

ISSN 2146-0035
E-ISSN 2548-1002

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi

Turkish Journal of
Biological Control



Yıl: 2022

Cilt (Volume): 13

Sayı (Number): 1

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
(Turkish Journal of Biological Control)

Turkish Journal of Biological Control is a peer reviewed journal which has been published twice a year (July – December) by the Biological Control Society of Turkey. The Journal accepts original, full-length manuscripts and short communications relating to the biological control of pests, diseases and weeds in Turkish or English.

Annual subscription price: € 30

Price of single issue: € 20

Corresponding address:

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
Çukurova Üniversitesi Kampüsü PTT Şubesi
P.O. Box: 33 - 01330, Adana - Turkey

E-mail: bimude@cu.edu.tr

Web: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr>



CABI ve TÜBİTAK/ULAKBİM tarafından taranmaktadır. Indexed in CABI and TÜBİTAK/ULAKBİM.

All rights to articles published in this Journal are reserved by the Biological Control Society of Turkey. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part of any form.

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ BASİMEVİ

Tel: 0322 338 60 69

basimevidizgi@cu.edu.tr

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
(Turkish Journal of Biological Control)

Sahibi (Owner – On behalf of Biological Control Society of Turkey):

M. Rifat ULUSOY

Sorumlu Müdür (Editor in Chief): Kamil KARUT

İngilizce Editor (English Editor): Gregory T. SULLIVAN

Düzenleme Kurulu (Editing Board):

Cengiz KAZAK	Mehmet Rifat ULUSOY	Kamil KARUT
Ali ERKILIÇ	Serkan PEHLİVAN	Hilmi TORUN
Miraç YAYLA		

Danışma Kurulu / Advisory Board

AYSAN Y., Adana	KAZAK C., Adana
BAŞPINAR H., Aydın	KODAN M., Ankara
BAYHAN E., Diyarbakır	KOTAN R., Erzurum
ÇIKMAN E., Şanlıurfa	ÖZAKTAN H., İzmir
DEMİR İ., Trabzon	ÖZDER N., Tekirdağ
DEMİR S., Van	ÖZKAN C., Ankara
ER M. K., Kahramanmaraş	SATAR S., Adana
ERKILIÇ A., Adana	SERTKAYA E., Antakya
ERLER F., Antalya	STATHAS G., Yunanistan
FURSOV V., Ukrayna	SULLIVAN S., Samsun
GÖKÇE A., Niğde	SUSURLUK İ. A., Bursa
GÖZEL U., Çanakkale	ŞENAL D., Kocaeli
HAYAT M., Hindistan	ŞENGONCA Ç., Almanya
HAZIR A., Adana	ULUSOY M. R., Adana
JAPOSHVILI G., Gürcistan	UYGUN N., Adana
KARACA İ., Isparta	UYGUR S., Adana
KARACAOĞLU M., Adana	ÜLGENTÜRK S., Ankara
KASAP İ., Çanakkale	YOLDAŞ Z., İzmir
KARUT K., Adana	YURTCAN M., Edirne

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
(Turkish Journal of Biological Control)

Yıl: 2022

Cilt (Volume): 13

Sayı (Number): 1

**İnceleme ve Değerlendirmede Bilimsel Olarak
Katkıda Bulunanlar**
(Scientific Advisory Board)

Birgücü Ali Kemal, Isparta

Göçmen Hüseyin, Antalya

Hazır Adalet, Adana

Karaca İsmail, Isparta

Kasapoğlu Uludamar Ece Börteçine, Adana

Kaydan Bora, Adana

Keçeci Mehtmet, Malatya

Muştu Murat, Kayseri

Özpınar Ali, Çanakkale

Özgönen Özkaya Hülya, Isparta

Polat Burak, Çanakkale

Polat Akköprü Evin, Van

Sarpkaya Kamil, Karabük

Susurluk Alper, Bursa

Telli Selda, Antakya

Tireng Karut Şebnem, Adana

Tok Mehmet Fatih, Antakya

Ünlü Levent, Konya

İçindekiler (Contents)

Sayfa (Page)

Orijinal araştırmalar (Original articles)

- Tire ve Ödemiş (İzmir) ilçelerinde domates ve patates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin doğal düşmanlarının belirlenmesi
Natural enemies of the Tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in tomato and potato production areas in Tire and Odemis Districts of Izmir Province, Turkey
Bahar ÇAYLAK, Hüseyin BAŞPINAR.....1-11
- Adana İlinde pamukta zararlı Çiğit emici böceği, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae) ile birlikte saptanan avcı arthropoda türleri ve popülasyon değişimleri
Predatory arthropod species associated with the cotton seed bug, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae), and their population changes in cotton in Adana Province, Turkey
Abdullah KAYA, Ekrem ATAKAN12-24
- Adana İli Balcalı yöresinde avcı *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) türlerinin araştırılması
Investigation of predatory *Orius* species (Hemiptera: Anthocoridae) in Balcalı District of Adana Province, Turkey
Şefika TATLICIOĞLU, Ekrem ATAKAN, Serkan PEHLİVAN25-36
- Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae)'in Asma unlubiti, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) üzerindeki bazı tüketim özellikleri
Some consumption characteristics of *Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae) on the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae)
Betül TARHANACI, Murat MUŞTU.....37-47
- Gaziantep bağ alanlarındaki endofitik funguslar ve bunların fungal gövde patojenleriyle antagonistik ilişkileri
Endophytic fungi in vineyards in Gaziantep Province, Turkey and their antagonistic associations with fungal trunk pathogens
Davut Soner AKGÜL, Halil İbrahim KARA.....48-66
- Determination of the soil persistency of native entomopathogenic nematodes applied with a drip irrigation system in a peach orchard
Şeftali bahçesinde damla sulama yöntemi ile toprağa uygulanan yerel entomopatojen nematodların kalıcılığının belirlenmesi
Çiğdem ŞAHİN, Uğur GÖZEL.....67-74
- Farklı sıcaklıkların *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)'nin biyolojisi üzerindeki etkileri
The effects of different temperatures on the biology of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)
Ali KAYAHAN, İsmail KARACA.....75-87

Derleme (Review)

Entomopatojen fungusların bitki gelişimi ve bitkilerde hastalık oluşumu üzerine etkileri

The effects of entomopathogenic fungi on plant growth and occurrence of disease on plants

Şehnaz MERTOĞLU , Gürsel KARACA, Melis BİLGİNTURAN.....88-102

Orijinal araştırma (Original article)

Tire ve Ödemiş (İzmir) ilçelerinde domates ve patates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin doğal düşmanlarının belirlenmesi

Bahar ÇAYLAK^{1*}, Hüseyin BAŞPINAR¹

Natural enemies of the Tomato leafminer [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in tomato and potato production areas in Tire and Odemis Districts of Izmir Province, Turkey

Abstract: The study was conducted to determine the natural enemies of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tire and Ödemiş Districts of Izmir Province, Turkey in 2019-2020. Natural enemies were collected weekly by sweep netting and culturing from infested tomato and potato plants. Many parasitoids and predators from different families were identified. The predatory species, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), and many parasitoids from the families Ichneumonidae and Braconidae, were recorded as widespread natural enemies. Programs to protect natural enemies and increase their effectiveness should be implemented to control this serious pest.

Key words: *Tuta absoluta*, tomato, potato, tomato leafminer, natural enemies

Öz: Bu çalışma 2019-2020 yıllarında Tire ve Ödemiş (İzmir) ilçelerinde birinci ve ikinci ürün patates ile domates alanlarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin doğal düşmanlarının saptanması amacıyla yürütülmüştür. Örneklemeler haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Doğal düşmanlar atrap ve kültüre alma yöntemiyle elde edilmiştir. Birçok predatör ve parazitoit doğal düşman türü saptanmıştır. Predatör türlerden, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) ve parazitoit türlerden Ichneumonidae ve Braconidae (Hymenoptera) familyasına bağlı türler yaygın olarak bulunmuştur. Zararlıyla mücadelede mevcut doğal düşmanların korunması ve etkinliklerinin artırılmasının önemli olduğu kanısı oluşmuştur.

Anahtar sözcükler: *Tuta absoluta*, domates, patates, domates güvesi, doğal düşmanlar

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: season465@hotmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-6570-3407; 0000-0002-8659-7834

Alınış (Received): 2 Aralık 2021

Kabul ediliş (Accepted): 2 Şubat 2022

Giriş

Domates, doğrudan sofralık tüketimin yanı sıra kurutmalık, salça, ketçap ve meyve suyu üretimi ile gıda sanayinde de çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Önemli bir domates üreticisi olan Türkiye ihracat miktarındaki payı ile dünyada beşinci sırada, dünya üretiminde ise dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'deki domates üretimi ele alındığında, üretimde Antalya birinci sırayı alırken, İzmir ili üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2020a). İzmir ili domates üretiminde Tire ve Ödemiş ilçeleri önemli bir yere sahiptir (Anonim 2020b). Bu ilçeler, domatesin yanı sıra Türkiye patates tarımı için de çok iyi coğrafi koşullara sahiptir. Ülkemiz patates üretimi ile dünya tarımında ilk sıralarda yer almamakla birlikte ihtiyaç fazlası üretim miktarı ile ihracatçı konumdadır. Patates ekim alanı en geniş ilimiz, Niğde olurken İzmir dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2020a) ve İzmir ilinde patates üretimi bakımından yine bu ilçeler önemli bir yer tutmaktadır (Anonim 2020b).

Gerek domates ve gerekse patates üretiminde toprak, iklim koşulları ve pazarlama sorunları gibi birçok kısıtlayıcı faktörler söz konusudur. Bunun yanı sıra üretimde en önemli sorunların başında zararlı, hastalık ve yabancı otlardan kaynaklanan sorunlar gelmektedir. Bunların en önemlilerinden birisi de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) olup, domatesin ana zararlısı konumundadır. Domates dışında patates, patlıcan, biber, altın çilek, pepino gibi birçok üründe de zarar oluşturmaktadır. Ayrıca, yabancı otlardan köpek üzümü, tarla sarmaşığı, sirken, şeytan elması, fener otu, horozibiği, kanyaş ve domuz pıtrağı konukçuları arasındadır (Anonim 2008).

Tuta absoluta Türkiye'de ilk olarak 2009 yılı ağustos ayında Urla (İzmir)' da bir domates tarlasında tespit edilmiştir (Kılıç 2011). Ülkemizde de hemen hemen bütün bölgelerdeki illere yayılmıştır (Durmuşoğlu et al. 2011). Öztemiz (2012), *T. absoluta*'nın konukçu bitkileri ve doğal düşmanlarını literatürden de yararlanarak bildirmiş ve doğada *T. absoluta*'nın birçok parazitoit ve predatörünün olduğu ortaya konulmuştur. Larvaların yaprak epidermisi altında galeriler açarak beslenmesinden dolayı kimyasal mücadele uygulamalarının etkisi sınırlı kalmaktadır. Bu da beraberinde çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Vargas 1970; Campos 1976; Garcia & Espul 1982). Özellikle yoğun ilaçlamalardan dolayı zararlının Abamectin, Cypermethrin, Delthamethrin, Indoxacarb, Teflubenzuron ve Triflumuron gibi insektisitlere karşı direnç kazandığı bilinmektedir (Desneux et al. 2010; Silva et al. 2011; Gontijo et al. 2013; Roditakis et al. 2013). Ayrıca parazitoitlerin en yüksek parazitlenme oranına domates hasadının sonlarında, kimyasal mücadelenin bitirildiği ve tarlaların terkedilmeye başlandığı dönemde olduğu saptanmıştır. Bu durum yoğun pestisit kullanımının doğal düşmanların baskısını ortadan kaldırdığını göstermektedir. Nitekim, bir çalışmada, domates üreticilerinin hastalık, zararlı, yabancı otlara karşı fide döneminden hasada kadar çok sayıda ilaçlama yaptıkları, ruhsatsız ilaç kullandıkları, doğal düşmanları tanımadıkları belirlenmiştir (Mıhçı 2016).

Gerek dünyada gerekse ülkemizde domates güvesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış ve halen yapılmaktadır. Özellikle domates bitkisinde %100'e varan zarar yapması, konukçusu olan bir çok kültür bitkisinin olması ve diğer dönemlerde

konukçusu olan yabancı otlarda beslenerek yaşamını devam ettirebilmesi, konukçu dizisinin fazla olması, çok sayıda döl vermesi ve kimyasal uygulamalara karşı direnç geliştirmesi gibi nedenler konunun önemini vurgulamaktadır. Bu zararlının doğal düşmanları üzerinde yapılacak çalışmalar zararlının mücadelesine yönelik yeni bilgiler ortaya koyacak ve üretimin daha ekonomik ve verimli olmasına katkılar sağlayacaktır.

Bu nedenle bu çalışmada İzmir ilinin Tire ve Ödemiş ilçelerinde domates bitkisi ile birinci ve ikinci ürün patates bitkilerinde domates güvesi *T. absoluta*'nın doğal düşmanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem

Çalışmalar 2019 ve 2020 yıllarında Tire ve Ödemiş (İzmir)'deki birinci ve ikinci ürün patates ile domates alanlarında yürütülmüştür. Böylece, her bir ilçede her bir ürün için ortalama 15-20 da kadar büyüklüklerde birer tarla seçilmiş toplamda 6 tarlada haftalık örneklemeler yapılarak iki yıl süre ile *T. absoluta*'nın doğal düşmanları belirlenmeye çalışılmıştır.

Predatörlerin saptanması amacıyla, örnekleme tarlalarında farklı bölgelerden araziyi temsil edecek şekilde en az 100 bitki gözle incelenmiştir. İncelemeler bitkinin üst kısmından aşağıya doğru yapılmış ve yaprakların üst ve alt kısımları gözle incelenerek görülen predatörler, emgi tüpü yardımıyla alınmıştır. Ayrıca her bir örnekleme tarlasında tarlanın farklı yerlerinden tüm tarlayı temsilen, bitkileri süpürecek şekilde 100 atraplık toplama yapılmış ve bu şekilde yakalanan ergin predatörler de alınarak hepsi teşhise hazırlanmak amacıyla laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda bu örnekler iğnelenmiş ve etiketlenerek teşhis için bir koleksiyon oluşturulmuştur.

Parazitoitleri saptamak için, içerisinde parazitoitli *T. absoluta* larvası olduğu şüphesi uyandıran yapraklar koparılarak buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Bunun yanı sıra rutin olarak her örneklemede rastgele 10 adet olmak üzere üzerindeki galeri içerisinde larva bulunan yapraklar da aynı şekilde laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra tüm bu yaprakların sapı suya gelecek şekilde hazırlanan bir düzenek üzerinde parazitoit çıkarma kutularına aktarılmıştır. Bu şekilde hazırlanan düzenek günlük olarak kontrol edilmiş ve çıkan ergin parazitoitler %70'lik alkole alınarak teşhis için hazırlanmıştır. Parazitoit ve predatörlerin teşhisi ilgili uzmanlara yaptırılmıştır.

Bulgular ve tartışma

Çalışma sonunda birçok predatör ve parazitoit tür saptanmıştır (Çizelge 1). Predatör türlerin sayısal değerlerine bakıldığında, oldukça düşük popülasyon düzeylerinde oldukları görülmektedir. Çizelgedeki türler 13.06.2019, 15.06.2020 tarihleri arasında yapılan haftalık örneklemelerde elde edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada saptanan predatör türler (adet)*
Table 1. Predatory species collected in this study

Türler	Patates 1		Patates 2		Domates		Açıklama
	Öd.*	Ti.	Öd.	Ti.	Öd.	Ti.	
<i>Adalia decempunctata</i> (L.) (Col.: Coccinellidae)					1		Yaprakbiti predatörü
<i>Coccinella septempunctata</i> (L.) (Col.: Coccinellidae)						1	<i>T. absoluta</i> predatörü
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) (Col.: Coccinellidae)	2			10	2	6	<i>T. absoluta</i> predatörü
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (L.) Col.: Coccinellidae)		2					Yaprakbiti predatörü
<i>Scymnus levaillanti</i> (Mulsant) (Col.: Coccinellidae)					1		<i>T. absoluta</i> predatörü
<i>Macrolophus pygmaeus</i> (Hem.: Miridae)						4	<i>T. absoluta</i> predatörü
<i>Nagusta goedelii</i> (Hem.: Reduviidae)						1	Yaprakbiti predatörü
<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Hem.: Miridae)						1	<i>T. absoluta</i> predatörü
<i>Nysius graminicola</i> (Hem.: Lygaeidae)						1	<i>T. absoluta</i> predatörü

*Öd.: Ödemiş, Ti.: Tire.

Çalışma süresince saptanan predatör türler genellikle birçok zararlı böcek türü ile beslenmekle birlikte, coccinellidlerden *Coccinella septempunctata* (L.), *Hippodamia variegata* (Goeze), *Scymnus levaillanti* (Mulsant) (Col. Coccinellidae), hemipterlerden ise *Macrolophus pygmaeus* Rambur ve *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae), *Nysius graminicola* (Kolenati) (Hem.: Lygaeidae) isimli türler *T. absoluta* avcısı olarak da bildirilmiştir (Urbaneja et al. 2009; Öztemiz 2012; Bayram et al. 2014; Polat 2014; Güven et al. 2017; Keçeci & Öztop 2017; Altun-Aksu & Çıkman 2019, Türkmen 2019). Buna göre hem yaygınlık açısından ve hem de sayıca en çok bulunan tür *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) olmuştur. *Adalia decempunctata* (L.), *Propylaea quatuordecimpunctata* (L.) Col.: Coccinellidae ve *Nagusta goedelii* Kolenati (Hem.: Reduviidae) türleri literatürde yaprakbiti predatörleri olarak bildirilmiştir (Narmanlıoğlu & Güçlü 2008; Kök & Kasap 2019; Alaserhat & Güçlü 2020).

Predatörler, hem Tire ve hem de Ödemiş’de sayıca en fazla domates alanlarından elde edilmiştir. Ödemiş’te birinci ve ikinci ürün patatesten sadece sırasıyla 2 ve 10 adet *H. variegata* bulunurken, başkaca herhangi bir predatör tür saptanamamıştır. Çalışma sırasında belirlenen bu türler, aslında herhangi bir zararlıya özelleşmemiş olup, birçok zararlı böcek türleriyle beslenmektedir (Urbaneja et al. 2009; Öztemiz 2012; Biondi et al. 2013; Bayram et al. 2014; Polat 2014; Keçeci & Öztop 2017; Michaelides et al. 2018; Altun-Aksu & Çıkman 2019; Ferracini et al. 2019). Predatör türlerin sayısal değerlerine bakıldığında, oldukça düşük popülasyon düzeylerinde oldukları görülmektedir. Bölgede gerek domates ve gerekse patates alanlarında çok sayıda pestisit uygulaması yapılmaktadır.

Burada kullanılan pestisitlerin geniş spektrumlu oluşu ve yapılan sık uygulamalar nedeniyle doğal dengenin tamamen bozulduğu ve bunun sonucu olarak da doğal düşman sayılarında ve türlerinde azalmalar ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ancak, çalışmanın yapıldığı tarlalarda *T. absoluta*'nın yanısıra özellikle domateslerde yaprakbitleri ve patateslerde ise Patates güvesi *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) gözlemlenmiştir. Domates alanlarında daha çok predatör türün çıkması, buradaki yaprakbitlerinin besin olarak doğal düşmanları desteklediğini düşündürmektedir.

Parazitoidlerin Belirlenmesi

Çalışmada elde edilen hymenopter parazitoidler Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Scelionidae, Telenomidae ve Trichogrammatidae familyalarına ait türler olarak belirlenmiştir. Çizelgedeki türler 15.07.2019, 15.06.2020 tarihleri arasında yapılan haftalık örneklemelemlerde elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışmada saptanan parazitoid türler (adet)*
Table 2. Parasitoid species determined in the study

Türler	Patates 1		Patates 2		Domates		Açıklama
	Öd.**	Ti.	Öd.	Ti.	Öd.	Ti.	
<i>Achrysocharis</i> sp. (Hym.: Eulophidae)					2		<i>Pachyphylla</i> parazitoiti-bitki kültür
<i>Charitopus</i> sp. (Hym.: Encyrtidae)	1		2				Unlubıt parazitoiti 2 si atrap, biri bitki kültür
<i>Cyrtopyx</i> sp. (Hym.: Pteromalidae)			1				Zeytin sineği parazitoiti bitki kültür
<i>Diglyphus isae</i> Wlk. (Hym.: Eulophidae)				4	2		Yaprak galeri sineği (<i>Liriomyza</i> <i>trifolii</i>) larva parazitoiti-atrap ve bitki kültür
<i>Diglyphus sensilis</i> Yefremova (Hym.: Eulophidae)	2	5		2	6		Yaprak galeri sineği (<i>Liriomyza</i> <i>sativae</i>) parazitoiti-atrap ve bitk kültürü
<i>Elasmus</i> sp. (Hym.: Eulophidae)					1		Portakal güvesi parazitoiti-bitki kültür
<i>Eucoilina</i> sp. (Hym. Cynipidae)			1				Diptera parazitoiti-atrap
<i>Eunotus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae)					1		Unlubıt parazitoiti atrap

Çizelge 2 (devam) Table 2 (continue)							
<i>Glyphognatus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae)			1			4	<i>Pegomya hyoscyami</i> parazitoiti-atrap
<i>Mesopolobus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae)		1					<i>Dasineura saliciperda</i> (Diptera) ve <i>Hylesinus fraxini</i> (Col.: Scolytidae) parazitoiti-atrap
<i>Omphale</i> sp. (Hym.: Eulophidae)			1				<i>Chronatomyia horticola</i> (Dip.: Agromyzidae) parazitoiti-atrap
<i>Ooencyrtus</i> sp. (Hym.: Encyrtidae)		1					<i>Leptoglossus occidentalis</i> (Hem.: Coreidae) yumurta parazitoiti-atrap
<i>Pediobius</i> sp. (Hym.: Eulophidae)					1		<i>Spodoptera exigua</i> (Lep.: octuidea) parazitoiti
<i>Pteromalus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae)		1					<i>T. absoluta</i> parazitoiti (<i>Pteromalus intermedius</i>)-atrap
<i>Sympiesis</i> sp. (Hym.: Eulophidae)					1		Tuta larva parazitoiti-atrap
<i>Telenomid</i> (Hym.: Telenomidae)	1	1		1			<i>Lymantria dispar</i> parazitoiti hepsi atrap
<i>Pnigalio</i> sp. (Hym.: Eulophidae)	3			1			<i>Pnigalio incompletus</i> , <i>P. cristatus</i> T. larva larva parazitoiti-bitki
<i>Trichogramma</i> sp. (Hym.: Trichogrammatidae)						1	<i>Tuta absoluta</i> parazitoiti-bitki
<i>Trisolcus</i> sp. (Hym.: Scelionidae)			2	1	9	2	Pentatomomorpha yumurta parazitoiti-atrap-bitki
Braconidae (Hym.)	9	7	12	$\frac{1}{2}$	1	5	Teşhis sonuçları gelmedi-27 tanesi bitki-diğerleri atrap
Ichneumonidae (Hym.)	3	4	108	$\frac{2}{9}$	2	2	Teşhis sonuçları gelmedi-34 tanesi bitki-diğerleri atrap

* Çizelgede alfabetik sıraya göre verilmiştir. **Öd.: Ödemiş, Ti.: Tire.

Bunlardan Braconidae ve Ichneumonidae familyalarına ait türlerin teşhisleri ne yazık ki yapılamamıştır. Bu nedenle, çizelgede teşhisi yapılmadan familya düzeyinde birey sayısı olarak verilmiştir. Çizelge 2'den de görüleceği gibi, *Achrysocharis* sp., *Diglyphus isae* Wlk., *Diglyphus sensilis* Yefremova, *Elasmus* sp., *Pnigalio* sp. (Hym.: Eulophidae), *Charitopus* sp. (Hym.: Encyrtidae), *Cyrtotypx* sp. (Hym.: Pteromalidae), *Trisolcus* sp. (Hym.: Scelionidae), *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) ile Braconidae ve Ichneumonidae familyalarına ait birçok ergin birey, üzerinde *Tuta absoluta* larvası bulunan yaprakların kültürlerinden elde edilmiştir. Parazitoit tür çeşitliliği ve sayıları predatörlere göre daha zengin olarak saptanmıştır. Bunlardan aşağıda bildirilen parazitoit türler aslında literatürde başka zararlıların parazitoiti olarak bildirilmelerine karşın, bu çalışmada *T. absoluta* larvalarıyla bulaşık domates ya da patates bitkilerinden kültüre alınarak elde edilmiştir. Bunlar, *Achrysocharis* sp. (Hym.: Eulophidae) *Pachypsylla* sp. parazitoiti (Riemann, 1961), *Charitopus* sp. (Hym.: Encyrtidae) Pseudococcidae türlerinin (Kaydan & Japoshvili, 2010), *Cyrtotypx* sp. (Hym.: Pteromalidae) *Bactrocera oleae* parazitoiti (Sert, 2006), *Diglyphus isae* Wlk. (Hym.: Eulophidae) *Liriomyza trifolii* parazitoiti (Keçeci et al. 2008), *Diglyphus sensilis* Yefremova (Hym.: Eulophidae) *Liriomyza sativae* parazitoiti (Yefremova et al. 2011), *Elasmus* sp. (Hym.: Eulophidae) *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lep.: Pyralidae) parazitoiti (Öztürk & Ulusoy 2011), *Trissolcus* sp. (Hym.: Scelionidae) Pentatomomorpha yumurta parazitoiti (Koçak & Kılınçer 2001) olarak bildirilmiş türlerdir.

Bu parazitoitlerden kültüre alma yöntemi yanısıra atrap ile elde edilenler de aynı çizelge (Çizelge 2)'de gösterilmiştir. Atrap ile elde edilen parazitoitlerin hangi zararlı türlerin parazitoitleri olduğu literatürden yararlanılarak belirlenmiştir. Buna göre atrap ile elde edilen parazitoit türlerden; *Eucoilina* sp. (Hym.: Cynipidae) Diptera takımındaki zararlıların parazitoiti (Aluja et al. 2003), *Eunotus* sp. (Hym.: Pteromalidae) Pseudococcidae türlerinin parazitoiti (Kaydan 2004), *Glyphognatus* sp. (Hym.: Pteromalidae) *Pegomya hyoscyami* parazitoiti (Blando et al. 2015), *Mesopolobus* sp. (Hym.: Pteromalidae) hem *Dasineura saliciperda* (Dip.: Cecidomyiidae) ve hem de *Hylesinus fraxini* (Col.: Scolytidae) parazitoiti (Georgiev & Stojanova 2003; Nakladal & Turcan 2007) olarak bildirilmiştir. Diğer türlerden *Omphale* sp. (Hym.: Eulophidae) *Chromatomyia horticola* (Dip.: Agromyzidae) parazitoiti (Yefremova et al. 2015), *Ooencyrtus* sp. (Hym.: Encyrtidae) *Leptoglossus occidentalis* (Hem.: Coreidae) yumurta parazitoiti (Fent & Kment 2011), *Pediobius* sp. (Hym.: Eulophidae) *Spodoptera exigua* parazitoiti (Ghazali et al. 2014) olarak kayıtlıdır.

Parazitoitler değerlendirildiğinde, çalışmada saptanan türlerden sadece *Pnigalio* sp., *Sympiesis* sp. (Hym.: Eulophidae), *Pteromalus* sp. (Hym.: Pteromalidae) ve *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) türleri (Öztemiz 2012; Zappala et al. 2012; Mihci 2016) ve *D. isae* (Gabarra et al. 2013) literatürde *T. absoluta*'nın parazitoitleri olarak kayıtlıdır. *Tuta absoluta* larvası ile bulaşık bitki yapraklarından kültüre alınarak elde edilen diğer parazitoit türler ise ya tarafımızca yaprak üzerinde bulunduğu farkedilmeyen diğer zararlılardan ya da *T. absoluta* larvalarından elde edilmiş olabilirler. Çalışmamızda elde edilen bu türlerden *Charitopus* sp. unlubit nimflerinden, *Trisolcus* sp. ise muhtemelen yaprak

üzerindeki Pentatomidae yumurtalarından elde edilmiş olabilir diye değerlendirilebilir. Bunların dışındaki diğer türler ise, bugüne kadar literatürde *T. absoluta* nın parazitoiti olarak kaydı bulunmayan, ancak ilk defa bu çalışmada belirlenen parazitoitler olup *T. absoluta* parazitoiti olarak değerlendirilebilir. Ancak, yine de, daha kapsamlı çalışmalarla bu durumun açıklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen bu parazitoit çeşitliliği, yoğun bir pestisit kullanımına karşın yine de parazitoitlerin yaygın bir şekilde domates ve patates alanlarında bulunabileceğini göstermektedir. Nitekim, elde edilen doğal düşman sayıları çiçeklenme dönemi sonundan itibaren meyve tutumu ile birlikte artmaya başlamış ve hasat sonuna doğru en yüksek düzeye ulaşmıştır. Diğer bir deyişle hasat dönemine doğru ilaçlamalar azaldıkça doğal düşman sayıları da artmıştır. Bu sonuçlar, parazitoitlerin çevredeki tarım dışı alanlarda da barınabileceği alternatif konukçularının olduğunu gösteriyor olabilir. Bu nedenle, bu durum dikkate alınarak söz konusu domates ve patates alanlarında doğal dengenin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması pestisit kullanımı sınırlandırabilecektir.

Bunun yanı sıra, doğal düşmanların korunmasına yönelik olarak gereksiz pestisit uygulamalarından ve geniş spektrumlu pestisitlerden kaçınılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, doğal dengenin iyileştirilmesi ve yeniden tesis edilebilmesi için, bölgedeki tarım dışı doğal alanlar korunmalı, ayrıca tarımsal alanlarda da tarla çevresindeki çok yıllık yabancı bitki çeşitliliğinin korunmasına özen gösterilmelidir.

Teşekkür

Çalışmamız sırasında elde ettiğim örneklerin teşhislerini gerçekleştiren Prof. Dr. Mikdat DOĞANLAR (Mustafa Kemal Üniversitesi, Entomoloji Anabilim Dalı), Prof. Dr. Nedim UYGUN (Çukurova Üniversitesi, Entomoloji Anabilim Dalı), Dr. Andrew POLASZEK (Natural History Museum, Entomology Researcher, Dept of Life Sciences) ve Barış ÇERÇİ (Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi)'ye teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Anonim, 2008. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Koruma Teknik Talimatları Cilt 3, Ankara.
- Anonim, 2020a. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Tarım Ürünleri Piyasaları, Domates. (<https://www.gbif.org/dataset/>) (Erişim tarihi: 30 Ağustos 2021).
- Anonim, 2020b. 2020 Yılı Maliyet Cetvelleri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ödemiş İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2020, İzmir. (<https://www.gbif.org/dataset/>) (Erişim tarihi: 30 Ağustos 2021).
- Alaserhat İ. & Ş. Güçlü, 2020. Ilıman iklim meyve türlerinde bulunan *Aphid* türleri (Hemiptera: Aphididae), doğal düşmanları ve sekonder konukçuları. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(4): 91-109. Altun-Aksu A. & E. Çıkman, 2019. Şanlıurfa ili doğal üretim alanlarında domates güvesinin [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)] doğal düşmanlarının belirlenmesi. *ADYÜTAYAM*, 7(2): 1-6.

- Aluja M., J. Rull, J. Sivinski, A.L. Norrbom, R.A. Wharton, R. Macias-Ordonez & M. Lopez, 2003. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Entomology*, 32(6): 1377-1385.
- Bayram Y., Ö. Bektaş, M. Büyük, N. Bayram, M. Duman & Ç. Mutlu, 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve doğal düşmanlarının surveyi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2): 99-110.
- Biondi A., A. Chailleux, J. Lambion, P. Han, L. Zappala & N. Desneux, 2013. Indigenous natural enemies attacking *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Southern France. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 23(1): 117-121.
- Blando S., V. Caleca & M. Concetta-Rizzo, 2015. Le comunità di fillonatori e parassitoidi della riserva naturale "Bosco D'alcamo" (Sicilia). *Aturalista Siciliana*, S.IV, XXXIX (2): 407-420.
- Campos R.G., 1976. Control gu'mico del "minador de hojas y tallos de la papa" (*Scrobipalpula absoluta* Meyrick) en el valle del can'ete. *Revista Peruana de Entomologia*, 19: 102-106.
- Desneux N., E. Wajnberg, K.A.G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia, C. A. Narvaéz-Vasquez, J. Gonzalez-Cabrera, D.C. Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello & A. Urbaneja, 2010. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3): 197-215.
- Durmuşoğlu E., A. Hatipoğlu, H. Balcı & S. Sav, 2011. Bazı bitkisel kökenli insektisitlerin domates güvesi larvalarına etkisi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 279.
- Fent M. & P. Kment, 2011. First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 7(1): 72-80.
- Ferracini C., V.H.P. Bueno, M.L. Dindo, B.L. Ingeddo, M.G. Luna, N. G. Salas-Gervasio & L. Tavella, 2019. Natural enemies of *Tuta absoluta* in the Mediterranean basin, Europe and South America. *Biocotrol Science and Technology*, 29(6): 578-609.
- Gabarra R., J. Arno, L. Lara, M.J. Verdu, A. Ribes, F. Beitia, A. Urbaneja, M. Mar Tellez, O. Molla & J. Riudavets, 2013. Native parasitoids associated with *Tuta absoluta* in the tomato production areas of the Spanish Mediterranean Coast. *BioControl*, 59, 45-54 (2014).
- Garcia M.F. & J.C. Espul, 1982. Bioecología de la polilla del tomate (*Scrobipalpula absoluta*) en mendoza, república Argentina. *Revista Investigaciones Agropecuarias Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 18: 135-146.
- Georgiev G. Ts. & A.M. Stojanova, 2003. New Chalcidoidea (Hymenoptera) parasitoids of *Dasineura saliciperda* (Dufour) (Diptera, Cecidomyiidae) in Bulgaria. *Journal Pests Science*, 76: 161-162.
- Ghazali S.Z., B.M. Md-Zain & S. Yaakop, 2014. Determination of *Pediobius* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), A new species record of endoparasitoid associate with beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidea) from Malaysia using DNA barcode. *Pertenika Journal of Tropical Agricultural Science*, 37(2): 285-291.
- Gontijo P.C., Picanco, M.C., Pereira, E.J.G., Martins, J.C., M. Chediak & R.N.C. Guedes, 2013. Spatial and temporal variation in the control failure likelihood of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. *Annals of Applied Biology*, 162: 50-59.
- Güven B., T. Kılıç, B. Mihci, Ç. Şahin & D. Uysal, 2017. Ege Bölgesinde *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(1): 59-70.

- Kaydan M.B., 2004. Ankara’ da Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea) türleri ve doğal düşmanları ile zararlı *Phenacoccus aceris* (Signoret)’ in biyo-ekolojisi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 312 s.
- Kaydan B.M. & G. Japohvili, 2010. The aphelinid and encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea) in the Van Lake basin of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34(4): 465-476.
- Keçeci M., S. Tepe & İ. Tekşam, 2008. Antalya ilinde örtüaltı domates ve fasulye yetiştiriciliğinde zararlı olan yaprak galerisineği [*Liriomyza trifolii* (Burgess)] ile parazitoidlerinin popülasyon gelişmesi üzerine araştırmalar. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2): 13-23.
- Keçeci M. & A. Öztop, 2017. Possibilities for biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the western Mediterranean Region of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(2): 219-230. doi: 10.16970/ed.25851.
- Kılıç T., 2011. *Domates güvesi* [*Tuta absoluta* (Meyrick)] (Lepidoptera: Gelechiidae)’nin Türkiye’deki yayılışı ve mücadelesine yönelik alınan önlemler. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 42.
- Koçak E. & N. Kılınçer, 2001. Türkiye Süne [*Eurygaster* spp. (Het.: Scutelleridae)] yumurta parazitoidi *Trissolcus* (Hym.: Scelionidae) türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 41(3-4): 167-181.
- Kök Ş. & İ. Kasap, 2019. *Aphid* (Hemiptera: Aphididae) species and their parasitoids and predators determined on alfalfa fields in Çanakkale and Balıkesir. *Bitki Koruma Bülteni*, 59(4): 21-27.
- Mıhçı B., 2016. İzmir ve Manisa illerinde domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)’nin yumurta parazitoidi *Trichogramma euproctidis* (Girault, 1911) (Hym.: Trichogrammatidae)’in yayılışı, doğal etkinliği ve bazı pestisitlerin laboratuvar koşullarında yan etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 63 s.
- Michaelides G., S. Sfenthourakis, M. Pitsillou & N. Seraphides, 2018. Functional response and multiple predator effects of two generalist predators preying on *Tuta absoluta* eggs. *Pest Management Science*, 74(2): 322-339.
- Nakladal O. & M. Turcan, 2007. Contribution to knowledge of *Hylesinus fraxini* (Panzer, 1977) (Coleoptera: Scolytidae) natural enemies from Northern Moravia (Czech Republic). *Journal of Forest Science*, 53: 53-56.
- Narmanlıoğlu H. K. & Ş. Güçlü, 2008. İspir (Erzurum) İlçesi’ nde Meyve Alanlarında Bulunan Yaprakbiti Türleri (Homoptera: Aphididae) ve Doğal Düşmanları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2): 225-229.
- Öztemiz S., 2012. Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve biyolojik mücadelesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(4): 47-57.
- Öztürk N. & M.R. Ulusoy, 2011. Doğu Akdeniz Bölgesi nar ve turuncgil bahçelerinde, Portakal güvesi [*Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae)]’ nin parazitoid ve predatörlerinin belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(1): 19-24.
- Polat B., 2014. Çanakkale ilinde Domates Güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’ nin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerinin araştırılması. Doktora tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 107 s.
- Riemann J.G., 1961. A study of the Hackberry gall-makers genus *Pachypsylla* (Homoptera: Psyllidae). Ph.D., The University of Texas at Austin, Austin, 24 s.
- Roditakis E., C. Skarmoutsou & M. Staurakaki, 2013. Toxicity of insecticides to populations of tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) from Greece. *Pest Management Science*, 69: 834-840.

- Sert S., 2006. Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmel.)) (Diptera: Tephritidae)'nin savaşımında alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 41 s.
- Silva G. A., M.C. Picanço, L. Bacci, A.L.B. Crespo, J. F. Rosado & R. N. C. Guedes, 2011. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Pest Management Science*, 67: 913-920.
- Tarım Ürünleri Piyasaları. URL: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasaları> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2021).
- Türkmen Y.M., 2019. Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Milas (Muğla) tarla koşullarında biyo-ekolojik özellikleri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 172 s.
- Urbaneja A., H. Monton & O. Molla, 2009. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Journal of Applied Entomology*, 133(4): 292-296.
- Vargas H. C., 1970. Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Idesia*, 1: 75-110.
- Yefremova Z., H.S. Civelek, P. Boyadzhiev, O. Dursun & A. Eskin, 2011. A review of Turkish *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), with description of a new species. *International journal of Entomology*, 47(3-4): 273-279. Yefremova Z., I. Strakhova, V. Kravchenko, M. von Tschirnhaus & E. Yegorenkova, 2015. Parasitoid complex (Hymenoptera: Eulophidae) of the leaf-mining fly *Chromatomyia horticola* (Govreav) (Diptera: Agromyzidae) in Russia. *Phytoparasitica*, 43: 125-134.
- Zappala L., U. Bernardo, A. Biondi, A. Cocco, S. Deliperi, G. Delrio, M. Giorgini, P. Pedata, C. Rapisarda, G. Tropea-Garzia & G. Siscaro, 2012. Recruitment of native parasitoids by the exotic pest *Tuta absoluta* in Southern Italy. *Bulletin of Insectology*, 65(1): 51-61.

Orijinal araştırma (Original article)

Adana İlinde pamukta zararlı Çiğit emici böceği, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae) ile birlikte saptanan avcı arthropoda türleri ve popülasyon değişimleri¹

Abdullah KAYA², Ekrem ATAKAN^{3*}

Predatory arthropod species associated with the cotton seed bug, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae), and their population changes in cotton in Adana Province, Turkey

Abstract: The aim of this study was to determine the predatory insects associated with the cotton seed bug, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae), and their population Dynamics, in a cotton field in the Balcalı District of Adana Province, Turkey in 2017 and 2018. Field trials were carried out in the Research and Application Area of Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection. A total of 19 species, including nine species from Coleoptera, three species from Hemiptera, one species from Neuroptera and four species from Araneae (spiders) were identified. The population densities of the predatory arthropods were lower than that of *O. hyalinipennis*, and no considerable specific relationships were found between the population densities of *O. hyalinipennis* and the predatory arthropods identified.

Keywords: Cotton, cotton seed bug, predatory arthropod, population fluctuation

Öz: Bu çalışma ile Adana ili Balcalı yöresinde pamuk tarlasında 2017 ve 2018 yıllarında Çiğit emici böceği, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae) birlikte bulunan avcı arthropoda türleri ve popülasyon değişimleri incelenmiştir. Tarla denemeleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür. Bu çalışmada; Coleoptera takımından 9 tür, Hemiptera takımından 3 tür ve 2 cins, Neuroptera takımından bir cins ve Araneae (örümcekler) takımından 4 tür olmak üzere toplam 16 tür ve cins düzeyinde 3 avcı tür saptanmıştır. Avcı arthropoda popülasyon yoğunluğu *O. hyalinipennis*'e göre daha düşük olmuş, zararlı tür ile bulunan avcı arthropoda türlerinin popülasyon yoğunlukları arasında dikkate alınabilir spesifik ilişkiler görülmemiştir.

Anahtar sözcükler: Avcı arthropoda, Çiğit emici böceği, pamuk, popülasyon değişimi

¹Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır.

²2689 Sayılı Kadıköy Tarım Kredi Kooperatifi, Adana

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: eatakan@mail.cu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0003-4375-055x; 0000-0001-7352-4815

Alınış (Received): 7 Ocak 2022

Kabul ediliş (Accepted): 2 Şubat 2022

Giriş

Pamuk önemli bir endüstri bitkisidir. Pamuk, başlıca Yeni Dünya Pamukları ve Eski Dünya Pamukları olarak iki ana gruba ayrılmakla birlikte, Türkiye’de yetiştirilen pamukların büyük çoğunluğu Yeni Dünya Pamukları olup, *Gossypium hirsutum* türüne aittir (Gençer et al. 2003).

Pamuk bitkisi, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından büyük ekonomik öneme sahip bir üründür. Pamuk işlenmesi açısından çirçir sanayisinin, lifi ile tekstil sanayisinin, çekirdeği ile yağ ve yem sanayisinin, linteri ile de kağıt sanayisinin hammaddesi durumundadır. Bu sebeplerin yanında nüfus artışı ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan talebi ve ihtiyacı da artırmaktadır (Akbaş & Ağır 2018).

Pamuk veriminin azalmasında zararlıların rolü oldukça önemlidir. Pamuk zararlılarından bir çoğu verim kaybına neden olmaktadır. Böcek ve akar zararına bağlı olarak pamuk veriminde yıllık kayıpların %20 olduğu tahmin edilmektedir (Gaines 1967). Pamuğun geniş alanlarda, böcek aktivitesinin en yoğun olduğu mevsimde sulu olarak tarımının yapılması ve ayrıca bol yapraklı ve geniş habituslu bir bitki olması, birçok zararlının pamukta yüksek popülasyon yoğunlukları oluşturmaya neden olmaktadır (Pimentel 1990).

Çiğit emici böceği (ÇEB), *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Oxycarenidae), Afrika, Asya, Avustralya ve Güney Amerika’da pamuk yetiştirilen alanlarda yaygın olarak bulunmaktadır (Samy 1969). Çiğit emici böceği hasat döneminde kütlü pamuklarda ciddi zararlı olarak görülmektedir (Guddoura 1977). Sewify & Semeada (1993), ÇEB’in pamuk verimini %6.8, tohum (çiğit) ağırlığını %32 ve tohumun yağ içeriğini ise %6 oranında düşürerek ekonomik kayıplara neden olduğunu bildirmiştir. Bir önceki çalışmada, Atakan et al. (2021); ÇEB’in pamuğun genç tarak ve kozalarında zararlı olmadığını, ancak, hasat döneminde nimf ve erginlerinin yoğun olarak görüldüğünü rapor etmiştir. Bu türün Türkiye koşullarında açılmış kozalarda zararı henüz bilinmemektedir. Hasat döneminde yoğun olarak görüldüğünden bu zararlı böceğe karşı ilaçlı mücadelenin sakıncalı olabileceği düşünülmektedir (Atakan et al. 2021). Türkiye’de ve ayrıca diğer ülkelerde pamukta zararlı bu cinse bağlı türlerin doğal düşmanları henüz bilinmemektedir. Bu nedenle bu zararlı böcek türü üzerinde beslenen faydalı böceklerin araştırılması pamukta entegre mücadele açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmayla bu zararlı türün ve bunlarla birlikte toplanan avcı arthropodların birlikte popülasyon değişimleri değerlendirilerek, zararlı tür ile aralarındaki ilişkiler tarla koşullarında incelenmiştir.

