribution of aphid species, which are a significant pest in the whole region, with each other. Thus, many ecological characteristics of aphid species, which are harmful in citrus fruits, such as host plant

preference, plant age, regional distribution, regional age, and plant species preference, have been determined and the effect of climate on these characteristics has been discussed.

MATERIALS AND METHODS

The East Mediterranean Region separated 15 sub-regions; Center, Silifke, Erdemli, Mezitli-Kuyuluk, Tarsus, Yenice from Mersin; Yüreğir, Seyhan, Karataş, Ceyhan, Kozan, Kadirli-Toprakkale from Adana; Erzincan, Dört Eylül, İskenderun-Arsuz from Hatay in three provinces concerning their ecology and geography to detect the prevalence and distributions of aphid species according to Bora and Karaca (1970). These sub-regions were surveyed one time per month from May 2007 to June 2009 (Figure 1). Minimum ten citrus orchards that were detected in each sub-region were visited monthly. During the study, the orchard were selected randomly in each sub-region. But generally citrus growing area in each region accumulated in some locations of the each sub-region. Therefore, all the time visited orchards was on the same layer in every month.



Figure 1. The GPS coordinates of the citrus orchards where citrus aphids are studied in the Eastern Mediterranean Region of Turkey (Satellite image from Google Earth)

These orchards were traversed crosswise, and a total of 100 shoots were checked three shoots from each tree. The density of each aphid species was determined using the 0-6 scale given in Table 1 (Anonymous 1990).

Table 1. The scale used in aphid counting in citrus aphid survey

Scale value	Number of aphids		
	Lower limit	Upper limit	Limit average
0	0	0	0
1	1	2	2
2	3	10	7
3	11	30	20
4	31	100	70
5	101	300	200
6	301	1000	700

Preparation of the aphids collected from the field was done by Hille Ris Lambers (1950) methods and they were identified by researchers in this project, unidentified materials were sent to Dr. Işıl Özdemir.

The percentage rate of each aphid species according to plant age and species and the provinces were calculated by dividing the number of an aphid species to total aphid number for each condition.

RESULTS AND DISCUSSION

This study aimed to detect aphid species and population fluctuation in the East Mediterranean Region. For this aim, the total 4000 visits to 953 citrus orchards in Mersin, Adana, and Hatay provinces were conducted. 1597 visits to 359 orchards from six subregions in Adana and 1610 visits to 398 orchards from six sub-regions in Mersin, and 793 visits to 196 orchards from three sub-regions in Hatay were investigated to detect the citrus aphid species and their densities with their orchards specifications from the middle of 2007 to 2009. Lemon (56%) in Mersin, orange (35%) and mandarin (32%) in Adana, and mandarin (61%) in Hatay was the dominant citrus plantations (Figure 2).

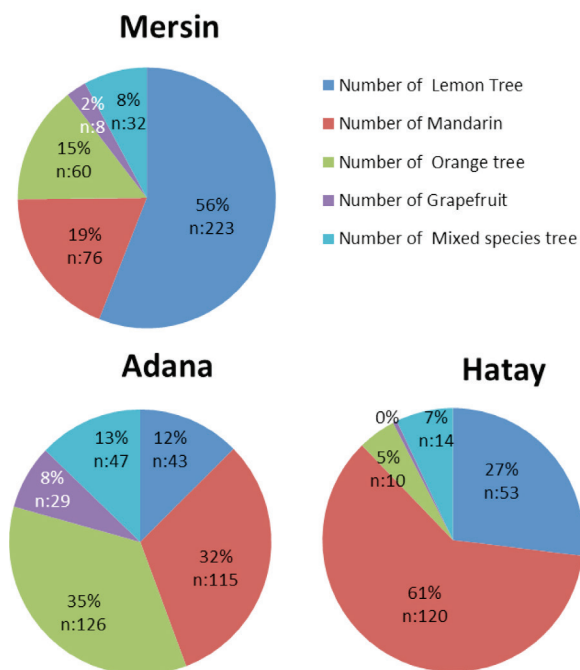


Figure 2. Surveyed citrus orchard percentage and distribution according to species between 2007-2009 in East Mediterranean Region

A. gossypii, *A. spiraecola*, *A. craccivora*, *A. (T.) aurantii*, and *M. (N.) persicae* were five common aphid species in the East Mediterranean Region while *A. gossypii* and *A. spiraecola* were detected as dominant ones. *Aphis spiraecola* was found

in the highest with 64% in the province of Mersin, with 56% in Hatay, and 44% in Adana. *Aphis gossypii* has detected at the highest rate with 51% in Adana followed by Hatay and Mersin. Other species were detected at a very low rate (Figure 3). Many researchers in their country supported these findings. Hermoso de Mendoza et al. (1998) also stated that the dominant aphid species in citrus areas in the Eastern Mediterranean were *A. spiroecola* and *A. gossypii*. Pelosi et al. (1996) carried out aphid population fluctuation with traps in the orange orchard in the province of Florida, USA. The results revealed that the most common species were *Aphis spiroecola* (49.3%), *A. gossypii* (14.1%), *A. craccivora* (3.4%), for *A. (T.) aurantii* (2.9%), *Macrosiphum euphorbiae* (1.4%), and *M. (N.) persicae* (1.3%), respectively. In the region, *A. spiroecola* and *A. gossypii* have also reported a higher population than other species (Satar and Uygun 2008, 2011, Yumruktepe and Uygun 1994) indicated that *A. spiroecola* and *A. gossypii* stand out in citrus orchards in their study.