Materyal ve yöntem

Balcalı yöresi toplam 7400 da tarım arazisinde yetiştirilen değişik sebze, meyve ve tarla ürün grubuyla beraber, doğal yaşam olarak bilinen “polikültür” bir alandır. Pamuk ekimi 21.03.2017 ve 04.04.2018 yılında Bitki Koruma Bölümü Uygulama ve Araştırma Arazisi’nde 2 da’lık alanda yapılmıştır. Çiğit emici böceği’nin popülasyon değişimleri belirlemek için 2 da’lık alan tekerrürleri oluşturmak için 4 eşit alana (500 m²) bölünmüş ve böylelikle alt parseller oluşturulmuştur.

Pamuk bitkisinin vejetatif döneminde (2-3 gerçek yaprak) problem olan zararlılar ekonomik zarar eşiklerine (EZE) ulaştıklarında bunlara karşı ilaçlama yapılmıştır. Bu dönemde sadece Pamuk thrips, *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) ve Pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) için ilaçlama yapılmış olup, generatif dönemde (tarak başlangıcından itibaren) hiç ilaç kullanılmamıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Adana İli Balcalı yöresinde 2017 ve 2018 yılında pamuk deneme alanında erken dönemde görülen bazı zararlılara karşı kullanılan ilaçlar

Table 1. Insecticides used against some early pest insects in the cotton trial area in Balcalı location, Adana Province, Turkey, in 2017 and 2018

İlaçlama Tarihi	İlaçlar	Uygulama dozu	Zararlı organizma
16.04.2017	imidacloprid+beta-cyfluthrin	(20 g/da)	<i>Thrips tabaci</i> <i>Aphis gossypii</i>
24.04.2018	imidacloprid+beta-cyfluthrin	(25 g/da)	<i>Thrips tabaci</i> <i>Aphis gossypii</i>

Arthropodların örnekleme

Bitki örnekleme

Çiğit emici böceği pamukta bitkilerde taraklanma döneminin başlamasıyla birlikte ortaya çıktığı için (Özgür 1992) bitki örnekleme dönemine taraklanma döneminde başlanılmıştır. Her alt parselde tesadüf olarak seçilmiş olan 25, tüm denemede toplamda 100 bitkinin birer meyve organları (tarak, çiçek, koza ve açmış kozalar) incelenmiştir. Çiğit emici böceği daha çok tarak, çiçek ve kozaların çanak yaprakları arasında gruplar halinde topluca bulunmaktadır (Raman & Sanjayan 1983). Çiğit emici böceği bireylerinin örnekleme döneminde bitkinin üst kısımlarında yer alan meyve dallarındaki tarak ve çiçekler (erken dönemde burda toplandıkları görüldüğü için), koza ve açmış koza döneminde ise bitkilerin alt yarısındaki meyve dallarındaki kozalar (olgunlaşmasını hızlı tamamladıkları ve en erken açıldıkları için) örnekleme döneminde dikkate alınmıştır. Sayımlar haftalık aralıklarla arazide yapılmıştır.

Avcı böcekler (Hemiptera takımının Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae ve Nabidae; Coleoptera takımının Coccinellidae; Neuroptera takımının ise Chrysopidae familyasından olan tür) ve örümcekler (Araneae), Çiğit emici böceği örnekleme döneminde olduğu gibi, her alt parselde tesadüf olarak seçilmiş olan 25, tüm denemede toplamda 100 bitkinin birer meyve organları (tarak, çiçek, koza ve açmış kozalar) incelenerek kaydedilmişlerdir.

Birinci yıl örnekleme dönemine 2017 yılı 17 Haziran tarihinde başlanılmış olup, pamuk yetiştirme sezonu boyunca devam edilmiştir. Sayımlara 30 Eylül tarihinde son verilmiştir (toplam örnekleme sayısı 16 hafta). İkinci yıl örnekleme dönemine 2018 yılında 10 Haziran tarihinde başlanılmış olup, 23 Eylül tarihinde örnekleme sona ermiştir.

erdirilmiştir (toplam örnekleme sayısı 16 hafta). Elde edilen gözlem ve veriler kayıt altına alınmıştır.

Atrapla örnekleme

Bu örnekleme predatör böceklerin saptanması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla her alt parselde 20, toplamda tüm denemede 80 atrap (sap uzunluğu: 96 cm; çember çapı:30 cm; tül uzunluk:52 cm) sallanmıştır. Atrapla yakalanan avcı arthropoda bireyleri şeffaf plastik torbalara konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Toplanan avcı bireyler etil acetate yardımıyla öldürülmüştür. Faydalı böcekler/örümcekler takım ve familyalarına göre tasnif edilmek üzere usulüne uygun bir şekilde iğnelenerek veya üçgen kâğıtlara yapıştırılarak etiketlenmiş ve teşhise hazır hale getirilmişlerdir.

Örnekleme zararlının bitki örneklemeyle popülasyon değişiminin incelendiği zamanda ve haftalık aralıklarla sabah 08:00-11:00 saatleri arasında yapılmıştır.

Arthropodların Teşhisleri

Coccinellidae türlerinin teşhisleri Prof. Dr. Nedim UYGUN (Adana) ve Araneae türlerinin teşhislerini Doç. Dr. Tarık DANIŞMAN (Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırıkkale) tarafından yapılmıştır. Avcı Lygaeidae (Geocorinae) teşhislerinde Çakır & Önder (1990)'den yararlanılmıştır. Anthocoridae türünün teşhisinde Pe'ricart (1972)'nin hazırlamış olduğu teşhis anahtarı kullanılmıştır. Hemiptera takımının Miridae ve Nabidae familyalarından olan avcı türler, teşhisli örneklerle karşılaştırılarak cins düzeyinde, avcı Neuroptera bireyleri ise, Şengonca (1980)'den yararlanılarak yine cins düzeyinde verilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi

Pamuk tarlasında 2017 ve 2018 yılında ÇEB ile değişik takım ve familyalardan olan arthropoda türlerinin popülasyon değişimleri şekillerde gösterilmiştir. Avcı birey sayıları düşük olduğu için Çizelge 2'de verilen avcı türlerin sayıları birleştirilerek takım düzeyinde verilmiştir. Çiğit emici böceği'nin nimf veya erginleri ile avcı böcekler (takım düzeyinde) arasındaki ilişkiler, rekreasyon analizi (linear) ile $P<0.05$ seviyesinde değerlendirilmiş olup, ilgili çizelgelerde gösterilmiştir.

Bulgular ve tartışma

Avcı türler

Bu çalışmada tespit edilen 16 avcı tür ve 3 cinsin ait olduğu takım ve familyalar Çizelge 2'de verilmiştir. Coleoptera takımından 9 tür, Hemiptera takımından 5 tür Neuroptera takımından bir tür ve Araneae (örümcekler) takımından 4 tür olmak üzere toplam 19 avcı tür saptanmıştır. Hemiptera takımından 2 ve Neuroptera takımında bir türün teşhisi yapılamadığı için cins düzeyinde verilmiştir.

Çizelge 2. Adana İli Balcalı yöresinde pamuk tarlasında 2017 ve 2018 yılında *Oxycarenus hyalinipennis* ile birlikte saptanan avcı böcek ve örümcek türleri
Table 2. Predatory insect and spider species detected with *Oxycarenus hyalinipennis* in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2017 and 2018

Takım	Familya	Tür
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)
		<i>Cheilomenes propingua</i> (Mulsant)
		<i>Serangium parcesetosum</i> Sicard
		<i>Scymnus pallipediformis</i> Günther
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus rubromaculatus</i> (Goeze)
		<i>Scymnus subvillosus</i> (Goeze)
		<i>Scymnus levaillanti</i> Mulsant
		<i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant)
		<i>Coccinella septempunctata</i> L.
	Lygaeidae (Geocorinae)	<i>Geocoris arenarius</i> (Jakovlev)
		<i>Piocoris erythrocephalus</i> (Lepeletier & Serville)
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius niger</i> (Wolff)
	Miridae	<i>Deraecoris</i> sp.
	Nabidae	<i>Nabis</i> sp.
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp.
		<i>Thyene imperalis</i> Rossi
Araneae	Salticidae	<i>Heliophanus equester</i> L.Koch
	Oxyopidae	<i>Oxyopes lineatus</i> Latreille
	Araneidae	<i>Hypsosinga pygmaea</i> Sundevall

Pamuk tarlasında *Oxycarenus hyalinipennis* ile avcı türler arasındaki ilişkinin saptanması

Çiğit emici böceği'nin ergin ve nimflerinin ve ayrıca avcı böcek ve örümceklerin 2017 yılında popülasyon değişimleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çiğit emici böceği ergin popülasyonu 1 Temmuz tarihinden başlayarak artmaya başlamış, 5 Ağustos tarihinde en yüksek seviyeye ulaşmıştır (13.87 adet/bitki organı). Bu tarihten başlayarak ergin popülasyonu düzenli olarak azalmıştır ve son örnekleme tarihinde (30 Eylül) 0.97 adet/bitki organı olarak kaydedilmiştir. İlk nimfler 22 Temmuz tarihinde saptanmışlardır. Nimf popülasyonu 19 Ağustos tarihinden başlayarak artmaya başlamış olup, 9 Eylül'de en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır (6.55 adet/bitki organı). Bu tarihten sonra nimf sayısı biraz azalmayla önemli bir değişiklik göstermemiştir. Coleoptera takımına ait bireylerin (Coccinellidae familyası) toplam popülasyonları ergin ve nimflere göre oldukça

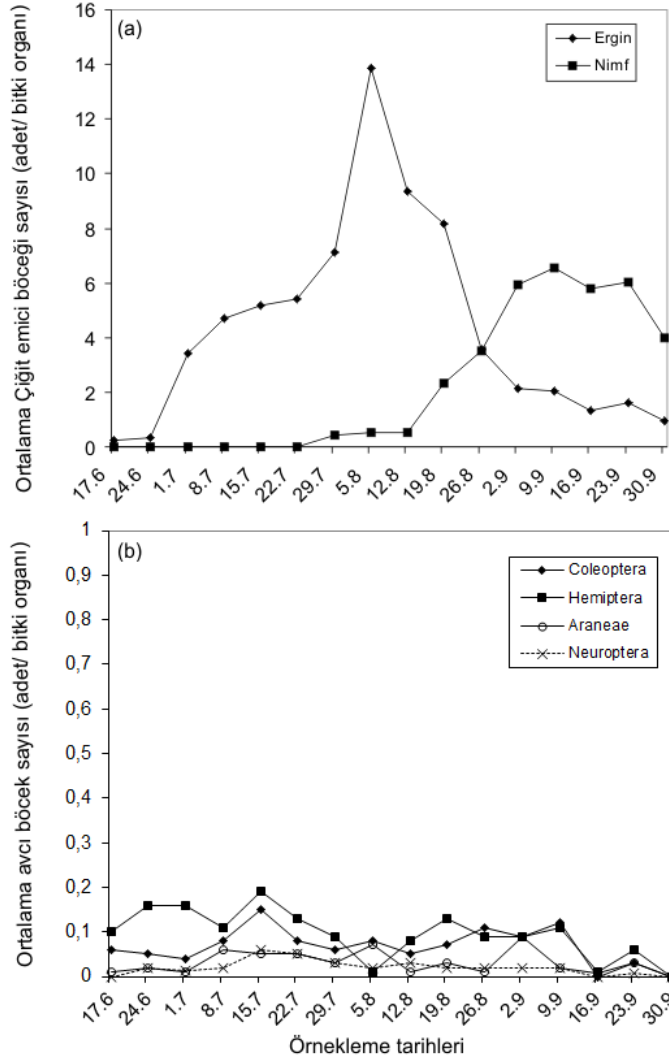
düşük düzeyde kalmıştır. Ortalama birey sayıları örneklem tarihleri boyunca 0.03 ile 0.12 adet/bitki organı arasında değişmiştir. Ergin birey sayısının arttığı dönemde avcı Coleoptera birey sayısında önemli bir değişiklik olmamıştır. Zararlı böcek türünün ergin birey veya nimf sayıları ile avcı Coleoptera ortalama birey sayıları arasında önemli bir ilişki görülmemiştir (Çizelge 3; $P>0.05$). Hemiptera takımından olan avcı bireylerin toplam ortalama yoğunlukları 0.01 ile 0.19 adet/bitki organı arasında değişmiştir. Örneklem tarihlerinin başlarında Hemiptera avcı sayısı nispeten artmış, ÇEB ergin sayısının arttığı dönemde ise azalmıştır. Çiğit emici böceği nimf sayısının arttığı dönemde ise kısa süreli artış veya azalışlar göstererek dalgalı bir popülasyon değişimi göstermiştir. Bitkilerde ortalama ÇEB ergin birey veya nimf sayıları ile avcı Hemiptera ortalama birey sayıları arasında önemli bir ilişki görülmemiştir (Çizelge 3; $P>0.05$). Avcı Neuroptera (*Chrysoperla* sp.) bireylerinin (çoğunlukla erginler, Chrysopidae familyası) örneklem tarihi boyunca ortalama birey sayıları çoğunlukla 0.02 veya 0.03 adet/bitki organı olmuştur. Bitkide ortalama ÇEB ergin birey veya nimf sayıları ile Neuroptera ortalama birey sayıları arasında önemli bir ilişki görülmemiştir (Çizelge 3; $P>0.05$). Avcı örümcek (Araneae) sayısı tüm örneklem tarihleri boyunca 0.01 ile 0.07 adet/bitki organı arasında değişmiştir. Ortalama Araneae sayısı ÇEB ergin birey sayısının arttığı dönemde kısa süreli olarak artmıştır (0.07 adet/bitki organı). Çiğit emici böceği nimf sayısının arttığı 2 Eylül tarihinde Araneae bireylerinin ortalama sayısı kısa süreli artmış daha sonra azalmıştır. Bitkide ortalama ergin birey veya nimf sayıları ile Araneae ortalama birey sayıları arasında önemli bir ilişki görülmemiştir (Çizelge 3; $P>0.05$).

Çizelge 3. Pamuk tarlasında 2017 yılında bitki örneklemeyle *Oxycarenus hyalinipennis* ile avcı böcek ve örümcekler arasındaki ilişkiyi gösteren regreasyon analizi

Table 3. Regression analysis showing the relationship determined between *Oxycarenus hyalinipennis* and predatory insects and spiders by plant sampling in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2017

	İlişki	Sd	R ²	F	P	Denklem
ÇEB erginleri	Coleoptera	1.14	0.06	0.904	0.358	$Y = 0.003x + 0.055$
	Hemiptera	1.14	0.01	0.162	0.693	$Y = -0.002x + 0.102$
	Neuroptera	1.14	0.17	3.049	0.103	$Y = 0.002x + 0.012$
	Araneae	1.14	0.14	2.286	0.153	$Y = 0.003x + 0.020$
ÇEB nimfleri	Coleoptera	1.14	0.02	0.326	0.577	$Y = -0.002x + 0.072$
	Hemiptera	1.14	0.21	3.870	0.069	$Y = -0.010x + 0.117$
	Neuroptera	1.14	0.19	3.455	0.084	$Y = -0.003x + 0.027$
	Araneae	1.14	0.004	0.053	0.821	$Y = -0.001x + 0.032$

*ÇEB: Çiğit emici böceği



Şekil 1. Pamuk tarlasında, 2017 yılında, *Oxycarenus hyalinipennis* (a)'in değişik takımlardan olan avcı böcek ve örümceklerle (b) birlikte popülasyon değişimleri

Figure 1. Population fluctuations of *Oxycarenus hyalinipennis* (a) with predatory insects and spiders from different orders (b) in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2017

Çiğit emici böceği'nin ergin ve nimflerinin ve ayrıca avcı böcek ve örümceklerin 2018 yılında popülasyon değişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

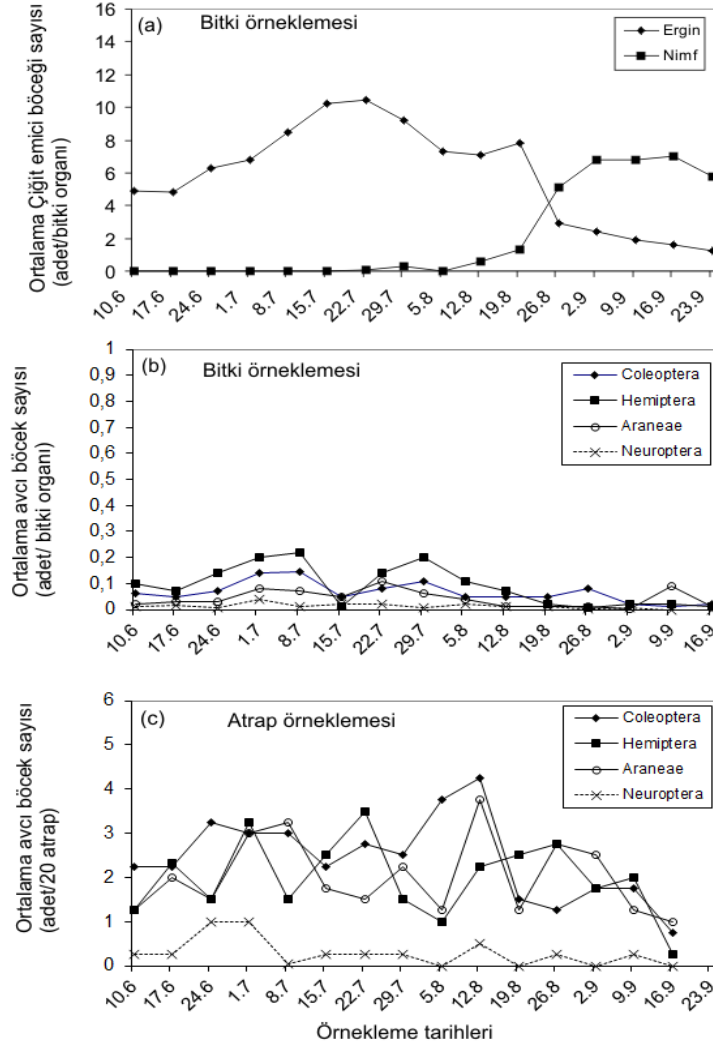
Bir önceki yıla benzer olarak bitki örneklemeyle daha az avcı birey toplanmıştır. Coleoptera takımından olan avcılarının yoğunluğu örnekleme tarihleri boyunca 0.01-0.14 adet/bitki organı arasında değişmiştir. Çiğit emici böceği'nin ergin popülasyonunun arttığı tarihte coleopter avcılarının da popülasyon yoğunluğu kısa süreli artış göstermiştir. Nimf popülasyonunun artış gösterdiği tarihlerde ise avcı Coleoptera popülasyonu nispeten daha düşük seviyelerde saptanmıştır. Yapılan regreasyon analizi sonucunda, ortalama ergin popülasyon yoğunluğu ile ortalama avcı Coleoptera popülasyonu arasında pozitif ve önemli, nimf popülasyonu ile Coleoptera popülasyonu arasında negatif ve önemli ilişki bulunmuştur (Çizelge 4; $P < 0.05$). Regreasyon değerlerine bakıldığında her iki ilişkinin de önemli olmasına karşın zayıf olduğu görülmektedir. Hemipter avcılarının popülasyonu yoğunluğu 0.003 ile 0.22 birey/bitki organı arasında değişmiştir. Hemipter avcı böcekler ÇEB ergin popülasyonunun artmaya başladığı dönemde nispeten daha yüksek popülasyon gelişmesi göstermişlerdir. Çiğit emici böceği'nin popülasyonunun arttığı dönemde hemipter avcılarının da toplam popülasyon yoğunluğu artmıştır. Çiğit emici böceği'nin nimf popülasyonunun artmaya başladığı örnekleme tarihlerinde ise Hemiptera takımından olan avcılarının popülasyonu daha düşük seviyelerde olmuştur.

Çizelge 4. Pamuk tarlasında 2018 yılında bitki örneklemeyle *Oxycarenus hyalinipennis* ve avcı böcek ve örümcekler arasındaki ilişkiyi gösteren regreasyon analizi

Table 4. Regression analysis showing the relationship determined between *Oxycarenus hyalinipennis* and predatory insects and spiders by plant samplings in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2018

	İlişki	Sd	R ²	F	P	Denklem
ÇEB erginleri	Coleoptera	1.14	0.37	8.553	0.011	$Y = 0.008x + 0.013$
	Hemiptera	1.14	0.34	7.364	0.017	$Y = 0.015x - 0.001$
	Neuroptera	1.14	0.32	6.695	0.021	$Y = 0.002x - 0.005$
	Areneae	1.14	0.19	3.382	0.087	$Y = 0.005x + 0.014$
ÇEB nimfleri	Coleoptera	1.14	0.40	9.423	0.008	$Y = -0.009x + 0.080$
	Hemiptera	1.14	0.45	11.475	0.004	$Y = -0.017x + 0.120$
	Neuroptera	1.14	0.41	9.719	0.008	$Y = -0.002x + 0.016$
	Areneae	1.14	0.07	1.204	0.291	$Y = -0.003x + 0.047$

*ÇEB: Çiğit emici böceği



Şekil 2. Pamuk tarlasında, 2018 yılında, *Oxycarenus hyalinipennis* (a)'in, değişik takımlardan olan avcı böcek ve örümceklerle birlikte bitki (b) ve atrap (c) örneklemeyle popülasyon değişimleri

Figure 2. Population fluctuations of *Oxycarenus hyalinipennis* (a) with predatory insects and spiders from different orders by plant (b) and sweep-net (c) samplings in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2018

Ortalama ergin sayısı ile ortalama Hemiptera birey sayısı arasında önemli ve pozitif, ortalama nimf sayısı ile ortalama hemipter avcı böcek sayısı arasında ise negatif ve önemli ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4; $P<0.05$). Avcı Neuroptera sayısı diğer üç avcı türe göre çok daha düşük kaydedilmiştir. Avcı Neuroptera sayısı 0.003 ile 0.04 birey arasında değişmiş olup, bir çok örnekleme tarihinde ortalama popülasyon yoğunlukları 0.01 veya 0.02 adet/bitki organı arasında olmuştur. Ortalama ergin sayısı ile ortalama Neuroptera bireyi sayısı arasında önemli ve pozitif, ortalama nimf sayısı ile ortalama Neuroptera avcı böcek sayısı arasında ise negatif ve önemli ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4; $P<0.05$). Avcı Araneae sayısı da örnekleme tarihleri boyunca daha düşük seviyelerde saptanmıştır. Araneae ortalama sayısı örnekleme tarihleri boyunca 0.003 ile 0.11 adet/bitki organı arasında değişmiştir. Ortalama Araneae sayısı ÇEB ergin popülasyonun arttığı tarihte artmış, daha sonraları ise azalma ve kısa süreli artışlar göstermiştir. Araneae sayısı, özellikle açılmış kozalarda ÇEB nimf sayısının yüksek olduğu eylül ayı ortalarında sadece bir örnekleme tarihinde (9 Eylül: 0.09 adet/bitki organı) artmıştır. Çiğit emici böceği'nin ergin veya nimflerinin ortalama sayılarıyla ortalama Araneae birey sayısı arasında ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4; $P>0.05$).

Atrap örneklemeyle, 2018 yılında Çiğit emici böceği'nin ergin ve nimflerinin ve ayrıca avcı böcek ve örümceklerin popülasyon değişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Atrapla örnekleme yapılan alanda, çoğunlukla polifag avcılar yakalanmıştır.

Bitki örneklemesine göre atrapla örnekleme ile daha fazla sayıda avcı böcek toplanmıştır. Örnekleme tarihleri boyunca avcı Coleoptera bireylerinin popülasyon yoğunluğu 1-4 adet/20 atrap arasında değişmiştir. Çiğit emici böceği erginlerinin popülasyonlarının arttığı dönemde avcı Coleoptera popülasyon yoğunluğunda önemli artış görülmemiştir. Bitki organlarındaki ortalama ÇEB ergin sayısı ile, atrap örneklemeyle elde edilen Coleoptera avcı sayıları arasında pozitif ve önemli bir ilişki saptanmış olsa da (Çizelge 5; $P<0.05$) bu ilişkinin derecesinin zayıf olduğu ($R^2=0.30$) görülmektedir. Çiğit emici böceği nimflerinin özellikle açılmış kozalarda artış gösterdiği dönemde (eylül ayı) Coleoptera takımından olan avcılarının sayısı düşük düzeydedir ve atrap başına yaklaşık 1 ergin bireydir.

Regresyon analizi sonucuna göre, bitki organlarındaki ortalama ÇEB nimf sayısı ile, atrap örneklemeyle elde edilen Coleoptera avcı sayıları arasında negatif ve önemli bir ilişki bulunmuştur ve bu ilişkinin derecesi %50'e yakın olmuştur (Çizelge 5; $P<0.05$). Hemiptera takımından avcı böceklerin atrap örneklemeyle ortalama popülasyon yoğunlukları örnekleme tarihi boyunca 1 ile 3.5 birey/20 atrap arasında değişmiştir. Atrap örneklemeyle ÇEB ergin popülasyon yoğunluğunun arttığı dönemde, hemipter avcılarının ortalama birey sayıları da kısa süreli artmıştır. Nimf popülasyonunun arttığı dönemde ise ortalama popülasyonları 2 adet/20 atrap düzeyinde kalmıştır. Çiğit emici böceği'nin ortalama ergin veya nimf sayılarıyla, Hemipter avcı sayıları arasında ilişki bulunamamıştır (Çizelge 5; $P>0.05$). Diğer üç avcı gruba göre, Neuroptera takımından avcılarının popülasyon yoğunlukları çok daha düşük olmuştur. Birçok örnekleme tarihinde ortalama popülasyon yoğunlukları 0.25 adet/20 atrap olarak kaydedilmiştir. Çiğit emici böceği'nin ergin veya nimf sayılarıyla, Neuroptera takımından olan avcılarının ortalama birey sayıları arasında önemli ilişki görülmemiştir (Çizelge 5; $P>0.05$).

(Çizelge 5; Şekil 2). Atrap örneklemeyle toplanan örümceklerin (Araneae) ortalama popülasyonları örnekleme tarihleri boyunca 0.25 birey ile 3.75 birey/20 atrap arasında değişmiştir. Araneae popülasyon yoğunluğu dalgalı bir değişim göstermiş olup, bazı tarihlerde artmış, bazı tarihlerde ise azalmıştır. Çiğit emici böceği'nin ergin veya nimf sayılarıyla Araneae takımından avcı sayıları arasında ilişki bulunamamıştır (Çizelge 5; $P>0.05$).

Çizelge 5. Pamuk tarlasında 2018 yılında atrap örneklemeyle *Oxycarenum hyalinipennis* ve avcı böcekler ve örümcekler arasındaki ilişkiyi gösteren regreasyon analizi

Table 5. Regression analysis showing the relationship determined between *Oxycarenum hyalinipennis* and predatory insects and spiders by sweep-net sampling in a cotton field in Balcalı District, Adana Province, Turkey in 2018

	İlişki	Sd	R ²	F	P	Denklem
	Coleoptera	1.14	0.30	5.784	0.032	$Y = 0.179x + 1.318$
ÇEB* erginleri	Hemiptera	1.14	0.14	2.166	0.165	$Y = 0.111x + 1.306$
	Neuroptera	1.14	0.01	0.231	0.639	$Y = 0.014x + 0.198$
	Araneae	1.14	0.02	0.273	0.610	$Y = 0.042x + 1.760$
	Coleoptera	1.14	0.48	12.888	0.0004	$Y = -0.228x + 2.842$
ÇEB nimfleri	Hemiptera	1.14	0.06	0.938	0.350	$Y = -0.077x + 2.133$
	Neuroptera	1.14	0.12	1.881	0.193	$Y = -0.040x + 0.361$
	Araneae	1.14	0.08	0.299	0.594	$Y = -0.044x + 2.100$

*ÇEB: Çiğit emici böceği

Çiğit emici böceği erginleriyle Coleoptera, Hemiptera ve Neuroptera takımından avcı böcekler arasında pozitif, ancak genelde zayıf düzeyde (çoğunlukla %50'nin altında) ilişkilerin olması, bu türün erginleriyle beslenmeleri yanında, diğer avların varlığı ile ilgili olabilir. Örneğin, Coleoptera takımından olan avcılar (Coccinellidae familyası türleri) pamukta çoğunlukla yaprakbitleriyle beslendikleri (Atakan & Özgür 1994), Hemiptera takımından olan avcılar da (çoğunlukla Anthocoridae ve Lygaeidae, Geocorinae türleri) küçük ve yumuşak vücutlu arthropoda türleriyle (örneğin beyaz sinek, kırmızı örümcek, thrips ve yaprakbiti gibi) beslendikleri yaygın bilinen bir durumdur (Ghavami & Özgür 1992; Riduavets 1995). Bir başka deyişle bunlar genel avcılardır. Bitki örneklemeyle 2018 yılında Coleoptera, Hemiptera ve Neuroptera takımına ait faydalı böceklerle ÇEB nimf ve erginleri arasındaki pozitif veya negative yönlü önemli ilişkiler tesadüf olabilir. Kirkpatrick (1923), ÇEB ile beslenen doğal düşmanın olmadığını bildirmiştir. O çalışmaya göre, hoş olmayan kokusundan dolayı bu zararlı böcek türünün doğal düşmanlar tarafından tercih edilmediği, hatta ne kuşlar ne de birkaç gün boyunca aç bırakılan bir *Mantis* (Mantodea: Mantidae)'in bu zararlı tür üzerinde beslenmediğini bulgularına eklemiştir. Bir ya da iki kez, karıncaların ölü ÇEB nimflerini taşıdıklarını kaydetmiştir. Odhiambo (1957), *Nagusta* sp. (Hemiptera: Reduviidae)'nin Uganda'da pamuk tarlalarında

ÇEB ile beslendiğini gözlemiştir. Ancak, pamuk tarlalarında spesifik avcılarının olmadığını da eklemiştir. Örnekleme sezonu boyunca bitki generatif organlarında daha çok Hemiptera ve Coleoptera takımında bağlı avcı böcekler görülmüştür. Çiğit emici böceği'nin popülasyon yoğunluğunun artış gösterdiği dönemde avcı böcek popülasyon yoğunluklarında (özellikle Araneae ve Neuroptera bireyleri) da düşük ve kısa süreli artışlar belirlenmiştir.

Sonuçta, avcı böceklerin bu zararlı türün popülasyon yoğunluğu ile birlikte gösterdikleri artışların, doğrudan bu böcek türü ile ilgili olamayacağı, saptanan avcı arthropodların polifag olmaları nedeniyle, popülasyonlarının pamuk parsellerinde bulunan diğer zararlı böcek/akar türleriyle de ilişkili olabileceği kanaatine varılmıştır. Nitekim Türkiye'de pamukta yapılan önceki çalışmalarda avcı türler değişik zararlı böcek türleriyle birlikte kaydedilmişlerdir (Gençsoylu & Öncüler 2002; Özpınar et al. 2017; Memiş & Özpınar 2020). Bununla birlikte, gözlemlere dayanarak, avcı örümcek türlerinin gerek daha iri vücut yapılarına sahip olmaları ve gerekse daha aktif olarak bitki üzerinde avlarını aramalarını nedeniyle bu zararlı tür üzerinde daha etkili olabilecekleri düşüncesine varılmıştır. Ancak, av-avcı ilişkileri konusunda daha sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek amacıyla, ÇEB'in değişik biyolojik dönemleriyle pamukta saptanan avcı arthropoda türleri arasında laboratuvar koşullarında besleme denemelerinin yapılmasında fayda görülmektedir.

Teşekkür

Coccinellidae ve Araneae türlerinin teşhisleri yapan sırasıyla, Prof. Dr. Nedim UYGUN (Adana)'a ve Doç. Dr. Tarık DANIŞMAN (Kırkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırkkale)'a içten teşekkürlerimiz sunarız. Yüksek Lisans Tez Projesine (FYL-2018-10465) maddi destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü, Araştırma Projeleri Birimi'ne de ayrıca teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akbay C. & H.B. Ağır, 2018. Dünya ve Türkiye'de pamuk üretimi ve ticareti (Editör: Y. Alptekin, Pamuk Tarımı). Tarım Gündem Dergisi özel Yayını, Hürriyet Matbaası, İzmir, 11-15.
- Anonymous 2014. http://koop.gtb.gov.tr/data/5342b718487c8ea5e4b4d9c3/2013_Pamuk%20Rapor.pdf (Erişim Tarihi: 01 Eylül 2019).
- Atakan E. & A.F. Özgür, 1994. Pamuk Yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov.) (Homoptera: Aphididae)'nin popülasyon gelişmesinde doğal düşman etkinliğinin araştırılması, Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 25-28 Ocak 1994, İzmir, 459-470.
- Atakan E., A. Kaya & S. Pehlivan, 2021. Population dynamics and damage status of the dusky cotton bug, *Oxycarenus hyalinipennis* Costa (Hemiptera: Lygaeidae) in cotton in Çukurova region of Turkey. *Phytoparasitica*, 49: 793-805
- Çakır S. & F. Önder, 1990. Türkiye Geocorinae (Het., Lygaeidae) altfamilyası üzerinde sistematik ve faunistik araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 14(1): 37-52.
- Gaines, J.C., 1967. Pest control can save up crop by over 40%. Cotton International Edition, 34: 60-62.
- Gençer O., T. Özüdoğru, M.A. Kaynak, A. Yılmaz & N. Ören, 2003. Türkiye'de Pamuk Üretimi ve Sorunları. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/8d437661d952917-_ek.pdf?tipi=14&su.be. Erişim tarihi: 11 Ocak 2012.

- Ghavami M.D. & A.F. Özgür, 1992. Pamuk tarlasında zararlıların populasyon gelişmesi ve değişik predatörlerle ilişkisinin saptanması. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 28-31 Ocak 1992, Adana, 227-238.
- Gençsoylu İ. & C. Öncüer, 2002. Pamuk alanlarında doğal düşmanların sokucu-emicilerin populasyon gelişimine etkisinin saptanması. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 4-7 Eylül 2002, Erzurum, 147-160.
- Guddora M.E., 1977. Studies on the Heteroptera of the Sudan with special reference to species of agricultural importance. Ph. D. Thesis, University of Khartoum. 223 pp.
- Kirkpatrick T.W., 1923. The Egyptian cotton seed bug (*Oxycarenus hyalinipennis*, Costa). Its bionomics, damage and suggestions for remedial measures. Bulletin, Ministry of Agriculture Egypt, Technical and Scientific Service, 35, 107 pp.
- Memiş S. & A. Özpınar, 2020. Manisa ili pamuk alanlarında *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera; Noctuidae)'nın bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (3): 369-379.
- Odhiambo T.R., 1957. The bionomics of *Oxycarenus* species (Hemiptera: Lygaeidae) and their status as cotton pests in Uganda. *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 20: 235-249.
- Özgür A.F., 1992. Endüstri Bitkileri Zararlıları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Ders Notları No: 2, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası, Adana, 154s.
- Özpınar A., A.K. Şahin, B. Polat & S. Özpınar, 2017. Troia (Çanakkale) Milli Park alanında polifag zararlı türlerle entegre mücadele olanaklarının araştırılması. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1):49-57.
- Pe'ricart, J., 1972. He'mipte` res Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-pale'arctique. Masson et Cie Editeurs, Paris, France.
- Pimentel D., 1990. Estimated Annual World Pesticide Use Facts and Figures for Found Adition, New York. 54 pp.
- Raman K. & K.P. Sanjayan, 1983. Quantitative food utilization and reproductive programming in the, dusky cotton bug *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae), Proceedings of the Indian National Science Academy. B 49 No. 3, pp 231-236.
- Riudavets J., 1995. Predators of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*. Wageningen Agricultural University Papers 95-1: 43-87.
- Samy O., 1969. A revision of African species of *Oxycarenus* (Hemiptera: Lygaeidae). *Transactions of the Entomological Society of London*, 121: 79-165.
- Sewify G.H. & A.M. Semeada, 1993. Effect of population density of the cotton seed bug *Oxycarenus hyalinipennis* Costa on yield and oil content of cotton seeds. *Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo*, 44 (2): 445-452.
- Şengonca Ç., 1980. Türkiye Chrysopidae (Neuroptera) Faunası Üzerinde Sistemantik ve Taksonomik Araştırmalar. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 138s.

Orijinal araştırma (Original article)

Adana İli Balcalı yöresinde avcı *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) türlerinin araştırılması¹

Şefika TATLİCIOĞLU², Ekrem ATAKAN^{2*}, Serkan PEHLİVAN²

Investigation of predatory *Orius* species (Hemiptera: Anthocoridae) in Balcalı District of Adana Province, Turkey

Abstract: In this study, the presence of predatory *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) species was investigated on different cultivated plants in the Balcalı District of Adana Province, Turkey in 2019-2020. Surveys were carried out on some summer and winter vegetables, field crops and fruit trees. In the sampling units, 20 plants from annual herbaceous cultivars and 10 plants from perennial woody cultivars were randomly selected. The flowers of the plants were included in the samples. Insects were collected by shaking the upper parts of herbaceous plants and the flowering shoots of fruit trees into a container. Individuals of *Orius niger* Wolff, *Orius laevigatus* (Fieber), *Orius albidipennis* (Reuter) and *Orius vicinus* Ribaut (Hemiptera: Anthocoridae) were collected. The total number of adult *Orius* individuals collected was 211. *Orius laevigatus* was the most common species (69.7%), followed by the *O. niger* (29.4%), of all adults.

Keywords: Adana, Balcalı, distribution, *Orius* species

Öz: Bu çalışma ile Adana ili Balcalı yöresinde değişik kültür bitkilerinde 2019-2020 yıllarında *Orius* türleri (Hemiptera: Anthocoridae) türleri araştırılmıştır. Sörvey çalışmaları, bazı yazlık ve kışlık sebzeler, tarla bitkileri ile meyve ağaçlarında yürütülmüştür. Örneklem ünitelerinde tek yıllık otsu kültür bitkilerinden 20 bitki, çok yıllık odunsu kültür bitkilerden ise 10 bitki tesadüfi olarak seçilmiştir. Örneklemelerde özellikle bitkilerin çiçekleri dikkate alınmıştır. Otsu bitkilerin üst kısımları, meyve ağaçlarının ise çiçekli sürgünleri kap içerisine silkelerek böcekler toplanmıştır. Çalışma sonucunda; *Orius niger* Wolff, *Orius laevigatus* (Fieber), *Orius albidipennis* (Reuter) ve *Orius vicinus* Ribaut (Hemiptera: Anthocoridae) türleri saptanmış olup, toplam birey sayıları 211 adet olarak kaydedilmiştir. *Orius laevigatus* %69.67 oran ile en yaygın bulunan avcı tür olmuştur. Bu türü, toplam erginlerde %29.39 bulunma oranı ile *O. niger* izlemiştir.

Anahtar sözcükler: Adana, Balcalı, dağılım, *Orius* türleri

¹Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: eatakan@mail.cu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0003-4588-6418, 0000-0001-7352-4815, 0000-0002-9444-7457

Alınış (Received): 11 Ocak 2022

Kabul ediliş (Accepted): 15 Şubat 2022

Giriş

Akdeniz'in doğusunda yer alan Çukurova Bölgesi, ülkemizdeki tarımsal üretimin en fazla yapıldığı alanlardan birisidir. Aynı zamanda bu bölge bitkisel üretime elverişli verimli topraklara ve iklime sahip olması, bununla birlikte nehirlerle kolayca sulanabilme özelliğine sahip tarım alanlarını bulundurmaktadır Türkiye İstatistik Kurumu verilerine dayanarak Türkiye'nin en önemli tarımsal üretim merkezi konumundadır (TUİK 2018).

Ülkemizde yapılan kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde sürdürülebilirlik açısından önemli sorunların başında; bitki hastalıkları, zararlılar ve yabancı otlar nedeniyle önemli ürün kayıpları meydana gelmektedir (Akbaş 2019). Bu sorun ilaçların daha fazla kullanılmasına neden olmaktadır (Kansu 1973; Tommasini & Nicoli 1993). Bitkisel üretimde zararlı olan böcekleri/akarları, hastalıklar ve yabancıotları ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak ve bitkisel üretimi artırmak amacıyla kimyasallar (pestisitler) yüksek biyolojik etkiye sahip olmaları ve kısa sürede zararlı etmenleri baskı altında almaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadırlar (De waard et al. 1993; Tiryaki et al. 2010; Delen et al. 2015). Kimyasal savaşım uygulamalarında kullanılan pestisitler 1940'lı yıllarda bulunmuştur. Değişik gruplardan pestisitlerin yaygın olarak kullanımları, tarımsal ekosistemlerde doğal dengenin bozulması, potansiyel zararlı türlerin ana zararlı duruma gelmesi, kalıntı sorunları ve zararlı etmenlerin direnç geliştirmeleri gibi sorunlara neden olmaktadır (Tiryaki et al. 2010; Durmuşoğlu et al. 2010). Bu dezavantajının yanında kimyasal mücadeleye alternatif olarak daha ekonomik, pratik aynı zamanda canlı sağlığını önemseyen ve gereksiz ilaç kullanımını engelleyen mücadele yöntemlerine geçilmesi ön görülmüş ve biyolojik mücadele olarak adlandırılan savaşım yöntemi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Clausen 1958; Howarth 1991; Bueno et al. 2006). Kimyasal mücadelenin neden olduğu üründe kalıntı, zararlılarda direnç gelişimi, çevreye ve agro-ekosistemdeki canlılara verdiği zarardan kurtulmayı amaçlayan bu yöntem, doğada zararlıları baskı altında tutan bazı yararlı organizmalardan faydalanılması prensibine dayanmaktadır (Van Lenteren et al. 2020). Hem örtü altı hem de açık alanda birçok zararlı böcek türleri ile beslenen ve ticari olarak biyolojik mücadele amaçlı üretilip salımı gerçekleştirilen Anthocoridae familyası ayrı bir öneme sahiptir (Önder 1982; Bahşi 2011; Topakçı & Keçeci, 2017; Pehlivan 2019).

Hemiptera takımı Anthocoridae familyasına bağlı "*Orius*" cinsi, doğada özellikle biyoçeşitliliğinin fazla olduğu yerlerde daha yaygın görülmekte olup, bu cinse ait 70 adet türü kaydedilmiştir (Önder 1982). Ülkemizde yapılan çalışmalarda *Orius niger* (Wolff), *Orius laevigatus* (Fieber), *Orius majusculus* (Reuter), *Orius minutus* (Linnaeus), *Orius pallidicornis* (Reuter), *Orius vicinus* (Ribaut), *Orius laticollis* (Reuter) ve *Orius horvathi* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae) olmak üzere toplam 8 tür tespit edilmiştir (Önder 1982; Bahşi 2011; Pehlivan & Atakan 2020). Bu tespit edilen *Orius* cinsine ait bireylerin hem nimfleri ve hem de erginleri zoofag özelliğe sahiptir (Önder 1982). Bu familyaya ait türler, normal şartlarda polen ve bitki türleriyle yaşamını sürdürmekte, fakat genel olarak bitkilerin çiçekli aksamında bulunup, biyolojik savaşıma katkı sağlamaktadırlar (Riudavets 1995). Anthocoridae türlerinin thripsler başta olmak üzere

beyazsinekler, yaprakbitleri, koşniller, akarlar, psyllidler, kabuk böcekleri, Lepidoptera ve Coleoptera yumurtaları gibi, bitkiye zarar veren pek çok böcek türü ve akarlar beslendikleri bildirilmiştir (Önder 1982; Lodos 1986; Riudavets & Castane 1994; Lattin 1999; Keçeci & Gürkan 2017; Pehlivan & Atakan 2020). Çukurova Bölgesi'nde pamuk ekilmiş tarlalarda *Frankliniella* türlerinin farklı biyolojik dönemlerinin *O. niger* tarafından beslendikleri bulunmuştur (Atakan & Özgür 2001). Bu bölgede yapılan bir başka araştırmada; *O. minutus*, *O. niger*, *O. horvathi* ve *O. laevigatus*'un, yaprakbiti türleri [*Myzus* spp. (Hemiptera: Aphididae)]'nin doğal düşmanı olduğu rapor edilmiştir (Zeren & Düzgüneş 1983). Adana ilinde bakla, yonca ve çilek yetiştirilen tarlalarda en fazla *O. niger* saptanmıştır (Atakan & Tunç 2004; Atakan 2010; Atakan 2011). Ülkemizde Doğu Akdeniz içerisinde yer alan Adana ve Mersin illerinde yabancıotlar üzerinde *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) avcı *O. niger* ile birlikte kaydedilmiştir (Atakan & Tunç 2010). Pehlivan (2019) Adana İli ve çevresinde *Orius* türleri ve bunların mevsime bağlı yaygınlıkları incelemiş olup, en yaygın tür olarak *O. niger*'i bulmuştur.

Çeşitli tarımsal alanlarda farklı zararlı böcek türleriyle birlikte bulunan *Orius* türleriyle ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, Adana İlinde polikültür alanı olarak tanımlanan, değişik tarımsal ürünlerin gerek üretim ve gerekse deneme amaçlı olarak yetiştirildiği üretim alanında (Balcalı yöresinde) değişik kültür bitkilerinde *Orius* türleri yeterince bilinmemektedir. Çukurova'da tarımsal üretim alanlarına göre, gerek ürün çeşitliliğinin fazla olması ve gerekse pestisit kullanımının oldukça sınırlı olduğu bu ekosistemde, avcı *Orius* tür çeşitliliğinin farklı olabileceği düşüncesiyle bu çalışma ele alınmış olup, bu çalışmayla Türkiye Anthocoridae (*Orius* cinsi) faunasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Adana İli Balcalı Yöresi'nde bulunan tek ve çok yıllık kültür bitkileri üzerinden örneklenen *Orius* türleri oluşturmuştur. Ayrıca sörvey çalışması sırasında 34 × 23 × 7 cm ebatında ki beyaz küvet, *Orius* ve avlarını toplamak için emgi tüpü ve/veya samur fırça ile içerisinde %70'lik etil alkol bulunan 2 ml hacimli eppendorf tüpleri kullanılmıştır.

Örnekleme Alanları

Orius türleri, mevsimsel yoğunlukları ve dağılımları Balcalı'da 2019-2020 yıllarında araştırılmıştır. Farklı bitki türlerinin gerek üretim ve gerekse araştırma amacıyla yetiştirildiği alanlarda örnekleme yapılmıştır. Bu amaçla Bitki Koruma Bölümü Araştırma Uygulama Alanında; kışlık sebzeler (bakla, karnabahar, lahana, marul, roka, turp vs.) ve yazlık sebzeler (biber, domates, patlıcan vs.) ve meyve ağaçları (elma, nar, turunçgil vs.), Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Alanında; pamuk, soya, susam, yer fıstığı gibi tarla bitkileri, Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Uygulama Alanında turunçgil ve ılıman iklim meyveleri (elma, nektarin, yenidünya) *Orius* türlerini saptamak amacıyla örnekleme yapılmıştır.

Adana İli Balcalı Yöresinde *Orius* Türlerinin Saptanması

Örnekleme Balcalı yöresinde (Adana İli) üç ayrı tarımsal alanda 2019-2020 yılları arasında yapılmıştır. Örnekleme birimlerinde bulunan çeşitli kültür bitkileri (kışlık-yazlık sebze, meyve ağaçları ve tarla ürünleri) örneklenmiştir. Örnekleme ünitelerinde tek yıllık otsu kültür bitkilerinden (sebze türleri ve tarla bitkileri) 20 bitki, çok yıllık odunsu kültür bitkilerden (meyve ağaçları) ise 10 bitki tesadüfi olarak seçilmiştir. Örnekleme ünitelerinde özellikle bitkilerin çiçekleri dikkate alınmış ve farklı bitki gruplarındaki bitkilerin çiçeklenme döneminin başlamasıyla örnekleme başlanmıştır. Çünkü *Orius* ve birinci derecede avları olan thripsler çoğunlukla çiçeklerde bulunmaktadır, ayrıca bu avcı türler avlarının olmadığı durumlarda çiçeklerdeki nektarlar ve polenler ile beslenmektedirler (Riudavets & Castane, 1994; Hansen et al. 2003; Funderburk et al. 2000; Funderburk et al. 2018). Ağaçların dört farklı yönündeki 20-30 cm uzunluğundaki çiçekli veya meyveli sürgünler örnekleme için tesadüfi olarak seçilmiştir. Otsu bitkilerde ise bitkilerin üst yarısı örnekleme dikkate alınmıştır. Sörvey yapılan alanlarda, sürgünler veya bitkiler 34 × 23 × 7 cm ebatında ki beyaz küvet içerisine 5-10 sn silkelmiş ve küvetin içine düşen avcı *Orius* türleri emgi tüpü ve/veya samur fırça ile alınarak içerisinde %70'lik etil alkol bulunan ephendorf tüplerine konulmuştur. Çok az sayıda bulunan *Orius* nimfleri laboratuvarında kültüre alınmıştır, ancak bunlardan ergin birey elde edilememiştir. Ayrıca örnekleme yapılan yer, tarih ve toplandığı bitki türü gibi etiket bilgileri de kaydedilmiştir. *Orius* türlerini belirlemek amacıyla haftalık aralıklarla 2019 yılında 2 Ekim-25 Aralık döneminde 13, 2020 yılında ise, 1 Ocak-8 Ekim döneminde ise 41 örnekleme, toplamda, 54 örnekleme yapılmıştır. Örnekleme aynı gün içerisinde 08:00-12:00 saatleri arasında yapılmıştır. *Orius* ergin bireyleri, genital organ preparatları ve ayrıca morfolojik özelliklerine göre tanımlanması amacıyla ayrılması ve daha sonra sayılarak değerlendirilmiştir.

Orius Türlerinin Teşhisleri

Sörvey çalışması sonucu elde edilen örnekler ilk olarak etil alkol ile birlikte çukur cam materyal içine alınmış ve stereobinoküler mikroskop altında pronotumdaki setalarına bakılmıştır. Daha sonra abdomenin uç kısımları kesilmiş ve bu kesilen kısım içerisinde %10'luk KOH çözeltisi bulunan cam kaplara aktarılmış ve oda sıcaklığında 1 gün bırakılmıştır. Bir günün sonunda karanfil yağı içerisinde 5 dakikaya yakın bekletilmiş ve karanfil yağı içinde bulunan bu örnek bir iğne ile alınarak, üzerinde hoyer ortamı bulunan lama aktarılmış ve üzeri lamel ile kapatılmıştır. Ayrıca yapılan preparatların hava almaması için lamın etrafına tırnak cilası sürülmüştür. Yapılan preparat 15 gün boyunca 45°C sıcaklıkta ısıtılmış etüvde kurutulmuştur. (Silveira et al. 2003). 15 günün sonunda *Orius* türlerinin dişilerinin çiftleşme tüpü ile erkeklerin genital organlarına ışık mikroskobu altında incelenerek, teşhisleri Péricart (1972)'nin yayınlamış olduğu eşhis anahtarına göre yapılmıştır. Ayrıca, türlerin morfolojik ayrımlarında Tommasini (2004)'den de yararlanılmıştır. Türlerin teşhisleri birinci yazar tarafından yapılmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Orius bireylerinin tüm kültür bitkilerindeki sayılarını birleştirerek, toplam ergin bireylerde bulunma oranları Excel Programında hesaplanmıştır. Bu amaçla % dağılım: (bir türün birey sayısı/ toplam birey sayısı) \times 100 formülüyle bulunmuştur (Karman 1971).

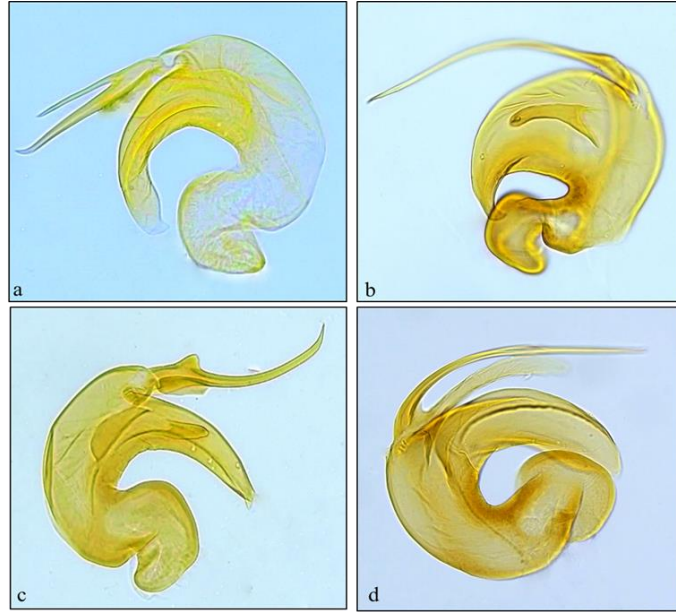
Bulgular ve tartışma

Adana İli Balcalı yöresinde saptanan *Orius* türleri

Adana İli Balcalı Yöresi'nde 2019-2020 yılları arasında yapılan sörvey çalışmaları sonucunda; *O. albidipennis*, *O. laevigatus*, *O. niger* ve *O. vicinus* türleri tespit edilmiştir. *Orius* türlerinin erkek bireylerinin genital organları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil.2'de ise en yaygın olarak saptanan iki türün ergin dişi ve erkek bireylerinin doğal görünüşleri görülmektedir.

Orius albidipennis Reuter, 1884

Phaseolus vulgaris (Fasulye), 1♂, 23.10.2019. *Orius albidipennis* sıcak iklim kuşağında bulunmakta olup, 2007 yılında Türkiye'de yapılan ilk teşhisi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Diyarbakır ve Şanlıurfa'da pamuk ekim alanlarında saptanmıştır (Büyük 2008). Adana İlinde susam bitkilerinde tespit edilmiştir (Pehlivan 2019).

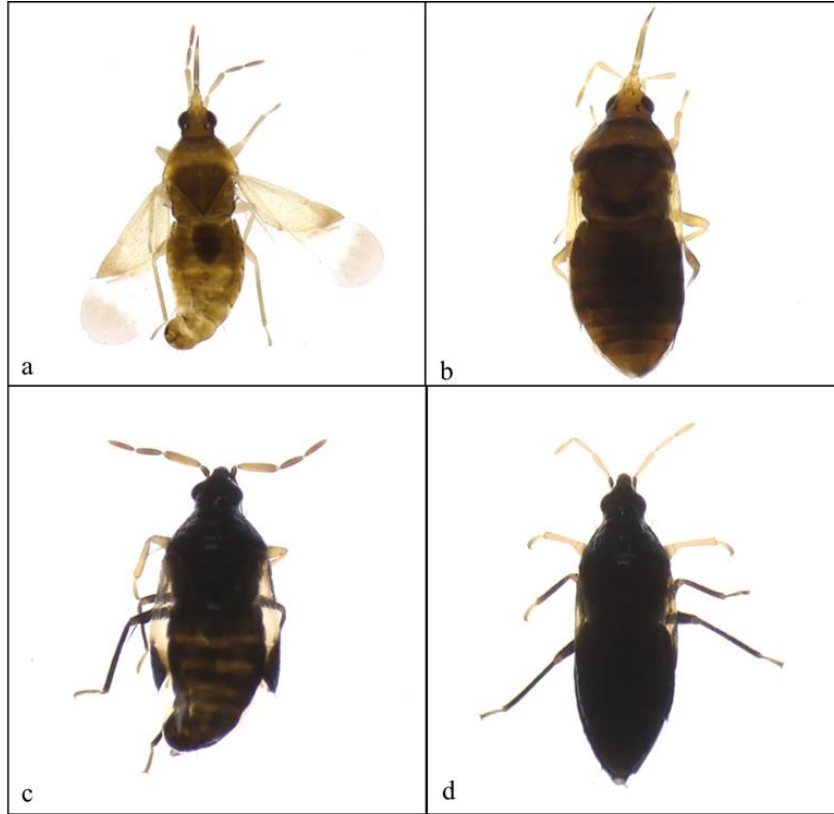


Şekil 1. Erkek genital organ görünümleri: *Orius laevigatus* (a), *Orius vicinus* (b), *Orius niger* (c) ve *Orius albidipennis* (d)

Figure 1. Male genital organs: *Orius laevigatus* (a), *Orius vicinus* (b), *Orius niger* (c) and *Orius albidipennis* (d)

Orius laevigatus Fieber, 1860

Sesamum indicum (Susam), 4♀, 2♂, 02.10.2019; *Punica granatum* (Nar), 2♀, 15.10.2019; *Sesamum indicum*, 1♂, 15.10.2019; *Phaseolus vulgaris* (Fasulye), 1♀, 23.10.2019; *Sesamum indicum*, 1♂, 23.10.2019; *Vicia faba* (Bakla), 4♀, 30.10.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 30.10.2019; *Sesamum indicum*, 1♀, 30.10.2019; *Vicia faba*, 3♀, 1♂, 06.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♂, 06.11.2019; *Sesamum indicum*, 1♀, 06.11.2019; *Capsicum annuum* (Biber), 2♂, 13.11.2019; *Vicia faba*, 2♀, 1♂, 13.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 2♂, 13.11.2019; *Vicia faba*, 1♀, 1♂, 20.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♂, 20.11.2019; *Vicia faba*, 4♀, 1♂, 27.11.2019; *Vicia faba*, 2♀, 04.12.2019; *Vicia faba*, 1♀, 11.12.2019; *Vicia faba*, 1♀, 1♂, 10.01.2020; *Vicia faba*, 1♀, 21.01.2020; *Vicia faba*, 14♀, 3♂, 28.01.2020; *Eriobotrya japonica* (Malta Eriği), 1♀, 1♂, 28.01.2020; *Vicia faba*, 5♀, 04.02.2020; *Vicia faba*, 7♀, 11.02.2019; *Vicia faba*, 18♀, 1♂, 18.02.2020; *Eriobotrya japonica*, 2♀, 18.02.2020; *Vicia faba*, 1♀, 25.02.2020; *Eriobotrya japonica*, 1♀, 25.02.2020;



Şekil 2. En yaygın iki *Orius* türünün dişi ve erkek bireylerinin doğal görünüşleri; *Orius laevigatus* erkek (a) - dişi (b), *Orius niger* erkek (c) - dişi (d)

Figure 2. Male and female individuals of the two most common *Orius* species; *Orius laevigatus* male (a) - female (b), *Orius niger* male (c) - female (d)

Vicia faba, 9♀, 03.03.2020; *Vicia faba*, 4♀, 10.03.2020; *Prunus dulcis* (Badem), 1♀, 26.03.2020; *Solanum tuberosum* (Patates), 1♀, 2♂, 22.04.2020; *Malus*

domestica (Elma), 1♀, 22.04.2020; *Malus domestica*, 1♀, 1♂, 30.04.2020; *Solanum tuberosum*, 3♀, 5♂, 30.04.2020; *Solanum tuberosum*, 1♀, 1♂, 07.05.2020; *Malus domestica*, 3♀, 1♂, 07.05.2020; *Solanum tuberosum*, 2♀, 4♂, 14.05.2020; *Capsicum annuum*, 1♀, 27.05.2020; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 12.06.2020; *Sesamum indicum*, 1♀, 05.08.2020; *Sesamum indicum*, 1♂, 18.08.2020; *Gossypium hirsutum* (Pamuk), 1♂, 18.08.2020; *Glycine max* (Soya), 1♂, 18.08.2020; *Solanum melongena* (Patlıcan), 1♂, 24.08.2020; *Gossypium hirsutum*, 1♂, 24.08.2020.

Orius laevigatus türünün, Diyarbakır Merkez (Önder & Adıgüzel 1979), İzmir (Erkin 1981) bulunduğu rapor edilmiştir. Ayrıca *O. laevigatus* yabancı otlar üzerinde de fazla sayılarda bulunmuştur (Atakan & Tunç 2010). Bu tür, Adana ve Antalya illerinde yapılan çalışmalarda; ayçiçeği, bakla, biber, pamuk, susam ve yonca gibi kültür bitkilerinden örneklenmiştir (Bahşi 2011; Pehlivan 2019).

***Orius niger* Wolff, 1811**

Capsicum annuum, 1♀, 02.10.2019; *Phaseolus vulgaris* (, 1♀, 15.10.2019; *Sesamum indicum*, 1♀, 15.10.2019; *Capsicum annuum*, 1♀, 23.10.2019; *Phaseolus vulgaris*, 4♂, 23.10.2019; *Vicia faba*, 1♂, 23.10.2019; *Sesamum indicum*, 1♀, 23.10.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 30.10.2019; *Vicia faba*, 1♀, 30.10.2019; *Phaseolus vulgaris*, 2♀, 06.11.2019; *Capsicum annuum*, 1♀, 13.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 1♂, 13.11.2019; *Vicia faba*, 4♀, 13.11.2019; *Cucumis sativus* (Hıyar), 1♀, 13.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♀, 20.11.2019; *Vicia faba*, 1♀, 1♂, 20.11.2019; *Phaseolus vulgaris*, 1♂, 27.11.2019; *Vicia faba*, 1♂, 27.11.2019; *Vicia faba*, 1♀, 1♂, 11.12.2019; *Vicia faba*, 1♀, 18.12.2019; *Vicia faba*, 1♀, 21.01.2020; *Vicia faba*, 5♀, 1♂, 28.01.2020; *Brassica oleracea* var. *Botrytis* (Karnabahar), 1♀, 28.01.2020; *Vicia faba*, 1♂, 04.02.2020; *Vicia faba*, 3♀, 18.02.2020; *Eriobotrya japonica*, 1♀, 18.02.2020; *Vicia faba*, 1♀, 25.02.2020; *Eriobotrya japonica*, 1♀, 03.03.2020; *Prunus dulcis*, 1♀, 26.03.2020; *Solanum tuberosum*, 3♀, 22.04.2020; *Malus domestica*, 3♀, 22.04.2020; *Solanum tuberosum*, 1♀, 07.05.2020; *Gossypium hirsutum*, 1♀, 05.08.2020; *Arachis hypogaea* (Yer fıstığı), 1♀, 05.08.2020; *Gossypium hirsutum*, 3♀, 18.08.2020; *Sesamum indicum*, 1♀, 18.08.2020; *Gossypium hirsutum*, 1♀, 15.09.2020; *Solanum melongena*, 1♀, 22.09.2020; *Gossypium hirsutum*, 1♀, 01.10.2020.

Türkiye'de bu tür ilk defa İstanbul ve Mersin'de tespit edilmiştir (Önder 1982). Otsu bitki olan ayçiçeği, bakla, domates, fasulye, kabak, ıspanak, susam yonca toplandığı bitkiler arasında gösterilmektedir. Ayrıca ısırgan, kasımpatı, ökse otu ve sığırkuyruğu gibi yabancı otlarda da bulunmuştur (Önder 1982).

***Orius vicinus* Ribaut, 1923**

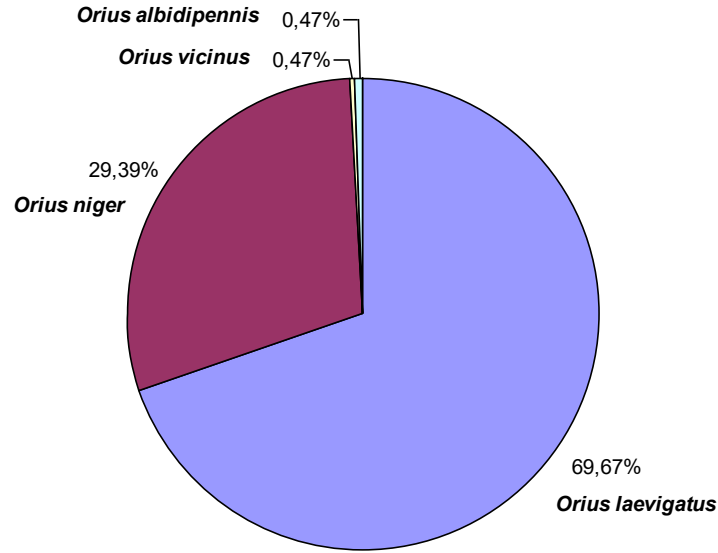
Malus domestica, 1♀, 16.04.2020.

Türkiye'de *O. vicinus*'un ilk tespit edildiği yer Ankara İli'dir (Péricart 1972). Bu tür Kayseri, Konya ve Antalya'da da rapor edilmiştir (Önder 1982). Erik ve elma ağaçlarından fazla sayılarda örneklenmiştir (Péricart 1972; Önder 1982). Pamuk bitkilerinde de kaydedilmiştir (Önder 1982). Son yıllarda yapılan bir

çalışmada bu tür; ayçiçeği, kabak, pamuk, susam ve yonca gibi bitkilerden toplanmıştır (Pehlivan 2019).

***Orius* Türlerinin Genel Dağılımları**

Yapılan örnekleme sonuçlarında; *O. albidipennis*, *O. laevigatus*, *O. niger* ve *O. vicinus* türlerine ait toplam 210 adet *Orius* bireyi toplanmıştır. Bu çalışma sonucunda *O. laevigatus* 147 adet ergin birey ve toplam bireylerde %69.67 bulunma oranıyla en yaygın tür olurken bunu, toplam 62 adet birey sayısı ve %29.39 oranla *O. niger* izlemiştir. *Orius vicinus* ve *O. albidipennis* türlerinden sadece birer adet örneklenmiştir ve toplam ergin bireylerde bulunma oranı %0.47 ile benzer olmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Balcalı’da 2019-2020 yıllarında örneklenen tüm kültür bitkilerinde bulunan *Orius* türlerinin genel dağılımları (%)

Figure 3. Proportions (%) of *Orius* species found in all cultivated plants sampled in Balcalı District of Adana Province, Turkey in 2019-2020

Önder (1982), Türkiye Anthocoridae familyasına ait 8 *Orius* türü saptamış olup, bunlar *O. vicinus*, *O. niger*, *O. minutus*, *O. majusculus*, *O. horvathi*, *O. laevigatus* ve *O. laticollis*’dir. Çukurova Bölgesi’nde kışlık ve yazlık sebzelerde *O. niger* ve *O. laevigatus* türleri saptanmıştır (Zeren & Düzgüneş 1983). Karaat et al. (1986) Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde pamuk ekilen tarlalarında da *O. horvathi* ve *O. niger* türlerini rapor etmişlerdir. Aynı bölgede pamukta yapılan bir başka çalışmada; *O. niger*, *O. vicinus*, *O. laevigatus*, *O. albidipennis* ve *O. horvathi* türleri saptanmıştır (Büyük 2008). Adana İlinde pamuk tarlasında yapılan sörvey çalışmasında en fazla örneklenen avcı *O. niger*’in çiçek thripsisi *Frankliniella* spp. ile ilişkili olduğu ve avcının bu türü baskılayabildiği bildirilmiştir (Atakan 2006). Yine aynı bölgede bakla tarlalarında avcı *Orius* ve Batı çiçek thripsisi, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Atakan

2010). Bahşi (2011), Antalya'da yaptığı sörvey çalışmasında 515 bitki örneğinde 2673 adet ile en yaygın tür olarak *O. laevigatus*'u bulmuştur. İkinci yaygın tür olan *O. niger* ise 379 örnekte 1346 adet olarak kaydedilmiştir. Adana İli ve çevresinde, 2015- 2016 yıllarında *Orius* cinsine ait türleri ve bazı avlarını saptamak için yapılan çalışmada 2418 adet *Orius* bireyi toplanmış olup, *O. niger* ve *O. laevigatus* türlerinin yaygın olduğu belirlenmiştir (Pehlivan 2019).

Çizelge 1. *Orius* türlerinin mevsimlere göre birey sayıları (adet)

Table 1. Seasonal numbers of individuals of *Orius* species in Balcalı District of Adana Province, Turkey in 2019-2020

Türler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Toplam
<i>Orius albidipennis</i>	0	0	1	0	1
<i>Orius laevigatus</i>	41	7	39	60	147
<i>Orius niger</i>	7	11	17	27	62
<i>Orius vicinus</i>	0	1	0	0	1
Toplam	48	19	57	87	211

Adana İli Balcalı yöresinde *Orius* türlerinin mevsimlere göre dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir. Genel olarak, *Orius* birey sayıları sonbahar ve kış aylarında nispeten daha fazla olmuştur. *Orius laevigatus* ve *O. niger* bireyleri çoğunlukla kış aylarında bakla çiçeklerinden toplanmıştır. Diğer kışlık sebze türlerine göre aralık-mart döneminde çiçekli kalan bakla bitkileri uzun ve kapalı yapıdaki çiçek yapıları sayesinde özellikle *Orius* gibi küçük vücutlu faydalı böceklerle barınma ve korunma sağlamış olabilir (Atakan 2008). Bu bitki türünün ekstra floral nektar yönünden zengin olması faydalı böcekleri de cezbetmektedir (Nuessly et al. 2004). Ayrıca, bakla çiçeklerinde avları olan thripslerin [*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)] de yoğun olarak bulunması, bu iki avcı türün sayıca daha bol olmalarının nedenleri arasında gösterilebilir (Atakan 2019). Bahşi (2011), *O. horvathi* ve *O. minutus*'u yaz mevsiminde, *O. majusculus*'u ilkbahar, yaz ve kış mevsimlerinde, *Orius limbatus* Wagner ve *O. vicinus*'u ise kış mevsimlerinde saptamıştır. Yayınlanmış çalışmalar arasında, *Orius* tür kompozisyonu ve mevsimsel yaygınlıkları yönünden görülen farklılıkların; örnekleme alanının büyüklüğü, örnekleme periyodu, örnek sayısı, bitki örtüsü, tarımsal faaliyetler, avlarının bolluğu ve iklimsel faktörlerdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Adana ili Balcalı Yöresi'nde 2019-2020 yılları arasında 47 hafta sörvey çalışması yapılmış olup, *O. albidipennis*, *O. laevigatus*, *O. niger* ve *O. vicinus* türleri belirlenmiştir. Toplam 210 adet avcı *Orius* bireyi toplanmıştır. *Orius laevigatus* 147 adet ile %69.67 oranla en fazla örneklenen tür olurken, *O. niger* 62 adet birey

sayısı ve %29.39 bulunma oranıyla en yaygın ikinci tür olmuştur. *Orius* türleri en fazla bakla bitkilerinin çiçeklerinden toplanmıştır. *Orius* türleri genel olarak sebzelerde kaydedilmiştir, meyve ağaçlarında çok az *Orius* bireyi saptanmıştır. *Orius* bireylerinin çoğunlukla otsu habitatları tercih ettiği düşünülmektedir. Bu çalışmada *Orius*'lar esas olarak zararlı thrips (Thysanoptera) türleriyle birlikte görülmüşlerdir. Bu amaçla; değişik kültür bitkilerinde *Orius* türleri, avları ve bunlarla birlikte popülasyon değişimleri incelenerek, bu avcı böceklerin zararlı herbivor böcekleri veya akarları baskı altına almadaki rollerinin araştırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmayı destekleyen Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje No: FYL-2020-12542).

Kaynaklar

- Akbaş B., 2019. Bitki sağlığının sürdürülebilir tarımdaki yeri. *Ziraat Mühendisliği*, 368: 6-13.
- Atakan E., 2006. Associations between *Franklinella* spp. and *Orius niger* populations in cotton. *Phytoparasitica*, 34 (3): 221-234.
- Atakan E., 2008. Thrips (Thysanoptera) species occurring winter vegetable crops in Çukurova region of Turkey. *Acta Phytopathologica Entomologica Hungarica*, 43: 227-234.
- Atakan E., 2010. Influence of weedy field margins on abundance patterns of the predatory bugs *Orius* spp. and their prey, the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*), on faba bean. *Phytoparasitica*, 38: 313-325.
- Atakan E., 2011. Population densities and distributions of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and its predatory bug, *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae), in strawberry. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13 (5): 638-644.
- Atakan E., 2019. Pest and beneficial insect species detected on broad bean in the Çukurova region of Turkey. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 3(2): 72-77.
- Atakan E. & A. F. Özgür, 2001. Pamuk tarlasında *Frankliniella intonsa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae)'in popülasyon değişimleriyle polifag predatör popülasyon gelişmesi arasındaki ilişkinin araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28: 267-273.
- Atakan E. & İ. Tunç, 2004. Adana ilinde yonca tarlasında Thysanoptera faunası ve bazı önemli türlerin ve predatör böceklerin popülasyon değişimleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28: 181-192.
- Atakan E. & İ. Tunç, 2010. Seasonal abundance of hemipteran predators in relation to western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on weeds in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Biocontrol Science and Technology*, 20: 821-839.
- Bahşi Ş., 2011. Antalya ili *Orius* türleri, *Orius majusculus*'un biyolojisi ve diyapozu. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya, 116 s.
- Bueno V. H. P., S. M. Mendes & L.M. Carvalho, 2006. Evaluation of a rearing- method for the predator *Orius insidiosus*. *Bulletin of Insectology*, 59 (1):1-6.
- Büyük M., 2008. Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarındaki avcı böceklerden *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae)'nin popülasyon gelişiminin belirlenmesi, en

- yaygın türün biyolojik özellikleri ve bazı pestisitlerin bunlara etkileri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, 121 s.
- Clausen C. P., 1958. Biological control of insect pests. *Annual Review of Entomology*, 3 (1): 291-310.
- Delen M.N., O. Tiryaki, S. Türkseven & C. Temur. 2015. Türkiye'de pestisit kullanımı kalıntı ve dayanıklılık sorunları, çözüm önerileri. Türkiye Ziraat Mühendiliği VIII Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, 12-15 Ocak 2015, Ankara, 758-778.
- De Waard M.A., S.G. Georgopoulos, D.W. Hollomon, H. Ishii, P. Leroux, N.N. Ragsdale & F.J. Schwinn, 1993. Chemical control of plant diseases: problems and prospects. *Annual review of phytopathology*, 31 (1): 403-421.
- Durmuşoğlu E., O. Tiryaki & R. Canhilal, 2010. Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları. TMMOB-Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII Teknik Kongresi Bildirileri, 11-15 Ocak 2010, Ankara, 589-607.
- Erkin E., 1981. İzmir ili ve çevresinde taş ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zararlı Aphididae (Homoptera) türlerinin doğal düşmanları, tanınmaları, konukçuları, yayılışları ve önemlerinin etkinlik durumları üzerine araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7 (1): 29-49.
- Funderburk J.E., J. Stavisky & S. Olson, 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Environmental Entomology*, 29: 376-382.
- Funderburk J., S. Reitz, P. Stansly, J. Freeman, C. Miller, G. McAvoy, A. Whidden, O. Demirozer, O., G. Nuessly, & N. Leppla, 2018. Managing Thrips in Pepper and Eggplant. IFAS Extension, University of Florida, 1-10 p.
- Hansen E.A., J.E. Funderburk, S.R. Reitz, S. Ramachandran, J.E. Eger & H.A. McAuslane, 2003. Within plant distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. *Environmental Entomology*, 32: 1035-1044.
- Howarth F. G., 1991. Environmental impacts of classical biological control. *Annual Review of Entomology*, 36 (1): 485-509.
- Kansu A., 1973. Hastalık ve zararlılarla savaş yoluyla bitkisel üretimin artırılma olanakları. *Bitki Koruma Bülteni*, 22 (4): 198-199.
- Karaat Ş., M.A. Göven & C. Mart, 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde pamuk ekim alanlarında yararlı türlerin genel durumları. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 12-14 Şubat 1986, Adana, 173-185.
- Karsavuran Y. & M. Güçük, 2006. Manisa ilinde sanayi domatesi üretim alanlarında görülen thysanoptera takımına ait türlerin saptanması üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(3): 13-20.
- Karman M., 1971. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, İzmir, 276s.
- Kececi M. & M.O. Gurkan, 2017. Comparison of *Orius niger* with *Orius laevigatus* biological control efficiency to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) on sweet pepper in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 1164: 399-406.
- Lattin J.D., 1999. Bionomics of the Anthocoridae. *Annual Review of Entomology*, 44: 207-231.
- Lodos N., 1986. Türkiye Entomolojisi II. (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 580 s.
- Nuessly G. S., M.G. Hentz, R. Beiriger & B.T. Scully, 2004. Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida Entomologist*, 87:204- 211.

- Önder F., 1982. Türkiye Anthocoridae (Heteroptera) Faunası Üzerinde Taksonomik ve Faunistik Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 459, 159 s.
- Önder F. & N. Adıgüzel, 1979. Diyarbakır'da ışık tuzaklarında toplanan Heteroptera türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 3(1): 25-34.
- Pehlivan S., 2019. Adana İli ve çevresinde avcı *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) türleri, bazı yazlık sebzelerde thripslerle (Thysanoptera) birlikte popülasyon değişimleri ve *Orius vicinus* (Ribaut)'un bazı biyolojik özellikleri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, 159 s
- Pehlivan S. & E. Atakan, 2020. Distribution and seasonal abundance of predatory bugs, *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) in Adana Province, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 44 (1): 57-69.
- Péricart J., 1972. Hémiptères: Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest Palearctique. Masson et Cie ed., Paris, 402pp.
- Riudavets J., 1995. Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* Lind.: a review. (editors: A. J. M. Loomans, J. C. van Lenteren, M. G. Tommasini, S. Maini & J. Riudavets, Biological Control of Thrips Species). *Wageningen Agricultural University Papers*, 95.I, 43-87pp.
- Riudavets J. & C. Castane, 1994. Abundance and hosts plant preferences for oviposition of *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) along the Mediterranean coast of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 17 (5): 230-236.
- Silveira L. C. P., V. H. P. Bueno & S. M. Mendes, 2003. Record of two species of *Orius* Wolff (Hemiptera, Anthocoridae) in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (2): 303-306.
- Tiryaki O., R. Canhilal & S. Horuz, 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154- 169.
- Tommasini M. G., 2004. Collection of *Orius* species in Italy. *Bulletin of Insectology*, 57 (2): 65- 72.
- Tomassini M.G. & G. Nicoli, 1993. Adult activity of four *Orius* species reared on two preys. *IOBC-WPRS Bulletin*, 16(2) 181-184.
- Topakçı N. & M. Keçeci, 2017. Türkiye'de örtü altında zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamalarının gelişimi: Araştırmadan pratiğe Antalya örneği. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8 (2): 161-174.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.adanagastronomi.com/tr/tarim>. Erişim tarihi: 20 Nisan 2021
- van Lenteren J.C., O. Alomar, W.J. Ravensberg & A. Urbaneja, 2020. Biological Control Agents for Control of Pests in Greenhouses. (Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops). Springer, Cham. pp. 409-439
- Zeren O. & Z. Düzgüneş, 1983. Çukurova Bölgesinde sebzelerde zararlı Aphidoidea türlerinin doğal düşmanları üzerine araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7: 199-211.

Orijinal araştırma (Original article)

***Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae)'in
Asma unlubiti, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera:
Pseudococcidae) üzerindeki bazı tüketim özellikleri¹**

Betül TARHANACI^{2*}, Murat MUŞTU³

Some consumption characteristics of *Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae) on the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Abstract: *Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae) is one of the most important predators of the mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), which one of the important pests of vineyards. In this study, the consumption capacity and preference of *N. includens* for the mealybug's stages, were investigated. The experiments were carried out in a climate-controlled cabinet at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ R.H and 16:8 hrs (light: dark). The egg stage of the mealybug was the stage most consumed by all of the larval stages and the adult of *N. includens*. Also, the consumption level by the predator decreased with the progression in the development stage of the mealybug. It was also determined that the level of consumption by the predator increased with the progression of its larval stages, and that the highest consumption was by the adult stage of the predator on all mealybug stages, except the egg. The first nymphal stage of the mealybug was the stage most preferred by the 1st, 2nd and 3rd larval stages and the adult stage of the predator, whereas the egg stage was most preferred by the 4th larval stage of the predator.

Keywords: Vine, *Planococcus ficus*, *Nephus includens*, biological control

Öz: Çalışmada, en önemli unlubit avcılarından biri olan *Nephus includens* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae)'in, bağların önemli zararlılarından biri olan *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae)'un farklı dönemleri üzerindeki tüketim kapasitesi ve unlubit dönem tercihi araştırılmıştır. Denemeler $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, 60 ± 10 nem ve 16:8 (aydınlık/karanlık) koşullarındaki iklim kabinlerinde yürütülmüştür. *N. includens*'in tüm dönemlerinin en fazla *P. ficus*'un yumurta dönemini tükettiği ve unlubitin dönemleri ilerledikçe tüketim oranının azaldığı belirlenmiştir. Avcının dönemleri ilerledikçe tüketim kapasitesinin arttığı ve en fazla tüketimin unlubitin yumurta dönemi hariç ergin döneminde olduğu tespit edilmiştir. Avcının 1., 2., 3. larva ve ergin dönemlerinin unlubitin 1. nimf dönemini daha çok tercih ettiği, 4. larva döneminin ise en çok yumurta dönemini tercih ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asma, *Planococcus ficus*, *Nephus includens*, biyolojik mücadele

¹Bu çalışma Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yürütülmüş ve 04. 07. 2019 tarihinde kabul edilmiştir.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Taşlıçiftlik, TOKAT

³Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Melikgazi, KAYSERİ

*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: tarhanacibetul@gmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-3694-0104; 0000-0001-9428-9236

Alınış (Received): 10 Şubat 2022

Kabul edilmiş (Accepted): 8 Nisan 2022

Giriş

Asma unlubiti, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), Türkiye'nin en önemli asma zararlılarından biri olarak bilinmektedir. Unlubitler floem zararlısıdır ve bitkilerin neredeyse tüm aksamalarında (gövde, yaprak, kök, dal, çiçek ve meyve) zarar yapmaktadır (Sforza et al. 2005). Unlubitler, diğer bazı asma zararlısı türlere benzer şekilde, erken yaprak dökümü, yaprak küçülmesi ve doğrudan ürün kaybına neden olmaktadır (Walton 2004). Meyve kalitesi zararlıının bulunduğu asmalarda düşmektedir. Bitki aksamaları üzerinde fumajin oluşumuna sebep olmaktadır (Geiger & Daane 2001; Godfrey et al. 2002; Sforza et al. 2005). Unlubitlerin beslenmesi bitkide gelişim geriliğine de neden olmaktadır. Buna ek olarak unlubitler Clasterovirüslerle ortak yaşam göstererek leafroll hastalığının asmalara bulaşmasına sebep olmaktadır. Bu hastalıkla birlikte, yaprak dökümü, meyvenin olgunlaşmasında gecikme ve ürün kaybına neden olmaktadır (Joyce et al. 2001; Ball et al. 2003).

Tarımsal üretimdeki artış ve yapılan uygulamalar nedeni ile, hastalık, zararlı, yabancı otlar ve bitki besin elementi noksanlığından kaynaklanan sorunlarda da artışlar gözlenmektedir. Bu sorunlarla mücadelede çoğunlukla kimyasallar tercih edilmekte ve gün geçtikçe yeni bir pestisit kullanıma sunulmaktadır. Geliştirilen yeni kimyasallara karşı zararlılar ve hastalıklar direnç geliştirmekte ve üreticiler kimyasal kullanım miktarını da artırmaktadır (Lacey et al. 2001).

Zararlılarla mücadelede kimyasal ilaçlar uzun yıllar boyunca tek yöntem olarak düşünülmüştür. Özellikle zararlılar ile mücadelede ekosistem içindeki türlere zarar vermeden, çevre kirliliğini en aza indirmeyi amaçlayan, zararlı popülasyonunu ekonomik zarar seviyesinin altında tutmayı ve entegre zararlı yönetimi programlarının geliştirilmesini hedefleyen yöntemler gün geçtikçe daha önemli bir hale gelmektedir (Kansu & Uygun 1973; Uygun, 1981). Entegre zararlı yönetiminde, doğal dengenin korunması, sürdürülebilir olması ve mücadele programlarında doğada doğal olarak yer alan canlıların kullanılması sebebiyle biyolojik mücadele önemli bir yere sahiptir (Kansu & Uygun 1973; Uygun 1981).

Son yıllarda biyolojik mücadelenin modern tarımda uygulanması hızla artmıştır. Bu durum; özellikle teknolojisi gelişmiş ülkelerde çevre bilincinin yerleşmesine bağlı olarak pestisit kullanımına tepkilerin artması ile önem kazanmıştır. Biyolojik mücadelede predatörler, parazitoidler ve entomopatojenler önemli bir yere sahiptir (Arıcı et al. 2012).

Planococcus ficus ile biyolojik mücadelede kullanılan ve kullanılma potansiyeli olan birçok biyolojik mücadele etmeni bulunmaktadır. Bunlardan entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* (Bals.), *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), *Verticillium lecanii* (Zimm.) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.)'nin Asma unlubiti mücadelesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Mohamed, 2016). Entomopatojen nematod *Steinernema asiaticum* (Anis)'un da *P. ficus*'un biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek etmenlerden birisi olduğu bilinmektedir (Asim et al. 2010). Bununla birlikte, *P. ficus*'un en çok bilinen ve biyolojik mücadelesinde kullanılan doğal düşmanları, başta Encyrtid parazitoidler *Coccidoxenoides perminutus* Girault, *Leptomastix dactylopii* Howard ve *Anagyrus pseudococci* olmak üzere, avcı böcekler *Nephus* spp., *Cryptolaemus montrouzieri*

Mulsant'tır (Walton 2004; Daane et al. 2012). Coccinellidler genel predatörler olup, yaprakbitleri, kabuklubitler, unlubitler, kırmızı örümcekler vb. birçok zararlı ile beslenmektedirler (Kılınçer et al. 2010; Tunaz et al. 2010).

Nephus includens'in turunçgil bahçelerinde sık rastlanan bir tür olduğu bilinmektedir. Unlubit mücadelesinde ümit var bir tür olarak üzerinde durulmaktadır. Turunçgil bahçelerinde unlubit, koşnil yavruları ve akarlarla beslendiği bildirilmektedir (Soylu 1978). Fürsch & Uygun (1980) ise üzerinde bulunduğu bitkiye ve avına değinmeden 2150 m'de bulunduğuna işaret etmektedir. Mader (1955)'e göre Mısır, Suriye ve Yunanistan'da, Fürsch & Uygun (1980)'e göre de Suudi Arabistan'da bulunmaktadır. Ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunduğu Kansu ve Uygun (1973, 1980) ve Soylu (1978)'da kayıtlıdır. *N. includens* çeşitli unlubit türlerinin ve daha nadiren görölse de bazı yaprak bitlerinin de avcıları olarak bilinmektedir. *N. Includens* yumurta, 4 larva dönemi, prepupa, pupa ve ergin dönemleri geçirmektedir (Tranfaglia & Viggiani 1973).

Zararlı popölasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak amacıyla entegre mücadele programlarının geliştirilmesi gün geçtikçe önem kazanmakla birlikte Coccinellidler, entegre zararlı yönetiminde, doğal dengenin korunmasında ve zararlılarla mücadele etmeni olarak doğada yer alması nedeniyle biyolojik mücadelede önemli bir yere sahiptir (Kılınçer et al. 2010; Tunaz et al. 2010).

Bu çalışmanın amacı, önemli unlubit avcılarında biri olan *N. includens*'in asma unlubiti üzerindeki tüketim özelliklerinin belirlenmesi ve avcının *P. ficus*'un biyolojik mücadelesinde kullanımını için bazı temel verilerin elde edilmesidir.

Materyal ve yöntem

Laboratuvar kitle üretim çalışmalar

***Planococcus ficus* kültürü**

Denemelerde kullanılan *P. ficus* bireyleri Adana'da dut bitkisi üzerinden toplanarak laboratuvara getirilmiş ve 25 ± 1 °C sıcaklık, % 60 ± 10 orantılı nem ve 16: 8 (aydınlık: karanlık) koşullarındaki inkübatörlerde, havalandırma deliklerine sahip $4 \times 11 \times 10$ ve $6 \times 6 \times 13$ cm boyutlarındaki plastik kaplar, 1 ve 3 litrelik plastik kavanozlar içinde bulunan çimlenmiş patatesler üzerinde kültüre alınmıştır. *P. ficus*'un dişi bireyleri tarafından bırakılan yumurtalar yumuşak uçlu fırça yardımı ile yeni çimlenmiş patateslere aktarılarak kültürün devamlılığı sağlanmıştır.