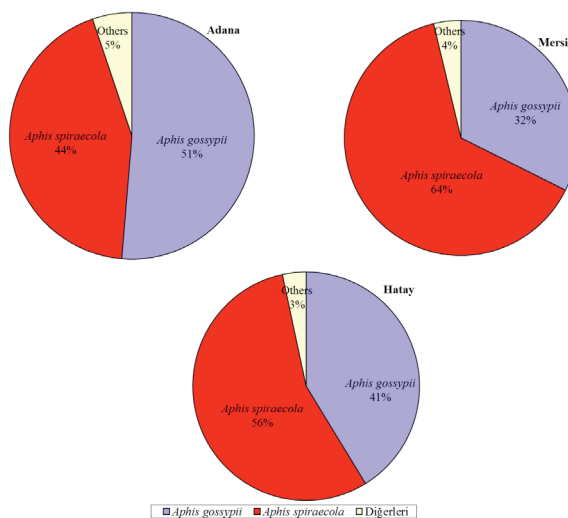


Figure 3. Densities of *Aphis gossypii*, *Aphis spiroecola*, *Aphis craccivora*, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, and *Myzus (N.) persicae* in Adana, Mersin, and Hatay provinces 2007-2009 in East Mediterranean Region

The age preference evaluation were assessed as ratio of present aphid species depending on orchards age preferred by aphid species (Figure 4). *Aphis spiraecola* was detected a maximum of 73.2% on 11-20 age trees while *A. gossypii* was 20.7%, *A. craccivora* was 5.6%, *A. (T.) aurantii* was 0.44% and *M. (N.) persicae* was 0.1% in citrus orchards of Mersin province. Moreover, *A. spiraecola* was not only high at 11-20 age but also it was highest for all other age range too. This dominance followed by 67.6% on the 6-10 age, and 60.8% on the 1-5 age, 36.8% on the 21-40 age trees in Mersin. In Adana province, *A. gossypii* was high at 1-5 age (47.7%) and 6-10 age (52.4%) ranges, but *A. spiraecola* was the highest by 48.9% and 75.4% on the 11-20 age and 21-40 age, sincerely. In the province of Hatay, at the age range 1-5, *A. spiraecola*

was recorded 47.9%, *A. gossypii* was 44.5%, *A. (T.) aurantii* was 6.6% and *A. craccivora* was 0.2%. Rate of *A. (T.) aurantii* was 14.3% on the age of 21-40 tree in Mersin, 12% on the age of 11-20 in Hatay, and 7% on the 1-5 age in Adana. *Aphis craccivora* has been found highest in the 11-20 age trees in Adana and Mersin. When all data evaluated, *A. spiraeocola* and *A. gossypii* preferred the 6-11 years old trees in Adana, the 1-5 years old trees in Mersin. However, *A. craccivora* came forward on the 11-20 age trees in Adana and Mersin. *Myzus persicae*, detected very low rate only in Mersin, reached higher numbers on the 10-20 years old trees (Figure 4).

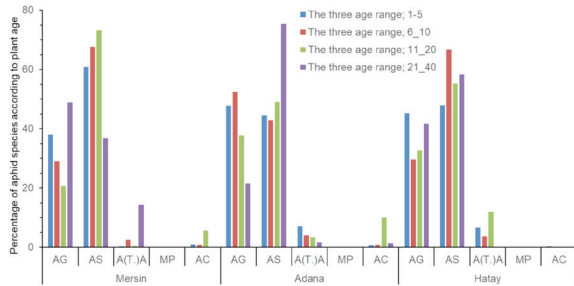


Figure 4. Percentage by *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeocola*, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, *Myzus (N.) persicae*, and *Aphis craccivora* in Mersin, Adana, and Hatay provinces according to preferring citrus trees age

From another aspect, the most preferred citrus variety was mandarin, while grapefruit become unfavourable citrus species compared to the others in all three provinces. It was followed by orange in Adana, by lemon in Mersin. Because of less plantation of other citrus varieties, the mandarin was the primary host for aphids in Hatay followed by lemon. Overall, *A. gossypii* preferred lemon (32.4%), mandarin (35.4%), and orange (%31) with relatively equal ratio. The population of *A. spiraeocola* was observed densely on lemon (66.0%) compare to mandarin (15.2%), orange (37.3%) and grapefruit (1.8%), while *A. (T.) aurantii* populations intensified on mandarin (66%) (Figure 5). Caballero et al. (1992) also reported in their study in citrus orchards in Spain that aphids prefer more mandarin trees than other citrus varieties.

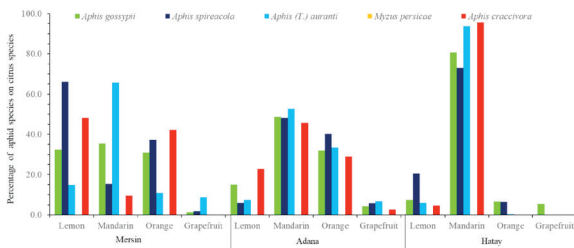


Figure 5. Percentage by *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeocola*, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, *Myzus (N.) persicae*, and *Aphis craccivora* in Mersin, Adana, and Hatay provinces according to preferring citrus trees age

Aphis gossypii in Adana province reached 25.41 mean number of aphid/shoot on mandarin and 6.46 individuals in orange during the season of 2009. However, in the same year, *A. spiraeocola* was detected in orange with 9.93, 22.06 aphids/shoot in mandarin. The mean number of *A. spiraeocola* and *A. gossypii* was higher on the orange trees during the three years except *A. spiraeocola* on lemon in 2009, but it was very low on the grapefruits all over the study. Overall, both species were determined in all varieties in 2007 and 2008, albeit lower than in 2008. *Aphis (T.) aurantii* was observed at lower levels in all varieties in 2007 and 2008 except the grapefruit varieties, but it could be relatively higher on the mandarin varieties in 2008. *Aphis craccivora* also detected low level population through the season of 2007 and 2008, while only 0.22 aphids/shoot on mandarin in 2009 were recorded (Figure 6).