***Nephus includens* kültürü**

Nephus includens bireyleri ilk olarak Adana'da *P. ficus* kolonisi ile bulaşık dut bitkisi üzerinden toplanıp laboratuvara getirilmiş, stok kültürde yaşanan sıkıntıdan sonra Adana Biyolojik Mücadele Enstitüsü'nden tekrar temin edilerek kültüre alınmıştır. *N. includens* üretimi 25 ± 1 °C sıcaklık, % 60 ± 10 nem ve 16: 8 (aydınlık: karanlık) koşullarındaki inkübatörlerde havalandırma deliklerine sahip 1 ve 3 litrelik plastik kavanozlar içinde bulunan çimlenmiş patatesler üzerindeki *P. ficus* bireyleri ile yapılmıştır. Gelişen yeni ergin bireyler ile yeni kültürler açılarak stok kültürün sürekliliği sağlanmıştır.

Deneme planı

Denemeler seçeneksiz ve seçenekli olmak üzere iki farklı şekilde yürütülmüştür. Seçeneksiz denemelerde, *P. ficus*'un 1., 2., 3. dönem nimf ve çiftleşmemiş dişi dönemindeki bireyleri ayrı ayrı petrilere olacak şekilde avcıya sunulurken, seçenekli denemelerde, *P. ficus*'un farklı dönemleri bir arada olacak şekilde *N. includens*'e sunulmuştur. Asma yaprakları, içerisinde asma yaprağının birkaç gün taze kalmasını sağlamak amacıyla su agarı bulunan 5.5 cm çapındaki petrilere, yaprağın alt kısmı üstte olacak şekilde yerleştirilmiştir. *P. ficus* bireyleri unlubit kültüründen alınarak, üzeri tül ile kaplı havalandırma delikleri bulunan petrilere aktarılmıştır.

Denemelerde asma yaprağı olarak Tokat'tan getirilen %100 tuzsuz doğal korunmuş Narince çeşidi asma yaprağı kullanılmıştır. Seçeneksiz denemelerde unlubitin 50 adet yumurtası ile 1., 2., 3. dönem nimf ve çiftleşmemiş dişi dönemindeki 20'şer adet bireyi ayrı petrilere, seçenekli denemelerde ise 50 adet unlubit yumurtası ile herbir nimf ve dişi döneminden 5'er adet bireyi birarada olacak şekilde avcıya sunulmuştur.

Denemelerde, avcılar 24 saat aç bırakıldıktan sonra denemeye alınmış ve 24 saat sonunda her bir avcı döneminin tükettiği her bir *P. ficus* bireyi sayısı kaydedilmiştir. Denemeler $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, $\% 60 \pm 10$ orantılı nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) koşullarında, *N. includens*'in 1., 2., 3. ve 4. dönem larvaları ile 7-10 günlük ergin bireyleri için 20'şer tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistik analizinde, her bir avcı döneminin tükettiği her bir *P. ficus* döneminin yüzde oranı hesaplanarak bu oranlara ters açılı transformasyonu uygulanmış, edilen değerlerin parametrik test koşullarını sağlamaması nedeniyle seçeneksiz denemelerde, *N. includens*'in yüzde tüketim oranları arasındaki farkın belirlenmesi için Kruskal-Wallis testi uygulanmış, farklı grupların ikili karşılaştırılmasında ise Dunn-Bonferonni Testi kullanılmıştır. Seçenekli denemelerde, elde edilen ve transforme edilen oranlar parametrik test koşullarını sağlamaması nedeniyle, *N. includens*'in farklı dönemlerdeki tüketim tercihleri arasındaki farklılıklar Friedman Testi ile incelenmiş ve farklı grupların ikili karşılaştırılmasında ise Dunn-Bonferonni testi kullanılmıştır.

Bulgular

Nephus includens'in larva dönemleri ve ergin döneminin *P. ficus*'un tüm dönemleri ile beslendiği saptanmıştır (Çizelge 1). Seçeneksiz denemelerde avcının unlubit tüketimi farklı unlubit dönemleri bakımından incelendiğinde, *N. includens*'in 1. larva döneminin en fazla *P. ficus*'un yumurta dönemi ile beslendiği görülmektedir ($H=51.192$; $df=4$; $p<0.000$). Ayrıca, *N. includens*'in 2. larva ($H=38.148$; $df=4$; $p<0.000$), 3. larva ($H=71.254$; $df=4$; $p<0.000$) 4. larva dönemlerinin ($H=73.926$; $df=4$; $p<0.000$) ve erginin ($H=83.636$; $df=4$; $p<0.000$) en fazla unlubitin yumurta ve 1. nimf dönemini tükettiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Avcının unlubit tüketimi farklı avcı dönemleri bakımından incelendiğinde, genel olarak, *N. includens*'in larval dönemleri ilerledikçe asma unlubiti dönemlerini tüketim oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Avcının unlubitin yumurta dönemindeki tüketim oranı arasında

fark olduğu ($H=62.837$; $df=4$; $p <0.000$) belirlenmiştir. Buna göre, avcının unlubitin yumurta dönemindeki tüketimi ilk iki larva döneminden sonra istatistiksel olarak artarken (1. larva dönemi ve 3. larva dönemi; $p <0.000$), (2. larva dönemi ve 3. larva dönemi; $p <0.000$), avcının ilk iki dönemi arasında ve 3. larva, 4. larva ve ergin dönemleri arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Avcının unlubitin 1. nimf dönemini tüketimin oranları incelendiğinde, en yüksek tüketimin 4. larva dönemi ve ergin dönemde olduğu, en duşuk tüketimin ise 1. larva döneminde olduğu tespit edilmiştir ($H=78.964$; $df=4$; $p <0.000$). Avcı unlubitin 2. nimf dönemini, 4. dönem larva ve ergin donemdeyken, diğer dönemlerine göre daha fazla tüketmiştir ($H=59.984$; $df=4$; $p <0.000$). Ergin dönemdeki avcının unlubitin 3. nimf dönemini tüketimin oranı, avcının tüm larva dönemlerine kıyasla daha fazla olmuştur ($H=38.076$; $df=4$; $p <0.000$). Avcının unlubit dişilerini tüketimin oranları incelendiğinde ise, avcının 4. dönem larva ve ergin dönemlerindeki tüketimin oranının ilk iki avcı dönemine göre daha fazla olduğu ($H=36.457$; $df=4$; $p <0.000$) tespit edilmiş, 3. larva dönemindeki avcının tüketiminin ise bu iki gruptan istatistiksel olarak ayrılmadığı belirlenmiştir (2. larva dönemi ve 3. larva dönemi ($p=0.230$); 3. larva dönemi ve 4. larva dönemi ($p=1.000$)).

Çizelge 1. *Nephus includens*'in larva ve ergin dönemlerinin *Planococcus ficus*'un farklı dönemlerindeki tüketimin oranları (%) (ortalama \pm standart hata) (seeneksiz)

Table 1. Consumption rate (%) of larval and adult stages of *Nephus includens* on different stages of *Planococcus ficus* (mean \pm standard error) (non-choice)

<i>N. includens</i> dönemleri		<i>Planococcus ficus</i> dönemleri				
n	Yumurta	1. nimf	2. nimf	3. nimf	Dişi	
L ₁	20 18.00 \pm 1.70 a* B**	6.25 \pm 1.44 b C	4.00 \pm 0.77 b B	5.25 \pm 0.92 b B	1.25 \pm 0.50 b B	
L ₂	20 16.40 \pm 2.65 a B	12.25 \pm 2.34 ab BC	3.25 \pm 0.75 c B	4.00 \pm 2.56 b B	1.25 \pm 0.50 c B	
L ₃	20 51.80 \pm 5.14 a A	28.00 \pm 3.81 a B	3.25 \pm 0.83 b B	5.75 \pm 1.04 b B	3.75 \pm 0.80 b AB	
L ₄	20 70.90 \pm 5.58 a A	77.50 \pm 3.83 a A	24.25 \pm 4.22 b A	8.75 \pm 1.95 b B	4.50 \pm 0.80 b A	
Ergin	20 59.80 \pm 4.85 ab A	85.00 \pm 2.05 a A	39.00 \pm 2.45 bc A	20.00 \pm 2.21 cd A	7.25 \pm 0.77 d A	

*Satırlar incelendiğinde aynı kuuk harfi içeren ortalamalar Dunn-Bonferonni ($P \leq 0,05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

**Sütunlar incelendiğinde aynı büyük harfi içeren oranlar Dunn-Bonferonni ($P \leq 0,05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Seçenekli denemelerde *N. includens*'in larva ve ergin dönemlerinin *P. ficus* dönemlerini tüketimin tercihleri unlubit dönemlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde, *N. includens*'in 4. larva dönemi hariç diğer bütün dönemlerinin unlubitin 1. nimf dönemini daha fazla tercih ettiği görülmektedir (izelge 2). Avcının larva ve ergin dönemlerinin unlubitin 3. dönem nimf ve dişi dönemlerindeki beslenme tercihleri arasında fark bulunmazken, unlubitin yumurta dönemi en fazla *N. includens*'in 4. larva dönemi tarafından tercih edilmiştir ($X^2=32.825$; $df=4$; $p <0.000$). Unlubitin 1. nimf dönemi en fazla avcı erginleri tarafından tercih edilmiştir ($X^2=26.932$; $df=4$; $p <0.000$). Bununla birlikte, 1. dönem unlubit nimflerdeki beslenme tercihi

bakımından avcı ergini ile 1. dönem larva arasında ($p<0.000$) ve ergin ve 4. dönem larva arasında ($p=0.001$) istatistiksel olarak fark bulunmaktadır. *N. includens*'in larva ve ergin dönemlerinin unlubitin 2. nimf dönemindeki beslenme tercihleri incelendiğinde ise, unlubitin 2. dönem nimflerinin en fazla avcı erginleri tarafından tercih edildiği belirlense de ($X^2=27.483$; $df=4$; $p<0.000$), ergin ve 4. dönem larvanın tüketim oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=0.051$).

Nephus includens'in larva ve ergin dönemlerinin *P. ficus* dönemlerini tüketim tercihleri avcı dönemlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde ise, 1. dönem avcı larvasının asma unlubiti dönemleri arasında fark gözetmeksizin beslendiği belirlenmiştir ($X^2=8.344$; $df=4$; $p=0.080$). İkinci larva dönemi beslemek için en az dişi unlubitleri tercih ederken ($X^2=26.037$; $df=4$; $p<0.000$), 2. dönem larvanın unlubit yumurtaları ve dişi unlubitler ($p=0.027$) ile 1. dönem ve dişi unlubitler ($p<0.000$) arasındaki tercihi birbirinden istatistiksel olarak farklıdır. Avcının 3. dönem larvasının unlubitin farklı dönemleri arasındaki beslenme tercihi de farklılıklar olduğu saptanmıştır ($X^2=21.661$; $df=4$; $p<0.000$). Üçüncü dönem avcı larvası beslemek için en fazla unlubitin 1. dönem nimflerini tercih ederken en az dişi unlubitleri tercih etmiş, 1. dönem ve 2. dönem nimf ($p=0.044$), 1. dönem nimf ve dişi unlubit ($p=0.005$), yumurta ve dişi unlubit ($p=0.016$) dönemdeki beslenme tercihleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. 4. dönem avcı larvası en fazla unlubitin yumurta dönemi ile beslenirken ($X^2=17.361$; $df=4$; $p=0.002$), istatistiksel olarak unlubitin sadece yumurta ile 3. dönem nimf ($p=0.032$) ve yumurta ile dişi ($p=0.006$) dönemlerindeki beslenme tercihi arasında fark bulunmuştur. *N. includens* ergini en fazla tercih ettiği unlubit dönemi unlubitin 1. dönem nimfleridir ($X^2=42.587$; $df=4$; $p<0.000$). Bununla birlikte, erginin 1. ve 2. nimf dönemleri arasındaki tercihi istatistiksel olarak önemli değildir ($p=1.000$).

Çizelge 2. *Nephus includens*'in larva ve ergin dönemlerinin *Planococcus ficus*'un farklı dönemlerindeki yüzde tüketim tercihleri (ortalama \pm standart hata) (Seçenekli)

Table 2. Consumption preferences (%) of larval and adult stages of *Nephus includens* on different stages of *Planococcus ficus* (mean \pm standard error) (choice)

<i>N. includens</i> dönemleri	n	<i>Planococcus ficus</i> dönemleri				
		Yumurta	1. nimf	2. nimf	3. nimf	Dişi
L ₁	20	4.00 \pm 1.40 *a **C	13.00 \pm 3.91 a B	5.00 \pm 1.99 a B	4.00 \pm 1.84 a A	3.00 \pm 1.64 a A
L ₂	20	11.40 \pm 2.51 a BC	29.00 \pm 5.32 a AB	8.00 \pm 2.25 ab B	10.00 \pm 2.29 ab A	1.00 \pm 1.00 b A
L ₃	20	22.80 \pm 4.90 ab B	27.00 \pm 5.08 a AB	11.00 \pm 4.70 bc B	21.00 \pm 5.33 abc A	3.00 \pm 1.64 c A
L ₄	20	44.40 \pm 6.12 a A	17.00 \pm 5.08 ab B	18.00 \pm 6.14 ab AB	14.00 \pm 4.61 b A	8.00 \pm 2.25 b A
Ergin	20	18.10 \pm 5.31 c B	60.00 \pm 7.25 a A	36.00 \pm 5.15 ab A	19.00 \pm 4.47 bc A	4.00 \pm 2.34 c A

* Satırlar incelendiğinde aynı küçük harfi içeren ortalamalar Dunn-Bonferonni ($P\leq 0.05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

** Sütunlar incelendiğinde aynı büyük harfi içeren oranlar Dunn-Bonferonni ($P\leq 0.05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Tartışma ve sonuç

Telli & Yiğit (2012), *Planococcus citri* ile beslenen *C. montrouzieri*'nin av tüketimeinin *N. includens* ve *Exochomus quadripustulatus* L. (Coleoptera: Coccinellidae)'a göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. *E. quadripustulatus*'un 4. larva döneminin turunçgil unlubiti *P. citri*'nin yumurta dönemini ya da 1. nimf dönemini, 1., 2. ve 3. larva dönemlerinin toplamından daha çok sayıda tükettiği bildirilmiştir (Uygun, 1978). El Aalaoui et al. (2019), *C. montrouzieri*'nin ergin ve dördüncü dönem larvalarının *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae)'nin farklı dönemlerinde en çok beslenen evreleri olduğunu belirlemişlerdir ve avcının tüm dönemlerinin zararlı böceğin genç dönemlerini tercih ettiğini tespit etmişlerdir. Yapılan gözlemlerde *N. includens*'in de benzer şekilde, 1. nimf dönemi tüketimeinin en çok ergin dönemde olduğu ve yumurta dönemi tüketimeinin en fazla 4. larva döneminde olduğu tespit edilmiştir (izelge 2.).

Hyperaspis notata Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'nın *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) üzerinde beslendiği ve *H. notata*'nın bütün dönemleri içinde en çok 4. larva döneminin unlubit ile beslendiği, 3. larva dönemi ve ergin dönemindeki beslenmenin ise hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir (Dreyer et al. 1997). Coccinellid türlerin birçoğunda en fazla av tüketimeinin 4. larva döneminde görüldüğü bildirilmiştir (Lucas et al. 2005). *C. montrouzieri*'nin 3. ve 4. larva dönemleriyle ergin döneminin, *P. citri* ergin bireyleri ile bazı tüketim özellikleri araştırılmış ve bu dönemler içinde en çok beslenmenin 4. larva döneminde olduğu belirtilmiştir (Yiğit & Canhilal, 1998). Hassanpour & Moradi (2019), *C. montrouzieri*'nin dördüncü dönem larvaları ve dişileri için *P. citri*'ye tüm sıcaklıklarda lojistik regresyon negatif bir doğrusal parametre gösterdiğini ve avcılar tarafından yenen avın oranının artan av yoğunluğu ile azaldığını bildirmişlerdir. Sıcaklığın *C. montrouzieri*'nin dördüncü dönem larvalarının ve ergin dişilerinin *P. citri* yoğunluklarına karşı fonksiyonel tepki parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, *C. montrouzieri*'nin son dönem larvaları ve ergin dişileri tüm sıcaklıklarda yüksek avlanma potansiyeli gösterse de özellikle yüksek sıcaklıklarda predatör dişilerinin, son dönem larvalarına göre daha obur olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise en fazla unlubit tüketimeinin *N. includens*'in ergin döneminde olduğu gözlemlenmiştir.

Muştu (2010), *P. ficus*'un bir diğer avcısı olan *N. kreissli*'nin unlubitin yumurta dönemi tüketim oranının en fazla 4. larva döneminde, en az ise 1. larva döneminde olduğunu bildirmişlerdir. Bu alışma ile Muştu (2010)'in elde ettiği veriler paralellik göstermektedir. *P. citri* ile beslenen *C. montrouzieri*'nin unlubitin yumurta dönemini en fazla 4. larva döneminde tükettiği belirtilmiştir (Öncüer & Bayhan, 1982). Bir diğer çalışmada ise, *C. montrouzieri*'nin 4. larva döneminin, *P. citri*'nin 2. nimf dönemlerini diğer larva dönemlerine oranla daha çok tükettiğini bildirmişlerdir (Telli et al. 2000). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, unlubitin 2. nimf dönemi en fazla avcının ergin dönemi tarafından tüketilmiştir.

Unlubit avcısı coccinellidlerin beslenme tercihi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında oldukça değişik sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmada

elde edilen sonucun aksine Muştu (2010), *N. kreissli*'nin 1. larva döneminin *P. ficus*'un 1. nimf dönemi ile hiç beslenemediğini, diğer avcı dönemlerinin ise unlubitin 1. nimf dönemini düşük oranda tercih ettiğini bildirmişlerdir. İki çalışmanın sonuçlarının oldukça farklı olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu farklılığın her ne kadar her iki tür aynı cinse ait avcılar olsa da sonuç olarak farklı türler olmasından ve her iki çalışmada uygulanan yöntemin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu konudaki bir başka çalışmada, Dreyer et al. (1997), *Hyperaspis notata* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'nın Brezilya ve Kolombiya ırklarının 2. ve 4. larva dönemlerinin, genelde *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr (Hemiptera: Pseudococcidae)'nin yumurta dönemlerini, unlubitin 3. dönem nimflerine tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada, avcının ilk dönem larvası, unlubitin nimflerini, yumurtalarından daha fazla tüketmiştir. Bunun nedeninin, unlubit yumurtasının kabuğunun 1. dönem larva için çok sert olabileceği şeklinde açıklanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlarla bu çalışma arasında bazı benzerlikler olduğu görülmektedir. *N. includens*'in 4. dönem larvası en fazla unlubitin yumurta dönemini tercih etmiştir. Zarghami et al. (2014), *Nephus arcuatus*'un ergin dönemdeki bireylerinin tüketim kapasitesini *P. citri*'nin yumurta, I. nimf ve ergin dönemlerinde incelemiş, ergin avcının *P. citri*'nin yumurta dönemini ergin dönemine göre, 1. nimf dönemini yumurta dönemine göre daha fazla tükettiğini belirtmişlerdir. Wahyuningsih et al. (2019) yaptıkları çalışmada, papaya unlubiti *Paracoccus marginatus* ile beslenen *C. montrouzieri*'nin dördüncü dönem larvalarının en fazla *P. marginatus* yumurta dönemini tükettiğini, *C. montrouzieri* erginleri kadar larvalarının da papaya unlubitin diğer dönemlerine kıyasla yumurta ve 1. nimf dönemini tercih ettiğini ortaya koymuşlardır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre, ergin dönemdeki *N. includens*'in, asma unlubitin en fazla 1. nimf dönemini tercih ettiği belirlenmiş olup, Zarghami et al. (2014) ile benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada *N. includens*'in asma unlubiti zararlısı *P. ficus*'un biyolojik mücadelesinde başarılı olabileceği ve zararlının mücadelesinde bu türün de tercih edilebileceği yönünde veriler elde edilmiştir. *N. includens*'in yerli doğal düşman olması ve kışı doğada geçirmesinin yanı sıra asma unlubiti mücadelesinde *C. montrouzieri* gibi daha iri coccinellid türlerinin ulaşamadığı asma bitkisinin saklı kısımlarına daha rahat ulaşabileceği ve mücadelede birlikte kullanılması durumunda daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmada elde edilen veriler, *N. includens*'in asma unlubiti ile ilişkisi hakkında ilk veriler olup oldukça sınırlıdır. Yapılacak yeni çalışmalarla bu ilişki birçok yönden ele alınmalıdır. Ayrıca, laboratuvar koşullarında elde edilen veriler avcının potansiyeli hakkında önemli bir fikir veriyor olsa da kesin bilgilere ulaşabilmek için doğa koşullarında da bu konu üzerine çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir. Doğal düşmanların popülasyonlarının salımlar ile artırılmasına ek olarak popülasyonlarının korunması ve etkinliklerinin artırılması için de uygulamalar yapılması gerekmektedir. Son olarak zararlı türler ve bu türlerin doğal düşmanlarının gelişme ve çoğalmasına yönelik araştırmalar, daha başarılı mücadele yöntemleri geliştirebilmeyi sağlamak bakımından önemlidir. Bu çalışma ile elde edilen verilerin zararlıyla mücadelede hazırlanacak olan mücadele stratejilerine ve *N. includens*'in kitle üretimi hususunda önemli katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Teşekkür

Planococcus ficus'un teşhisini yapan Prof. Dr. M. Bora Kaydan ve *Nephus includens*'in teşhisini yapan Prof. Dr. Nedim UYGUN (Emekli Öğretim Üyesi)'a ve Çukurova Üniversitesi'ne teşekkür ederiz. *N. includens* kültürü için Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2016-6614 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Arıcı ř.E., İ. Gülmez, H. Demirekin, H. Zahmekıran & İ. Karaca, 2012. Entomopatojen *Fusarium ubglutinans*'ın bakla yaprakbiti, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3: 89-96.
- Asim S., Shahina F., R. Kazmi & S. Javed, 2010. Evaluation of *Xenorhabdus nematophila* from *Steinernema asiaticum* against wax moth larvae and vine mealy bug. *International Journal of Nematology*, 20(2): 203-210.
- Ball J., M. Battany, R. Beede, W. Bentley, L. Bettiga, S. Burton, R. Coviello, K. Daane, R. Gill, D. Gonzalez, C. Gispert, K. Godfrey, M. Guillen, J. Hashim, D. Haviland, D. Hirschfeld, C. Ingels, G. Leavit, K. Lynn, R. Malakar-Kuenen, J. Millar, C. Ohmart, W. Peacock, R. Smith, S. Triapitzin, L. Varela, S. Vasquez, P. Verdegaal & E. Weber, 2003. Current status of the vine mealybug, *Planococcus ficus*, in California. <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/1650/8695.pdf> (Date accessed: 4 June 2019).
- Bolu H., İ. Özgen, A. Bayram & M. Çınar, 2007. Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde, Antepfıştığı, Badem ve Kiraz Bahçelerindeki Avcı Coccinellidae Türleri, Yayılış Alanları ve Avları. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11: 39-47.
- Buğday H., 2010. Yalova İlinde Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 62 s.
- Daane K.M., R.P.P. Almeida, V.A. Bell, J.T.S. Walker, M. Botton, M. Fallahzadeh, M. Mâni, J.L. Miano, R. Sforza, V.M. Walton, & T. Zaviezo, 2012. Biology and management of mealybugs in vineyards (Editors: N.J. Bostanian, C. Vincent, R. Isaacs Arthropod Management in Vineyards: Pests-Approaches-Future Directions). Saint-Jean-sur-Richelieu, Canada, 271-307.
- Dreyer B.S., P. Neuenschwander, J. Baumgärtner & S. Dorn, 1997. Trophic influences on survival, development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 121: 249-256.
- Düzgüneş Z., S. Toros, N. Kılınçer & B. Kovancı, 1982. Ankara İlinde Bulunan Aphidoidea Türlerinin Parazitoid ve Predatörlerinin Tespiti. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 6: 91-96.
- El Aalaoui M., R. Bouharroud, M. Sbaghi, M. El Bouhssini, L. Hilali & N. Dari, 2019. Predatory potential of eleven native Moroccan adult ladybird species on different stages of *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae). *Bulletin OEPP/EPPA Bulletin*, 49: 374-379.
- Fürsch H. & N. Uygun, 1980. Neue Scymnini aus der Türkei (Coleoptera: Coccinellidae), *Sonderdruck aus dem Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 29(6): 109-118.
- Geiger C.A., & K.M. Daane, 2001. Seasonal movement and sampling of the grape mealybug, *Planococcus maritimus* (Ehrhorn) (Homoptera: Pseudococcidae) in San Joaquin Valley vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 94: 291-301.
- Godfrey K.E., K.M. Daane, W.J. Bentley, R.J. Gill, R. Malakar-Kuenen, 2002. Mealybugs in California vineyards. Publication 21612. University of California, Agriculture & Natural Resources. Oakland, CA, USA, 4-5.

- Hassanpour M. & M. Moradi, 2019. Temperature-dependent Functional Response of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) to the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae). *Journal of Plant Protection*, 33: 267-280.
- Hepdurgun B., T. Turanlı, N. Uygun & C. Kaplan, 2007. Balıkesir ve Çanakkale illerinde zeytin bahçelerinde bulunan Coccinellidae türleri. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 164.
- Joyce A.L., M.S. Hoddle, T.S. Bellows & D. Gonzalez, 2001. Oviposition behaviour of *Coccidoxenoides peregrinus*, a parasitoid of *Planococcus ficus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98: 49-57.
- Kansu A. & N. Uygun, 1973. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Turunçgil Zararlısı Türlerine Karşı Biyolojik Savaş Etmeni Olarak Böcekler. IV. Bilim Kongresi, 5-8 Kasım 1973, Ankara, 13.
- Kansu İ. A. & N. Uygun, 1980. Doğu Akdeniz Bölgesinde Turunçgil zararlıları ile tüm savaş olanaklarının araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No:141, 63 s.
- Katano I., H. Doi, B.K. Eriksson & H. Hillebrand, 2015. A cross-system meta analysis reveals coupled predation effects on prey biomass and diversity. *Oikos*, 124: 1427-1435.
- Kılınçer N., A. Yiğit, C. Kazak, M.K. Er, A. Kurtuluş & N. Uygun, 2010. Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1: 15-60.
- Lacey L.A., R. Frutos & H.K. Kaya, 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? *Biological Control*, 21: 230-248.
- Lucas É, 2005. Intraguild predation among aphidophagous predators. *European Journal of Entomology*, 102(3): 351-364.
- Mader L., 1955. Evidenz der palaearktischen Coccinelliden und ihrer Aberrationen in Wort und Bild. II. *Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey Tutzing bei München*, 764-1037.
- Mohamed G.S., 2016. Virulence of Entomopathogenic Fungi against the Vine Mealy bug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(1): 47-51.
- Muştu M., 2010. *Planococcus ficus* (Signoret)'un parazitöitleri *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) ve *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) ile avcısı *Nephus kreissli* Fürsch & Uygun (Coleoptera: Coccinellidae) arasındaki birlik içi avcılık. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 58-70 s.
- Öncüer C., & N. Bayhan, 1982. An investigation on voracity and feeding diet of *Cryptolaemus montrouzieri* (Muls.). *Plant Protection Bulletin*, 6: 85-90.
- Portakaldalı M., 2008. Artvin ve Rize İlleri Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 56 s.
- Sforza R., A. Kirk & W.A. Jones, 2005. Results of foreign exploration for natural enemies of *Planococcus ficus* (Hom.: Pseudococcidae), a new invasive mealybug in California vineyards. 7th International Conference on Pests in Agriculture, 26-27 October 2005, Montpellier, Fransa, 1-8.
- Soylu O.Z., 1978. Turunçgillerde zararlı, faydalı böcekler ve mücadele sistemi. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 46, 16 s.
- Telli Ö.S., A. Yiğit & L.B. Erkılıç, 2000. Bazı doğal düşman larvalarının Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hom.: Pseudococcidae)'yi tüketim güçleri ve gelişme süreleri. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-25 Eylül 2000, Aydın, 401-407.

- Telli S. & A. Yiğit, 2012. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) ile bazı predatör coccinellid (Coleoptera) türleri arasındaki av/avcı ilişkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3(2): 121–132.
- Tezcan S., G. Beyaz & N. Uygun, 2003. Manisa İlinde Yetiştirilen Kültür Kekii (*Origanum* spp.) (Lamiaceae)ndeki Coccinellidae (Coleoptera) Türlerinin Belirlenmesi Üzerinde Çalışmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1) :55-62.
- Tranfaglia A. & G. Viggiani, 1973. Biological data on *Scymnus includens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'*, 30: 9-18.
- Tunaz H., A.A. Işıkber, M.K. Er, C. Mart, N. Uygun & S. Satar, 2010. Coccinellid parazitoiti, *Dinocampus* (Perilitus) *coccinellae* (Schrank) (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen *Coccinella septempunctata* L. erginlerinin Adana, Osmaniye ve Mersin illerinde dağılımlı. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1: 139-150.
- Uygun N., 1978. Investigations on morphological traits, biology and consumption capacity of larvae *Exochomus quadripustulatus* L. (Col.: Coccinellidae). *Annual of Çukurova University Faculty of Agriculture*, 9: 144–164.
- Uygun N., 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 157, 111 s.
- Wahyuningsih E., A. Rauf & S. Santoso, 2019. Biology, life table, and predation of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) on *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *Indonesian Journal of Entomology*, 16(1): 18-28.
- Walton V.M. & K.L. Pringle, 2004. Vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), a Key Pest in South African vineyards. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 25(2): 54-62.
- Yiğit A. & R. Canhilal, 1998. Introduction into East Mediterranean region of cold-tolerant ecotypes of the citrus mealybug's predator *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Col.: Coccinellidae), some biological properties and their adaptation to the region. *Plant Protection Bulletin*, 38: 23-41.
- Zarghami S., F. Kocheili, M.S. Mossadegh, H. Allahyari & A. Rasekh, 2014. Prey preference and consumption capacity of *Nephus arcuatus* (Coleoptera: Coccinellidae): the influence of prey stage, prey size and feeding experience. *Biocontrol Science and Technology*, 24(9): 1062–1072.

Orijinal araştırma (Original article)

Gaziantep bağ alanlarındaki endofitik funguslar ve bunların fungal gövde patojenleriyle antagonistik ilişkileri³

Davut Soner AKGÜL^{4,*}, Halil İbrahim KARA²

Endophytic fungi in vineyards in Gaziantep Province, Turkey and their antagonistic associations with fungal trunk pathogens

Abstract: In recent years, grapevine trunk diseases are frequently encountered in the vineyards of the world, including Turkey. The aims of this study were to identify grapevine fungal trunk pathogens in vineyards in Gaziantep Province, Turkey, and to investigate antagonistic relationships of fungal endophytes with the fungal trunk pathogens. The survey study was conducted in 51 vineyards located in Şahinbey, Nurdağı and İslahiye districts in September 2020 and the disease prevalence and incidence were determined. Antagonistic associations between endophytic and pathogenic species were investigated with a dual culture test in PDA (potato dextrose agar) medium. Local drying, dieback and apoplexy symptoms were observed in all the vineyards inspected and the mean disease frequency in individual vines in the study area was calculated as 1.2%. Identification studies and pathogenicity tests indicated that the vineyards were infected with species of the genera, *Biscogniauxia*, *Botryosphaeria*, *Cytospora*, *Diatrype*, *Diplodia*, *Eutypa*, *Kalmusia*, *Neoscytalidium*, *Phaeoacremonium*, and *Seimatosporium*, which are known to be associated with grapevine trunk diseases. *Penicillium fructuariae-cellae* was found to be antagonistic, with an average 9.04 mm diameter inhibition zone, to most of the grapevine trunk pathogens in the dual culture tests. These results suggest that more attention should be paid to endophytic *Penicillia* species as novel fungal biological control agents for the management of grapevine trunk diseases.

Keywords: Antagonism, *Botryosphaeria*, *Diatrype*, endophyte, grapevine trunk diseases, *Seimatosporium*, *Kalmusia*, *Penicillium fructuariae-cellae*

Öz: Son yıllarda Türkiye ve dünya bağlarında, asma gövde hastalıklarıyla sıkça karşılaşılmaktadır. Bu çalışmanın amaçları, Gaziantep bağlarında fungal gövde patojenlerini saptamak ve fungal endofitlerin asma fungal gövde patojenleriyle antagonistik ilişkilerini araştırmaktır. Sörvey çalışması İslahiye, Nurdağı ve Şahinbey ilçelerinde bulunan 51 bağda, Eylül 2020’de yürütülmüş, hastalık çıkışı ve yaygınlığı ortaya konmuştur. Patojenik ve endofitik türler arasındaki antagonistik ilişkiler PDA (patates dekstroz agar) besi yerinde ikili kültür testiyle belirlenmiştir. Sonuçlara göre, incelenen tüm bağlarda lokal kuruma, geriye doğru ölüm ve apopleksi belirtilerine rastlanmıştır, bölgedeki ortalama hastalık sıklığı %1.2 olarak hesaplanmıştır. Tanı çalışmaları ve patojenisite testleri bölgedeki bağların asma gövde hastalıklarıyla ilişkili *Biscogniauxia*, *Botryosphaeria*, *Cytospora*, *Diatrype*, *Diplodia*, *Eutypa*, *Neoscytalidium*, *Phaeoacremonium*,

³ Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

⁴ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Balcalı, Sarıçam, ADANA

* Sorumlu yazar (Corresponding author): sakgul@cu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-9990-4194, 0000-0001-9682-8993

Alınış (Received): 30 Mart 2022

Kabul edilmiş (Accepted): 9 Mayıs 2022

Seimatosporium ve *Kalmusia* türleri ile enfekteli olduğunu göstermiştir. İkili kültür testlerinde, *Penicillium fructuariae-cellae*'nin ortalama 9.04 mm'lik inhibisyon zonuyla çoğu asma gövde patojenlerine antagonistik olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, asma gövde hastalıklarının mücadelesinde yeni fungal biyokontrol etmenlerini geliştirmek için endofitik *Penicillium*'lara daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antigonizm, Asma gövde hastalıkları, *Botryosphaeria*, *Diatrype*, *Endofit*, *Seimatosporium*, *Kalmusia*, *Penicillium fructuariae-cellae*

Giriş

Asmalarda fungal gövde hastalıkları, son yıllarda ülkemizde ve dünyadaki bağ alanlarında artış gösteren önemli hastalıklardır. Bu hastalıklar 1800'lü yılların sonundan itibaren bilinmesine karşın, önemi ancak 1990'larda fark edilmeye başlanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar asmalarda fungal gövde hastalıklarının ekonomik açıdan zarar veren önemli hastalıklar olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin; Güney Avustralya'daki Shiraz bağlarının %47'si bu hastalıklardan etkilenerek dekar başına 150 kg'lık ürün kaybı yaşandığı ve bunun dekara ortalama 280 Dolar'lık ekonomik kayba karşılık geldiği bulunmuştur (Wicks & Davies 1999). Benzer şekilde, Fransa'daki bağların %12'sinin bu hastalıklar nedeniyle ekonomik olmaktan çıktığı ve bunun ülke tarımına yaklaşık bir milyar Euro'luk kayba yol açtığı belirlenmiştir (Lorch 2014).

Bugün 34 farklı cinse bağlı 133 fungal türün asma gövde hastalıklarıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Gramaje et al. 2018). Çoğunlukla asmanın odun dokularına kolonize olan bu türlerin mücadelesi oldukça güç olup, yerleşik enfeksiyonların tedavisi mümkün değildir. Dünya genelinde 2000'li yılların başında sodyum arsenit'in yasaklanmasıyla hastalık nüksetmiş ve buna ikame olacak alternatif bir fungusit henüz bulunamamıştır. Bununla ilişkili olarak bitki patoloğları, hastalıkların biyolojik mücadelesini esas alan alternatif arayışlara yönelmişlerdir.

Endofitik mikroorganizmalar; bitki içerisinde var olan, yaşamının herhangi bir döneminde, bitkide herhangi bir hastalık belirtisi oluşturmayan ve bitkilerle birlikte yaşayan organizmalardır (Schulz & Boyle 2005). Çoğunlukla bakteri ve fungusların oluşturduğu bu organizmalar bitki içerisinde veya üzerinde büyürken, bitkilerin karbon kaynaklarını dengeli bir şekilde kullanırlar. Bu esnada bitki dokularını kolonize ederken çeşitli enzimler ve sekonder metabolitler üretirler. Bu ve buna benzer mekanizmalar bitki fizyolojisini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca endofitik funguslar bitki içerisindeki diğer mikroorganizmalarla etkileşime girerek onların faaliyetlerini baskılayabilir ya da teşvik edebilirler (Porras-Alfaro & Bayman 2011). Hindistan'da yürütülen bir çalışmada, asmalardan izole edilen *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botryosphaeria*, *Fusarium* ve *Xylaria* türlerine ait bazı endofitik izolatların fenolik bir bileşik olan resveratrol sentezledikleri bildirilmiştir (Dwivedi & Saxena 2019). Bu bileşik konukçu bitkiyi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı koruyan ve ayrıca insan sağlığına yararı olan bir bileşiktir (Chong et al. 2009). Bitki iç dokularındaki fungal flora bitkinin yaşı, bitkinin farklı organları, çeşidi, bulunduğu bölgenin iklimi ve o bölgede takip edilen ürün yetiştirme yöntemlerine göre değişiklik gösterebilir.

Hatta fungal endofitin izole edildiği fenolojik dönem dahi bu değişiklikte rol oynayabilir (Varanda et al. 2016).

Asma fidanı üretiminde kullanılan kalem-çelik gibi vejetatif materyallerin sağlığı, tesis edilecek bağdaki asmaların ömrünü doğrudan etkiler. Dormant materyallerin patojenlerden ari ve yararlı endofitik flora yönünden zengin olması arzu edilmektedir. Yöresel veya standart üzüm çeşitlerinin ve aynı zamanda asma fidanlarının üretildiği bir bölgede bağların, fungal gövde patojenleri ve yararlı endofitler yönünden taranması önemlidir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2019 yılı verilerine göre Gaziantep ili, sahip olduğu bağ alanı ve üzüm üretim miktarı bakımından 7. sırada yer almakta ve bölgede sofralık ve kurutmalık üzüm yetiştirilmektedir (Anonim 2019). Bu ilde şimdiye kadar asma virüs ve viroidlerinin araştırıldığı bazı çalışmalar mevcut olmakla birlikte, asmalarda fungal gövde patojenleri ve bunların endofitik antagonistlerini ele alan bir çalışma henüz mevcut değildir. Bu nedenle Gaziantep bağ alanlarında bu tarzda bir çalışmaya gerek duyulmuştur.

Bu çalışmanın amaçları; Gaziantep ilinde bulunan bağ alanlarında fungal gövde hastalıklarının yaygınlığını ve bunlarla ilişkili patojenleri saptamak ve elde edilen patojenlere karşı potansiyel endofitik-antagonistik fungusları belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Sörvey ve fungal etmenlerin izolasyonu

Sörvey çalışması Gaziantep'in İslahiye, Şehitkamil ve Şahinbey ilçesi bağ alanlarında 2020 yılında yürütülmüş, toplam 51 bağ incelenmiştir. Ortalama 10 dekarlık bağların her iki kenarından ve ortasından dörder sıra olmak üzere, bir bağda toplam 12 sıra asma incelenmiştir. Sıra üzerinde bulunan tüm asmalar ve ayrıca hastalık belirtilerinin (kuruma, geriye doğru ölüm ve apopleksi) görüldüğü asmalar sayılarak kaydedilmiştir. Belirti gösteren omcaların 2-3 yıllık dallarından, 10-15 cm uzunluğunda odun örnekleri alınmış ve paketlenmiştir. Hastalığın ildeki yaygınlığı, belirtilerin görüldüğü bağ sayısının, incelenen tüm bağların sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur. Her bir bağdaki hastalık görülme sıklığı; belirti gösteren omca sayısının, sayım yapılan omca sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur. İldeki ortalama hastalık sıklığı ise, tüm bağlardaki hastalık sıklığının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Laboratuvara getirilen örnekler temizlendikten sonra %2.5'lük sodyum hipoklorid içerisinde 3 dakika süreyle yüzeysel olarak dezenfekte edilmiş, ardından iki kez steril distile suda durulanmış ve steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulmuştur. Dokuların 5-6 mm'lik dış kabuğu uzaklaştırılıp nekrozlu alanlardan steril makasla 3-4 mm³'lük kesitler alınmıştır. Bu kesitler streptomycin-sülfat içeren PDA'ya (250 mg·L⁻¹) aktarılmış ve Petri kapları 25°C sıcaklıkta 10 gün süreyle inkübe edilmiştir. Her bir bağ için 10 Petri kabı kullanarak izolasyon yapılmıştır. Dokularda gelişen kolonilerden fungal kültür koleksiyonu oluşturulmuş, Petri kaplarındaki türler morfolojik ve mikroskopik yönden incelenerek koloni sayıları familya ve cins düzeyinde kaydedilmiştir. Bir bağdaki örneklerden fungusların izole edilme oranı; gelişimin görüldüğü doku sayısının 10 Petri kabındaki toplam doku sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur. Sörvey

bölgesindeki fungusların izole edilme oranı, bir cinsin tüm bağlardaki toplam izole edilme oranının, toplam bağ sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Fungal izolatların tanısı

Saf kültürlerin klasik tanısı Crous & Gams (2000); Barnett & Hunter (2003); Mostert et al. (2016); Lawrence & Travadon (2018) ve Zhang et al. (2021)'de belirtilen kriterlere göre yapılmıştır. Moleküler tanı universal primerlerle PCR, gen sekanslama, NCBI-BLAST analizi ve GenBank'a kayıt yöntemiyle yapılmıştır.

Fungal kültürlerden DNA ekstraksiyonu CTAB metoduna göre, O'Donnell et al. (1998)'de belirtildiği şekilde yapılmış, genomik DNA 150 ng·µl⁻¹ konsantrasyona sulandırılmıştır. PCR için gerekli olan karışım her bir örnek için; 39.75 µl su, 5 µl buffer (10X green buffer, DreamTaq Green DNA Polymerase, ThermoScientific™ EP0712), 2 µl dNTPs karışımı (10 mM, ThermoScientific™), 1 µl ileri ve geri yönde primer (10 pmol·µl⁻¹), 0.25 µl Taq polimeraz enzimi (DreamTaq, Thermo Scientific™) ve 1 µl genomik DNA'dan oluşturulmuştur. İzolatların moleküler tanısı en az bir en fazla üç farklı gen bölgesinin kısmi çoğaltımıyla yapılmıştır. PCR reaksiyonlarında ITS (Internal Transcribed Spacer), LSU (rRNA Large Sub-Unit), β-tubulin ve EF1-α (Elongation Factor 1-alpha) gen bölgeleri çoğaltılmıştır. Bu reaksiyonlarda sırasıyla ITS4/ITS5 (White et al. 1990), LR0R/LR5 (Vilgalys & Hester 1990), Bt2a/Bt2b ve EF728F/EF986R (Carbone & Kohn 1995) universal primerleri kullanılmış, thermocycler döngüleri ilgili çalışmalarda belirtildiği şekilde düzenlenmiştir. PCR ile elde edilen ürünler %1.5'lük agaroz jelde (Invitrogen™) 55 voltluk gerilim, 75 miliamperlik akım şiddeti altında iki saat süreyle ayrıştırılmış, ideal DNA bantlarının görüldüğü örnekler nükleotid dizilemesine gönderilmiştir (Macrogen Co. Güney Kore). Dizileme sonucu alınan elektronik chromatogram dosyaları Chromas Lite (Technesium™) yazılımıyla ekstrakte edilmiştir. Nükleotid dizileri, web tabanlı NCBI-BLASTn yazılımıyla, NCBI (National Center for Biotechnology Information) gen bankasındaki dizilerle karşılaştırılmış ve izolatların tanısı en az %99'lük benzerlik oranıyla tamamlanmıştır. Ardından nükleotid dizileri GenBank'ta depolanarak kayıt numarası alınmıştır.

Patojenisite testleri

Fungal izolatların endofitik veya patojenik karakteri, sera koşullarında patojenisite testleriyle belirlenmiştir. İzolatların PDA besi yerinde geliştirilmiş 10 günlük taze kültürleri, 5 mm çaplı-steril mantar delici ile muntazam şekilde kesilmiştir. Cardinal çeşidi asmaların dormant kalemleri (30 cm uzunluğunda, 2-3 gözlü) tepeden küt bir şekilde kesilmiş, miseliyal agar diskleri tepe noktasına inokule edilmiş ve streç filmle sarılmıştır (Ayes et al. 2005). Bu kalemler, içerisinde torf ve perlit bulunan (1:1 hacminde) 1 litrelik saksılara dikilmiş ve 3 ay süreyle sera koşullarında yetiştirilmiştir. Kontrol olarak bırakılan kalemlere sadece agar inokule edilmiştir. İzolatların patojenisitesi, odun dokularında oluşan lezyonların uzunlukları ölçülerek değerlendirilmiştir. İnokulasyon noktası, bıçakla, tepeden ikiye ayrılmış ve lezyon uzunlukları ölçülmüştür. Deneme 6 tekerrürlü olarak kurulmuş, her bitki bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Lezyon uzunluklarına varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki farklar %5'lik hata payı ile LSD testine göre

değerlendirilmiştir. Kontroldeki kalemlerin uç kısmında, oksidasyona bağlı renk değişimi dikkate alınarak, bu tarzda lezyon oluşturan izolatlar endofit olarak değerlendirilmiştir.

İkili kültür testleri

Patojenisite testi ile endofit ya da patojen olarak ayrıştırılan fungal izolatların birbirlerine karşı olası antagonistik etkileri, PDA besi yerinde ikili kültür testleriyle belirlenmiştir. Endofit ya da patojenlerin 5 mm'lik miseliyal agar diskleri, Petri kabının kenarından birer santimetre uzaklığa, karşılıklı olarak yerleştirilmiştir. *Penicillium*, *Aspergillus* gibi yoğun sporlu endofitler PDA'ya spor süspansiyonu halinde inokule edilmişlerdir. Bu izolatların spor süspansiyonları (10^6 spor·ml⁻¹) 1.5 ml'lik steril-plastik santrifüj tüplerinde, 1 ml steril distile su / tween 20 emülsiyonu içerisinde hazırlanmıştır. Süspansiyon vortex ile homojenize edildikten sonra 10 µl alınarak Petri kabının kenarından 1 cm uzaklığa, damla şeklinde inokule edilmiştir.

Patojenik ve endofitik izolatların gelişim hızlarına göre, yavaş gelişen izolat inokule edildikten 3-4 gün sonra, karşısına hızlı gelişen izolat yerleştirilmiştir. Aynı hızda gelişenler Petri kabına aynı gün yerleştirilmişlerdir. Ayrıca izolatların teksel olarak inokule edildikleri Petri kapları kontrol olarak bırakılmıştır. Bu kültürler 25°C sıcaklık ve 12 saat aydınlık / karanlık koşullarda en az 10 gün süreyle inkübe edilmiştir. İki koloni arasında inhibisyon zonu oluştuğunda bu uzunluk milimetre cinsinden ölçülerek kaydedilmiş, fotoğraflanmış ve bariz mesafe oluşturan izolatlar antagonist olarak değerlendirilmiştir. İkili kültür testleri tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, her bir Petri kabı bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. İnhibisyon mesafelerine varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki farklar %5'lik hata payı ile LSD testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve tartışma

Sörvey sonuçları ve Gaziantep bağlarında saptanan fungal türler

Gaziantep'e bağlı üç ilçede, 51 bağın tamamında asma gövde hastalıklarının var olduğu tespit edilmiş, hastalık yaygınlığının %100, ortalama hastalık görülme sıklığının %1.2 oranında olduğu belirlenmiştir.

Bu hastalıklarla ilişkili olarak 10 farklı fungal cins tespit edilmiştir. Bu cinslerin bölgedeki rastlanma sıklığı (yaygınlığı) ve ildeki ortalama izole edilme oranları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Petri hastalığı ve Esca sendromu etmenlerinden *Phaeoacremonium*, %39.2'lik oranla en yaygın cins olurken, bunu %35.3 ve %27.5 ile *Seimatosporium* ve *Botryosphaeriaceae* familyası türleri takip etmiştir. Bunlardan başka *Cytospora*, *Diaporthe*, *Diatrype*, *Eutypa*, *Macrophomina*, *Neoscytalidium* ve *Phaeomoniella* cinsi fungusların ildeki yaygınlığı %1.9-5.9 arasında değişim göstermiştir. Sörvey yapılan 51 bağın 20'sinde *Phaeoacremonium*, 18'inde *Seimatosporium* ve 14'ünde *Botryosphaeriaceae* cinsi funguslara rastlanmış, bu cinslerin bölgedeki en yaygın cinsler oldukları belirlenmiştir. Bunların Gaziantep'teki izole edilme oranları ve saptandığı bağ

sayısı ele alındığında, en sık izole edilenler %26.5'lik oranla Botryosphaericeae türleri olmuştur (Çizelge 1).

Benzer şekilde Gaziantep bağ alanlarından izole edilen endofitik funguslar, bunların izole edilme oranları ve yaygınlıkları Çizelge 2'de gösterilmiştir. İldeki bağ alanlarındaki fungal endofit çeşitliliğinin zengin olduğu saptanmış ve *Acremonium*, *Alternaria*, *Arthrinium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Coniothyrium*, *Curvularia*, *Entoleuca*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Penicillium*, *Phoma*, *Quambalaria*, ve *Sordaria* türleri izole edilmiştir. Bu funguslar içerisinde *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Aureobasidium* türleri sırasıyla %92.2, %66.6, %64.7 ve %50.9'lük oranla en sık rastlanan endofitik türler olmuştur. Geri kalan türlerin ildeki yaygınlığı %50'nin altında kalmıştır. En yaygın durumdaki *Penicillium* türlerinin ortalama izole edilme oranı %28.6 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Gaziantep bağlarında asma gövde hastalıklarıyla ilişkili fungusların rastlanma sıklığı ve ortalama izole edilme oranları (%)

Table 1. The prevalence and mean isolation rates of fungi associated with grapevine trunk diseases in vineyards in Gaziantep Province, Turkey

Asma gövde hastalıklarıyla ilişkili funguslar	Rastlanan Bağ Sayısı	Ortalama İzole Edilme Oranı (%)	Yaygınlığı (%)
<i>Phaeoacremonium</i> sp.	20	9.5	39.2
<i>Seimatosporium</i> sp.	18	10.1	35.3
<i>Botryosphaeriaceae</i>	14	26.5	27.5
<i>Diatrype stigma</i>	3	51.7	5.9
<i>Diaporthe ampelina</i>	2	15.3	3.9
<i>Neoscytalidium</i> sp.	2	69.4	3.9
<i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	2	4.1	3.9
<i>Cytospora</i> sp.	1	2.0	1.9
<i>Eutypa lata</i>	1	4.1	1.9
<i>Macrophomina phaseolina</i>	1	100	1.9

Ege Bölgesi Sultani Çekirdeksiz bağlarındaki benzer bir çalışmada, lokal kuruma ve geriye doğru ölüm belirtisi gösteren asmalar %4.2'lik oranla en yüksek Menemen ilçesinde görülmüş, bu belirtilerin bölgedeki ortalaması %2.5 olarak hesaplanmıştır. Bu oran Gaziantep iline göre daha yüksektir. Sultani Çekirdeksiz asmalarındaki nekrotik dokularda en sık izole edilen cins *Diaporthe* (= *Phomopsis*) olmuştur (Akgül et al. 2015). Ancak Gaziantep'te asma gövde hastalıklarıyla ilişkili patojenlerden *Phaeoacremonium* türleri daha yaygın durumda olup bu bölge için başat durumda olduğu söylenebilir. Tarsus'ta yapılan bir çalışmada ise asma gövde hastalıklarının yaygınlığının %14 olarak hesaplandığı bildirilirken Botryosphaeriaceae türlerinin en sık izole edilen funguslar olduğu saptanmıştır (Güler & Akgül 2020).

Çizelge 2. Gaziantep bağlarında endofitik fungusların rastlanma sıklığı ve ortalama izole edilme oranları (%)

Table 2. The prevalence and mean isolation rates of endophytic fungi in vineyards in Gaziantep Province, Turkey

Endofitik cinsler	Rastlanan Bağ Sayısı	Ortalama İzole Edilme Oranı (%)	Yaygınlık (%)
<i>Penicillium</i>	47	28.6	92.2
<i>Aspergillus</i>	35	23.2	66.6
<i>Alternaria</i>	33	10.9	64.7
<i>Aureobasidium</i>	26	8.6	50.9
<i>Cladosporium</i>	26	5.9	50.9
<i>Acremonium</i>	25	8.4	49.0
<i>Quambalaria</i>	19	9.8	37.3
<i>Fusarium</i>	7	7.3	13.7
<i>Entoleuca</i>	6	7.5	11.8
<i>Phoma</i>	10	8.4	19.6
<i>Sordaria</i>	1	4.1	1.9
<i>Epicoccum</i>	1	2.0	1.9

Gaziantep'ten izole edilen asma gövde hastalıklarıyla ilişkili türlerin moleküler tanısı NCBI-BLAST ile doğrulanmış ve izolatların Gen Bankası'na kaydı yapılmıştır (Çizelge 3). Fungal izolatlardan *Biscogniauxia mediterranea* (CUZF3HIK), *Cytospora ribis* (CUZF4HIK), *Diplodia sapinea* (CUZF12HIK) ve *Macrophomina phaseolina* (CUZF16HIK) türlerine şimdiye kadar Türkiye bağlarında rastlanmamış olup, Türkiye fungal florası için yeni bir kayıt niteliğindedir. *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Lasiodiplodia pseudotheobromae* ve *Neoscytalidium dimidiatum* türlerinin Türkiye'deki varlıkları daha önceki çalışmalarda saptanmıştır (Akgül et al. 2014; Güler & Akgül, 2020; Oksal et al. 2019). Diatrypaceae familyasından *Diatrype stigma*, Pestalotioid türlerden *Seimatosporium vitis*, *S. vitifusiforme* ve Dothideomycetes sınıfından *Kalmusia variispora* türleri daha önce Tarsus, Manisa ve Tokat yöresi bağ alanlarında saptanmıştır (Akgül et al. 2021a ve 2021b). Avustralya'nın güney ve güneydoğusundaki toplam 91 bağda yürütülen bir sörvey çalışmasında *Botryosphaeria Geriye Ölüm Hastalığı*'nın yaygınlığı %98 olarak bulunmuştur. Laboratuvar çalışmalarında *Diplodia seriata*, *Diplodia mutila*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum*, *Neofusicoccum australe*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella viticola* ve *Dothiorella iberica* türleri elde edilirken, bölgedeki kurumaların ağırlıklı olarak *Botryosphaericaeae* türlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Pitt et al. 2010). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Gaziantep bağ alanlarında bulduğumuz sonuçlara benzerlik göstermektedir. Mohammadi et al. (2013) İran'ın farklı bölgelerinde, yaşları 4-35 arasında değişen 41 bağda sörvey çalışmaları yapmışlar ve lokal kuruma ve geriye ölüm belirtisi gösteren asmaları incelemişlerdir. Nekrotik dokulardan 15 *Diplodia seriata* ve 12 *Neofusicoccum parvum* izolatu elde edilmiştir. Bunlardan başka aynı asmalardan *Phaeomoniella chlamydospora* ve *Phaeoacremonium aleophilum* türleri de saptanmıştır. Gaziantep bağlarında *Neofusicoccum parvum*'a rastlanmamış olması

Avustralya ve İran'da yapılmış çalışmalardan farklılık göstermektedir. Endofitik fungal florayla ilişkili olarak Gaziantep'ten izole edilen türler, Yağcı et al. (2021) tarafından saptanan Tokat yöresi türleriyle benzerlik göstermektedir. Ancak *Athelia bombacina*, *Neosetophoma clematidis*, *Oidiodendron cerealis*, *Paraconiothrium fuckelii*, *Pseudogymnoascus pannorum*, *Penicillium commune*, *Phoma tropica*, *Sarocaulium strictum* gibi farklı türler Gaziantep'te bulunamamıştır. Bunun, patojenlerin izole edildikleri dokuların farklı olmasından ve yöre farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yağcı et al. (2021)'nin çalışmasındaki fungal endofitler dormant asma kalemlerinden elde edilmiştir. Nitekim Deyett & Rolshausen (2020) asmadaki endofitik floranın organlara göre değişiklik gösterdiğini saptamış, yetişkin bir asmadaki endofit içeriğinin %28'inin rizosfer florasından geçtiğini bulmuşlardır. Görür & Akgül (2019)'ün çalışmasında ise Manisa, Mersin ve Tokat'ta üretilmiş asma kalemlerindeki endofitik fungal flora incelenmiş, *Acremonium* spp., *Aureobasidium pullulans*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporoides*, *Penicillium* spp. ve *Quambalaria cyanescens* türleri her üç ilde ortak olarak bulunan funguslar olarak öne çıkmıştır. Gaziantep bağlarında saptanan endofit florası da bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Bağda endofitik funguslar ve bunların fungal gövde patojenleriyle antagonistik ilişkileri

Çizelge 3. Gaziantep bağlarında asma gövde hastalıklarıyla ilişkili patojenik funguslar ve GenBank kayıt numaraları
Table 3. The pathogenic fungi associated with grapevine trunk diseases in vineyards in Gaziantep Province, Turkey, and their GenBank accession numbers

İzolat Kodu	Tür Adı	İzole edildiği yer	Asma çeşidi	GenBank Erişim Numaraları			
				ITS	EF1- α	LSU	BT
CUZF01HIK	<i>Diaporthe ampelina</i>	Şerikanlı, İslahiye	Horozkarası	OM980241	ON032499	-	-
CUZF02HIK	<i>Diaporthe ampelina</i>	"	Hatunparmağı	OM980242	ON032500	-	-
CUZF03HIK	<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	Serince, Şahinbey	Dımışkı	OM980243	ON032501	-	-
CUZF04HIK	<i>Cytospora ribis</i>	Çörekli, Şahinbey	Dımışkı	OM980244		-	-
CUZF05HIK	<i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	Serince, Şahinbey	Horozkarası	OM980245	ON032502	-	-
CUZF06HIK	<i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	"	"	OM980246	ON032503	-	-
CUZF07HIK	<i>Diplodia seriata</i>	"	"	OM980247	ON032504	-	-
CUZF08HIK	<i>Diplodia seriata</i>	Yeniköy, İslahiye	Dımışkı	OM980248	ON032505	-	-
CUZF09HIK	<i>Diplodia seriata</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980249	ON032506	-	-
CUZF10HIK	<i>Diplodia seriata</i>	Yeniköy, İslahiye	Horozkarası	OM980250	ON032507	-	-
CUZF11HIK	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980251	ON032508	-	-
CUZF12HIK	<i>Diplodia sapinea</i>	"	Hatunparmağı	OM980252	ON032509	-	-
CUZF13HIK	<i>Diplodia seriata</i>	"	"	OM980253	ON032510	-	-
CUZF14HIK	<i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	Çörekli, Şahinbey	Urumu	OM980254	ON032511	-	ON054871
CUZF15HIK	<i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	Durantaş, Şahinbey	Dımışkı	OM980255	ON032512	-	-
CUZF16HIK	<i>Macrophomina phaseolina</i>	"	Hatunparmağı	OM980256	ON032513	-	-
CUZF17HIK	<i>Diplodia seriata</i>	Çörekli, Şahinbey	Dımışkı	OM980257	-	-	-

Çizelge 3 (devamı)

Table 3 (continued)

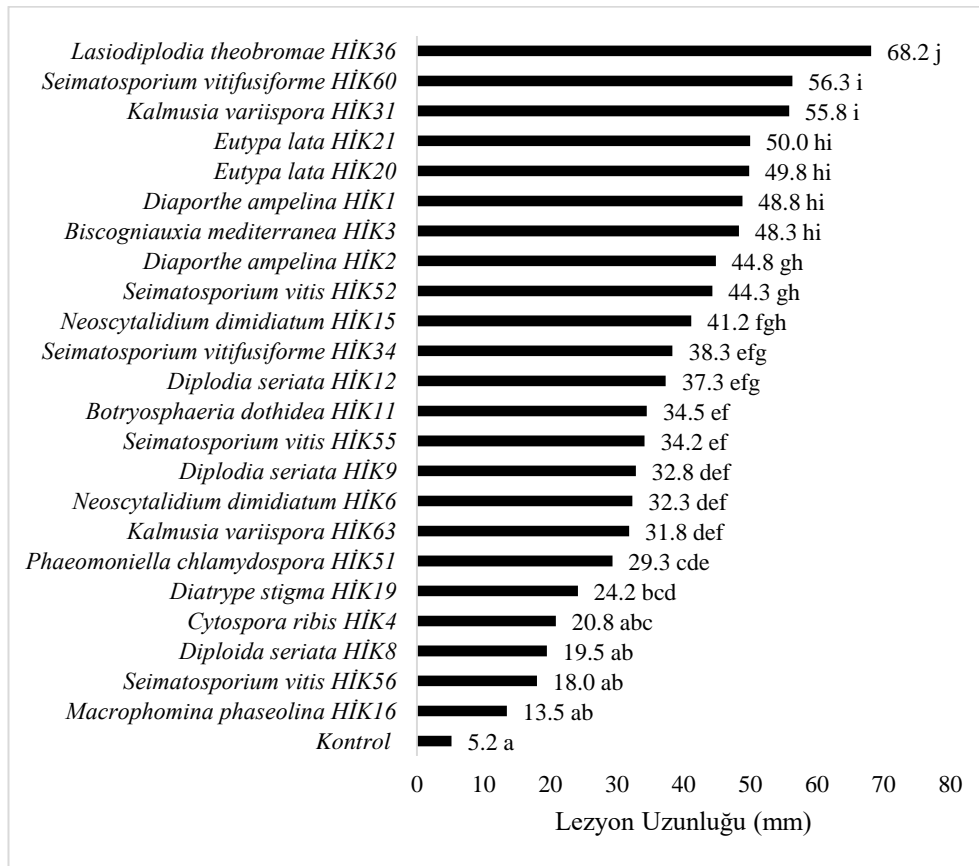
İzolot Kodu	Tür Adı	İzole edildiği yer	Asma çeşidi	GenBank Erişim Numaraları			
				ITS	EF1- α	LSU	BT
CUZF19HIK	<i>Diatrype stigma</i>	"	"	OM980258	-	ON025569	-
CUZF20HIK	<i>Eutypa lata</i>	Yeniköy, İslahiye	Hatunparmağı	OM980259	-	-	ON054872
CUZF21HIK	<i>Eutypa lata</i>	"	"	OM980260	-	-	ON054873
CUZF31HIK	<i>Kalmusia variispora</i>	"	"	OM980261	-	ON025570	ON054874
CUZF34HIK	<i>Seimatosporium vitifusiforme</i>	Cerityapanı, Şhtkamil	Dımışkı	OM980262	ON032514	ON025571	-
CUZF36HIK	<i>L. pseudotheobromae</i>	Yeniköy, İslahiye	Horozkarası	OM980263	-	-	ON054875
CUZF38HIK	<i>Kalmusia variispora</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980264	-	ON025572	-
CUZF51HIK	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	"	"	OM980265	ON032515	-	-
CUZF52HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980266	ON032516	ON025573	-
CUZF54HIK	<i>Phaeoacremonium minimum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980267	ON032517	-	-
CUZF55HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980268	ON032518	ON025574	-
CUZF56HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	"	"	OM980269	-	ON025575	-
CUZF57HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	Yeniköy, İslahiye	"	OM980270	-	ON025576	-
CUZF60HIK	<i>Seimatosporium vitifusiforme</i>	Serince, Şahinbey	Horozkarası	OM980271	ON032519	ON025577	-
CUZF63HIK	<i>Kalmusia variispora</i>	Durantaş, Şahinbey	Dımışkı	OM980272	-	ON025578	-
CUZF65HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	Şerikanlı, İslahiye	"	OM980273	ON032520	ON025579	-
CUZF68HIK	<i>Seimatosporium vitis</i>	Yeniköy, İslahiye	"	OM980274	-	ON025580	-

Çizelge 4. Gaziantep bağlarındaki endofitik funguslar ve GenBank kayıt numaraları
Table 4. The endophytic fungi in vineyards in Gaziantep Province, Turkey, and their GenBank accession numbers

İzolat Kodu	Tür Adı	İzole edildiği yer	İzole edildiği asma çeşidi	ITS
CUZF24HIK	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Çörekli, Şahinbey	Dimişki	OM980649
CUZF26HIK	<i>Acremonium sclerotigenum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980650
CUZF27HIK	<i>Curvularia spicifera</i>	Durantaş, Şahinbey	Dimişki	OM980651
CUZF28HIK	<i>Fusarium acuminatum</i>	Cerityapanı, Şehitkamil	Dimişki	OM980652
CUZF29HIK	<i>Alternaria infectoria</i>	Yeniköy, İslahiye	Horozkarası	OM980653
CUZF30HIK	<i>Acremonium sclerotigenum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980654
CUZF32HIK	<i>Fusarium equiseti</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980655
CUZF35HIK	<i>Arthrimum sp.</i>	Cerityapanı, Şehitkamil	Dimişki	OM980656
CUZF37HIK	<i>Nigrospora sphaerica</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980657
CUZF39HIK	<i>Penicillium fructuariae-cellae</i>	Yeniköy, İslahiye	Dimişki	OM980658
CUZF40HIK	<i>Aspergillus terreus</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980659
CUZF41HIK	<i>Penicillium fructuariae-cellae</i>	Yeniköy, İslahiye	Dimişki	OM980660
CUZF42HIK	<i>Penicillium sizovae</i>	Yeniköy, İslahiye	Hatunparmağı	OM980661
CUZF43HIK	<i>Quambalaria cyanescens</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980662
CUZF44HIK	<i>Aspergillus flavus</i>	Çörekli, Şahinbey	Dökülgen	OM980663
CUZF45HIK	<i>Aspergillus niger</i>	Serince, Şahinbey	Dimişki	OM980664
CUZF46HIK	<i>Aspergillus niger</i>	Çörekli, Şahinbey	Dimişki	OM980665
CUZF47HIK	<i>Penicillium glabrum</i>	Yeniköy, İslahiye	Dimişki	OM980666
CUZF48HIK	<i>Penicillium glabrum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980667
CUZF49HIK	<i>Coniothyrium ferrarisianum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980668
CUZF50HIK	<i>Curvularia spicifera</i>	Durantaş, Şahinbey	Dimişki	OM980669
CUZF59HIK	<i>Fusarium proliferatum</i>	Şerikanlı, İslahiye	Hatunparmağı	OM980670

Patojenisite testi sonuçları

Dormant asma kalemlerine inokulasyon ve üç aylık inkübasyonun ardından odun dokularında, uzunlukları 13.5 ile 68.2 mm arasında değişen lezyonlar meydana gelmiştir (Şekil 1). Bunlardan minimum lezyon *Macrophomina phaseolina* (HİK16), maksimum lezyon ise *Lasiodiplodia pseudotheobromae* (HİK36) türleriyle gerçekleşmiştir. *Seimatosporium* ve *Kalmusia* izolatları arasında büyük bir varyasyon görülmüş, izolatların lezyon uzunlukları ardışık olarak sıralanmamıştır. Diatrypaceae türlerinden *Eutypa lata* ve *Diatrype stigma*'nın virülensliği karşılaştırıldığında, *E. lata*'nın daha saldırgan olduğu tespit edilmiştir. Tüm izolatların oluşturdukları lezyon uzunlukları arasında kontrole göre istatistiksel farklar meydana gelmiş ve bunların patojenisiteleri doğrulanmıştır.



Şekil 1. Asma gövde hastalıklarıyla ilişkili izolatların, asma fidanlarında (*Vitis vinifera* cv. Cardinal) oluşturdukları lezyon uzunlukları (mm)

Figure 1. Lengths of lesions caused by isolates associated with grapevine trunk diseases on grapevines (*Vitis vinifera* cv. Cardinal)

Buna karşın endofitik türler kontrolden farklı uzunlukta lezyon oluşturmamış ve bunların patojen olmadıkları ispatlanmıştır. Botryosphaeriaceae türlerinin saldırganlığıyla ilgili yürütülen çalışmalarda *Lasiodiplodia* ve *Neofusicoccum* türlerinin en saldırgan, *Botryosphaeria* ve *Diplodia* türlerinin bunlardan daha az

saldırgan, *Dothiorella* ve *Spencermartinsia* türlerinin ise en düşük derecede saldırgan oldukları belirlenmiştir (Urbez-Torres & Gubler 2009). Bu çalışmadaki iki farklı *Neoscytalidium dimidiatum* izolatının oluşturduğu lezyonlar 12 haftada 32.3 ve 41.2 mm'ye ulaşmış ve bu süre için oldukça saldırgan olduğu saptanmıştır. Ancak Rolshausen et al (2013)'te yapılan patojenisite testinde bu uzunluk 20 haftada ancak 13.5 mm'ye ulaşabilmiştir. Bu sonuç patojenisite testinde ulaştığımız sonuca göre düşük seviyededir. Fungusların farklı ülkeler ve farklı habitatlardaki virülensliği farklılık gösterebilir. Ayrıca patojenisite testinin yürütüldüğü koşullar ve asma çeşitlerinin duyarlılıkları birbirinden farklı olabilir. Bu gibi nedenlerle lezyon uzunlukları arasındaki varyasyonların görülmesi doğal bir durumdur. Benzer şekilde bu çalışmadaki *Seimatosporium* türlerinin virülenslikleri arasında önemli varyasyon görülmüştür. Lawrence & Travadon (2018)'un *Seimatosporium* izolatlarının virülensliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, matkapla spor süspansiyonu tekniği ile Pinot Noir çeşidinde 11 aylık inkübasyon sonucu, bu türlerin 8 ila 13 mm'lik lezyon oluşturduklarını bulmuşlardır. Çalışmada kullandığımız inokulasyon yöntemi ve fidanların yetiştirildiği koşulların farklılığından dolayı Lawrence & Travadon (2018)'un izolatlarına göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

İkili kültür testleriyle fungal izolatların antagonistik etkileşimleri

Gaziantep bağlarından izole edilen fungal endofitlerle patojenik funguslar arasındaki etkileşim Çizelge 5'te gösterilmiştir. Endofitik türlerden bazıları patojen fungusların gelişimini hiçbir şekilde inhibe edemezken, bazı türler patojen fungusları yüksek düzeyde engellemiştir. Denemeye alınan 8 endofitik izolat, uzunlukları 22.67 mm'ye varan engelleme zonu meydana getirmiştir. Miseliyal gelişimi engellemede en güçlü etkiyi *Penicillium fructuariae-cellae*, en zayıf etkiyi *Quambalaria cyanescens* göstermiştir. Denemedeki 16 patojenik izolattan 13'ü (%81.2), *P. fructuariae-cellae* tarafından en az 3.33 mm'lik engelleme mesafesiyle durdurulmuştur. Bunun yanında *Biscogniauxia mediterranea*, *Cytospora ribis*, *Diplodia seriata*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* ve *Neoscytalidium dimidiatum* gibi hızlı gelişen türler ise en az 10 mm'lik zon mesafesiyle engellenmişlerdir. Buna karşın en etkili tür olan *P. fructuariae-cellae*, *Diatrype stigma*, *Kalmusia variispora* ve *Phaeoacremonium minimum* gibi patojenlerin büyümesini hiçbir şekilde engelleyememiştir. Denemedeki diğer endofitik funguslar *P. fructuariae-cellae* türü kadar etkili olamamış, engelleme mesafeleri en fazla 8 mm'ye ulaşabilmiştir. Endofitik izolatlardaki etkililik, engelleme mesafelerinin ortalaması alınarak değerlendirildiğinde, *P. fructuariae-cellae* 9.04 mm'lik ortalama ile en ümitvar tür olarak öne çıkmıştır (Şekil 2). Bu türü takip eden *Aspergillus terreus*'un ortalama engelleme mesafesi ise 3.1 mm olarak hesaplanmıştır.

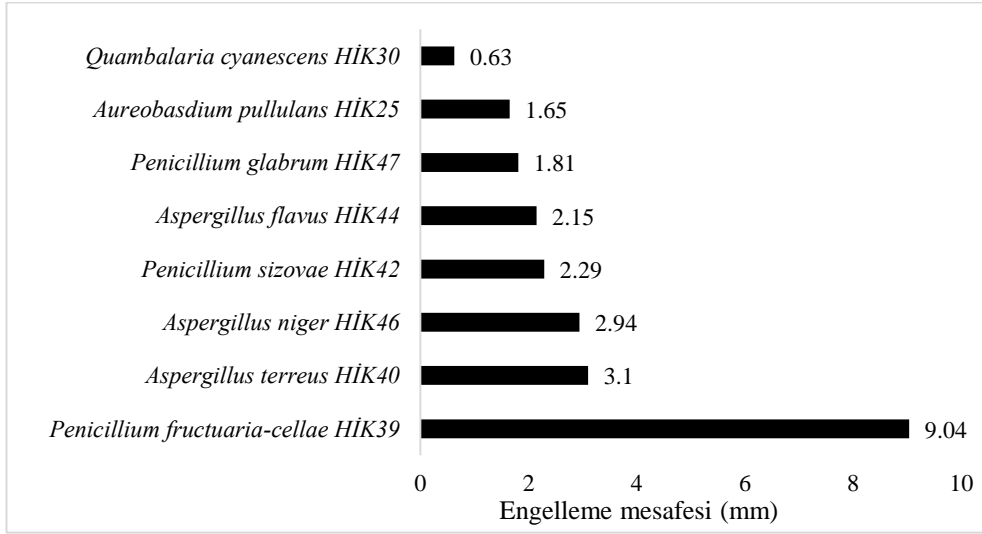
Çizelge 5. PDA besiyerinde patojen ve endofitler arasında, 15 günlük inkübasyonla oluşan engelleme mesafeleri (mm)

Table 5. Inhibition distance (mm) between the grape vine pathogens and endophytes on PDA medium after 15 days of incubation

Patojenik İzolatlar	Endofitik İzolatlar							
	<i>Af</i> (HİK44)	<i>An</i> (HİK46)	<i>Ap</i> (HİK25)	<i>At</i> (HİK40)	<i>Pfc</i> (HİK39)	<i>Pg</i> (HİK47)	<i>Ps</i> (HİK42)	<i>Qc</i> (HİK30)
<i>Bm</i> (HİK3)	0.0 ± 0.0 a*	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	22.67 ± 1.5 h	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Bd</i> (HİK11)	2.33 ± 0.3 c	2.67 ± 0.3 bc	2.0 ± 0.0 cd	3.0 ± 0.6 bcd	7.67 ± 1.5 bcd	2.0 ± 0.6 c	2.33 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 a
<i>Cr</i> (HİK4)	6.33 ± 0.3 d	2.0 ± 0.0 b	3.33 ± 0.3 e	3.67 ± 0.9 cd	11.67 ± 1.8 def	2.0 ± 0.0 c	6.33 ± 0.8 d	0.0 ± 0.0 a
<i>Da</i> (HİK1)	3.0 ± 0.0 c	2.33 ± 0.7 bc	3.67 ± 0.7 e	4.33 ± 0.7 de	4.67 ± 0.3 b	4.67 ± 0.3 e	3.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 a
<i>Dst</i> (HİK19)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	2.0 ± 0.0 bc	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Dsr</i> (HİK12)	3.0 ± 0.6 c	4.0 ± 0.6 de	4.0 ± 0.0 e	6.33 ± 0.9 f	15.0 ± 0.0 fg	2.0 ± 0.0 c	3.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 a
<i>Dsr</i> (HİK7)	0.0 ± 0.0 a	3.0 ± 1.2 cd	0.0 ± 0.0 a	1.67 ± 0.3 ab	10.0 ± 0.6 de	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>El</i> (HİK21)	2.0 ± 0.0 bc	3.0 ± 0.0 cd	0.0 ± 0.0 a	6.0 ± 1.0 ef	7.33 ± 0.9 bcd	4.67 ± 0.3 e	2.0 ± 0.0 bc	0.0 ± 0.0 a
<i>Kv</i> (HİK31)	2.0 ± 0.0 bc	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	2.0 ± 0.0 bc	0.0 ± 0.0 a	2.0 ± 0.0 c	2.0 ± 0.0 bc	0.0 ± 0.0 a
<i>Lps</i> (HİK14)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	2.0 ± 0.0 bc	18.67 ± 4.3 gh	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Mp</i> (HİK16)	0.0 ± 0.0 a	3.33 ± 0.3 cd	0.0 ± 0.0 a	4.67 ± 0.7 def	14.33 ± 0.7 ef	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Nd</i> (HİK5)	3.0 ± 0.0 c	5.0 ± 0.6 e	1.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	15.0 ± 2.9 fg	0.0 ± 0.0 a	3.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 a
<i>Pmn</i> (HİK54)	1.0 ± 0.0 ab	1.3 ± 0.3 ab	2.33 ± 0.3 d	2.0 ± 0.6 bc	0.0 ± 0.0 a	1.33 ± 0.3 b	1.0 ± 0.0 ab	0.0 ± 0.0 a
<i>Pc</i> (HİK51)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.33 ± 0.3 bc	3.33 ± 0.9 bcd	3.33 ± 0.3 ab	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Svf</i> (HİK60)	6.0 ± 0.0 d	2.67 ± 1.2 bc	5.0 ± 0.0 f	4.0 ± 0.6 d	9.33 ± 0.9 cd	3.33 ± 0.3 d	6.0 ± 0.0 d	5.67 ± 0.3 c
<i>Sv</i> (HİK52)	8.0 ± 1.5 e	5.0 ± 0.0 e	3.67 ± 0.7 e	4.67 ± 0.3 def	5.0 ± 1.2 bc	7.0 ± 0.0 f	8.0 ± 0.3 e	4.33 ± 0.7

*Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

Af: *Aspergillus flavus*, *An*: *Asp. niger*, *Ap*: *Aureobasidium pullulans*, *At*: *Asp. terreus*, *Bm*: *Biscogniauxia mediterranea*, *Bd*: *Botryosphaeria dothidea*, *Cr*: *Cytospora ribis*, *Da*: *Diaporthe ampelina*, *Dst*: *Diplodia seriata*, *El*: *Eutypa lata*, *Kv*: *Kalmusia variispora*, *Lps*: *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, *Mp*: *Moacrophomina phaseolina*, *Nd*: *Neoscytalidium dimidiatum*, *Pmn*: *Phaeoacremonium minimum*, *Pc*: *Phaeoniella chlamydospora*, *Pfc*: *Penicillium fructuariae-cellae*, *Pg*: *Pen. glabrum*, *Ps*: *Pen. sizovae*, *Qc*: *Quambalaria cyanescens*, *Svf*: *Seimatosporium vitifusiforme*, *Sv*: *Seimatosporium vitis*



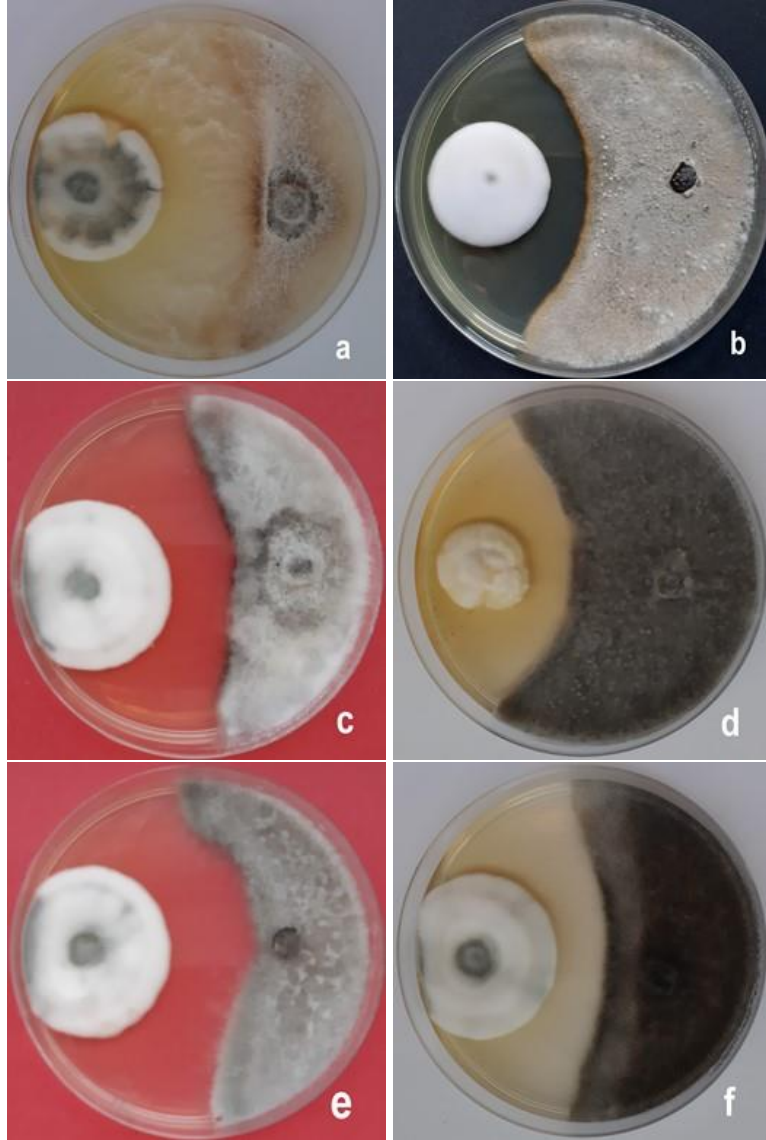
Şekil 2. Endofitlerle asma gövde patojenleri arasındaki ortalama engelleme mesafeleri (mm).

Figure 2. The mean inhibition distances (mm) between endophytes and trunk pathogens associated with grapevine trunk diseases.

P. fructuariae-cellae'nın ikili kültürdeki baskılayıcı etkisi çoğu türde devam etmiş (Şekil 3b-f) ancak *Biscogniauxia mediterranea*'nın hifleri 28 gün sonra zayıf bir şekilde büyümeye devam etmiştir (Şekil 3a).

Almeida et al. (2020) Portekiz'in Alentejo Bölgesi'ndeki bağlardan izole ettikleri fungal endofitleri, asma gövde hastalıklarıyla ilişkili türlere karşı *in vitro*'da denemişlerdir. İkili kültür çalışmalarında *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Clonostachys rosea*, *Epicoccum nigrum*, *Trichoderma* ve *Penicillium* türleri patojenik fungusları %30.7-62.6 arasında değişen oranlarda engellemiştir. Blundell et al. (2021) Kaliforniya Davis'teki bir bağda hem sağlıklı hem de asma gövde hastalıklarının belirtilerini gösteren omcaların öz suyundaki bakteriyel ve fungal florayı incelemişler, endofitik antagonistlerin inhibe edici etkileri hem ikili kültür hem de uçucu antibiyotik testleriyle araştırılmıştır. Fungal endofitlerden *Aureobasidium pullulans*'ın çoğu izolatu etkisiz bulunmuştur. Ancak bu türün iki izolatu *Neofusicoccum parvum*, *Eutypa lata* ve *Diaporthe ampelina*'nın gelişimine antagonistik özellik göstermezken, *Diplodia seriata*'yı inhibe etmiştir. Bu sonuçlar, elde ettiğimiz sonuçlarla birebir aynı olmasa da, farklı bölgelerde değişik patojenler ve antagonistler bulunabileceği ve etki bakımından aynı türün izolatlarında dahi farklılık görülebileceğini doğrulamaktadır. Lorenzini et al. (2019) *Penicillium fructuariae-cellae*'yı pörsümüş üzüm salkımlarından izole etmiş ve bunu salkım çürüklüğü patojenlerine dahil ederek detaylı tanısını yapmışlardır. Ancak mevcut çalışmada bu tür, Dımışkı çeşidi asmaların gövdelerinden izole edilmiş ve ilginç bir şekilde çoğu patojen fungusu etkili bulunmuştur. Gelecek çalışmalarda *P. fructuariae-cellae*'nın sera ve bağ koşullarındaki antagonistik performansının ve budama yaralarındaki tutunabilme olanaklarının incelenmesi gerekmektedir. Ulaşılabilecek sonuçlara göre, bu türün

bağcılıkta ekonomik kayıplar sonuçlayan patojenlerin biyolojik mücadelesinde kullanılabilmesi mümkün olabilecektir.



Şekil 3. *Penicillium fructuariae-cellae*'nin bazı patojenlerin koloni gelişimini engellemesi.
Figure 3. Inhibition of the growth of colonies of some pathogens associated with grapevine trunk diseases by *Penicillium fructuariae-cellae*.

a) *Biscogniauxia mediterranea*, b) *Cytospora ribis*, c) *Diplodia seriata*, d) *Neoscytalidium dimidiatum*, e) *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, f) *Macrophomina phaseolina*

Teşekkür

Bu çalışmayı mali yönden destekleyen Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje no: FYL-2021-13431).

Kaynaklar

- Akgül D.S., H.İ. Kara, İ. Bülbül & M. Özarıslandan, 2021a. *Seimatosporium vitis*, *S. vitifusiforme* ve *Kalmusia variispora*: Türkiye’de asma gövde hastalıklarıyla ilişkili yeni fungal patojenler. 8. Ulusal Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 24-28 Ağustos 2021, Bolu, 215.
- Akgül D.S., A. Yağcı, H.İ. Kara, İ. Bülbül, M. Özarıslandan, N. Güngör-Savaş, M. Yıldız & R. Cangı, 2021b. Türkiye bağlarında Diatrypaceae geriye ölüm hastalığıyla ilişkili *Diatrype stigma*’nın ilk raporu. 8. Ulusal Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 24-28 Ağustos 2021, Bolu, 279.
- Akgül D.S., N.G. Savaş, T. Teker, B. Keykubat, J.S. Mayorquin & A. Eskalen, 2015. Fungal trunk pathogens of sultana seedless vineyards in the Aegean Region of Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2): 380-393.
- Akgül D.S., N.G. Savaş & A. Eskalen, 2014. First report of wood canker caused by *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum*, and *Lasiodiplodia theobromae* on grapevine in Turkey. *Plant Disease*, 98(4): 568.
- Almeida A.B., J. Concas, M.D. Compos, P. Materatski, C. Varanda, M. Patanita, S. Murolo, G. Romanazzi & M.R. Felix, 2020. Endophytic fungi as potential biological control agents against grapevine trunk diseases in Alentejo Region. *Biology*, MDPI, 9.420.
- Anonim, 2019. Türkiye üzüm üretimi. Türkiye İstatistik Kurumu resmi internet sitesi, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, (Erişim tarihi: 29 Mart2022).
- Ayres M., M. Sosnowski & T. Wicks, 2011. A rapid technique for evaluating treatments for *Eutypa* dieback control. *Wine and Viticulture Journal*, 26: 50-53.
- Barnett H.L. & B. B. Hunter, 2003. Illustrated genera of imperfect fungi, fourth edition. American Phytopathological Society. 218s.
- Blundell R., M. Arreguin & A. Eskalen, 2021. *In vitro* evaluation of grapevine endophytes, epiphytes and sap micro-organisms for potential use to control grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathologia Mediterranea*, 60 (3): 535-548.
- Carbone I. & L.M. Kohn, 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*, 91 (3): 553-556.
- Chong J., A. Poutaraud & P. Huguency, 2009. Metabolism and roles of stilbenes in plants. *Plant Science*, 177: 143-155.
- Crous P.W. & W. Gams, 2000. *Phaeomoniella chlamydospora* gen. et comb. nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca. *Phytopathologia Mediterranea*, 39: 112-118.
- Deyett E. & P. Rolshausen, 2020. Endophytic microbial assemblage in grapevine. *FEMS Microbiology Ecology*, fiae053.
- Dwibedi W. & S. Saxena, 2019. Diversity and phylogeny of resveratrol-producing culturable endophytic fungi from *Vitis* species in India. *3 Biotechnology*, 9: 182.
- Görür V. & D.S. Akgül, 2019. Fungicide suspensions combined with hot-water treatments affect endogenous *Neofusicoccum parvum* infections and endophytic fungi in dormant grapevine canes. *Phytopathologia Mediterranea*, 58 (3): 559-571.
- Gramaje D., J.R. Urbez-Torres & M. Sosnowski, 2018. Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant Disease*, 102: 12-39.