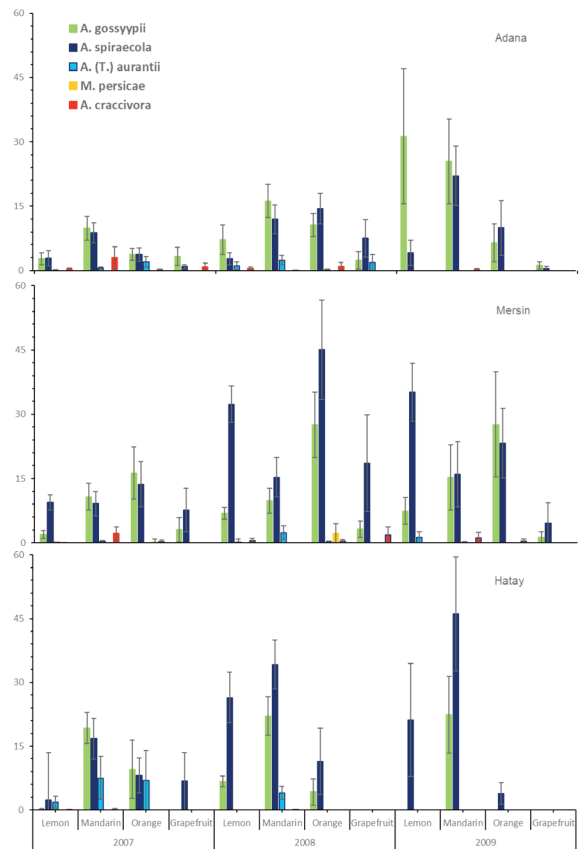


Figure 6. Mean numbers of *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeocola*, *Aphis craccivora*, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, and *Myzus (N.) persicae* per shoot on the lemon, mandarin, orange, and grapefruit in Mersin, Adana, and Hatay from May 2007 to June 2009

Aphid population was dramatically higher in 2008 and 2009 in Mersin province. *A. spiraeocola* was determined to have a 32.32 and 35.12 mean number of aphid/shoot in lemon, 27.59 and 27.62 individuals/shoot on oranges and 15.31 and

16.03 individual/shoot in mandarin the season of 2008 and 2009, respectively. The mean number of aphid/shoot of *Aphis gossypii* was determined 10-27 individual in lemon, orange, and mandarin. *Aphis (T.) aurantii* and *A. craccivora* were detected at lower than 3 individuals in Mersin in respect of citrus species. *Myzus persicae* was observed 2.25 individuals in orange in 2008, and this number was the highest for all district and all the seasons (Figure 6).

The population of *A. gossypii* in Hatay province was slightly higher than *A. spiraeicola* in 2007. *A. gossypii* was found a maximum of 19.26 aphids/shoot while *A. spiraeicola* was a maximum of 16.74 aphids/shoot in mandarin. The mean number of *A. spiraeicola* was dramatically increased on the mandarin in (34.21) 2008 and (46.10) 2009. Also, the maximum number of *A. (T.) aurantii* were reached to 7.51 aphids/shoot and 3.98 aphids/shoot in mandarin in 2007 and 2008, respectively, but it did not detect in 2009 (Figure 6).

Aphis spiraeicola was common in Mersin and Hatay, while *A. gossypii* was detected at a higher rate in Adana. Concerning host plant preference, *A. spiraeicola* preferred the lemon in Mersin, orange in Adana, mandarin in Hatay. Because, Adana province has rich plant pattern such as cotton, cucurbits, host plants of *A. gossypii*, around citrus production areas, the population of *A. gossypii* may increase in Adana.

Pyracantha coccinea Roem and *Eriobotrya japonica* (Thunb.) (Rosaceae) are alternative hosts of *spiraecola* (Satar et al. 2008). The researchers determined that the species active on citrus varieties from April to December. *Pyracantha coccinea* is also the host of *A. spiraeicola* at this season. Mersin is a significant touristic area, and this species is common as a landscape plant in the area. Whereas, *E. japonica*, an early-season plant, has a wide cultivation area and is a landscape plant in home gardens in Mersin province. *A. spiraeicola* is active on the plant between November to May at out of the citrus season (Satar and Uygun 2008). However, tomato production in greenhouses is dominant in Erdemli district, where lemon cultivation is mainly in Mersin province (Anonim 2012). It may be the reason for being of *M. (N.) persicae*, mainly in Mersin province. Satar (2003) stated that *A. spiroecola* and *A. gossypii* are prominent in citrus in their study, and these species prefer grapefruit less. In another study, Yumruktepe and Uygun (1994) reported that the species that constitute a high population were *A. spiroecola* and *A. gossypii*. Therefore, the researcher also stated that grapefruit was less preferred variety in citrus by the aphids as detected in the study.