- Güler D. & D.S. Akgül, 2020. Tarsus bağ alanlarında *Neofusicoccum parvum*'un yaygınlığı ve bazı sofralık üzüm çeşitlerinin patojene duyarlılıkları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 691-698.
- Lawrence D.P. & R. Travadon, 2018. Novel *Seimatosporium* species from grapevine in Northern California and their interactions with fungal pathogens involved in the trunk-disease complex. *Plant Disease*, 102: 1081-1092.
- Lorch W, 2014. Fatal wood diseases affect 12 percent of French vineyards. URL: <https://www.wine-searcher.com/m/2014/10/fatal-wood-diseases-affect-12-percent-of-french-vineyards> (Erişim tarihi: 29 Mart 2022).
- Lorenzini M., M.S., Cappello, G., Perrone, A., Logrieco & G. Zapparoli, 2019. New records of *Penicillium* and *Aspergillus* from withered grapes in Italy, and description of *Penicillium fructuariae-cellae* sp. nov.. *Phytopathologia Mediterranea*, 58(2): 323-340.
- Mohammadi H., D. Gramaje, Z. Banihashemi & J. Armengol, 2013. Characterization of *Diplodia seriata* and *Neofusicoccum parvum* associated with grapevine decline in Iran. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 15: 603-616.
- Mostert L., J.Z. Groenewald, R.C. Summerbell, W. Gams & P.W. Crous, 2006. Taxonomy and pathology of *Togninia* (Diaporthales) and its *Phaeoacremonium* anamorphs. *Studies in Mycology*, 54: 1-113.
- O'Donnell K., E. Cigelnik & H.I. Nirenberg, 1998. Molecular systematics and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, 90 (3): 465-493.
- Oksal E., Y. Çelik & G. Özer, 2019. *Neoscytalidium dimidiatum* causes canker and dieback on grapevine in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes*, 14: 33.
- Pitt W.M., R. Huang, C.C. Steel & S. Savocchia, 2010. Identification, distribution and current taxonomy of Botryosphaeriaceae species associated with grapevine decline in New South Wales and South Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16: 258-271.
- Porras-Alfaro A. & P. Bayman, 2011. Hidden fungi, emergent properties: endophytes and microbiomes. *Annual Review of Phytopathology*, 49: 291-315.
- Rolshausen P.E., D.S. Akgül, R. Perez, A. Eskalen & C. Gispert, 2013. First report of wood canker caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on grapevine in California. *Plant Disease*, 97: 1511.
- Schulz B. & C. Boyle, 2005. The endophytic continuum. *Mycological Research*, 190 (6): 661-686.
- Urbez-Torres J.R. & W.D. Gubler, 2011. Pathogenicity of Botryosphaeriaceae spp. isolated from grapevine cankers in California. *Plant Disease*, 93: 584-592.
- Varanda C.M.R., M. Oliviera, P. Materatski, M. Landum, M.I.E. Clara & M.R. Felix, 2016. Fungal endophytic communities associated to the phyllosphere of grapevine cultivars under different types of management. *Fungal Biology*, 120: 1525-1536.
- Vilgalys R. & M. Hester, 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology*, 172 (8): 4238-4246.
- White T.J., T. Bruns, S. Lee & J. Taylor, 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Eds. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Snisky & T.J. White, In: *PCR protocols: a guide to methods and applications*. San Diego, Academic Press, 315-322s.

- Wicks T. & K. Davies, 1999. The effects of *Eutypa* on grapevine yield. *Australian Grape Growers and Winemakers*, 406: 15-16.
- Yağcı A., D.S. Akgül & R. Cangi, 2021. Tokat koşullarındaki asma çeşit ve anaçlarından izole edilen endofitik funguslar ve bunların bazı asma patojenlerine *in vitro* antagonistik etkileri. 8. Ulusal Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 24-28 Ağustos 2021, Bolu, 67.
- Zhang W., J.Z. Groenewald, L. Lombard, R.K. Schumacher, A.J.L. Phillips & P.W. Crous, 2021. Evaluating species in Botryosphaerales. *Persoonia*, 46: 63-115.

Örijinal araştırma (Original article)

Determination of the soil persistency of native entomopathogenic nematodes applied with a drip irrigation system in a peach orchard¹

Çiğdem ŞAHİN^{2,3*}, Uğur GÖZEL³

Şeftali bahçesinde damla sulama yöntemi ile toprağa uygulanan yerel entomopatojen nematodların kalıcılığının belirlenmesi

Öz: Entomopatojen nematodların topraktaki hayatta kalma süreleri biyolojik mücadele çalışmalarının başarısı için önemlidir. Bu çalışmada bir şeftali bahçesinde 4 yerel entomopatojen nematod (EPN) türü; *Steinernema feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae), *S. carpocapsae* Weiser (Nematoda: Steinernematidae), *S. affine* Bovien (Nematoda:Steinernematidae) ve *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Nematoda: Heterorhabditidae)'nın topraktaki kalıcılığı damla sulama yöntemi ile 2018 ve 2019 yıllarında araştırılmıştır. Entomopatojen nematodlar toprağa 50 IJs/cm² dozunda uygulanmıştır. Uygulama sonrası ayda bir toprak örnekleme yapılarak entomopatojen nematodların topraktaki kalıcılığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda 2018 yılında EPN'lerin toprakta kalıcılıklarının 90 gün, 2019 yılında ise 150 gün sürdüğü belirlenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde EPN'lerin toprağa uygulandıktan sonra çevresel faktörlere bağlı olarak kalıcılık sürelerinin değiştiği belirlenmiştir. Uygulama sonrası EPN'lerin toprakta kalma sürelerinin uzatılması topraktaki zararlılara etkinliklerinin artırılması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema affine*, Entomopatojen nematod, Kalıcılık

Abstract: The period of persistence of entomopathogenic nematodes (EPNs) in soil is an important factor in the success of biological control efforts. In this study, the persistency of four native Turkish entomopathogenic nematode species, *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* (Weiser), *S. affine* (Bovien) and *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar), was investigated in a peach orchard after their application with a drip irrigation system in Çanakkale Province, Türkiye, in 2018 and 2019. The EPNs were applied at the rate of 50 IJs/cm². After application, the persistency of the EPNs was determined with soil sampling on a monthly basis. EPN persistence in the soil was 90 days and 150 days in 2018 and 2019, respectively. Additionally, the persistency of the EPNs in soil after their application varied, depending on environmental factors. The longer survival of EPNs in soil after

¹ Bu çalışma Doktora tezinden özetlenmiştir

² Lapseki, Çanakkale, Türkiye

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author): cigdem.sahinyilmaz@tarimorman.gov.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000 0002-2019-6704; 0000-0003-1363-1189

Alınış (Received): 21 Mart 2022

Kabul ediliş (Accepted): 14 Haziran 2022

application is important for the increase of the efficiency of EPNs against pests. It was concluded that the local EPN species have potential for use in the biological control of agricultural pests.

Keywords: *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema affine*, Entomopathogenic nematode, Persistency

Introduction

Entomopathogenic nematodes (EPNs) have a range of effects on pests, including reducing the number of eggs; growth deficiency and abnormalities in behavior, physiology, and morphology; and death (Koppenhöfer 2000). The management of pests living in difficult to access places such as the soil and galleries in plant tissue is difficult because of the challenge of reaching them with the treatment. Especially the inability of chemical controls to reach confined spaces highlights the usefulness of EPNs, which can live for extended periods in soil (Hazır et al. 2003). The life stage of the EPN that lives in the soil is the infective juvenile (IJ). IJs do not feed and use their stored energy to find and infect new hosts (Noitubtim et al. 2022).

Entomopathogenic nematodes are generally good biocontrol agents for the control of pests living in the soil and plant tissues. The neonate larvae and other pre-adult stages of flatheaded woodborers (*Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera: Buprestidae)) are suitable targets for EPN, because they live in soil and in the tissues of trees.

There have been studies on the management of *C. tenebrionis*, which is an important pest of stone fruit trees, especially the saplings of “apricot, cherry and peach, in Türkiye (Deviren 2011; Karaca 2012; Şahin & Gözel 2017; Zobar & Kıvanç 2019).

The survival of EPNs in the soil after release, which is also called soil persistence, depends on factors such as its composition, moisture level, temperature and the presence of other organisms (Khan & Javed 2018). Also, persistency may differ between laboratory and field studies, because of the interaction and influence of these factors (Gray & Johnson 1983). Soil persistence is important for the determination of the timing of supplementary releases, or whether they are even necessary, because some EPN species may successfully establish and reproduce in the new environment. Successful establishment and persistence is termed inoculative release (Shields et al. 2018).

The purpose of this study was to determine the soil persistence of local entomopathogenic nematode species in Çardak town of Lapseki District in Çanakkale Province, Türkiye, in 2018 and 2019.

Materials and methods

Orchard

The study was conducted in an 8-year-old peach orchard (*Prunus persica* L.) (Rosaceae) (40°23'39" N, 26°44'48" E, 8 m). The orchard contained the cultivars Black Hale, Royal Glory and Abdos. Before choosing the orchard for the study, soil samples were taken to confirm that EPN species were not naturally present (Bedding & Akhurst 1975; Griffin et al. 2000).

Production of entomopathogenic nematodes

Steinernema feltiae (96) Bursa, *S. carpocapsae* 1133 (Sakarya), *H. bacteriophora* 1144 (Sakarya) and *S. affine* 47 (Istanbul) were mass produced in the last instar of *Galleria mellonella* (L., 1758) (Lepidoptera: Pyralidae), which is the most commonly used insect host for EPN rearing (Bedding & Akhurst 1975; Kaya & Stock 1997). Dead infected *G. mellonella* larvae were placed in White traps to collect the emerging infective juveniles (White 1929). These nematodes were stored in a flask in a refrigerator. The EPNs were prepared at a concentration of 140.000 IJ/tree in distilled water in 50 cc Falcon tubes prior to being transported to the orchard in an ice box.

Soil application of entomopathogenic nematodes with a drip irrigation system

An 8-armed drip irrigation system was constructed with t-pipes and plugs. The system was placed on the soil around the trees (Figure 1). A 30 L container was filled with water and the EPN suspension was added. The container was connected to the drip system and the EPNs were applied to the soil at 50 IJs/cm². The water in the container was stirred to prevent the EPNs from sinking to the bottom. Before the application, the ability of EPNs to pass through the emitters of the drip irrigation system was tested in the laboratory to determine the rate of EPN release. In addition, the EPNs were confirmed to be alive under a detail of microscope after travelling through the system. The experiments were designed with 3 repetitions and were conducted in September of 2018 and July of 2019.



Figure 1. Drip irrigation system used to apply entomopathogenic nematodes to the soil in a peach orchard in Çanakkale Province, Türkiye

Determination of the persistency of entomopathogenic nematodes in soil under natural conditions in a peach orchard

Soil sampling was conducted on a monthly basis around the peach trees to determine the persistency of EPNs in the soil. Soil samples were collected from 5-30 cm depth where EPNs had been applied (Stock et al. 1999). The collected soil samples were placed in polyethylene bags and transferred to the laboratory in an

ice box (Kaya & Stock 1997). After thorough mixing, the soil samples were placed in 500 mL plastic containers and 6-8 *G. mellonella* larvae were put in the soil in Petri dishes with wire mesh covers (Bedding & Akhurst 1975) (Figure 2). After a four-day period, the larvae were checked and the dead individuals were collected. These cadavers were placed in White traps. The cadavers were checked daily to observe EPN emergence. Soil sampling in the experimental orchard was continued until the end of EPN persistence.

Results and discussion

Entomopathogenic nematode persistency in soil of 2018 and 2019

In 2018, the first EPN application was done on 18 August. Surface soil and air temperature were recorded as 21.2°C and 22°C, respectively. The last EPN's isolated were from soil samples from 17 December. The soil and air temperature on that date were 10.3°C and 9.7°C, respectively. No living EPNs emerged from the soil samples of 17th of January (Table 1). Therefore, EPN persistency in the soil after application was three months. Based on these results, it is thought that the number of EPNs declined after the 1st of January, with soil temperatures falling below 7.9°C.

In 2019, the first EPN application was conducted on 24 July. On that date, the soil and air temperatures were 23.9°C and 23.8°C, respectively. Nematode applications were started 60 days earlier than in 2018. The soil persistency of EPNs was 150 days. The last EPN isolation from the soil samples was on 27 December (Table 1), and the soil and air temperature 6.5°C and 9.9°C, respectively.

Table 1. Native entomopathogenic nematode persistency in soil in a study in a peach orchard in Turkiye in 2018 and 2019

Months	2018				2019			
	Sf*	Sc	Sa	Hb	Sf	Sc	Sa	Hb
January	-	-	-	-	+	+	+	+
February	-	-	-	-	-	-	-	-
March	-	-	-	-	-	-	-	-
April	-	-	-	-	-	-	-	-
May	-	-	-	-	-	-	-	-
June	-	-	-	-	-	-	-	-
July	-	-	-	-	EPNA	EPNA	EPNA	EPNA
August	EPNA**	EPNA	EPNA	EPNA	+	+	+	+
September	+	+	+	+	+	+	+	+
October	+	+	+	+	+	+	+	+
November	+	+	+	+	+	+	+	+
December	+	+	+	+	+	+	+	+
January	-	-	-	-	-	-	-	-

*Sf: *Steinernema feltiae*, Sc: *S. carpocapsae*, Sa: *S. affine*, Hb: *H.bacteriophora*

** EPNA: EPN applied, +: EPN present, -: EPN not present

In a study of the effectiveness of EPNs against *C. tenebrionis* under laboratory conditions, the mortality of *C. tenebrionis* larvae ranged between 50% and 90%, depending on the species and duration of exposure (Şahin & Gözel 2019). In

addition, Garcia del Pino & Morton (2005) reported 95% mortality of *C. tenebrionis* with *S. carpocapsae*, *S. feltiae* and *H. bacteriophora* after 5 days.

In the present study, EPN presence in soil samples was determined with the trap insect method. EPN emergence was observed from infected cadavers of *G. mellonella* larvae. Crimson-colored cadavers caused by the symbiotic bacteria, *Photorhabdus*, revealed the presence of *H. bacteriophora*, and yellow-colored cadavers caused by the symbiotic bacteria, *Xenorhabdus*, revealed the presence of *S. feltiae*, which were photographed under a binocular microscope (Figure 2).



Figure 2. Emergence of infective juvenile nematodes from *Galleria mellonella* (a), *Steinernema feltiae*-infested cadaver (b,c,d) and *Heterorhabditis bacteriophora*-infested cadaver (e, f)

The efficacy of entomopathogenic nematodes under natural conditions applied with different irrigation methods was researched and the mortalities were calculated on the 1st, 3rd, 5th and 7th days of the experiment. The larval mortality of *C. tenebrionis* caused by EPNs was as high as 100% on the fifth day, indicating all the EPN treatments were highly effective (Şahin & Gözel 2021).

Many EPN species are not able to survive in temperatures below 8°C (Griffin 1993; Grewal et al. 1994), to which some *Steinernema* species are an exception, because they are more resistant to lower temperatures. Martinez de Altube et al. (2008) reported that *S. carpocapsae* was able to survive in soil for up to 170 days. In another study, *S. carpocapsae* and *H. bacteriophora* persisted in soil for up to 70 days (Guo et al, 2013). In contrast, Susurluk & Ehlers (2008) reported 22 months of activity in soil under optimum conditions for IJ's of *H. bacteriophora*. Also, Morton & Garcia del Pino (2008) reported shorter periods of soil persistency, namely 2 weeks at the soil surface and 6 weeks at a soil depth of 14-20 cm.

According to Noitubtim et al. (2022), under laboratory conditions, *H. bacteriophora* was able to survive in soil for up to 45 days, with the population decreasing over time.

EPNs can aggregate to form large clumps or stay in an insect cadaver to survive low humidity conditions, which can allow *Heterorhabditis* species to survive for up to 3 weeks (Womersley 1990; Kaya & Gaugler 1993; Glazer 1996; Koppenhöfer et al. 1997). Also, the addition of organic matter can support the persistence of EPNs in soil by providing a more humid environment (Khumalo et al. 2021), which may be the reason for have contributed to the long persistence of EPNs in our study in a peach orchard.

Additionally, other studies have shown the higher infectivity and persistence in soil of EPNs from *in vivo* production than from *in vitro* production (Perez et al. 2003; Shapiro-Ilan et al. 2003). Thus, the *in vivo* production of EPNs in our study may have contributed to the long period of their soil persistency.

Conclusions

In this study in 2018 and 2019, the soil persistency of local Turkish populations of entomopathogenic nematode species was examined for two years under natural conditions in a peach orchard. The soil and air temperatures of the study area were recorded, and the data were evaluated together to enhance the results of the research.

The persistency of EPNs in agricultural soil was determined by soil sampling after EPN application. In the first year, EPNs were isolated from the soil samples up to 90 days post-application, while they were isolated up to 150 days post-application in the second year. The EPNs isolated from the soil samples were re-isolated to test and show their infectivity.

Further studies about the adaptation of EPNs to different ecological conditions and increasing their effectiveness would be beneficial to biocontrol programs. The examination of the effectiveness and persistence of the best adapted strains and isolates of EPNs in different locations in detail will be conducted in upcoming studies.

Acknowledgment

This study was funded by TÜBİTAK – TOVAG (Project No: 116O361).

References

- Bani Mfarrej M.F., 2005. Identification, isolation, identification, and manipulation of almond borer pheromones (*Capnodis carbonaria* Klug, Buprestidae: Coleoptera). Dissertation, University of Jordan, Ürdün, 66 p.
- Bedding R.A. & R.J. Akhurst, 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic Rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21: 109-110.
- Deviren S., 2011. Entomopatogen nematodların Hatay ili taş çekirdekli meyve bahçelerinde zararlı *Capnodis* spp. mücadelesinde kullanılması üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 42s.
- Garcia-del-Pino F. & A. Morton, 2005. Efficacy of entomopathogenic nematodes against neonate larvae of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae) in laboratory trials. *BioControl*, 50: 307-316.
- Garrido A. Del Busto T. & J. Malaogn, 1987. Método de recogida de buevos de *Capnodis tenebrionis* L. (Col. Buprestidae) y algunos factores abióticos que pueden condicionar la puesta. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 13: 303-309.
- Gindin G., T. Kuznetsova, A. Protasov, S. Ben Yehuda & Z. Mendel, 2009. Artificial diet for two flat-headed borers, *Capnodis* spp. (Coleoptera: Buprestidae). *European Journal of Entomology*, 206: 573-581.
- Glazer I., 1996. Survival mechanisms of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 6(3):373-378.
- Gray P.A. & D.T. Johnson, 1983. Survival of the nematode *Neoaplectana carpocapsae* in relation to soil temperature, moisture and time. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 18: 454-460.
- Grewal P.S., S. Selvan & R. Gaugler, 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 19: 245-253.
- Griffin C., R. Chaerani, D. Fallon, A. Reid & M. Downes, 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *Journal of Helminthology*, 74(2): 143-150.
- Griffin C.T., 1993. Temperature responses of entomopathogenic nematodes: Implications for the success of biological control programs. In: Bedding, R. A., Akhurst, R. J., Kaya, H. K., eds. Nematodes and the biological control of insect pests. East Melbourne CSIRO Publications, 115-126.
- Hazır, S., H.K. Kaya, S.P. Stock & N. Keskin, 2003. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*, 27: 181-202.
- Karaca, Z. 2012. Malatya ili kayısı bahçelerinde bulunan *Capnodis* türleri, yoğunlukları ve zarar oranlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 78s.
- Kaya H.K. & R. Gaugler, 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38(1): 181-206.
- Kaya H.K. & S.P. Stock, 1997. Techniques in insect nematology, in: Manual of Techniques in Insect Pathology, L. A. Lacey, ed Academic Press, London. 281-324.
- Khan Y.S. & N. Javed, 2018. Entomopathogenic nematodes survey, persistence in soil, reproductive potential and their effects on *Meloidogyne incognita*. *Egyptian Journal of Agronomatology*, 17(2): 109-120.
- Khumalo N.N., T.E. Lephoto & V.M. Gray, 2021. The effect of organic compost and soil texture on the survival and infectivity of entomopathogenic nematode species. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(17-18): 1443-1455.

- Koppenhöfer, A.M. 2000. Nematodes. In: Lacey, L.A., Kaya, H.K., Eds. Field manual of techniques in vertebrate pathology. Dordrecht, The Netherlands Kluwer, 283-301.
- Koppenhöfer A.M., M.E. Baur, S.P. Stock, H.Y. Choo, B. Chinnasri & H.K. Kaya, 1997. Survival of entomopathogenic nematodes within host cadavers in dry soil. *Applied Soil Ecology*, 6(3): 231-240.
- Martinez de Altube M.M., O. Strauch, G.F. De Castro & A.M. Pena, 2008. Control of the flat-headed root borer *Capnodis tenebrionis* (Linne) (Coleoptera: Buprestidae) with the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Nematoda: Steinernematidae) in a chitosan formulation in apricot orchards. *BioControl*, 53(3): 531-539.
- Morton A. & F. Garcia Del Pino, 2008. Field efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* against the Mediterranean flat-headed rootborer *Capnodis tenebrionis*. *Journal of Applied Entomology*, 132(8): 632-637.
- Noitubtim P., B. Caoili & A. Noosidum, 2022. Productivity of five entomopathogenic nematodes in *Galleria mellonella* L. and their persistence in soil under laboratory conditions. *International Journal of Agricultural Technology*, 18(2): 667-678.
- Perez E.E., E.E. Lewis & D.I. Shapiro-Ilan, 2003. Impact of host cadaver on survival and infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under desiccating conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*, 82: 111-118.
- Şahin Ç. & U. Gözel, 2017. Preliminary studies on distribution and biology of *Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera: Buprestidae) in Çanakkale Province. ISEEP, 4-7 Ekim, 2017, Çanakkale, 262p.
- Şahin Ç. & U. Gözel, 2019. Efficacy of Entomopathogenic Nematodes Against Neonate Larvae of *Capnodis tenebrionis* (L., 1758) (Coleoptera: Buprestidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43(3): 279-285.
- Şahin Ç. & U. Gözel, 2021. Efficacy and persistence of native entomopathogenic nematodes against *Capnodis tenebrionis* in peach (*Prunus persica*) orchard in Turkey. *Phytoparasitica*, 49 (3):1-9.
- Shapiro-Ilan D.I., E.E. Lewis, W.L. Tedders & Y. Son, 2003. Superior efficacy observed in entomopathogenic nematodes applied in infected-host cadavers compared with application in aqueous suspension. *Journal of Invertebrate Pathology*, 83: 270-272.
- Shields E.J., A.M. Testa & W.J. O'Neil, 2018. Long-term persistence of native New York entomopathogenic nematode isolates across crop rotation. *Biological and Microbial Control*, 111(6): 2592-2598.
- Stock S.P., B.M. Pryor & H.K. Kaya, 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity Conservation*, 8: 535-549.
- Susurluk A. & R.U. Ehlers, 2008. Field persistence of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* in different crops. *BioControl*, 53 (4): 627-641.
- White G.F., 1929. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, 66:302-303.
- Womersley C.Z., 1990. Dehydration survival and anhydrobiotic potential. In: Gaugler R, Kaya HK, editors. Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton (FL): CRC Press. p. 117-137.
- Zobar D. & M. Kivan, 2019. Tekirdağ ilinde farklı anaçlı kiraz bahçelerinde *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae)'in mevsimsel gelişimi. *Journal of Tekirdağ Agriculture Faculty*, 16(3): 339-347.

Orijinal araştırma (Original article)

Farklı sıcaklıkların *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)'nin biyolojisi üzerindeki etkileri

Ali KAYAHAN^{1*}, İsmail KARACA²

The effects of different temperatures on the biology of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)

Abstract: The purple-scale predator, *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae), is a coccidophagous ladybug. The aim of the present study was to determine the optimal temperature for this species to be most efficient reproductively.. For that purpose, the life cycle parameters of *R. lophanthae* were determined at different temperatures, namely 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 and 32 °C, 60% RH and long day photoperiod, with *Aspidiotus nerii* Bouché (Hemiptera: Diaspididae) as the prey. Calculations were performed with RmStat-3 software, based on the use of the Euler-Lotka equation. At 26, 28 and 30 °C, the intrinsic reproduction rates (r_m) were 0.120, 0.142 and 0.132 females/day, respectively, and the net reproduction rates (R_0) were 56.883, 80.944 and 31.149 females/generation, respectively. Mean generation times (T_0) were 33.801, 30.866 and 25.978 days, respectively. Total productivity rates (GRR) were 177.779, 303.751 and 105.751 eggs/female, respectively. In this study, 28 °C was the optimal temperature for the reproductive efficiency of *R. lophanthae* under laboratory conditions. There is a need for further studies on the interactions between pests, predators and environmental conditions.

Key words: Coccinellids, *Rhyzobius lophanthae*, Life table parameters, Optimum temperature

Öz: *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) kabuklubitlerin avcısı olarak bilinmektedir. Çalışmada türlerin daha verimli olduğu optimum sıcaklık değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 ve 32 °C, %60 orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı iklim koşullarında *R. lophanthae*'nin yaşam çizelgesi parametreleri Euler-Lotka eşitliğine göre RmStat-3 kullanılarak hesaplanmıştır. 26, 28 ve 30 °C elde edilen sonuçlara göre Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.120, 0.142, 0.132 dişi/dişi/gün olarak hesaplanırken, Net üreme gücü (R_0) 56.883, 80.944, 31.149 dişi/dişi/döl olarak hesaplanmıştır. Ortalama döl süresi (T_0) sırasıyla 33.801, 30.866, 25.978 gün olmuştur. Toplam üreme oranı (GRR) 177.779, 303.751, 105.751 yumurta/dişi olarak hesaplanmıştır. Çalışmada laboratuvar koşullarında *R. lophanthae*'nin etkinliği için 28 °C'nin optimum sıcaklık olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre avcılar ve zararlıların çevresel koşullardaki etkileşimleri hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Coccinellidler, *Rhyzobius lophanthae*, Yaşam çizelgesi parametreleri, Optimum sıcaklıklar

¹Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye

²İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İsparta, Türkiye

*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: aalikayahan@gmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-3671-254X; 0000-0002-0975-789X

Alınış (Received): 19 Nisan 2022

Kabul edilmiş (Accepted): 16 Haziran 2022

Giriş

Tarımsal üretimde ekonomik kayba neden olan zararlılarla mücadelede etkili olan kimyasal savaşım, kısa sürede çözüm alınmasından dolayı çok fazla tercih edilmektedir. Yoğun kimyasal kullanımı da ürünler üzerinde istenmeyen ilaç kalıntılarına yol açmaktadır. Kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerden biri de insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen bir yöntem olan biyolojik mücadeledir. (DeBach 1969; Uygun et al. 1987) Entegre mücadele içerisinde yer alan bu yöntem tarımsal üretimde ekonomik kayba neden olan zararlıların kontrolünde oldukça önemlidir (Uygun & Karaca 1998). Biyolojik mücadele yönteminde kullanılan ve etkili olan etmenlerin çoğunu böcekler oluştururken; böceklerin çoğunu da Coccinellidae familyasına bağlı türler oluşturmaktadır (Hodek & Honek 1996).

Rhyzobius lophanthae Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) kabuklu bitlerin önemli bir avcısı olarak bilinmekte ve onların kontrolünde oldukça etkilidir (Hodek & Honek 1996). Bu doğal düşmana turuncu bahçelerinde ve diğer meyve bahçelerinde sıklıkla rastlanmaktadır (Branco et al. 2017) ve dünyada biyolojik kontrol etmeni olarak yayılış göstermektedir (Hodek & Honek 1996). *R. lophanthae*, içinde Türkiye'nin de (Erler & Tunç 2001) olduğu farklı ülkelerde rapor edilmiştir (Stathas et al. 2002; Mellado 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında içerisinde *R. lophanthae*'nin de olduğu bazı avcı ve parazitoitlerin sıcaklıktan önemli ölçüde etkilendikleri bildirilmiştir (Alloush 2019; Luhning et al. 2019; Gao et al. 2020; Kayahan & Karaca 2020).

Kabuklu bitlerin önemli avcılarında olan *R. lophanthae* bu zararlılarla mücadelede önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir (Yakhantov 1966; Uygun & Şekeroğlu 1981; Olkowski et al. 1992, Nar et al. 2009; Mellado 2011). Bu avcı tür ile ilgili gerek ülkemizde ve gerekse dünyada farklı sıcaklık derecelerinin (özellikle yakın değerler) tür üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar eksiktir. Buradan da anlaşıldığı üzere böceklerin ortam koşullarıyla ilişkileri hakkında daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu sebeple bu çalışmada da önemli bir kabuklu bit avcısı olan *R. lophanthae*'nin 10 farklı sıcaklıktaki yaşam çizelgesi parametrelerinin ve avcı böceğin kitle üretiminde seçilecek optimum sıcaklığın belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem

Aspidiotus nerii üretimi

Bu çalışmada *Aspidiotus nerii* Bouché (Hemiptera: Diaspididae) avcı böcek için besin olarak kullanılmıştır. Kabuklu bitin kültüre alınması için laboratuvardaki üretimden ilk bireyler alınmış ve temiz patates (*Solanum tuberosum* L.) yumrularına aktarılmıştır. Bulaşık yumrular yeni üretim kabinine alınmış ve haftalık periyotlarla yeni yumrular bulaştırılarak kitle üretim sağlanmıştır. Yapılan üretim denemelerde kullanılacak seviyeye gelinceye kadar üretim devam etmiştir. Üretimin tamamı 25 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı koşullara sahip iklim kabinlerinde gerçekleştirilmiştir.

***Rhyzobius lophanthae* üretimi**

Avcı böcek *R. lophanthae* bireyleri silkme metodu kullanılarak Adana ilindeki turuncgil ağaçlarının dallarından toplanmıştır. Laboratuvar ortamında getirilen bireyler denemelerde kullanılmak üzere kitle üretime alınmıştır. Üretimlerin tamamı 25 ± 1 °C, $65\pm 5\%$ orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı koşullara sahip iklim kabinlerinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan bireyler bu kitle üretimden temin edilmiştir.

Denemelerin kurulması

Bu çalışma 10 farklı sıcaklıkta (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 ve 32 °C) %60 orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı iklim kabinlerinde başlangıçta 100 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Pupadan yeni çıkmış 40 *R. lophanthae* (20 erkek, 20 dişi) bireyi kitle üretimden alınarak içerisinde kabuklu bit ile bulaşık patates yumrularının olduğu plastik kaba (9x9x5 cm) alınmıştır. Ardından bir araya getirilen çiftlerin yumurta vermeleri beklenmiş ve bırakılan yumurtalar samur fırça yardımıyla teker teker toplanmıştır. Denemelerin başlangıcında 100 yumurta ile başlanmış deneme hatalarının önüne geçmek adına sonradan belli sayıda ($\cong 10$) yumurta kabuklu bit ile bulaşık olan patates yumrusunun üzerine bırakılmış ve farklı sıcaklıklardaki gelişmeleri ergin oluncaya kadar 24 saatlik sürelerle kaydedilmiştir. Ergin olan bireylerin cinsiyet ayrımı beşinci sternitin farklılığına göre belirlenmiştir (Stathas et al. 2002). Bu işlemde sonra bireyler bir araya getirilmiş, çiftleşmeleri ve yumurta vermeleri sağlanmıştır. Bu avcı böceğin ergin öncesi dönemlere ait gelişme süreleri Kayahan & Karaca (2020)'da bildirildiği için bu çalışmada yer verilmemiştir. Dişi bireyler yumurta vermeye başladıktan sonra yumurta sayıları kaydedilmiştir. Bu işlemlerin tamamı farklı sıcaklıklar için ayrı ayrı olacak şekilde tekrar edilmiş ve bireyler ölünceye kadar devam etmiştir. Tekerrürler stereomikroskop (Leica S6D) altında incelenmiş ve elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir.

İstatistiksel analizler

Rhyzobius lophanthae'nin yaşam çizelgesi parametreleri Euler-Lotka eşitliğine (Birch 1948) göre RmStat-3 (Özgökçe & Karaca 2010) kullanılarak hesaplanmış ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Pseudo-rmij değerleri Jackknife metoduna göre hesaplanmıştır (Meyer et al. 1986; Özgökçe & Atlıhan 2004). Denemelerde ortaya çıkan istatistiksel farkların değerlendirilmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Yaşam çizelgesi parametreleri:

l_x = X yaştaki bireylerin l'e göre canlılık oranı
 m_x = Günlük dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı
 x = Dişi bireylerin gün olarak yaşı (Birch, 1948)

$$\text{Üreme değeri (V}_x\text{)} V_x = \frac{\sum_{y=x} (e^{r_m \cdot y} \cdot l_y \cdot m_y)}{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}} \quad (\text{Imura, 1987})$$

$$\text{Net üreme gücü (R}_0\text{)} R_0 = \sum l_x \cdot m_x \quad (\text{Birch 1948})$$

$$\text{Kalıtsal üreme yeteneği (r}_m\text{)} \sum e^{(-r_m \cdot x)} l_x \cdot m_x = 1 \quad (\text{Birch 1948})$$

$$\text{Ortalama döl süresi (T}_0\text{)} T_0 = \frac{\ln R_0}{r_m} \quad (\text{Birch 1948})$$

$$\text{Toplam üreme oranı (GRR)} GRR = \sum m_x \quad (\text{Birch 1948})$$

$$\text{Üreme gücü sınırı (\lambda)} \lambda = e^{r_m} \quad (\text{Birch 1948})$$

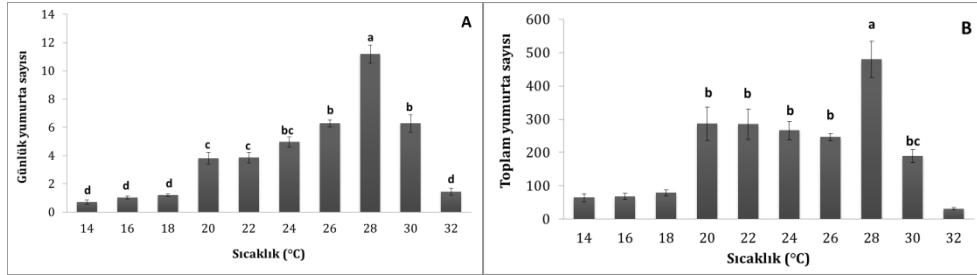
$$\text{Popülasyonun ikiye katlanma süresi (T}_2\text{)} T_2 = \frac{\ln 2}{r_m} \quad (\text{Kairo & Murphy 1995}).$$

Bulgular ve tartışma

Denemeler sonucunda elde edilen verilere göre *R. lophanthae*'nin farklı sıcaklıklardaki bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayılarının önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir ($F_{GYS} = 73.62$; $DF = 9$; $P \leq 0.001$; $F_{TYS} = 18.75$; $DF = 9$; $P \leq 0.001$). Günlük yumurta sayıları sıcaklık artışına bağlı olarak 28 °C'ye kadar artış gösterirken, sonraki sıcaklıklarda düşüş göstermiştir. En yüksek günlük yumurta sayısı (11.17±0.65 yumurta) 28 °C'de hesaplanırken, en düşük yumurta sayısının (0.70±0.14 yumurta) 14 °C'de olduğu belirlenmiştir. Toplam yumurta sayıları değerlendirildiğinde, en düşük toplam yumurta sayısının 14 °C (64.2±12.1 yumurta) ve 32 °C (30.9±3.72 yumurta)'de, en yüksek toplam yumurta sayısının da 28 °C (479.7±54.6 yumurta)'de olduğu saptanmıştır. Elde edilen günlük ve toplam yumurta sayıları değerlendirildiğinde 28 °C'deki yumurta sayısının diğer sıcaklıklardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Çalışmanın sonunda *R. lophanthae*'nin 10 farklı sıcaklıktaki yaşam çizelgesi parametreleri belirlenmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) sıcaklık değerlerine göre sırasıyla 0.016, 0.022, 0.030, 0.052, 0.056, 0.068, 0.120, 0.142, 0.132 ve 0.021 dişi/dişi/gün olarak hesaplanmıştır. Pseudo-r_{mij} değerlerindeki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Net üreme gücü (R_0) sırasıyla 7.082, 9.514, 11.960, 50.906, 54.150, 49.525, 56.883, 80.944, 31.149 ve 1.882 dişi/dişi/döl olarak belirlenmiştir. Ortalama döl sürelerinin (T_0) sırasıyla 125.966, 104.602, 84.009, 75.742, 71.511, 57.568, 33.801, 30.866, 25.978 ve 30.759 gün olduğu tespit edilmiştir. Toplam üreme oranının (GRR) en yüksek değeri (303.751 yumurta/dişi) 28 °C'de hesaplanmıştır. Popülasyonun ikiye katlanma süresinin en kısa olduğu (4.869 gün) sıcaklık değeri 28 °C olurken, en uzun süre (44.604 gün) 14 °C'de belirlenmiştir (Çizelge 1).

Farklı sıcaklıkların *Rhyzobius lophanthae*'nin bazı biyolojik üzerine etkileri



Şekil 1. *Rhyzobius lophanthae*'nin farklı sıcaklıklardaki günlük (A) ve toplam yumurta (B) sayıları. Sütunlarda farklı harfler Tukey çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir.

Figure 1. Daily (A) and total egg counts (B) of *Rhyzobius lophanthae* at different temperatures. Different letters in the columns indicate a significant statistical difference according to the Tukey multiple comparison test.

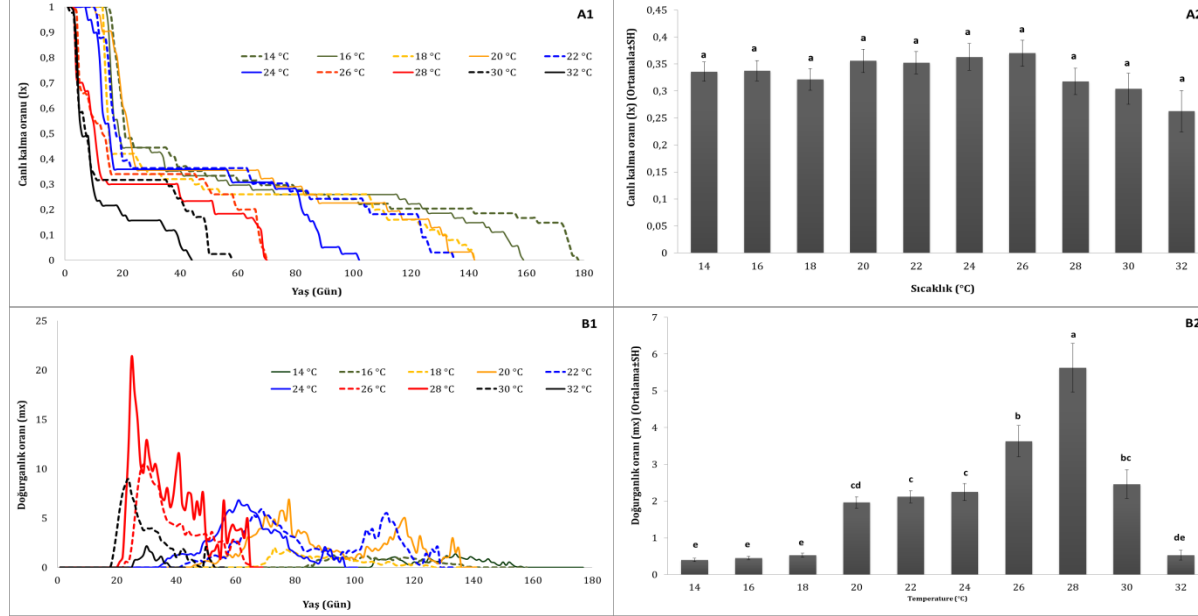
Farklı sıcaklıklarda *R. lophanthae*'nin canlı kalma oranı (l_x), doğurganlık oranı (m_x), üreme değeri (V_x), sabit yaş dağılımı (C_x), beklenen yaşam süresi (E_x) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre 28 °C'de doğurganlık oranı (m_x) ve üreme değeri sırasıyla 5.63 ± 0.67 ve 30.60 ± 3.05 olarak hesaplanırken, bu değerlerin diğerlerinden istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir ($F_{m_x} = 41.01$; $DF=9$; $P \leq 0.001$; $F_{V_x} = 34.32$; $DF= 9$; $P \leq 0.001$). Parametrelerden elde edilen istatistiksel farklar Şekil 2, 3 ve 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Rhyzobius lophanthae*'nin farklı sıcaklıklardaki yaşam çizelgesi parametreleri (ortalama \pm standart hata)
Table 1. Life table parameters of *Rhyzobius lophanthae* at different temperatures (mean \pm standard error)

	Sıcaklıklar				
	14 °C	16 °C	18 °C	20 °C	22 °C
Kalıtsal üreme yeteneği, r_m	0.016 \pm 0.000052j*	0.022 \pm 0.000049h	0.030 \pm 0.000074g	0.052 \pm 0.000133f	0.056 \pm 0.000126e
Pseudo- r_{mij}	0.0156 \pm 0.00273e	0.0219 \pm 0.00258de	0.0288 \pm 0.00364cde	0.0528 \pm 0.00398bcd	0.0563 \pm 0.00402bc
Net üreme gücü, R_0	7.082 \pm 0.0436i	9.514 \pm 0.0481h	11.960 \pm 0.0682g	50.906 \pm 0.507d	54.150 \pm 0.477c
Ortalama döl süresi, T_0	125.940 \pm 0.0327a	104.610 \pm 0.0368b	84.015 \pm 0.0349c	75.758 \pm 0.0818d	71.509 \pm 0.0604e
Toplam üreme oranı, GRR	34.865 \pm 0.126i	39.210 \pm 0.103h	48.216 \pm 0.137g	201.780 \pm 0.755c	209.360 \pm 0.514b
Popülasyonun ikiye katlanma süresi, T_2	44.648 \pm 0.157a	32.206 \pm 0.0750c	23.482 \pm 0.0623d	13.370 \pm 0.0347e	12.423 \pm 0.0283e
Günlük maksimum üreme değeri, λ	1.0157 \pm 0.000052j	1.0218 \pm 0.000050h	1.0300 \pm 0.000077g	1.0532 \pm 0.000140f	1.0574 \pm 0.000133e
N	54	54	50	31	51
	Sıcaklıklar				
	24 °C	26 °C	28 °C	30 °C	32 °C
Kalıtsal üreme yeteneği, r_m	0.068 \pm 0.000113d	0.120 \pm 0.000133 c	0.142 \pm 0.000128 a	0.132 \pm 0.000263 b	0.021 \pm 0.000261i
Pseudo- r_{mij}	0.0684 \pm 0.00431b	0.1209 \pm 0.00652a	0.1419 \pm 0.00757a	0.1336 \pm 0.01050a	0.0235 \pm 0.01300cde
Net üreme gücü, R_0	49.525 \pm 0.313e	56.883 \pm 0.237b	80.944 \pm 0.313a	31.149 \pm 0.198f	1.882 \pm 0.0140j
Ortalama döl süresi, T_0	57.570 \pm 0.0354f	33.805 \pm 0.0087g	30.862 \pm 0.0112h	25.978 \pm 0.0089i	30.775 \pm 0.0138h
Toplam üreme oranı, GRR	166.180 \pm 0.582e	177.799 \pm 0.138d	303.751 \pm 0.435a	105.660 \pm 0.254f	12.622 \pm 0.0420j
Popülasyonun ikiye katlanma süresi, T_2	10.228 \pm 0.0173f	5.800 \pm 0.0065g	4.869 \pm 0.0044h	5.239 \pm 0.0106gh	34.167 \pm 0.574b
Günlük maksimum üreme değeri, λ	1.0701 \pm 0.000121d	1.1270 \pm 0.000150c	1.1530 \pm 0.000148a	1.1415 \pm 0.000300b	1.0207 \pm 0.000265i
N	39	50	60	41	51

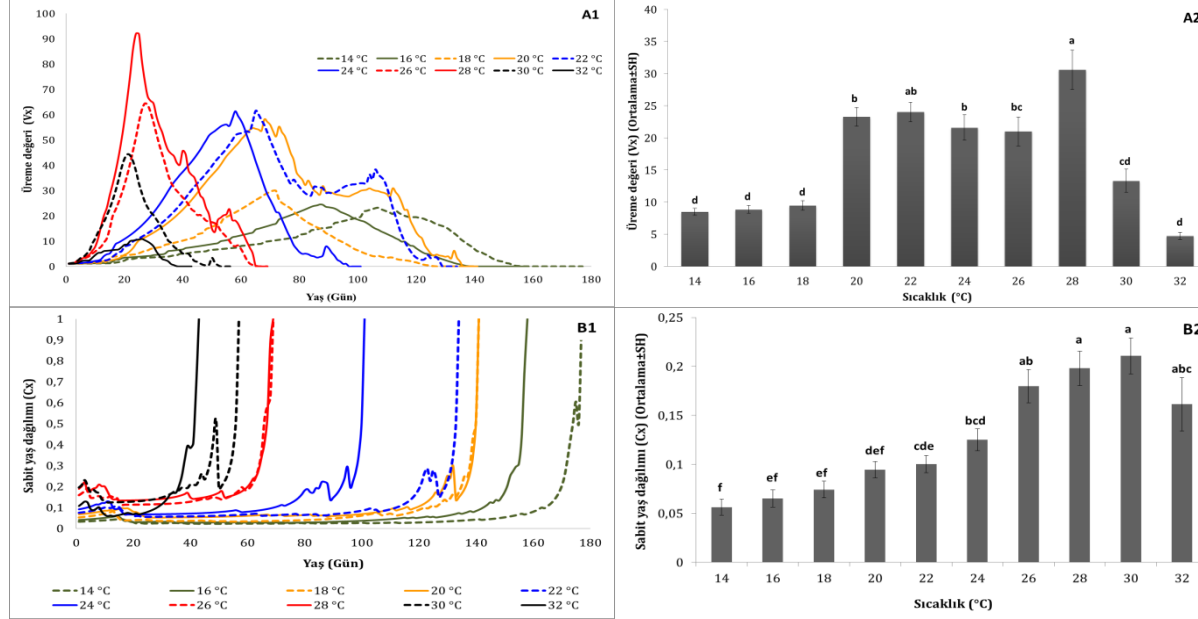
*Aynı satır ve aynı parametredeki farklı harfler Tukey çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir ($P \leq 0.001$).

Farklı sıcaklıkların *Rhyzobius lophanthae*'nin bazı biyolojik üzerine etkileri



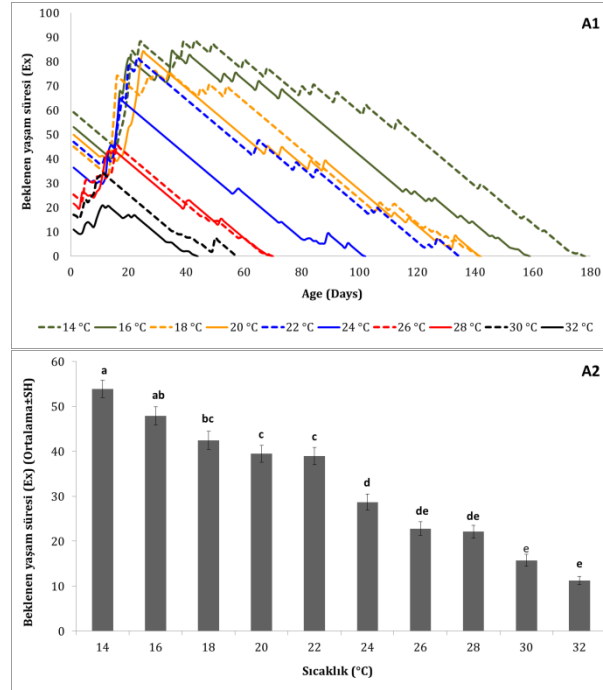
Şekil 2. Canlı kalma oranı (l_x) (A1, A2), Doğurganlık oranı (m_x) (B1, B2) (Yukarıdan aşağıya). Farklı sütunlardaki farklı harfler Tukey'e göre istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir.

Figure 2. Age-related survival rate (l_x) (A1, A2), Fertility rate (m_x) (B1, B2) (from top to bottom). Different letters in different columns indicate a significant statistical difference according to the Tukey multiple comparison test.



Şekil 3. Üreme değeri (V_x) (A1, A2), Sabit yaş dağılımı (C_x) (B1, B2) (Yukarıdan aşağıya). Farklı sütunlardaki farklı harfler Tukey'e göre istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir.

Figure 3. Reproductive value (V_x) (A1, A2), Stable age distribution (C_x) (B1, B2) (from top to bottom). Different letters in different columns indicate a significant statistical difference according to the Tukey multiple comparison test.



Şekil 4. *Rhyzobius lophanthae*'nin beklenen yaşam süresi (E_x) (A1, A2). Farklı sütunlardaki farklı harfler Tukey'e göre istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir.

Figure 4. Expected remaining lifetime of *Rhyzobius lophanthae* (E_x) (A1, A2). Different letters in different columns indicate a significant statistical difference according to Tukey.

Stathas (2000), *Aspidiotus nerii* üzerinde *R. lophanthae*'nin 25 °C'deki günlük yumurta sayısının 18 ile 24 arasında değiştiğini belirlemiş ve gelişim süresinin yumurtadan ergine kadar 24.82 gün olduğunu bildirmiştir. Nar et al. (2009), farklı sıcaklıklarda (15, 20, 25, 30 ve 35 °C) *A. nerii* üzerinde *R. lophanthae* üremesini incelemiş ve günlük yumurta sayısının sırasıyla 2.0, 7.0, 13.6, 7.1 ve 3.6 adet yumurta olduğunu hesaplamışlardır. Şimşek et al. (2016) *R. lophanthae*'nin 3 farklı besinde (*Aspidiotus nerii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Aonidiella aurantii*) ve 26 °C'de gelişmelerini incelemiş ve elde ettikleri verilere göre günlük yumurta sayısının besine bağlı olarak sırasıyla 5.53, 5.16 ve 2.75 adet yumurta olduğunu belirtmişlerdir.

Stathas et al. (2005) 25 °C'de *A. nerii* üzerinde *R. lophanthae*'nin gelişmelerinin inceledikleri çalışmalarında kalıtsal üreme yeteneğini (r_m) 0.122 dişi/dişi/gün olarak belirlemişlerdir. Nar et al. (2009) *R. lophanthae*'nin farklı sıcaklıklardaki r_m değerlerinin sırasıyla 0.038, 0.091, 0.155, 0.127 ve 0.103 dişi/dişi/gün olduğunu bildirmişlerdir. Şimşek et al. (2016), 3 farklı besin üzerinde r_m değerlerinin sırasıyla 0.120, 0.061 ve 0.041 dişi/dişi/gün olarak hesaplamışlardır. Elde edilen veriler incelendiğinde kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) özellikle aynı besin ve aynı sıcaklık değerlerinde yapılan çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir.

Stathas et al. (2005) *R. lophanthae*'nin net üreme gücünü (R_0) 346.2 dişi/dişi/döl olarak hesaplamışlardır. Nar et al. (2009), farklı sıcaklık derecelerinde *R. lophanthae* için ortaya çıkan R_0 değerlerinin sırasıyla 82.5, 157.4, 217.8, 127.5 ve 53.3 dişi/dişi/döl olduğunu belirtmişlerdir. Şimşek et al. (2016) farklı besinler üzerinde beslenen *R. lophanthae*'nin R_0 değerlerini sırasıyla 36.027, 12.520 ve 6.600 dişi/dişi/döl olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda elde edilen net üreme gücü değerinin Şimşek et al. (2016) ve diğer iki çalışmaya göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Nar et al. (2009) farklı sıcaklıklarda *R. lophanthae*'nin ortalama döl sürelerini (T_0) hesaplamış ve bu değerlerin sırasıyla 115.8, 55.6, 34.7, 38.2 ve 37.1 gün olduğunu belirtmişlerdir. Şimşek et al. (2016) 26 °C'de üç farklı av üzerinde beslenen *R. lophanthae*'nin T_0 değerlerinin sırasıyla 30.005, 41.151 ve 45.826 gün olduğunu hesaplamışlardır. Elde edilen veriler incelendiğinde ortalama döl sürelerinin yapılan çalışmalarla (özellikle aynı sıcaklık değerlerinde) yakın olduğu görülmektedir.

Şimşek et al. (2016) *R. lophanthae*'nin 26 °C'de farklı besinler üzerinde toplam üreme oranlarını (GRR) sırasıyla 125.542, 65.111 ve 41.369 yumurta/dişi olarak hesaplamışlardır. Çalışmamızda elde edilen değer aynı besin ile karşılaştırıldığında Şimşek et al. (2016)'dan daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Stathas et al. (2005) *R. lophanthae* için popülasyonun iki katına çıkma süresinin (T_2) 25 °C'de 5.7 gün olduğunu belirtmişlerdir. Nar et al. (2009) *R. lophanthae*'nin farklı sıcaklık derecelerindeki T_2 değerlerinin sırasıyla 18.19, 7.62, 4.47, 5.45 ve 6.47 gün olduğunu bildirmişlerdir. Şimşek et al. (2016) farklı besinler üzerinde *R. lophanthae* için popülasyonun ikiye katlanma süresinin sırasıyla 5.803, 11.286 ve 16.832 gün olduğunu hesaplamışlardır. Elde edilen verilerin Stathas et al. (2005) ve Şimşek et al. (2016) ile yakın olduğu gözlenirken, bu değer Nar et al. (2009)'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Stathas et al. (2005) *R. lophanthae*'nin 25 °C'deki artış oranının sınırını (λ) 1.13 birey/dişi/gün olarak hesaplamışlardır. Nar et al. (2009) farklı sıcaklıklardaki artış oranı sınırının sırasıyla 1.038, 1.095, 1.167, 1.135 ve 1.113 birey/dişi/gün olarak hesaplarlarken, Şimşek et al. (2016) 26 °C'de farklı besinler üzerinde beslenen *R. lophanthae* için bu değer sırasıyla 1.127, 1.063 ve 1.042 birey/dişi/gün olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlarla yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında değerlerin yakın olduğu görülmektedir.

Çalışmada ana materyal olan *R. lophanthae*'nin kitle üretiminin yapılın zararlılarla savaşında kullanılması, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemek istemeyen üreticiler için alternatif bir yöntem olacaktır. Yapılan bu çalışmada bu avcı böceğin en verimli olduğu sıcaklığın 28 °C olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 28±1 °C'de verdiği yumurta sayılarının maksimum seviyede olacağı ve yaşam çizelgesi parametrelerinin optimum düzeyde olacağı kanısına varılmıştır. Bu çalışma sayesinde avcı böceğin farklı sıcaklıkların yanında farklı nem koşullarının da denemelerinin gerçekleştirilmesi, elde edilen sonuçların avcının kitle üretimini yapmak isteyen araştırmacılara aktarılması, türün turuncgil üretimi yapılan arazilerde korunması ve avcının kitle üretiminin yapılıp arazilere salınması açısından oldukça önemli olduğu düşüncesi ortaya çıkmaktadır.

Küresel ısınma terimi; atmosfer, okyanuslar ve kara parçaları yüzeyindeki sıcaklık değerlerinin yükselmesi olarak bilinmekte ve bazı araştırmacıların tahminlerine göre 2100 yılına kadar yüzey sıcaklığının 1.4-5.8 °C kadar artış göstereceği düşünülmektedir (Bale et al. 2002). Sıcaklığın artmasına paralel olarak mevsimsel değerlerin de değiştiği öngörülmektedir. Bunun sonucu olarak da bitkilerdeki tomurcukların açılması olaylarının her on yılda bir 5 gün daha erken meydana geldiği belirlenmiştir (Salinger et al. 2005; Houghton et al. 2001; Collins et al. 2007; Root et al. 2003). Ortam sıcaklığının değişmesi böcekleri oldukça yakından ilgilendirmektedir. Sıcaklık değerleri böceklerin davranışlarını, dağılımını, gelişimini ve üremelerini etkileyen en önemli çevresel faktörlerdendir. Bu nedenlerden dolayı küresel ısınma olayları en fazla böcekleri etkilemektedir (Harrington et al. 2001).

Ortam sıcaklığındaki yükselme sayesinde böceklerin gelişme hızları ve popülasyonları artış gösterecektir düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durumun yararlı böcekler üzerinde etkili olacağı gibi zararlı böcekler üzerinde de etki göstereceği unutulmamalıdır. Bu sebeple özellikle böceklerin gelişmeleri üzerinde etkili olan sıcaklığın olumlu ya da olumsuz sonuçlarının araştırılmasında yarar olduğu bildirilmiştir (Ögür & Tuncer 2011). Yapılan bu çalışma sayesinde de, yeryüzünde oluşabilecek iklim değişikliklerinden söz konusu avcının nasıl etkilenebileceğinin de açıklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı üzere böceklerin ortam koşullarıyla ilişkileri hakkında daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışmanın ilerleyen yıllarda böceklerin sıcaklıklarla ilişkileri hakkında çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alloush A.A., 2019. Developmental duration and predation rate of the coccidophagous coccinellid *Rhyzobius lophanthae* (Blaisdell) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aspidiotus nerii* Bouche. *Bulletin of Entomological Research*, 109(5): 612-616.
- Bale J.S., G.J. Masters, I.D. Hodkinson, C. Awmack, T.M. Bezemer, V.K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J.C. Coulson, J. Farrar, J.E.G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T.H. Jones, R.L. Lindroth, M.C. Pres, I. Symrnioudis, A.D. Watt & J.B. Whittaker, 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8: 1-16.
- Birch L.C., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Branco B., L. Dalmau, I. Borges & A.O. Soares, 2017. Life-history traits of the predator *Rhyzobius lophanthae* reared on the scale *Chrysomphalus dictyospermi*. *Bulletin Insectology*, 70(2): 231-235.
- Collins W., R. Colman, J. Haywood, R.R. Manning & P. Mote, 2007. The physical science behind climate change. *Scientific American*, 297(2): 64-73.
- DeBach P., 1969. Biological control of diaspine scale insect on citrus in California. Proceedings First International Citrus Symposium, March 16-26, Riverside, California, 2, 801-815.
- Erlor F. & I. Tunç, 2001. A Survey (1992-1996) of Natural Enemies of Diaspididae Species in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica*, 29(4): 299-305.
- Gao G., S. Liu, L. Feng, Y. Wang & Z. Lu, 2020. Effect of temperature on predation by *Harmonia axyridis* (Pall.) (Coleoptera: Coccinellidae) on the walnut aphids *Chromaphis*

- juglandicola* Kalt. and *Panaphis juglandis* (Goeze). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30: 137.
- Harrington R., R.A. Fleming & P. Woiwod, 2001. Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted?. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 233-240.
- Hodek I. & A. Honek, 1996. *Ecology of Coccinellidae*.- Kulver Academic Publisher, the Netherlands 464p.
- Houghton J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell & C.A. Johnson, 2001. *Climate Change 2001: the Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Imura O., 1987. Demographic attributes of *Tribolium freeman* Hinton (Coleoptera: Tenebrionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 22(4): 449-455.
- Kairo M.T.K. & S.T. Murphy, 1995. The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in inoculative releases against *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119: 487-491.
- Kayahan A. & İ. Karaca, 2020. Development periods of immature stages of *Rhyzobius lophanthae* blaisdell (coleoptera: coccinellidae) at different temperatures. *Fresenius Environ Bulletin*, 29(09A): 8168-8192.
- Luhning T.M., J.M. Vavra, C.E. Cressler & J.P. DeLong, 2019. Phenotypically plastic responses to predation risk are temperature dependent. *Oecologia*, 191: 709-719.
- Mellado J.J.S., 2011. Biological control of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae): spatial and temporal distribution of natural enemies, parasitism levels and climate effects. PhD Thesis, Universitat Politècnica De Valencia, Instituto Agroforestal, Mediterráneo, 175p.
- Meyer J.S., C.G. Ingersoll, L.L. McDonald & M.S. Boyce, 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67: 1156-1166.
- Nar E., R. Ulusoy & İ. Karaca, 2009. Farklı sıcaklıkların avcı böcek, *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae)'nin gelişmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Dergisi, 4 (1): 59-74.
- Olkowski W., E. Dietrick & H. Olkowski, 1992. The biological control industry in United States. *IPM-Practitioner*, 14(3): 1-7.
- Ögür E. & C. Tuncer, 2011. Küresel ısınmanın böceklere etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 83-90.
- Özgökçe M.S. & İ. Karaca, 2010. Yaşam Çizelgesi: Temel Prensipler ve Uygulamalar.- Türkiye Entomoloji Derneği I. Çalıştayı, Ekoloji Çalışma Grubu, Isparta.
- Özgökçe M.S. & R. Atlıhan, 2004. Biological features and life table parameters of mealy plum aphid, *Hyalopterus pruni* on Different Apricot Cultivars. *Phytoparasitica*, 33(1): 7-14.
- Root T.L., J.T. Price, K.R. Hall & S.H. Schneider, 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421: 57-60.
- Salinger M.J., M.V.K. Sivakumar & R. Motha, 2005. Reducing vulnerability of agriculture and forestry to climate variability and change. *Climatic Change*, 70(1/2): 341-342.
- Stathas G.J., 2000. *Rhyzobius lophanthae* prey consumption and fecundity. *Phytoparasitica*, 28(3): 203-211.
- Stathas G.J., P.A. Eliopoulos, D.C. Kontodimas & D.Th. Siamos, 2002. Adult morphology and life cycle under constant temperature of the predator *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Col., Coccinellidae). *Journal of Pest Science*, 75: 105-109.

- Stathas G.J., D.C. Kontodimas, S.L. Bouras & L.P. Economou, 2005. Life table parameters of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae). *Integrated Protection of Olive Crops, IOBC/WPRS Bulletin*, 28(9): 147-155.
- Şimşek B., İ. Karaca & A. Kayahan A, 2016. Determination of developmental and life table parameters of *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae) on three armored scale insects (Hemiptera: Diaspididae). *Redia XCIX*, 219-223.
- Uygun N. & E. Şekeroğlu, 1981. Yeni kurulan turunçgil bahçelerinde tüm savaş çalışmaları. *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana, No: 41, 13s.
- Uygun N. & İ. Karaca, 1998. Türkiye'de turunçgil zararlıları ve mücadelesi.- Türkiye II. Turunçgil Kongresi. Adana, 7 (22): 39-46.
- Uygun N., E. Şekeroğlu & İ. Karaca, 1987. Çukurova'da yeni kurulan bir turunçgil bahçesinde entegre savaş çalışmaları. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 12-14 Şubat, Adana, (3): 459-469.
- Yakhanntov V.V., 1966. Diapause in Coccinellidae of central Asia. In: Hodek, I. (Ed.) *Ecology of Aphidophagous Insects*. Academia, Prague and Dr.W. Junk, The Hague, 107-108.

Derleme (Review)

Entomopatojen fungusların bitki gelişimi ve bitkilerde hastalık oluşumu üzerine etkileri

Şehnaz MERTOĞLU¹, Gürsel KARACA^{1*}, Melis BİLGİNTURAN¹

The effects of entomopathogenic fungi on plant growth and occurrence of disease on plants

Abstract: Entomopathogenic fungi are used as biocontrol agents against plant pests. However, recent studies showed that they could also be effective in controlling plant pathogens, either directly or indirectly. Direct effects are related to three mechanisms of antagonism; I) parasitism, II) competition for energy sources around the host plant, and III) production of metabolites that suppress pathogen growth. In addition, they indirectly affect pathogens via their positive interactions with plants. Entomopathogenic fungi in endophytic relationships with plants may decrease the susceptibility of plants to pathogens by facilitating their growth and inducing their defense mechanisms. In this review, the direct and indirect effects of entomopathogenic fungi on plant growth and disease occurrence on plants are discussed. Increased knowledge on this subject can contribute to the use of biocontrol agents becoming more widespread, particularly entomopathogenic fungi, for the control of plant diseases. This review also discusses the subject in the context of current literature because it is important to draw attention to the use of biopesticides, not only against pests, but also against plant pathogens.

Keywords: Endophytic fungi, antagonism, competition, antibiosis, induced resistance

Öz: Entomopatojen funguslar, bitki zararlılarına karşı biyolojik savaşta kullanılabilen etmenler olarak bilinmektedirler. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, zararlı organizmalara ek olarak bitki patojenlerine karşı da etkili olabildiklerini ortaya koymuştur. Entomopatojen fungusların bitki patojenleri üzerindeki etkileri doğrudan veya dolaylı olabilmektedir. Doğrudan etkileri, üç farklı antagonizm mekanizması ile; I) parazitizm, II) konukçu bitki çevresindeki enerji kaynakları bakımından patojenlerle rekabete girmek, ya da III) patojen gelişimini baskılayan kimyasallar salgılamak şeklindedir. Entomopatojen fungusların patojenler üzerindeki dolaylı etkileri ise, bitkilerle olumlu etkileşimleri yoluyla ortaya çıkmaktadır. Bitkilerle endofitik ilişki kurabilen entomopatojen funguslar, bitki gelişimine olumlu katkı sağlamaları yanında bitki savunmasını uyararak patojenlere karşı duyarlılığı da azaltmaktadır. Bu makalede, entomopatojen fungusların bitki gelişimi ve hastalıkları üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri ele alınmıştır. Bu konuda artan bilgiler, sürdürülebilir tarım çerçevesinde bitki hastalıklarıyla mücadelede biyolojik etmenlerin ve bunlar arasında da entomopatojen fungusların kullanımının yaygınlaşmasına yardımcı olacaktır. Mevcut literatür ışığında konuyu ele alan makale hem bitki zararlıları, hem de patojenler üzerinde etkili olan biyopestisitlere dikkat çekilmesi bakımından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Endofit funguslar, antagonizm, rekabet, antibiyosis, uyarılmış dayanıklılık

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: gurselkaraca@isparta.edu.tr
ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-9205-8896; 0000-0002-5159-2734; 0000-0002-4351-7646
Alınış (Received): 4 Mart 2022 Kabul edilmiş (Accepted): 14 Haziran 2022

Giriş

Son yıllarda sürdürülebilir tarım sistemi ve bu alanda kullanılan yararlı mikroorganizmaların ve bunlardan elde edilen biyolojik ürünlerin önemi giderek artmaktadır. Biyolojik orijinli bitki koruma ürünleri, su kullanım etkinliğini artırma, yer altı suyunun gübrelerle kirlenmesini önleme veya pestisit kalıntılarının çevreye zararını azaltma gibi özelliklere sahiptir ve tarımda kullanılan sentetik kimyasalların dezavantajlarının giderilmesi amacıyla daha çok tercih edilir hale gelmişlerdir (Dara 2019). Biyopestisitler dışında, yine faydalı bakteri, fungus ve mayalardan elde edilen bazı ticari ürünler bugünlerde bitki büyümesini teşvik edici ya da toprak düzenleyici olarak toprak, bitki veya tohumlara uygulanmak suretiyle kullanılmaktadır. Biyolojik etmenler arasında entomopatojen fungusların sürdürülebilir tarımda kullanımını son zamanlarda giderek önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalarla bu fungusların zararlı yönetimindeki rolleri detaylı olarak incelenmiştir (Baron et al. 2019).

Ascomycetes sınıfı *Hypocreales* takımına ait birçok fungus türü, *Arthropoda* şubesine bağlı bitki zararlılarını enfekte ederek onları öldürmektedir. Bu funguslardan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., *Hirsutella thompsonii* Fisher, *Isaria fumosorosea* Wize, *Metarhizium robertsii* (Metschn.) Sorokin ve *M. brunneum* Petch bu zararlıların birçoğunun entomopatojeni olarak bilinmektedir (Bamisile et al. 2018). Tarım alanlarındaki zararlılarla mücadelede bu toprak kökenli funguslarla hazırlanan bazı biyopestisit formülasyonlar ticari olarak da kullanılmaktadır. Bu funguslar, insektisit direnci riskini azaltan sürdürülebilir zararlı mücadelesini etkin bir şekilde sağlayan bütünleşmiş zararlı yönetim stratejisinin önemli bir parçasıdır (Dara 2019).

Böceklerde enfeksiyona neden olan entomopatojen funguslar, fiziksel veya enzimatik yollarla konukçu dokularına giriş yapmaktadırlar. Arthropod konukçusuna ulaşan fungal sporlar çimlendikten sonra çim tütünün sonunda oluşan bir enfeksiyon çivisi vasıtasıyla mekanik basınç yoluyla enfeksiyonu gerçekleştirebildikleri gibi, konukçu hücre duvarının yapısını bozan enzimler vasıtasıyla kimyasal yolla da konukçularını enfekte edebilmektedirler. Konukçu dokuları içinde çoğalan funguslar, konukçuyu istila eder ve enfeksiyon çemberini devam ettirmek için yeni sporlar üretirler (Bamisile et al. 2018).

Son yıllarda bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar; entomopatojen fungusların, bitki zararlıları ile mücadeledeki etkin rollerine ilave olarak, bitki patojenleri ve konukçu bitki savunma mekanizmaları üzerinde de etkili olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca entomopatojen fungusların toprak içindeki ve bitkiler üzerindeki diğer mikroorganizmalarla etkileşimleri de önem kazanmıştır. Bitki kök gelişimini ve uyarılmış sistemik dayanıklılığı teşvik etmeleri, bitki patojenlerine karşı antagonistik etki göstermeleri ve bitkilerle mikoriza benzeri endofitik ilişkileri aracılığıyla, bitki gelişimi ve sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ile ilgili kanıtlar gün geçtikçe artmaktadır. Yakın zamanda yapılan çalışmalar, *B. bassiana*, *Metarhizium* spp. ve diğer entomopatojen fungusların; toprak yapısını zenginleştiren, zararlı mikroorganizmalarla rekabet ederek bitkiler için su ve besin alımını teşvik eden ve bitkilerde sistemik dayanıklılığı harekete geçiren biyolojik etmenler olduklarını göstermiştir. Entomopatojen funguslar ayrıca bitkilerin

kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı toleransını da artırmaktadır (Dara 2019).

Entomopatojen fungusların etkileri doğada farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Bazen doğrudan antagonizm yoluyla patojenler üzerinde etkili olurken, bazen de endofitik ve mikoriza benzeri etkileşimlerle bitki besin alımını artırarak ve bitki savunmasını uyararak patojenler üzerinde dolaylı etki de gösterebilmektedirler. Bu derleme makalede entomopatojen fungusların bitki gelişimi ve hastalıkları üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini ortaya koyan araştırmalar ele alınmıştır. Bu konularda artan bilgiler tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için entomopatojen fungusların kullanımının yaygınlaşmasına yardımcı olacaktır.

Entomopatojen fungusların patojenler üzerindeki doğrudan etkileri **Patojen antagonizmi**

Entomopatojen funguslar, filozfer ve rizosferde ya da endofit olarak bitki dokuları içinde patojenlere karşı parazitizm, rekabet ve antibiyosis yoluyla antagonistik etki göstermektedirler (Ownley et al. 2010). Yapılan çalışmalarla *Beauveria* türlerinin *in vitro* veya *in vivo* koşullarda *Botrytis cinerea* Pers., *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen, *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn ve *Septoria* spp. gibi farklı bitki patojenlerine karşı antagonistik etkileri belirlenmiştir (Dara 2019).

Bitki dokuları içinde endofit ve patojen arasındaki rekabet, yer veya besin için olabilmektedir. Entomopatojen funguslar, bitki dokularına erken dönemde kolonize olurlarsa, bitki bünyesinde patojen için gerekli kaynakların, özellikle de karbon kaynaklarının azalmasını sağlayarak, bitkinin patojen tarafından daha az tercih edilir hale gelmesine neden olurlar (Behie & Bidochka 2014). Mikoparazitizm; mikoparazit ile konukçusu arasında, konukçu fungusun hücre duvarının yapısını bozan litik enzimlerin senteziyle başlayan, antagonistik bir ilişkidir. Mikoparazit fungusların endofit olarak bitki içindeki hareketleri hakkında, yalnızca *in vitro* koşullarda yapılan araştırmalardan elde edilen çok az bilgi bulunmaktadır (Sharma, 2011).

Antibiyosis, mikroorganizmalar tarafından üretilen antibiyotik veya diğer toksik metabolitlerin, diğer mikroorganizmalar üzerindeki etkisi olarak tanımlanabilir (Barra-Bucarei et al. 2019). Antibiyosis mekanizması; antibiyotiklerin, biyoaktif uçucu organik bileşiklerin (VOC) ve enzimlerin üretimi yoluyla harekete geçmektedir. Uçucu biyoaktif bileşikler içerisinde alkoller, alkil pironlar, amonyak, hidrojen siyanür, esterler, ketonlar ve lipitler yer almaktadır (Ownley et al. 2010). Antibiyotik ve insektisit etkileri olan Beauvericin, *B. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *Fusarium* spp. gibi entomopatojenik funguslar tarafından üretilmektedir. Bu metabolit antibakteriyel, antiviral ve antifungal potansiyeli ile patojenlere karşı iyi bir koruma sağlamaktadır. Bassianolide ise *B. bassiana* ve *Lecanicillium lecanii* Zare & Gams tarafından üretilen antibiyotik etkiye sahip diğer bir metabolittir. Bu metabolitin böcekler dışında hayvanlar ve bitkilere de toksik etki yapabileceği bildirilmiştir. *Metarhizium* türlerinin ürettiği destruxin, *F. oxysporum* ve *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link gibi bitki patojenlerinin mücadelesinde kullanılan diğer bir metabolittir. *B. bassiana*'nın sekonder metabolitleri arasında

destruxin, oosporein, beauvericin, bassianolide, bassianin, beauveriolide, bassiacridin, cordycepin ve ciclosporin gibi antimikrobiyal bileşikler yer almaktadır. *B. bassiana* sadece bitkilerde hastalıklara neden olan funguslara karşı değil, bakteri ve virüslere karşı da antagonistik bir endofit olarak rapor edilmiştir. Bunu üretmiş olduğu çeşitli antimikrobiyal metabolitler ile sağlamaktadır (Barra-Bucarei et al. 2019).

Çeşitli bitki patojenleri ile yapılan araştırmalarda entomopatojenlerin bunlara karşı farklı mekanizmalarla etkili oldukları saptanmıştır. *L. lecanii*'nin 3 farklı straini kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmasında, külleme etmeni olarak bilinen *Podospaera fuliginea* (Schltl.) U. Braun & S. Takam. parazitizm/antibiosis etki mekanizmaları kullanılarak engellenmiştir (Askary et al. 1998). Aynı entomopatojen fungusla yapılan benzer bir çalışmada, fungus hıyar köklerine kolonize olmuş ve *Pythium ultimum* Trow.'un neden olduğu hastalığın meydana geliş sıklığında ve şiddetinde önemli oranda azalmaya neden olmuştur (Benhamou & Brodeur 2001). Yaprakbitleri ve beyazsineklerden izole edilen iki ticari izolatın da içinde bulunduğu 20 *Lecanicillium* spp. izolatu; hıyar, çilek, domates ve buğday bitkilerinin yaprak yüzeylerine kolonize olma yetenekleri açısından karşılaştırılmış, uygulamadan 2 ve 4 hafta sonra üç izolat (A-2, B-2 ve C-1), diğer izolatlara kıyasla daha yüksek oranda kolonizasyon kabiliyeti göstermiştir. *L. muscarium* Zare & Gams B-2'nin aynı zamanda hıyar yapraklarının başarılı bir epifitik kolonisti olduğu belirlenmiştir. Bu da entomopatojenin besinler ve yer için rekabet yoluyla külleme karşı da etkili olabileceğini düşündürmüştür (Koike et al. 2004). İran'da *L. muscarium*'un DAOM198499 izolatu kullanılarak yapılan bir *in vitro* çalışmada ise, külleme etmeni *P. fuliginea*'nin parazitizm yoluyla engellendiği bildirilmiştir (Askary & Yarmand 2007). *Lecanicillium lecanii*'nin laboratuvar çalışmalarında kahve pası etmeni *Hemileia vastatrix* Berk. & Broome'in gelişimini engellediği saptanmış, arazi çalışmalarında ise entomopatojenin parazitizm yoluyla etmenin mücadelesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Vandermeer et al. 2009). Pakistan'da yapılan bir çalışmada beş biyolojik etmenin buğdayda yaprak pası üzerine etkileri incelenmiştir. Biyolojik mücadele etmenleri tek başlarına uygulandıklarında püstül gelişimine etkileri açısından aralarında farklılık gözlenmekle birlikte, kontrol uygulaması ile kıyaslandığında hiçbir pas gelişimini önemli oranda azaltmadığı ve *B. bassiana* uygulamasının pas püstül gelişimini azaltmada nispeten daha iyi olduğu saptanmıştır. Biyolojik mücadele etmenlerinin iki hafta uygulanmasından sonra pas üredosporlarının mikroskopik olarak incelenmesi, sitoplazma üzerinde koagülasyon ve parçalanma olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Biyolojik mücadele etmenlerinden *L. lecanii*, *I. fumosorosea* ve *B. bassiana*'nın kombinasyon halindeki uygulamaları, diğer kombinasyonlara kıyasla daha az pas gelişimine neden olmuşlardır. Bu etmenlerden *L. lecanii*'nin pas üredosporlarını parazitlediği ve böylece hiperparazitizm yoluyla etmenin tahıl paslarına karşı etkili olabileceği bildirilmiştir (Sheroze et al. 2003). Yine *B. bassiana* ile ABD'de yürütülen bir çalışmada, entomopatojenin 11-98 no'lu izolatının, domateste çökerten etmeni *R. solani*'yi baskılayabildiği ve arazi koşullarında fideleri hastalığa karşı koruyabildiği bildirilmiştir. *B. bassiana* izolatlarının bazı bitki türlerinde endofitik olduğu gösterilmiş ve endofitik kolonizasyon fungusun zararlı böcekleri enfekte etme yeteneğine bağlanmıştır (Ownley et al. 2004).

Bitki patojenleri için potansiyel bir biyolojik etmen olarak *B. bassiana* üzerine yapılan araştırmalar genelde bitki patojenlerinin gelişmelerinin engellenmesi ve hücre duvarı yapılarının bozulması ile ilgili *in vitro* çalışmalarla sınırlıdır. *B. bassiana*'nın patojenlere karşı tarla koşullarındaki etkinliklerine yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır. Pamuk bitkilerinin tarla koşullarında çökerten hastalığı kompleksine karşı *B. bassiana* tarafından korunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *B. bassiana*'nın 11-98 izolatu ile yapılan tohum uygulaması, domates fidelerinin endofitik kolonizasyonu ile sonuçlanmıştır (Ownley et al. 2004). *B. bassiana* ile yapılan bir araştırmada, pamuk ve domateste *R. solani* ve *Pythium myriotylum* Drechsler'a karşı, pamukta *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Smith) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings'a karşı tohum uygulamaları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bitki patojenlerinin varlığında *B. bassiana* uygulanan bitkilerde artan bitki gelişimi yanında hastalık şiddetinde azalma gözlenmiştir. Alan için rekabet, parazitizm veya uyarılmış sistemik dayanıklılığın patojen antagonizminin mekanizmaları olduğu düşünülmüştür (Ownley et al. 2008). *B. bassiana* içerikli bir kimyasal preparat olan *Naturalis*TM iyi bir endofitik kolonizasyon yeteneği ile, Kabak Sarı Mozaik Virüsü (*Zucchini Yellow Mosaic Virus/ZYMV*)'ne karşı antagonistik etki göstermiştir. Bu çalışma, virüslerin sebep olduğu bitki hastalıklarına karşı entomopatojenlerin kullanımını rapor eden çalışmalardan biridir. *B. bassiana*'nın bitki dokularında sistemik olarak kolonize olduğu ve hücreden hücreye virüsün yayılımını engellediği gösterilmiştir (Jaber & Salem 2014). Asmada, *B. bassiana*'nın yeşil aksam uygulaması ile *Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni'ya karşı koruma sağlandığı ve patojene karşı antagonistik etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Jaber 2015). *M. robertsii*'nin hem *in vitro*, hem de fasulye bitkileriyle yapılan *in vivo* çalışmalarda *Fusarium* spp.'ye karşı antagonistik etki gösterdiği bildirilmiş ve çalışma sonucunda *M. robertsii* bitki kök patojenlerine karşı biyolojik etmen olarak önerilmiştir (Sasan & Bidochka 2013).

Entomopatojen fungusların bazı önemli bitki patojenlerinin *in vitro* misel gelişimleri üzerine etkilerinin araştırıldığı deneme sonucunda; *B. bassiana*, *M. robertsii* ve *I fumosorosea*'nın kültür filtratlarının farklı dozlarının patojenlerin misel gelişimi üzerindeki etkilerinin farklı olduğu bulunmuştur. Entomopatojenlerin hiçbiri *Pythium deliense* Meurs'nin misel gelişimini etkilemezken, tüm entomopatojenler *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary'un misel ağırlığını önemli ölçüde azaltmıştır. *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* W.C. Snyder & H.N. Hansen için *B. bassiana*, *Sclerotium rolfsii* Sacc. için *M. robertsii* en etkili entomopatojenler olarak belirlenmiştir (Acar et al. 2015). Domates bitkilerinde kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerine karşı entomopatojen fungusların kullanımı ile, bunların fenolik bileşikler ve hastalık gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, entomopatojen fungus uygulanan domates yapraklarındaki toplam fenolik miktarlarının kontrol bitkilerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Entomopatojenlerin kök çürüklüğü hastalığı şiddeti üzerindeki etkileri patojenlere bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Tüm entomopatojenler *S. rolfsii*'nin neden olduğu hastalığın şiddetinde azalmaya neden olurken, *S. sclerotiorum* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* üzerinde etkili

olmamışlardır. Benzer şekilde, bitki büyümesi üzerinde en dikkat çekici etki *S. rolfii* ile aşılanan bitkilerin yaş ağırlıklarının artmış olmasıdır (Ateş et al. 2015). Son yıllarda yapılan bir çalışmada, entomopatojen fungus *Isaria javanica* (Bally) Samson & Hywel-Jones'nın yaprakbitlerine ve bitki patojenlerine karşı biyolojik mücadelede kullanılma potansiyeli incelenmiştir. Kore'de biber üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden birisi olan antraknoz etmeni *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.'e karşı topraktan elde edilen pf185 ve pf212 izolatları tarafından güçlü bir antifungal etki sağlanmıştır. Aynı çalışmada entomopatojenin *F. oxysporum*, *R. solani* ve *Phytophthora capsici* Leon. üzerindeki etkisine de bakılmış ve bu üç etmen arasında *P. capsici*'nin entomopatojen tarafından daha iyi bir şekilde engellendiği belirlenmiştir. *I. javanica* pf185 izolatının pf212'ye göre antagonistik etkisinin daha yüksek olduğu da ayrıca rapor edilmiştir (Kang et al. 2018). Farklı bir çalışmada, *I. javanica* tarafından üretilen bir metabolit olan dibutyl succinate'ın antraknoz etmeni *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds'un misel gelişimini önemli düzeyde engellediği ancak spor çimlenmesini engellemede etkili olmadığı bulunmuştur (Lee et al. 2019).

Kaliforniya'da sera koşullarında yapılan bir çalışmada, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* W.C. Snyder & H.N. Hansen ile bulaşık toprağa entomopatojen fungus uygulanmasının hastalığa karşı pamuk bitkilerini koruduğu bildirilmiş, özellikle *B. bassiana* uygulamasının, bitkisel ve mikrobiyal fungusitlerden daha etkili olduğu belirlenmiştir (Dara et al. 2016). Çilek bitkileriyle yapılan bir çalışmada, *B. bassiana* ve *M. anisopliae* s.l.'nin Kaliforniya izolatlarının kömür çürüklüğü etmeni *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.'nin varlığında bitki sağlığını koruyabileceği bulunmuştur. Kaliforniya'da son zamanlarda yapılan arazi çalışmasında ise, *B. bassiana* ve *M. anisopliae* s.l. hasat edilmiş çileklerde *B. cinerea* ve *Rhizopus* spp.'nin zararını engellemiştir (Dara 2019). Yeni Zelanda'da yürütülen bir çalışmada, *B. bassiana* ve *Metarhizium* spp.'nin *Fusarium graminearum* Schwabe'un neden olduğu kök çürüklüğünde %22-44 azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Rivas-Franco et al. 2019). Filipinler'de muzda solgunluk etmeni *F. oxysporum*'a karşı, *in vitro* koşullarda endofitik fungus *Trichoderma viride* Pers. ve entomopatojen *M. robertsii*'nin antagonistik etkileri karşılaştırılmış, entomopatojenin yaygın olarak kullanılan biyolojik mücadele etmeni olan *T. viride*'den daha düşük bir antagonistik etki sergilemesine rağmen, *F. oxysporum*'u önemli oranda baskıladığı ve *T. viride*'nin yokluğunda biyolojik mücadelede alternatif etmen olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir (Picardal et al. 2019). Mısır bitkileri ile yapılan bir araştırmada, tohumlar *M. robertsii* sporları ile aşılanmış ve bu tohumlardan gelişen mısır bitkilerinde; yaprak ve kök endofitik kolonizasyonu, bitki boyu, klorofil içeriği, toprak üstü biyokütlesi ve bitkiler üzerinde beslenen zararlı bozkurt türü *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae)'un larva ağırlıkları gibi özellikler değerlendirilmiştir. Ayrıca, bitki savunmasından sorumlu bazı genlerin ekspresyonlarına da bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, *M. robertsii* kolonizasyonunun, köklerde, yapraklara göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Uygulama yapılan bitkilerde, kontrole nazaran bitki boyu ve biyokütlesi artmış ve *A. ipsilon* gelişiminde

gerileme görülmüştür. *M. robertsii* kolonizasyonu ile birlikte bitki savunmasında önem taşıyan genlerin ifadesinde artış görülmüştür (Ahmad et al. 2020).

Entomopatojen fungusların patojenler üzerindeki dolaylı etkileri

Endofitik ve mikoriza benzeri etkileşimler ile entomopatojenlerin bitki besin alımına etkileri

Endofit ve mikorizal funguslar, bitkilerle simbiyotik bir ilişkiye sahiptir. Endofitler toprak üstü bitki kısımlarında kolonize olurken, mikorizal funguslar köklerle ilişki kurarlar. Hem endofitler hem de mikorizal funguslar bitkilere zarar vermeden besinlerini bitkilerden sağlarlar (Carroll, 1988; Saikkonen et al., 2004; Pérez et al., 2013). *B. bassiana* ve benzeri entomopatojen funguslar toprak kökenlidir ve bitki varlığında gelişirler. Endofitik olarak bazı bitki türlerinde kolonize olurlar. *B. bassiana* ve diğer entomopatojen fungusların kolonize olduğu bitki türleri arasında arpa, kakao, fasulye, mısır, soya, tütün, buğday, çilek, çim bitkileri ve birçok diğer bitki türü yer almaktadır. Entomopatojen funguslar bitkilere tohum döneminde, yapraklı dönemde veya şaşırtma işlemi sırasında uygulandığında, bitki dokularında kolonize olur ve fayda sağlarlar. Arthropod konukçularının yokluğunda entomopatojen funguslar bitki içinde, üzerinde veya etrafında yaşayabilirler ve bitkilerden besin sağlarlar (Dara 2019).

Entomopatojen *B. bassiana*'nın farklı bitki türlerinin yaprak, gövde, çiçek ve kök gibi özelleşmiş organlarına kolonize olabilen bir endofit olduğu bildirilmiştir. *B. bassiana*'nın mısır yapraklarına doğal açıklıklar veya hücre duvarı aracılığıyla penetrasyon yaptığı bilinmektedir. Tıpkı böcekleri enfekte ettiği gibi benzer mekanizmalarla; ya enfeksiyon çivisi oluşturarak mekanik güçle, ya da sentezlediği enzimlerle hücre duvarının yapısını bozarak, bazen de bu iki mekanizmanın kombinasyonu ile penetrasyon işlemini gerçekleştirmektedir. Entomopatojen hiflerinin haustorium oluşturmadan parankima hücreleri arasındaki boşluklarda gelişerek epidermisten vasküler dokulara kadar ilerlediği ve ksilem yoluyla bütün bitkide sistemik bir kolonizasyon gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Bu da entomopatojen fungusların bitki apoplastı, parankima ve vasküler dokulara kolonize olabildiklerini göstermektedir (Barra-Bucarei et al. 2019).