The percentage of *A. gossypii*, *A. spiraeicola*, *A. craccivora*, *A. (T.) aurantii*, and *M. (N.) persicae* on citrus shoots from May 2007 to May 2009 were examined in three provinces. Besides, the monthly numbers of *A. gossypii* and *A. spiraeicola*, which

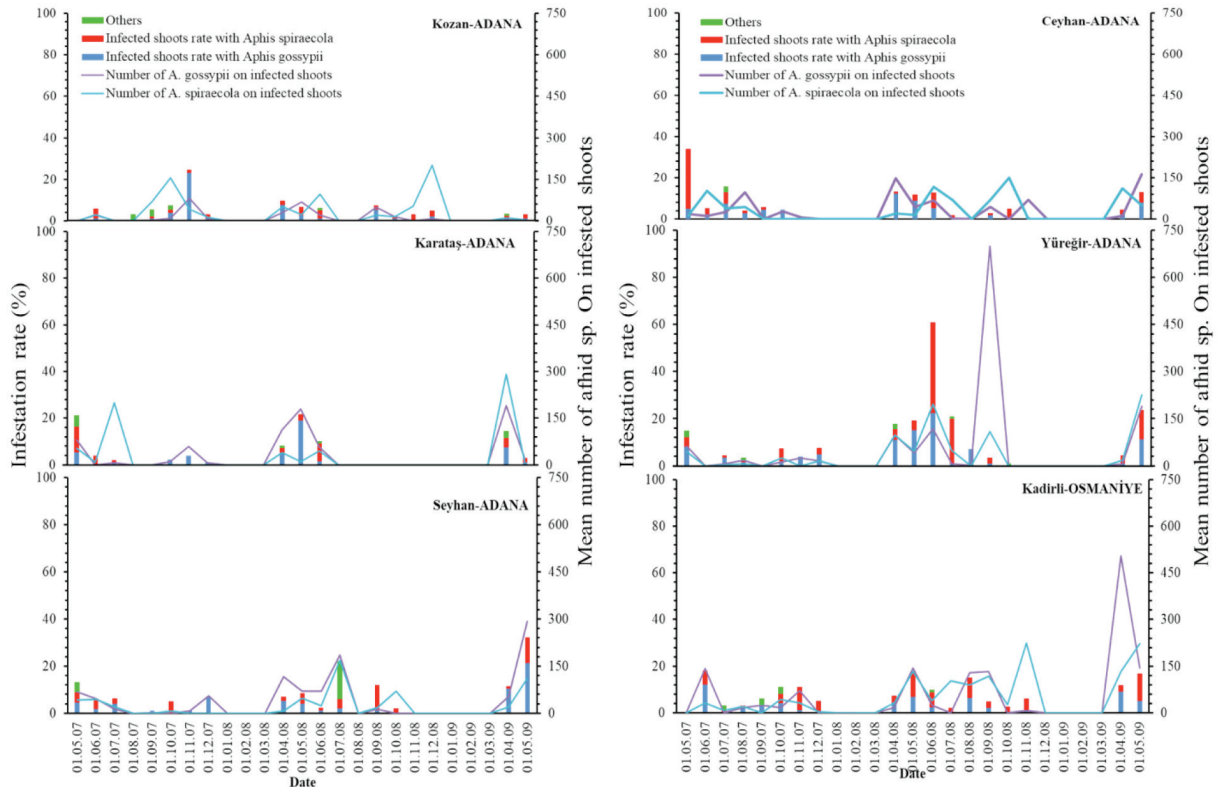


Figure 7. *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola*, and others in Adana province with monthly average numbers and percentage concentrations from May 2007 to June 2009

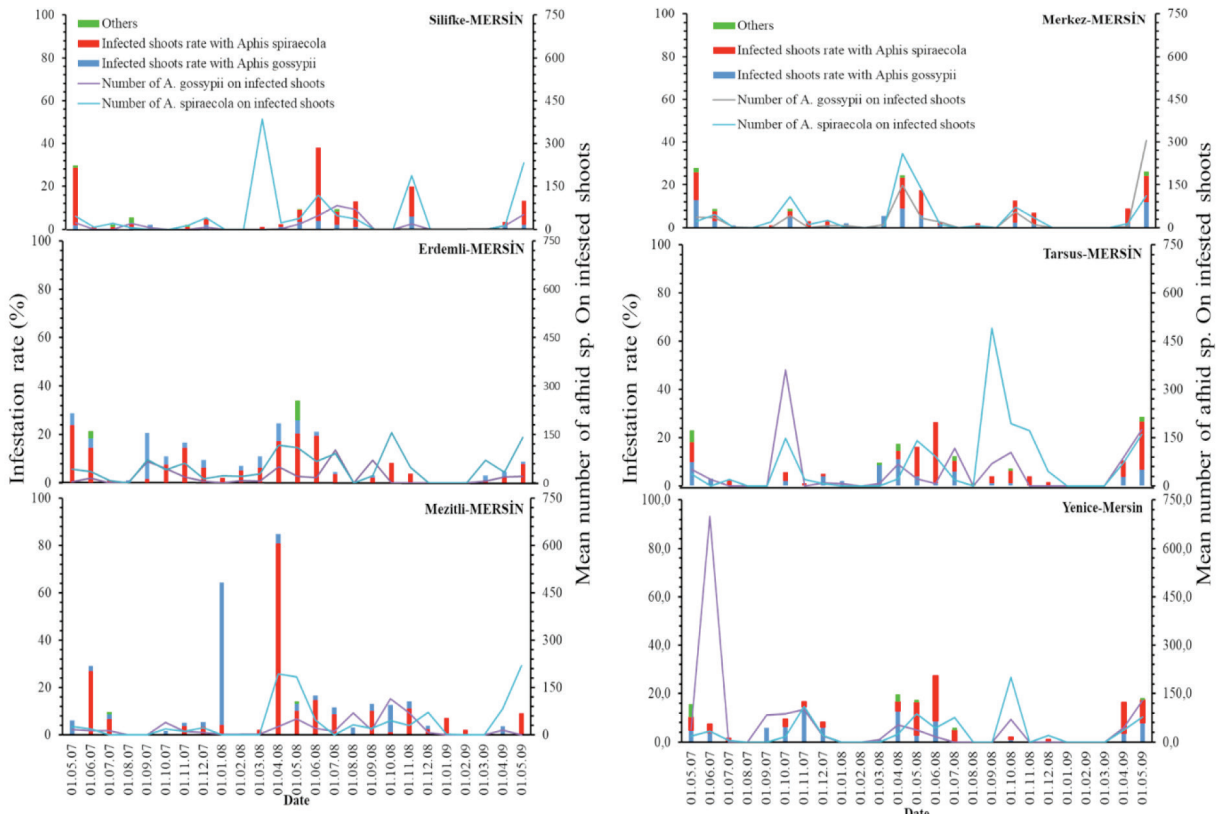


Figure 8. *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, and others in Mersin province with monthly average numbers and percentage concentrations from May 2007 to June 2009