Entomopatojen funguslarla etkileşim sayesinde bitkilerin kuraklık, zararlılar ve hastalıklar gibi abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık kazandıkları saptanmıştır. Endofitler, mikorizal funguslar, herbivorlar, bitki patojenleri gibi bitkilerin çevresinde ya da üzerinde yaşamını sürdüren canlılar arasındaki etkileşimlerde, bitkiler kadar çevre koşulları da etkilidir (Augé 2001; Pineda et al. 2017). Entomopatojen fungusların kolonize oldukları bitkilerin gelişimi üzerinde olumsuz etkileri görülmezken, strese dayanım ve besin alımı üzerinde olumlu etkileri olmaktadır (Behie & Bidochka 2014). Entomopatojen fungusların çilek zararlıları yönetiminde kullanım potansiyelleri araştırıldığında, *B. bassiana*'nın çilek bitkilerinde başarıyla kolonize olduğu ve 9 haftaya kadar bitki içinde gelişiminin devam ettiği saptanmıştır. Entomopatojen fungusların muhtemelen su ve besin alımını artırarak mikorizal aktivite yoluyla bitki sağlığına destek oldukları düşünülmüş ve *B. bassiana*'nın zararlı yönetimindeki etkisinin yanı sıra bitki sağlığı ve gelişiminde de etkili olduğu bildirilmiştir (Dara 2013). Pamuk

tohumlarına uygulandıklarında *B. bassiana* ve *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Hou-braken, Hywel-Jones & Samson'un bitki gelişimini, kuru bitki ağırlığını ve koza sayısını önemli oranda artırdığı görülmüştür (Lopez & Sword 2015). Benzer bir çalışmada ise bakla tohumlarına *B. bassiana* ve *M. brunneum* uygulandığında fide çıkışı, bitki boyu, yaprak çifti sayısı, taze sürgün ve kök ağırlıklarında önemli oranda artış elde edilmiştir (Jaber & Enkerli 2016). Sorgum bitkisinde endofit *B. bassiana* ve *M. brunneum*'un, demir kullanılabilirliğini, klorofil içeriğini, kök uzunluğunu ve kireçli katmanlarda köklerin gelişimini artırdığı ve inokulasyon metodu olarak toprak uygulamasının, yeşil aksam veya tohum uygulamasından daha iyi olduğu belirlenmiştir (Raya-Díaz et al. 2017). Besince fakir toprak koşullarının patatesten endofit *M. brunneum* gelişimini kontrole oranla %13'e kadar artırdığı görülmüştür. Bazı parametreler toprak verimliliğine bağlı olmasına rağmen, endofit *M. brunneum* uygulaması da bitkilerin azot ve fosfat içeriği, bitki ağırlığı, yaprak yüzey alanı, verim ve su kullanım etkinliği gibi özelliklerde artış sağlamıştır (Krell et al. 2018). Mısır tohumları *B. bassiana* ile muamele edildiğinde besin emilimini destekleyerek bitki gelişimini teşvik etmiştir (Tall & Meyling 2018). Tohum uygulamasıyla endofit olarak fasulye bitkisinde kolonize olan *B. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *L. lecanii* izolatlarının, bitki boyu ile biyokütlesinde artış sağladığı belirlenmiştir (Dash et al. 2018). Soya fasulyesinde *B. bassiana*'nın yeşil aksam uygulamasıyla bitki boyu, dal sayısı, bitki ve dal başına tohum zarfı ve tohum sayı ve ağırlıkları ile verimde önemli oranda artış elde edilmiştir (Russo et al. 2019).

Lahana bitkilerinde yapılan saksı çalışmasında, entomopatojen fungusların özellikle *B. bassiana*'nın kuraklık stresi altında geliştirilen bitkilerde, bitki büyümesi, sürgün/kök oranı, bitki ağırlığı ve besin alımını artırarak bitkileri stres faktörlerine karşı koruduğu bildirilmiştir (Dara 2019). Diğer bir çalışmada, *B. bassiana* uygulamasının asma bitkilerinde büyümeyi etkilemediği ancak yaprak dokularında magnezyum ve kalsiyum miktarlarını artırdığı saptanmıştır. Entomopatojen uygulaması yapılan asmalarda zararlı gelişimini engelleyen dokuz bileşen belirlenirken, uygulama yapılmayan asmalarda beş bileşen bulunmuştur (Moloinyane & Nchu 2019). *B. bassiana* ve *M. robertsii* tek tek ve kombinasyon halinde fasulye tohumlarına uygulandıklarında bitkilerin kök ve toprak üstü aksamında gelişmeyi artırdığı bildirilmiştir (Canassa et al. 2019). Ticari çilek üretim alanında yürütülen bir çalışmada, *B. bassiana*, *M. brunneum* ve *I. fumosorosea* ile yapılan toprak uygulamalarının, bitki gelişimi, bitki sağlığı ve meyve verimi üzerindeki etkileri, mikorizal fungus, *Trichoderma* spp. ve kök gelişimini teşvik eden bakteriler gibi diğer faydalı mikrobiyal uygulamalar ile karşılaştırılmış ve deneme sonucunda uygulamalar arasında önemli bir fark olmamakla birlikte, entomopatojen fungusların ölçülen parametreler üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Dara & Peck 2016). Denemede pazarlanabilir meyve verimini *B. bassiana* %3.5, *M. brunneum* %9.6 ve *I. fumosorosea* %8.3 oranlarında artırmıştır (Dara 2019). Yine çilek bitkileriyle yapılan bir arazi çalışmasında, bitkisel ve mikrobiyal fungusitler ile entomopatojen fungusların ürün sağlığı üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Deneme sonucunda entomopatojen fungusların ürün sağlığı üzerinde önemli bir etkileri olmadığı, ancak meyve veriminin uygulama yapılmayanlara kıyasla *B. bassiana*

uygulamasında %14.4, *I. fumosorosea* uygulamasında ise %4.4 oranlarında daha yüksek olduğu bulunmuştur (Dara 2019). Son zamanlarda yürütülen bir araştırmada ise endofitik *B. bassiana*'nın asma bitkisinde iyi bir kolonizasyon gösterdiği ve bitkinin kök gelişimi üzerinde olumlu etki yaptığı saptanmıştır (Mantzoukas et al. 2021).

Yapılan bazı çalışmalarda entomopatojen fungusların bitki zararlılarından bitkiye besin maddesi taşınmasını sağladığı görülmüştür. Örneğin Kanada'da yapılan bir çalışmada, *M. robertsii*'nin Petek güvesi *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) larvasından yeşil fasulyeye azot geçişi sağladığı belirlenmiştir. *M. robertsii*'nin böcek kaynaklı azotu bitkilere aktarma yeteneğini incelemek amacıyla yapılan araştırmada, böceklere enjekte edilen radyoaktif işaretli azotun, *M. robertsii* varlığında kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve şalgam (*Panicum virgatum* L.) bitkilerinde aminoasitlerin yapısına girdiği gözlenmiştir. Bu bulgular, bu üçlü etkileşimde entomopatojen fungusların, azot döngüsünde önemli bir rol oynayabileceklerini kanıtlamıştır (Behie et al. 2012). Diğer bir çalışmada, *B. bassiana*, *Metarhizium guizhouense* Q.T. Chen & H.L. Guo, *M. brunneum* ve *M. robertsii*'nin, böceğin oluşturduğu azotun, yeşil fasulye, soya, şalgam ve buğdaya geçişini sağladığı ve bitki verimliliğini artırdığı ortaya konulmuş ve entomopatojenlerin, bitkilerdeki besin alımıyla ilişkili mekanizmaların düzenlenmesinde etkili oldukları kanıtlanmıştır (Behie & Bidochka 2014). Benzer bir araştırmada, entomopatojen fungusların böceklerden bitkilere azot transferi yaptıkları, buna karşılık bitkiden kendileri için gerekli fotosentez ürünlerini aldıkları hipotezi, hava sızdırmaz bitki büyüme çemberine eklenen radyoaktif işaretli CO₂'in, fasulye bitkilerindeki fotosentez ürünlerinde ve daha sonra da endofitik *M. robertsii*'den ekstrakte edilen fungusa özel karbonhidratların (trehaloz ve kitin) yapısında bulunmasıyla gerçeklik kazanmıştır (Behie et al. 2017).

Entomopatojenlerin bitki savunması üzerine etkileri

Bitkilerde patojenlere karşı dayanıklılıkta etkili mekanizmalardan biri olan uyarılmış sistemik dayanıklılık, endofit ya da mikorizal funguslar gibi patojen olmayan organizmalar tarafından harekete geçirilmektedir. Endofitler tarafından kolonize olunan bitkiler, fitoaleksin üretimini sağlayan sekonder metabolitleri üreterek patojenlere karşı hızlı bir reaksiyon oluşturabilirler. Bitkilerde, biyotik ve abiyotik stres koşullarında savunma olarak sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) ve uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) olmak üzere iki tip dayanıklılık görülmektedir (Choudhary et al. 2007; Barra-Bucarei et al. 2019). Patojenler, patojen olmayan mikroorganizmalar ya da belirli kimyasallara maruz kalan bitkilerde sistemik salisilik asit birikimiyle SAR mekanizması harekete geçmektedir. Salisilik asit, SAR genlerini aktif hale getirerek hızlı ve etkili şekilde patojen enfeksiyonlarına karşı bitkiyi hazırlar. Diğer yünden ISR, etilen ve jasmonik asiti aktive eden patojen olmayan mikroorganizmalar tarafından tetiklenir. Jasmonik asit üretimi ayrıca bitkide yaralanmanın göstergesidir ve patojenle ilişkili proteinleri tetikleyebilir. Salisilat üretimi patojenlere karşı etkili kitinaz, glukanaz gibi enzimlerin ve thaumatinlerin üretimi ile ilişkili iken,

jasmonat üretimi peroksidaz, polifenol oksidaz ve lipoksigenaz gibi oksidatif enzimlerin üretimiyle ilişkilidir. Patojen olmayan ve bitki büyümesini teşvik eden, aynı zamanda da böcek patojeni olan *Bacillus* spp., *Curtobacterium* spp., *Pseudomonas* spp. ve *Serratia marcescens* Bizio bakterileri bitkilerde sistemik dayanıklılığı başlatmaktadır. *Glomus* spp. ve *Piriformospora* spp. gibi arbusküler mikorizal funguslar da uyarılmış dayanıklılığı başlatan etmenlerdendir (Chen et al. 2018; Dara 2019).

Entomopatojen funguslar biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkinin toleransını artırarak uyarılmış dayanıklılığı başlatmaktadır. Hurma ağacı yapraklarına *B. bassiana*, *Lecanicillium dimorphum* (J.D. Chen) Zare & W. Gams ve *L. cf. psalliotae* (Treschew) Zare & W. Gams'nin konidileri enjekte edildiğinde bitki savunma proteinlerinin üretiminin başladığı ve ayrıca entomopatojen inokulasyonunun proteinlerle ilişkili fotosentez ve enerji metabolizmasını da etkilediği görülmüştür (Gómez-Vidal et al. 2009). Karthiba et al. (2010), çeltikte ve Senthilraja et al. (2013) yer fıstığında yaptıkları çalışmalarda *B. bassiana* ile birlikte *Pseudomonas fluorescens* Migula uygulamalarının fotosentez ile ilişkili proteinleri ve diğer savunma enzimlerini arttırdığını tespit etmişler ve bu uygulamalar sonucunda pirinçte polifenol oksidaz ve peroksidazın birikimi ve yer fıstığında fenilalanin amonyum liyaz, peroksidaz, polifenol oksidaz, kitinaz, β -1,3 glukanaaz, superoksit dismutaz, katalaz, lipoksigenaz ve fenoliklerin artışı ile bitkileri zararlılardan ve hastalıklardan korunduğunu ve bitki gelişimi ile verimin arttığını belirtmişlerdir.

Endofitizm, hiçbir hastalık belirtisine neden olmayan bir enfeksiyona benzetilebilir. Endofitler dayanıklılık mekanizmalarını harekete geçirerek bitki patojenlerine karşı koruma sağladıkları gibi, alkaloidler gibi savunma bileşiklerinin üretimini teşvik ederek herbivorlara karşı da bitki direncini artırır. Endofitik funguslar abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerin toleransını artırır, tür içi ve türler arası rekabet yeteneklerini geliştirir ve bitkilerin gelişimini teşvik ederler (Carroll 1988; Saikkonen et al. 2004; Pérez et al. 2013). Pineda et al. (2010), endofitik fungusların ve bitki büyümesini teşvik eden kök bakterilerinin zararlı böcek türlerine karşı bazı ürünlerde dayanıklılığı başlattığına dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, toprak mikroorganizmalarının, bitkilerin ve herbivorların çeşitli etkileşimlerini araştırmışlar ve yararlı mikroorganizmaların bulunduğu topraklarda gelişen bitkilerin herbivor zararına karşı artan bir dayanıklılık gösterebildiğini belirlemişlerdir (Pineda et al. 2017). *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. bitkisinin kökleri *B. bassiana* konidi süspansiyonuna daldırıldığında dayanıklılıkla ilişkili genlerin ifadelerinin etkilendiği saptanmıştır. *B. bassiana* inokulasyonu ile jasmonik asit ve salisilik asit konsantrasyonları artmamasına rağmen *S. sclerotiorum*'un neden olduğu hastalığın şiddeti azalmıştır (Raad et al. 2019). Bu çalışmalar entomopatojen fungusların ve diğer yararlı organizmaların, çeşitli stres faktörlerine karşı bitki dayanıklılığını başlattığını ortaya koymuştur.

Sonuç ve öneriler

Tarımsal üretimde kullanılan pestisitler toprağa, oradan da yüzey ve yeraltı sularına geçerek bu ekosistemlerin kirlenmesine neden olmakta ve bu ekosistemlerde

yaşayan canlılar üzerinde toksik etki göstermektedir. Bazı pestisitlerin parçalanma ürünleri daha toksik olabilmekte, ayrıca besin zinciri yoluyla artan konsantrasyonları nedeniyle toksik etkileri de artabilmektedir (Hassaan & El Nembr 2020). Pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri konusunda kamu bilincinin gelişmesi sonucu bitki koruma ürünlerine alternatif mücadele arayışıyla, çevre dostu biyopreparatların kullanımında artış meydana gelmiştir (Tozlu 2016). Çevreye zararlı olmayan mikroorganizmaların ve metabolitlerinin tarımda kullanılması ekosistemin devamlılığı için gereklidir (Küçük & Güler 2009).

Diğer mücadele yöntemleri ile karşılaştırıldığında biyolojik mücadele; sadece hedef alınan zararlı ile mücadele edilmesi, hedef alınan zararlılarda dayanıklılık sorunu oluşturmaması, doğal dengenin korunması ve insan ile çevre üzerinde olumsuz etkilerinin görülmemesi gibi olumlu etkilere sahiptir. Sürdürülebilir tarımsal üretim, kaliteli ve ilaç kalıntısı olmayan ürün elde edilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ayrıca, pestisit üreticisi firmaların bu konuya ilgili olması da diğer avantajları arasındadır. Gelişmiş ülkelerde kimyasal ilaçların kullanımı konusunda büyük oranda kısıtlamalar ve yasaklar bulunmaktadır. Hem ABD hem de İngiltere’de, kimyasal maddelerin kullanımını ciddi şekilde kısıtlayan organik tarım sertifikasyon standartları bulunmaktadır (Şentürk & Abacı-Günyar 2019).

Diğer yararlı mikroorganizmalar gibi, entomopatojen fungusların da toprak yapısı ve bitki gelişimi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Şimdiye kadar, entomopatojen fungusların bitkilerle olan ilişkileri daha az bilinirken, günümüzde bu organizmaların entomopatojen rolleri dışında bitki gelişimini, sağlığını ve verimini artırıcı etkilerinin keşfi, bunların tarımda daha yaygın kullanımlarını sağlayacak önemli bir gelişme olmuştur. Özellikle pestisit kullanımının istenmediği tarımsal üretim sistemlerinde mükemmel bir zararlı yönetim aracı olabilir, zararlı yönetimi için kullanıldıklarında, diğer olumlu etkileriyle de bitki gelişimini destekleyebilirler (Dara 2019).

Sadece böceklere veya bitki patojenlerine karşı etkili olan çoğu kimyasal ürünün aksine, hem bitki patojenlerine hem de zararlılarına karşı kullanılabilen biyopestisitlerin geliştirilmesi tarımda büyük bir öneme sahip olacaktır (Ownley et al. 2004).

Kaynaklar

- Acar E., M. Ateş, R. Baydar, Ö. Güven & G. Karaca, 2015. Possible use of entomopathogenic fungi in the control of plant diseases. 5th Entomopathogens and Microbial Control Congress, 9-11 September 2015, Ankara-Turkey, 92.
- Ahmad I., M. del Mar Jiménez-Gasco, D.S. Luthe, S.N. Shakeel & M.E. Barbercheck, 2020. Endophytic *Metarhizium robertsii* promotes maize growth, suppresses insect growth, and alters plant defense gene expression. *Biological Control*, 104:167.
- Askary H., Y. Carriere, R.R. Belanger & J. Brodeur, 1998. Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. *Biocontrol Science and Technology*, 8 (1): 23-32.
- Askary H. & H. Yarmand, 2007. Development of the entomopathogenic hyphomycete *Lecanicillium muscarium* (Hyphomycetes: Moniliales) on various hosts. *European Journal of Entomology*, 104 (1): 67.

- Ateş M., E. Acar, Y. İstekli, Ö. Güven & G. Karaca, 2015. Effects of entomopathogenic fungi on tomato defense against root rot (Turkey). 5th Entomopathogens and Microbial Control Congress, 09-11 September 2015, Ankara-Turkey, 93.
- Augé R.M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11 (1): 3-42.
- Bamisile B.S., C.K. Dash, K.S. Akutse, R. Keppanan & L. Wang, 2018. Fungal endophytes: beyond herbivore management. *Frontiers in microbiology*, 9: 544.
- Baron, N.C., E.C. Rigobelo, & D.C. Zied, 2019. Filamentous fungi in biological control: current status and future perspectives. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79 (2), 307-315.
- Barra-Bucarei L., A. France & P. Millas, 2019. Crossing frontiers: Endophytic entomopathogenic fungi for biological control of plant diseases. In: Endophytes for a Growing World, Eds. T.R. Hodkinson, F.M. Doohan, M.J. Saunders, B.R. Murphy, Cambridge University Press, pp. 67-93.
- Behie S.W., P.M. Zelisko & M.J. Bidochka, 2012. Endophytic insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. *Science*, 336 (6088): 1576-1577.
- Behie S.W. & M. J. Bidochka, 2014. Ubiquity of insect-derived nitrogen transfer to plants by endophytic insect-pathogenic fungi: an additional branch of the soil nitrogen cycle. *Appl. Environ. Microbiol*, 80 (5): 1553-1560.
- Behie S.W., C.C. Moreira, I. Sementchoukova, L. Barelli, P.M. Zelisko & M.J. Bidochka, 2017. Carbon translocation from a plant to an insect pathogenic endophytic fungus. *Nature Communications*, 8 (1): 1-5.
- Benhamou N. & J. Brodeur, 2001. Pre-inoculation of Ri T-DNA transformed cucumber roots with the mycoparasite, *Verticillium lecanii*, induces host defense reactions against *Pythium ultimum* infection. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 58 (3): 133-146.
- Canassa F., S. Tall, R.A. Moral, I.A. de Lara, I. Delalibera Jr. & N.V. Meyling, 2019. Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mites. *Biological Control*, 132: 199-208.
- Carroll G., 1988. Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology*, 69 (1), 2-9.
- Chen M., M. Arato, L. Borghi, E. Nouri & D. Reinhardt, 2018. Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi—from ecology to application. *Frontiers in plant science*, 9: 1270.
- Choudhary D.K., A. Prakash & B.N. Johri, 2007. Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. *Indian Journal of Microbiology*, 47 (4): 289-297.
- Dara S.K., 2013. Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* promotes strawberry plant growth and health. *E-Journal of Entomology and Biologicals*, <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=11624>
- Dara, S.K. & D. Peck, 2016. Impact of Entomopathogenic Fungi and Beneficial Microbes on Strawberry Growth, Health and Yield. *E-Journal of Entomology and Biologicals*, <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=22709>
- Dara S.K., S.S. Dara, S.S.R. Dara & T. Anderson, 2016. First report of three entomopathogenic fungi offering protection against the plant pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. *E-Journal of Entomology and Biologicals*, <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=22199>
- Dara S.K., 2019. Non-Entomopathogenic roles of entomopathogenic fungi in promoting plant health and growth. *Insects*, 10 (9): 277.
- Dash C.K., B.S. Bamisile, R. Keppanan, M. Qasim, Y. Lin, S.U. Islam & L. Wang, 2018. Endophytic entomopathogenic fungi enhance the growth of *Phaseolus vulgaris* L.

- (Fabaceae) and negatively affect the development and reproduction of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Microbial Pathogenesis*, 125: 385-392.
- Gómez-Vidal S., J. Salinas, M. Tena & L.V. Lopez-Llorca, 2009. Proteomic analysis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) responses to endophytic colonization by entomopathogenic fungi. *Electrophoresis*, 30 (17): 2996- 3005.
- Hassaan, M.A. & A. El Nemr, 2020. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46: 207-220.
- Jaber L.R. & N.M. Salem, 2014. Endophytic colonization of squash by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) for managing Zucchini yellow mosaic virus in cucurbits. *Biocontrol Science and Technology*, 24 (10): 1096-1109.
- Jaber L.R., 2015. Grapevine leaf tissue colonization by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana*. L. and its effect against downy mildew. *BioControl*, 60 (1): 103-112.
- Jaber L.R. & J. Enkerli, 2016. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control*, 103: 187-195.
- Kang B.R., J.H. Han, J.J. Kim. & Y.C. Kim, 2018. Dual biocontrol potential of the entomopathogenic fungus, *Isaria javanica*, for both aphids and plant fungal pathogens. *Mycobiology*, 46 (4): 440-447.
- Karthiba L., K. Saveetha, S. Suresh, T. Raguchander, D. Saravanakumar & R. Samiyappan, 2010. PGPR and entomopathogenic fungus bioformulation for the synchronous management of leafhopper pest and sheath blight disease of rice. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66 (5): 555-564.
- Koike M., T. Higashio, A. Komori, K. Akiyama, N. Kishimoto, E. Masuda & M. Sugimoto, 2004. *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium* spp.) as epiphyte and its application to biological control of arthropod pests and diseases. *IOBC/WPRS Bulletin*, 27 (8): 41-44.
- Krell V., S. Unger, D. Jakobs-Schoenwandt & A.V. Patel, 2018. Endophytic *Metarhizium brunneum* mitigates nutrient deficits in potato and improves plant productivity and vitality. *Fungal Ecology*, 34: 43-49.
- Küçük Ç. & İ. Güler, 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi)*, 7 (1): 30-42.
- Lee Y.S., J.H. Han, B.R. Kang & Y.C. Kim, 2019. Dibutyl succinate, produced by an insect pathogenic fungus, *Isaria javanica* pf185, is a metabolite that controls of aphids and a fungal disease, anthracnose. *Pest Management Science*, 75 (3): 852-858.
- Lopez D.C. & G.A. Sword, 2015. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). *Biological Control*, 89: 53-60.
- Mantzoukas S., J. Lagogiannis, D. Mpousia, A. Ntoukas, K. Karmakolia, P.A. Eliopoulos & K. Poulas, 2021. *Beauveria bassiana* endophytic strain as plant growth promoter: The case of the grape vine *Vitis vinifera*. *Journal of Fungi*, 7: 142.
- Moloinyane S. & F. Nchu, 2019. The Effects of endophytic *Beauveria bassiana* inoculation on infestation level of *Planococcus ficus*, growth and volatile constituents of potted greenhouse grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Toxins*, 11 (2): 72.
- Ownley B.H., R.M. Pereira, W.E. Klingeman, N.B. Quigley & B.M. Leckie, 2004. *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect

- pests and plant pathogens. *Emerging Concepts in Plant Health Management. Research Signpost*. (pp. 255-269).
- Ownley B.H., M.R. Griffin, W.E. Klingeman, K.D. Gwinn, J.K. Moulton & R.M. Pereira, 2008. *Beauveria bassiana*: endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98 (3): 267-270.
- Ownley B.H., K.D. Gwinn & F.E. Vega, 2010. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. *BioControl*, 55 (1): 113-128.
- Pérez L.I., P.E. Gundel, C.M. Ghera & M. Omacini, 2013. Family issues: fungal endophyte protects host grass from the closely related pathogen *Claviceps purpurea*. *Fungal Ecology*, 6 (5): 379-386.
- Picardal J.P., E.D. Tundag, M.T. Picardal & G. Goc-ong, 2019. Antagonistic Activity of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Against Phytopathogenic *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Schlecht.) as a Biological Control. *CNU Journal of Higher Education*, 13 (1): 25-33.
- Pineda A., S.J. Zheng, J.J. Van Loon, C.M. Pieterse & M. Dicke, 2010. Helping plants to deal with insects: the role of beneficial soil-borne microbes. *Trends in Plant Science*, 15 (9): 507-514.
- Pineda A., I. Kaplan & T.M. Bezemer, 2017. Steering soil microbiomes to suppress aboveground insect pests. *Trends in Plant Science*, 22 (9): 770-778.
- Raad M., T.R. Glare, H.L. Brochero, C. Müller & M. Rostás, 2019. Transcriptional reprogramming of *Arabidopsis thaliana* defence pathways by the entomopathogen *Beauveria bassiana* correlates with resistance against a fungal pathogen but not against insects. *Frontiers in Microbiology*, 10: 615.
- Raya-Díaz S., A.R. Sanchez-Rodriguez, J.M. Segura-Fernández, M.D.C. del Campillo & E. Quesada-Moraga, 2017. Entomopathogenic fungi-based mechanisms for improved Fe nutrition in sorghum plants grown on calcareous substrates. *PloSone*, 12 (10).
- Rivas-Franco, F., J.G. Hampton, M.E. Morán-Diez, J. Narciso, M. Rostás, P. Wessman & T.R. Glare, 2019. Effect of coating maize seed with entomopathogenic fungi on plant growth and resistance against *Fusarium graminearum* and *Costelytra giveni*. *Biocontrol Science and Technology*, 29 (9): 877-900.
- Russo M.L., S.A. Pelizza, M.F. Vianna, N. Allegrucci, M.N. Cabello, A.V. Toledo & A.C. Scorsetti, 2019. Effect of endophytic entomopathogenic fungi on soybean *Glycine max* (L.) Merr. growth and yield. *Journal of King Saud University-Science*, 31 (4): 728-736.
- Sasan R.K. & M.J. Bidochka, 2013. Antagonism of the endophytic insect pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* against the bean plant pathogen *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 35 (3): 288-293.
- Saikkonen K., P. Wäli, M. Helander & S. H. Faeth, 2004. Evolution of endophyte-plant symbioses. *Trends in Plant Science*, 9 (6): 275-280.
- Senthilraja G., T. Anand, J.S. Kennedy, T. Raguchander & R. Samiyappan, 2013. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and entomopathogenic fungus bioformulation enhance the expression of defense enzymes and pathogenesis-related proteins in groundnut plants against leafminer insect and collar rot pathogen. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 82: 10-19.
- Sharma P., 2011. Complexity of *Trichoderma-Fusarium* interaction and manifestation of biological control. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (8): 1027.
- Sheroze A., A. Rashid, A.S. Shakir & S.M. Khan, 2003. Effect of bio-control agents on leaf rust of wheat and influence of different temperature and humidity levels on their colony growth. *International Journal of Agriculture & Biology*, 5 (1): 83-85.
- Şentürk Ş. & O. Abacı-Günyar, 2019. Fungal Biyokontrol Ajanları ve Metabolitleri. *Mantar Dergisi*, 10 (1): 70-83.

- Tall S. & N.V. Meyling, 2018. Probiotics for plants? Growth promotion by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* depends on nutrient availability. *Microbial Ecology*, 76 (4): 1002-1008.
- Tozlu E., 2016. Bazı bakteriyel biyokontrol ajanlar ile havuç acı çürüklük hastalığı (*Geotrichum candidum* Link)'nin biyolojik mücadelesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (1): 1-9.
- Vandermeer J., I. Perfecto & H. Liere, 2009. Evidence for hyperparasitism of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) by the entomogenous fungus, *Lecanicillium lecanii*, through a complex ecological web. *Plant Pathology*, 58 (4): 636-641.

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

1. Makale; Microsoft Word programında (MS Word 2000 veya üzeri versiyonu), Times New Roman karakterde, 11 punto, tek satır aralığında ve normal karakterde yazılmalıdır.
2. Eserler, standart A4 kağıdına ve sayfa yapısı; üst ve alt bilgiler dâhil üstten ve alttan 4.5 cm, sol ve sağ 4.0 cm boşluk bırakılarak sayfanın sağ kenarı hizalı biçimde yazılmalı ve şekil ve çizelgeler ile birlikte 16 sayfayı geçmemelidir.
3. Makalenin ilk sayfasında üst bilgi olarak sola dayalı, 10 punto, normal karakterde;
Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
Turkish Journal of Biological Control
ISSN 2146-0035
ifadeleri yazılmalı ve altında da 14 punto tek satır boşluk bırakılmalıdır.
4. Türkçe eserler; “Başlık, Yazar adı-soyadı, İngilizce başlık ve Abstract, Keywords, Öz, Anahtar kelimeler, Giriş, Materyal ve yöntem, Bulgular ve tartışma, Sonuç (istenirse), Teşekkür (istenirse), Kaynaklar”
5. İngilizce eserler; “Title, Author's name, Türkçe başlık, Öz, Anahtar kelimelerler, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and methods, Results and discussion, Conclusion (optional), Acknowledgement (optional), References” ana başlıklarından oluşmalıdır.
6. Derleme eserlerde ise, “Abstract, Öz ve Giriş” bölümlerinden sonra uygun bölüm başlıkları verilebilir.
7. Eserin başlığı hangi dilde yazılıyorsa bold ve 14 karakterde, sola yaslı, tamamı küçük harf (sadece özel isimlerin baş harfleri büyük), tek satır aralığında yazılmalı, başlıkta verilen latince isimler italik yapılmalıdır.
8. Başlıktan sonra 11 punto bir satır boşluk bırakıldıktan sonra yazarların açık adları unvan belirtilmeden küçük harflerle (baş harfi büyük), soyadları ise büyük harflerle, sola yaslı, birden fazla yazar adı arasında virgöl ve bir boşluk olacak şekilde 11 karakterde bold olarak yazılmalıdır. Eser ve yazar adlarına “Ekle → Başvuru → Dipnot” takip edilerek numara verilmeli ve ilk sayfanın sonunda bunlara ait bilgiler, sorumlu yazarın e-mail adresi ile alınış ve kabul ediliş ifadeleri 9 karakterde yazılmalıdır.
9. Yazar adlarından sonra 11 punto bir satır boşluk bırakılarak eserin ikinci dildeki başlığı 11 karakterde, sola yaslı ve bold olarak yazılmalıdır.
10. Abstract ve Öz başlıkları 12 karakter, bold, paragraf girintisi yapılmadan iki nokta (:) konduktan sonra aynı satırdan başlayarak, metin kısmı 10 karakterde, tek satır aralığı ile yazılmalı ve 150 kelimeyi geçmemelidir.
11. “Keywords ve Anahtar kelimelerler (bold)” Abstract ve Öz metinlerinden sonra 6 nk boşluk bırakılarak sola yaslı ve 10 karakterde yazılmalıdır.
12. Eserin; 2, 4, 6, 8 gibi çift nolu sayfalarında üst bilgi olarak makale başlığını kısaca ifade eden bir cümle sağa yaslı; yine 3, 5, 7, 9 gibi tek nolu sayfalarında ise sol tarafta derginin Türkçe ve İngilizce açık adı ve sağ tarafta yazar adı (Öztürk & Karacaoğlu veya Uygun et al. gibi) ile derginin yıl, cilt ve sayı numarası 10 karakterde normal ve sonrasında 10 punto bir satır boşluk olacak şekilde yazılmalıdır.

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

13. Ana bölüm başlıkları; sola yaslı, bold, ilk harfleri büyük ve 13 karakterde yazılmalı, başlıklardan önce 11 punto tek satır, sonra 6 nk boşluk bırakılmalıdır. Alt başlık varsa 12 karakterde, sola yaslı, ilk harfi büyük diğerleri küçük, bold olarak yazılmalıdır.
14. Eserin tüm metin kısmı 11 karakterde, normal, iki yana yaslı, tek satır aralığında, ilk paragrafta girinti yok, ancak ara paragraflarda ise 0.5 cm girinti olmalı ve paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.
15. Fotoğraf ve grafikler “**Şekil**”, sayısal değerleri içeren tablo ve çizelgeler ise “**Çizelge**” olarak belirtilmeli ve **Şekil 1**, **Şekil 2** veya **Çizelge 1**, **Çizelge 2** gibi ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Şekil başlıkları şeklin altında, öncesinde 6 nk boşluk ve çizelge başlıkları ise çizelgenin üstünde sonrasında 6 nk boşluk olmalı, normal, 10 karakterde olacak şekilde ve tek satır aralığında yazılmalıdır. Eğer varsa, çizelge dipnotları çizelge altında, normal, sola yaslı ve 8 karakterde kısa ve öz olarak verilmelidir.
16. Türkçe hazırlanan eserlerde, İngilizce "Figure" ve "Table" başlıkları ayrıca verilmelidir.
17. Her iki dilde de yazılan eserde kaynaklara ilişkin bildirimler metin içerisinde "yazar ve yıl" sırasına göre yapılmalı, metin içindeki açıklama ve yazar sayısına bağlı olarak bildirim "Uygur (2008), Ulusoy & Kazak (2009), Aysan et al. (2010)," örneğinde olduğu gibi veya bildirim sonunda tamamı parantez içinde olacak şekilde verilmelidir Örneğin; (Karut 2008; Ulusoy & Öztürk 2009; Elekçioğlu et al. 2010).
18. Eser metninde organizmaların bilimsel adları ilk geçtiği yerde "Author" adı ile birlikte açık, daha sonra cins adı kısaltılmış olarak yazılmalı ve gerek metin ve gerekse kaynaklar da "*italik*" olmalıdır. Ana ve alt başlıklar ile çizelge ve şekil başlıklarında ise, Author adı verilmeden açık yazılmalıdır.
19. Kaynaklar listesi ilk yazarın soyadına göre, numara verilmeden alfabetik olarak, 10 karakterde, tümü küçük harf (özel isimler hariç), 0.5 cm asılı ve tek satır aralığında yazılmalıdır. Tek veya daha fazla yazarlı eserlerin bildiriminde son yazardan önce "&" işareti kullanılmalıdır. (Örn.: Öztürk N. 2011., Karut K. & S. Satar 2009., Uygun N., S. Satar & M. Karacaoğlu 2010.). Dergilerin isimleri açık ve italik, diğer kaynaklar normal karakterde açık olarak yazılmalıdır. İnternette alman kaynakların ise ayrıca web adresleri ile erişim tarihleri de belirtilmelidir (Örn.: Erişim tarihi: 10 Ocak 2010).

Dergi:

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2003. Mersin ili kayısılarında saptanan zararlılar. *Alatarım Dergisi*, 2 (2): 21-26.

Pruszyński S. & W.W. Cone 1973. Biological observations of *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acari: Phytoseiidae) on hops. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 47-51.

Kongre veya sempozyum:

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

Karut K. & E. Şekeroğlu 1999. *Chrysoperla carnea* (Stephens) yumurtalarının laboratuvar koşullarında depolanma olanaklarının araştırılması. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Ocak 1999, Adana, 203-210.

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2009. Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey. I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 16-19 October 2006, Adana-Turkey, 350-355.

Tez:

Şenal D. 2006. Avcı böcek *Chilocarus nigrinus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae)'un bazı biyolojik ve ekolojik özellikleri ile doğaya adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 127 s.

Kitap:

Uygun N. 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 157, 111 s.

Kitaptan bir bölüm:

Elekçioğlu İ.H. & U. Gözel 2001. Turunçgillerde zararlı nematodlar ve entegre mücadelesi (Editör: N. Uygun, Türkiye turunçgil bahçelerinde entegre mücadele, zararlılar-nematodlar-hastalıklar-yabancıotlar). TÜBİTAK-TARP Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Ankara, 61-69.

İnternet:

Neden Biyolojik Mücadele? URL: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr> (Erişim tarihi: 24 Nisan 2008).

Yazarı belli olmayan yayınlar:

Anonymous 2008. Türkiye'de çilek üretimi. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1577, Ankara.

20. Hazırlanan makale metinlerinin word dosyası,e-mail: bimude@cu.edu.tr adresi ile dergiye gönderilmelidir.

21. Eser yayına kabul edildiğinde, telif hakları formu tüm yazarlar tarafından imzalanıp dergiye gönderildikten sonra basım aşamasına geçilir (Telif hakları formu, dernek web sayfasında mevcuttur).

Not 1: Sözlü görüşmeler ve yayımlanmamış eserlere (Yüksek lisans ve Doktora tezleri hariç) ait bildirimler kaynak olarak kullanılmamalı ve kaynak listesinde yer almamalıdır.

Not 2: Makaleler araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmalıdır.

Turkish Journal of Biological Control

Instructions for Authors

1. Manuscripts should be prepared in Microsoft Word (MS Word 2000 or later) with Times New Roman font, size 11 pt, single line spacing and standard letters.
2. Manuscripts should be prepared on standard A4 pages, with 4.5 cm margins above and below the text and 4.0 cm margins on each side. Manuscripts should not be more than 16 pages, including figures and tables.
3. On the first page of the manuscript; include “Türk. biyo. müc. derg., ISSN 2146-0035”, in 10 pt standard letters as a header and leave a single line spacing in 14 pt.
4. The following sections are required:
For original research papers: Title, Author name(s) and affiliation(s), Abstract (In English and Turkish), Keywords, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Acknowledgements (if needed), and References.
For review papers: Appropriate sub-titles can be used following the abstract and the introduction.
5. The title should be in the same language as the main text, bold type, 14pt font, left-justified and with single line spacing. The first letters of proper nouns should be capitalized (e.g. Ankara, Turkey, Germany). Italic characters should be used for the scientific name of the organism(s). The author(s) name(s) should be included. The name of the manuscript and the author’s should be numbered by "References → Insert Footnote" and the information about them at the end of the first page should be written in 9 characters with the e-mail address of the responsible author including date of acceptance.
6. Following the title, leave a single line spacing in 11 pt. Author’s name(s) in standard letters, except for the capitalized first letter, and without the author’s title or any academic qualifications; left-justified, bold type and 11 pt. A comma followed by a space should be used to separate authors’ names.
7. Following the authors’ name(s), leave a single line spacing in 11 pt, and the title in the other language (Turkish or English) should be provided 11 pt, left-justified and bold.
8. Abstracts in both languages in 12 pt, bold, without a paragraph space, and after a full colon (:), in 10 pt, single-spaced. The abstract should be less than 150 words.
9. Six “Key words (bold)” in 10pt, left-justified, following a 6nk space after the abstract.
10. A right-justified running title and left-justified author’s name/authors’ name(s), in 10pt, standard letters at the top of the page on odd and even numbered pages, respectively (e.g. on P. 1, 3, 5, 7... Öztürk & Karacaoğlu or Uygun et al.; and on P. 2, 4, 6, 8... Phytoseiidae in Turkey).
11. Titles for main sections should be left-justified, bold, 13 pt and with the first letter capitalized. Leave a single line spacing and 6 nk spaced lines, both in 11 pt,

before and after the titles, respectively. If needed, sub-titles should be in 12 pt, left-justified, bold, and with the first letter capitalized.

12. The main text should be 11pt, standard letters, justified, single-spaced, without a paragraph space for the first, leave a 0.5 cm space for the second and following paragraphs.

13. Photos and graphs should be named "Figure", as Figure 1, Figure 2, etc.; tables which contain numerical data or any other text, such as comparison, information etc., should be named "Table", as Table 1, Table 2, etc. Figure captions should be given below the figures. Leave an 6nk space between the figures and their captions. All captions to be in 10 pt and standard letters.

14. Citations in the text in chronological order e.g. Uygur (2008), Ulusoy & Kazak (2009), Aysan et al. (2010), or at the end of sentence, e.g. (Karut 2008; Ulusoy & Öztürk 2009; Elekçioğlu et al. 2010).

15. Use author's name/authors' names and year after the scientific name for organisms at the first mention. If mentioned again, the genus name should be abbreviated, followed by species name and without the authors name/authors' names and year. All scientific names should be given in italic font, both in the text and in the reference list. In Figure and Table captions and main titles and sub-titles, use only the full name of the organism(s), without abbreviation, not including author's name/authors' names and publication year.

16. The reference list should have the surnames of the first authors in alphabetical order, without numbering, 10 pt, normal letters, except for proper nouns, with 0.5 cm hanging indent, and single line spacing. For papers authored by more than one person, the symbol "&" should be given before the last author's name (e.g. Öztürk N. 2011, Karut K. & S. Satar 2009, Uygun N., S. Satar & M. Karacaoğlu 2010). The full name of the journal should be provided without abbreviation and in italic type.

Include the accession date for the internet source e.g. Web Accessed: January 10, 2010.

Personal communications can be cited in the text as e.g. (C. Kazak pers. comm. June, 2017) but should not be included in the reference list.

For Journal:

Pruszyński S. & W.W. Cone 1973. Biological observations of *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acari: Phytoseiidae) on hops. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 47-51.

For Meetings and symposiums:

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2009. Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey. I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 16-19 October 2006, Adana-Turkey, 350-355.

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

For Thesis:

Şenal D. 2006. Avcı böcek *Chilocarus nigrinus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae)'un bazı biyolojik ve ekolojik özellikleri ile doğaya adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 127 s.

For Books:

Chant, D.A. & J.A. McMurtry 2007. Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, West Bloomfield, 219pp.

For Book Chapters:

Elekçioğlu İ.H. & U. Gözel 2001. Turunçgillerde zararlı nematodlar ve entegre mücadelesi (Editör: N. Uygun, Türkiye turunçgil bahçelerinde entegre mücadele, zararlılar-nematodlar-hastalıklar-yabancıotlar). TÜBİTAK-TARP Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Ankara, 61-69.

For Internet Sources:

Why Biological Control? URL: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr> (Web Access: April 24, 2008).

For Publications by Unknown Authors:

Anonymous 2008. Strawberry production in Turkey. Turkish Statistical Institution, Pub. No: 1577, Ankara.

Prepared manuscripts should be submitted via the online manuscript submission system by clicking on “<http://dergipark.gov.tr/tbmd>” and following the prompts. All manuscripts will be directed to the related editor, and if the editor is satisfied with the contents of the paper, the manuscript will be subjected to the blind peer review process. You will ultimately be informed whether your manuscript is accepted for publication. If it is accepted, the corresponding author should submit the journal’s copyright form signed by all the authors; the form can be obtained from the web site of the Biological Control Society of Turkey by clicking on “<http://www.biyolojikmucadele.org.tr/default.asp>”.

Thank you for submitting your manuscript to the Turkish Journal of Biological Control.

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yayın İlkeleri

1. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği'nin yayın organıdır.
2. Dergi zararlılar, hastalıklar ve yabancı otların biyolojik mücadele etmenleri (böcekler, akarlar, nematodlar, bakteriler, funguslar, virüsler, antogonistler vb.) üzerinde yapılan faunistik, sistematik, biyolojik, ekolojik, av-avcı, konukçuparazitoit ilişkileri, antogonistlik, ilaçların yararlılar üzerindeki yan etkileri vb. temel ve uygulamalı orijinal çalışmaları yayımlar. Ayrıca entegre mücadele içinde biyolojik mücadele ve biyolojik mücadelenin başarısını artıracak biyoteknik mücadele çalışmaları da derginin ilgi alanı içindedir.
3. Dergide, yukarıda belirtilen konularda olmak üzere özgün bilimsel çalışma, bilimsel not ve yayın kurulu tarafından davet edilen derleme çalışmalar da yayımlanır.
4. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
5. Çalışmanın daha önce herhangi bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanması için değerlendirme aşamasında olmaması gerekir.
6. Yurtiçi - yurtdışı bilimsel toplantılarda sözlü veya poster olarak sunulmuş ve sadece özeti basılmış çalışmalar da sunum yeri belirtilmek koşuluyla yayımlanabilir.
7. Her çalışma için, başvuru sırasında "Dernek Yönetim Kurulu" nun o yıl için belirlediği basım ücreti alınır.
8. Elektronik ortamda gönderilen orijinal çalışmalar yayın kurulu tarafından belirlenen en az 2 hakem tarafından incelendikten sonra eserin yayımlanıp yayımlanmayacağına karar verilir.
9. Dergide yayınlanması için başvurusu yapılan eserlerle birlikte "Telif Hakkı Formu" da tüm yazarlar tarafından imzalanarak gönderilmelidir.
10. Basılan çalışmalar için yazarlarına telif ücreti ödenmez.
11. Dergide basılan makalelerde görülen bilimsel hataların sorumluluğu yazarlarına aittir.

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği tarafından yılda iki kez (Temmuz-Aralık) yayımlanır. Dergide zararlılar, hastalıklar ve yabancı otların biyolojik mücadelesi ile ilgili Türkçe veya İngilizce yazılmış orijinal araştırmalar ile kısa notlar yayımlanır.

Yıllık abone bedeli: 100 TL

Tek sayı bedeli: 65 TL

CABI ve TÜBİTAK/ULAKBİM tarafından taranmaktadır. Indexed in CABI and TÜBİTAK/ULAKBİM.

Yazışma adresi:

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi
Çukurova Üniversitesi Kampüsü PTT Şubesi
Posta Kutusu:33
01330 Adana - Turkey

E-mail: bimude@cu.edu.tr

Web: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr>

Bu dergide yayımlanan eserlerin tüm hakları Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği'ne aittir. Yayımlanan eserlerin herhangi bir şekilde kısmen veya tamamen çoğaltılması için izin alınması zorunludur.