were common species in the same years, were determined (Figure 7, 8, 9). While *A. gossypii* was 24.8 aphids/shoot in November in Yüreğir district in 2007, it was determined as

the highest number of individuals as 700 aphids/shoot in September in 2008, and the population reached 189.7 aphids/shoot in May in 2009 (Figure 7). This sub-region has intensive

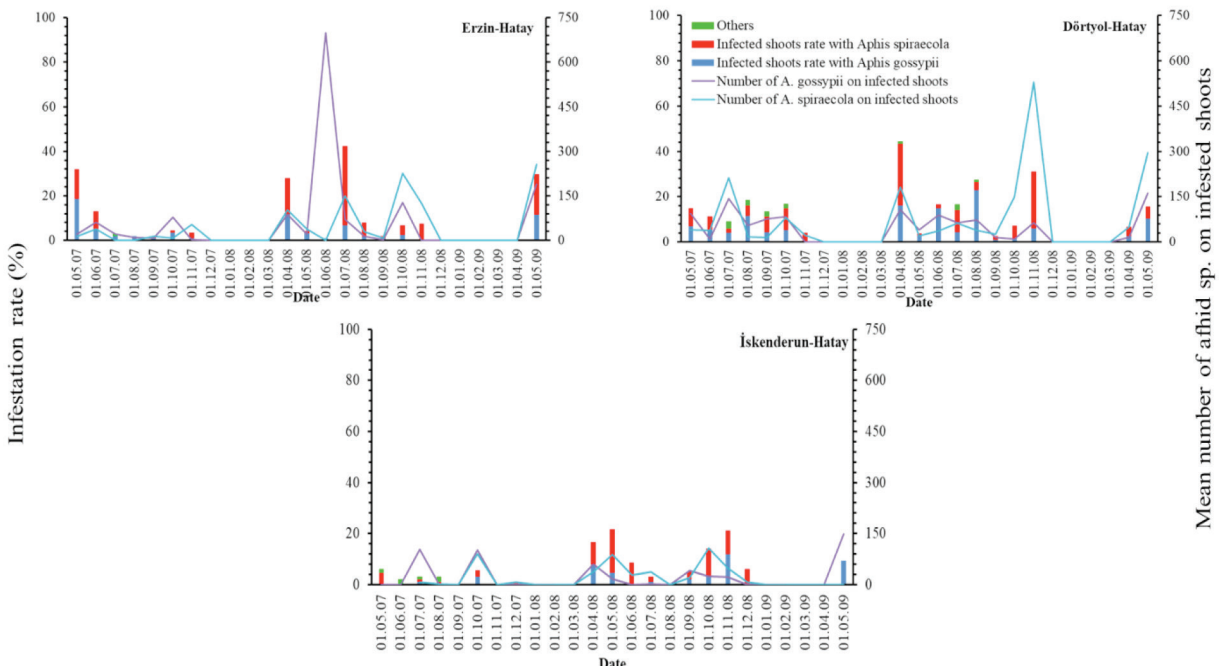


Figure 9. *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, and others in Hatay province with monthly average numbers and percentage concentrations from May 2007 to June 2009

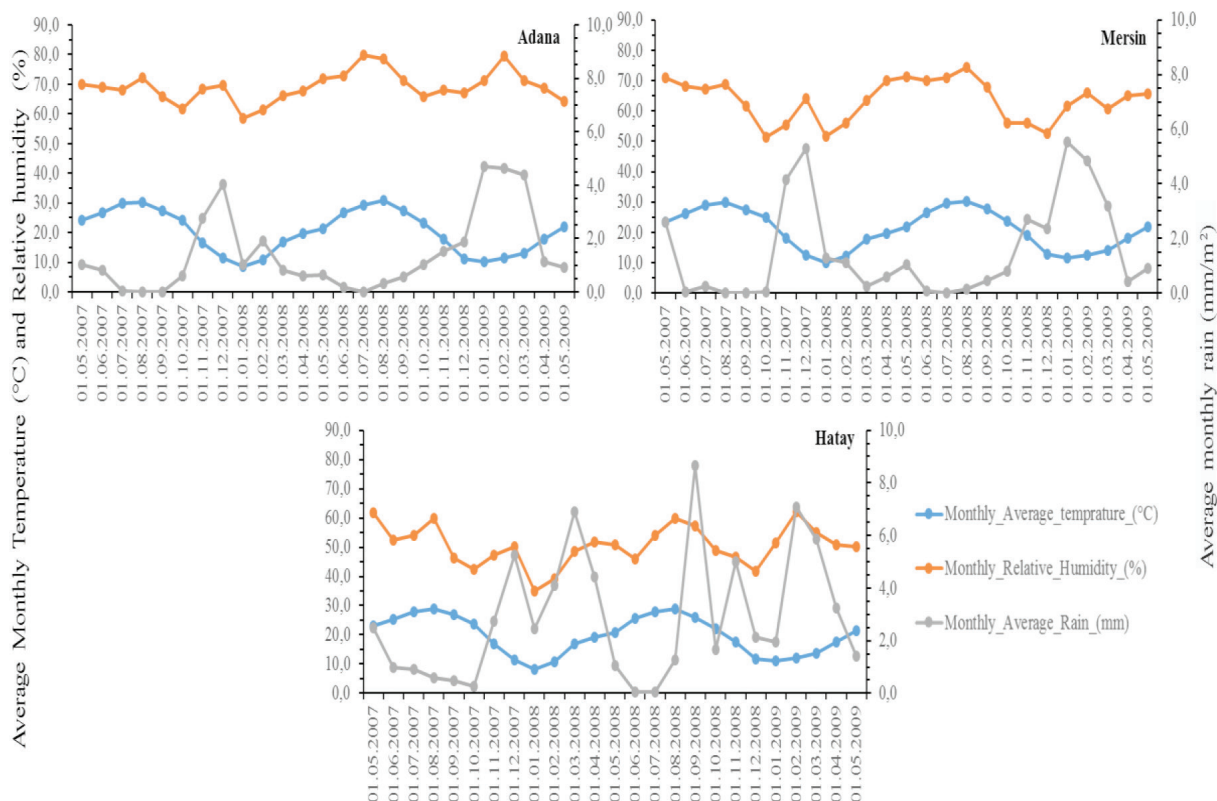


Figure 10. Weather condition in Adana, Mersin and Hatay provinces in from May 2007 to May 2009

cotton production near citrus production areas, so *A. gossypii* population found higher in Karataş than other sub-regions (Anonim 2012). Atakan and Özgür (1996) stated that *A. gossypii* was frequently encountered in May, June, and July in their study in cotton fields in Çukurova. In the following period, such as September, as there are no young leaves on cotton to attract aphids, they migrate to other hosts. These findings confirm the population formed in September in the study. Zeren (1989) reported that *A. gossypii* was present in the detection of aphid parasitoids in vegetable fields in the Çukurova region. *A. spiraeicola* was determined as the highest mean number of aphids (196.4) on shoot in June 2008. About contamination percentage, *A. gossypii* was determined as 11, 15.1, and 22.5 aphids/shoot respectively in April, May, and June 2008. *A. spiraeicola* also remained high in the same months. The other species was observed at low levels in May and August in 2007, and in April in 2008. In the study carried out in Greece, *A. (T.) aurantii*, *A. gossypii*, and *A. spiraeicola*, especially in citrus orchards, were determined in late spring-early summer (Katsoyannos et al. 1997). The population was determined at the end of the spring months and in the first months of summer.

A. spiraeicola in Silifke district of Mersin province had the highest mean 387 individuals on 01.03.2008, followed with 187 aphids/shoot on 01.11.2008, and reached the third-highest point with 232 aphids/shoot on 01.05.2009. In the other two

years surveyed in Silifke, *Aphis spiraeicola* population was observed as low (Figure 8). *Aphis gossypii* populations were 700, 101, 38, 70 and 128 aphids/shoot in another sub-region was Yenice on 01.06.2007, 01.11.2007, 01.05.2008, 01.10.2008 and 01.05.2009, respectively. *Aphis spiraeicola* population 34, 110, 88, 200 and 78 aphids/shoot were determined on the same dates, respectively. These findings show that different aphid species caused a higher population in different sub-region of Mersin. Different aphid species also caused a higher population at different years in the same sub-region. For example, *A. gossypii* was high in 2007 in the Tarsus sub-region, the *A. spiraeicola* population was high in other years.

Aphis spiraeicola reached pick level as 212 aphids/shoot in July in 2007, 181 aphids/shoot in April and the highest 530 aphids/shoot in November in 2008, and 296 aphids/shoot in May in 2009 at Dörtyol, one of the sub-regions of Hatay province (Figure 9). In the same sub-region, *A. gossypii* reached a peak in the same months, but it was lower than *A. spiraeicola*, the highest was 161 aphids/shoot, in May 2009. The population in Erzin of *A. spiraeicola* was high as in Dörtyol, and the highest was determined as 256 individuals in May 2009 (Figure 9). The highest *A. gossypii* population (700 individuals/shoot) was in June 2008 in the Erzin sub-region, but it also remained high in October 2007 and 2008 (77 and 127 aphids/shoot). Interplanting of vegetables between the young citrus orchards in the region may have led to an increase in the population of

A. gossypii. Zeren (1989) reported that *A. gossypii* was found in vegetable fields in Dörtöyl district of Hatay.

Despite tens of natural enemies on aphids (Satar and Uygun 2008, Satar et al. 2014), they can become the main pests of citrus orchards not only in young plants but also in middle and old age orchards in favorable seasonal conditions, especially in periods when late spring rains are abundant (Figure 10). Besides *A. gossypii* and *A. spiraecola*, *A. craccivora* is sometimes become a problem, especially in middle-age orchards. Moreover, the short development period of aphids and their ability to produce 100 nymphs in the following 5-10 days after becoming adult, they become harmful on the plants and build up big aphid population before natural enemies putting pressure on aphids (Satar et al. 1998, Satar et al. 2005). Therefore, contrary to the classical view, biological control should be re-planned include methods to be applied as an area-wide rather than on an orchard basis. Also, research should be carried out on applications that will support biological control factors such as intermediate planting among citrus fruits, selection of plants to be selected as hedge plants.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors also wish to thank to TUBİTAK TOVAG (105-O-581). The authors also would like to extend their thanks to Dr. Işıl ÖZDEMİR (Directorate of Plant Protection Central Research Institute, Ankara) for identification of the aphid specimens.

ÖZET

Doğu Akdeniz Bölgesi turuncğil bahçeleri pek çok böcek ve hastalık etmeninden dolayı zarar görmektedir. Bunların içinde yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae) önemli gruplardan bir tanesidir. *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis spiraecola* Patch, *Aphis (Toxoptera) aurantii* Boyer de Fonscolombe ve *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer) gibi türler genç turuncğil bahçelerinde zarara sebep olabilmektedir. Bu çalışmada bu yaprakbiti türlerinin bölgesel dağılımı, mevsimsel yoğunlukları, turuncğil türleri arasındaki tür ve yaş tercihleri Adana, Mersin, Osmaniye ve Hatay illerinde belirlenen 15 alt bölgede 2007 ve 2009 yılları arasında çalışılmıştır. Mandarin turuncğil türleri arasında en fazla tercih edilen tür olurken, altıntop ise bu türler arasında en az tercih edilen tür olmuştur. Mersin bölgesi turuncğil türleri içinde *A. spiraecola* en fazla limonda gözükürken, *A. (T.) aurantii* tüm turuncğil türleri içinde en fazla mandarinde tespit edilmiştir. Adana ve Hatay bölgesinde ise mandarin *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. spiraecola* ve *A. (T.) aurantii* türleri için en fazla tercih edilen turuncğil türü olmuştur. Farklı turuncğil yaşlarında yaprakbiti yoğunluklarında bölgelere göre farklılık görülmüştür. *A. (T.) aurantii*

11-20 yaş aralığında Hatay'da, 21-40 yaş aralığında ise Mersin'de en yüksek bulunma oranına sahip olmuştur. Turuncğil türlerinin varlığına paralel olarak yaprakbiti tür ve dağılımı da etkilenmiştir. Limon bu turuncğil türleri içinde *A. spiraecola* tarafından en çok tercih edilen tür olmuştur. Mersin ve Hatay bölgesine göre daha zengin bir bitki desenine sahip olan Adana'da farklı türlerde en fazla yaprakbiti yoğunluğu tespit edilmiştir. *Aphis gossypii* ve *A. spiraecola*'nın bahçelerde sadece bahar aylarında değil haziran ve temmuz aylarında da %30-40'lara varan bulaşıklık oluşturmaları ve yine sonbahar aylarında da yoğun gözükmeleri bu zararlıları dört mevsimin zararlısı yapmış durumdadır.

Anahtar kelimeler: *Aphis*, konukçu tercihi, popülasyon dalgalanması, yaş tercihi, *Aphis (Toxoptera) aurantii*, *Myzus persicae*

REFERENCES

- Anonim, 2012. Tarımsal yapı ve üretim. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, DİE Matbaası, Ankara, 328 s.
- Anonymous, 1990. Aphids in Greece integrated pest managment approach. ICI Hellas Technical Department, 125 p.
- Atakan E., Özgür A.F., 1996. Pamuk tarlasında erken mevsimde *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae) ve bunların doğal düşmanlarının popülasyon değişimlerinin araştırılması. Turkish Journal of Entomology, 20 (3), 187-197.
- Bora T., Karaca İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, 186 s.
- Caballero P., Miguel M.D. De., Julia J.F., 1992. Costes y precios en hortofruticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 761 p.
- Dubey S., Kumar Singh V., 2011. Population dynamics of *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae) on medicinal plant *Cosmos bipinnatus* in Eastern Uttar Pradesh, India. Advanced Life Science, 1, 54-58.
- Hermoso de Mendoza A., Pérez E., Carbonell E.A., Real V., 1998. Sampling methods to establish percentages of species and population patterns in citrus aphids. In: Aphids in natural and managed ecosystems. Nieto J.M., Dixon A.G. (Eds.). Proceedings of 5th International Symposium on Aphids. Universidad de León, Spain, 561-568 p.
- Hille Ris Lambers D., 1950. On mounting aphids and other soft skinned insects. Entomologische Berichten, XIII, 55-58.
- Kavallieratos N.G., Lykouressis D.P., 1999. Parasitoids

(Hymenoptera: Braconidae) emerged from aphids (Homoptera: Aphididae) on citrus and their frequency in Grece. Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri, 55, 93-104.

Katsyannos P., Kontodimas D.C., Stathas G.J., Tsartsalis C.T., 1997. Establishment of *Harmonia axyridis* on citrus and some data on its phenology in Greece. Phytoparasitica, 25 (3),183-191.

Mendoza A.H.D.E., Belliure B., Carbonell E.A., Real V., 2001. Economic thresholds for *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on citrus clementina. Journal of Economic Entomology, 94 (2), 439-444.

Pelosi R.R., Killer E.E., Bullock R.C., 1996. Aphid populations in a Florida citrus tristeza virus suppression trial. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 109, 69-72.

Satar S., Kersting U., Uygun N., 1998. Effect of different citrus host plants and temperatures on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Turkish Journal of Entomology, 22, 187-197.

Satar S., 2003. *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae)'nın bazı biyolojik özellikleri ile parazitoit *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Aphididae) arasındaki ilişkiler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 98 s., Adana.

Satar S., Kersting U., Uygun N., 2005. Effect of temperature on development and fecundity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cucumber. Journal of Pest Science, 78 (3), 133-137.

Satar S., Uygun N., 2008. Life cycle of *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae) in east mediterranean region of Turkey and its development on some important host plants. IOBC/WPRS Bulletin, 38, 216-224.

Satar S., Uygun N., 2011. *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae)'nın *Aphis spiraecola* Patch ve *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) üzerinde bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Biological Control, 2 (2), 103-118.

Satar S., Satar G., Karacaoğlu M., Uygun N., Kavallieratos N.G., Starý P., Athanassiou C. G., 2014. Parasitoids and hyperparasitoids (Hymenoptera) on aphids (Hemiptera) infesting citrus in east mediterranean region of Turkey. Journal of Insect Science, 14 (1), 178, <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu040>

Stary P., Lyon J.P., Leclant F., 1988. Post colonisation host range of *Lysiphlebus testaceipes* in mediterranean area (Hymenoptera: Aphidiidae). Acta Entomologica

Bohemoslow, 85, 1-11.

Tremblay E., Barbagallo S., Micieli de Biase L., Monoco R., Ortu S., 1980. Comoposition of the parasitic insect fauna living at the expense of citrus aphids in Italy (Hymenoptera: Ichneumonoidea, Homoptera: Aphididae). Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri', Portici, 37, 209-216.

Toros S., Uygun N., Ulusoy R., Satar S., Özdemir I., 2002. Doğu akdeniz bölgesi aphidoidea türleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, 108 s.

Ulusoy S., Ekrem A., Sadık D., 2018. Neonicotinoid resistance of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Çukurova Region, Turkey. Turkish Journal of Entomology. 42, 27-35. 10.16970/entoted.380010.

Uygun N., Satar S., 2008. The current situation of citrus pests and their control methods in Turkey. Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC-WPRS Bulletin, 38, 2-9.

Cite this article: Satar, S, Karacaoğlu, M, Satar, G, Uygun, N. (2020). Citrus aphids (Hemiptera: Aphididae): incidence, population fluctuations, host plant and age preferences. Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.735958

Atf için: Satar, S, Karacaoğlu, M, Satar, G, Uygun, N. (2020). Turuncgöl yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae): bulaşıklık oranları, popülasyon dalgalanmaları, konukçu bitki ve yaş tercihleri. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.735958

PLANT PROTECTION BULLETIN PRINCIPLES OF PUBLISHING

1. All responsibility for the published article belongs to authors.
2. Plant Protection Bulletin publishes the researches on taxonomic, biological, ecological, physiological and epidemiological studies and methods of protection against diseases, pest, and weed which cause damages on plant products as well as researches on residue, toxicology, and formulations of pesticides and plant protection machinery.
3. The publishing language of the journal is English and Turkish. Turkish abstract would be prepared by the editorial office, if necessary.
4. It is not accepted in Plant Protection Bulletin that biological observations carried out in a single year and in one orchard or field, and short biological notes reported one species of first records for Turkey.
5. The articles submitted to the journal should not have been published in any publication or at the same time in the evaluation phase of another publication.
6. The articles containing the results of postgraduate theses or the projects supported by various institutions such as TÜBİTAK, SPO, TAGEM, BAP should be prepared for publication after the necessary permissions are obtained from the related persons. This must be stated in the “acknowledgments”.
7. Submission of article requested to be published in the journal should be made via Dergipark system (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>).
8. The article uploaded to the system should be prepared according to the “Manuscript template” in the “For authors” tab. It should be uploaded together with “Manuscript cover page” and the “Copyright release form” and “Conflict of Interest and Reviewer Proposal Form” completed and signed by all authors.
9. In the journal, a blind review process for designated reviewers is being followed.
10. The articles included in the evaluation process are reviewed by subject editors and the designated reviewers and published after the corrections have been completed by their authors in accordance with recommendations.
11. There is no printing fee for articles published in the journal.

BİTKİ KORUMA BÜLTENİ YAYIN İLKELERİ

1. Yayınlanan esere ait tüm sorumluluk yazarlarına aittir.
2. Bitki Koruma Bülteni bitkisel ürünlerde zarar oluşturan hastalık, zararlı ve yabancı ot konularında yapılan taksonomik, biyolojik, ekolojik, fizyolojik ve epidemiyolojik çalışmaların ve mücadele yöntemleri ile ilgili araştırmaların yanı sıra, zirai mücadele ilaçlarının kalıntı, toksikoloji ve formülasyonları ile zirai mücadele alet ve makinaları ilgili araştırmaları yayınlamaktadır.
3. Bitki Koruma Bülteni'nin yayın dili İngilizce ve Türkçe'dir. Gerekli hallerde Türkçe özet editör ofisi tarafından hazırlanır.
4. Bitki Koruma Bülteni'nde tek yıllık ve tek bir bahçe veya tarlada gerçekleştirilmiş biyolojik gözlemler, Türkiye için tek bir türe ait ilk kayıtları bildirilen kısa biyolojik notlar gibi eserler kabul edilmemektedir.
5. Bitki Koruma Bülteni'ne gönderilen makaleler, daha önce herhangi bir yayın organında yayınlanmamış veya aynı zamanda başka bir yayın organında değerlendirme aşamasında olmamalıdır.
6. Lisansüstü tezler veya TÜBİTAK, DPT, TAGEM, BAP gibi çeşitli kurumlarca desteklenen projelerin sonuçlarından kısımlar içeren eserler ilgililerinden gerekli izinler alındıktan sonra yayına hazırlanmalı, bu durum teşekkür kısmında mutlaka belirtilmelidir.
7. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanması istenilen eserler için makale başvurusu DERGİPARK sistemi (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>) üzerinden yapılmalıdır.
8. Sisteme yüklenen makale "Yazarlar için" sekmesinde yer alan "Makale taslağı"na göre hazırlanmalı, sisteme "Makale giriş sayfası" ve tüm yazarlar tarafından doldurulup imzalanan "Bitki Koruma Bülteni Telif Hakkı Devir Formu" ve "Çıkar Çakışması ve Hakem Önerileri Formu" ile birlikte yüklenmelidir.
9. Bitki Koruma Bülteni'nde kör hakemlik değerlendirme süreci izlenmektedir.
10. Değerlendirme sürecine dahil edilen makaleler konu editörü ve belirlenen hakemler tarafından incelenip, onların önerileri doğrultusunda yazarları tarafından düzeltildikten sonra yayınlanır.
11. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanan makaleler için baskı ücreti alınmamaktadır.

