

ISSN 2146-0035
E-ISSN 2548-1002

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi

Turkish Journal of
Biological Control



Yıl: 2023

Cilt (Volume): 14

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: 2023

Cilt (Volume): 14

Sayı (Number): 1

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

Atakan Ekrem, Adana
Başpınar Hüseyin, Aydın
Civelek Hasan Sungur, Muğla
Gençer Dönüş, Trabzon
Güven Özlem (Kalkar), Kahramanmaraş
Karaca İsmail, Isparta
Mirik Mustafa, Tekirdağ
Muştı Murat, Kayseri
Nalcacıoğlu Remziye, Trabzon
Özdemir Işıl, Kocaeli
Özpınar Ali, Çanakkale
Satar Serdar, Adana
Soylu Soner, Hatay
Tireng Karut Şebnem, Adana
Tunaz Hasan, Kahramanmaraş
Tunca Hilal, Ankara
Yıldırım Eyüp Mennan, Aydın

İçindekiler (Contents)

Sayfa

(Page)

Original araştırmalar (Original articles)

Fındık bakteriyel yanıklık hastalığının [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.] bakteriyel biyoajanlar kullanılarak mücadele imkanlarının araştırılması
Evaluation of the biological control of bacterial blight with [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.] in hazelnut plantations by using bacterial biocontrol agents

Jose Luis Rodriguez GUTIERREZ, Recep KOTAN.....1-19

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde pamuk ekiliş alanlarındaki yaprakpireleri (Hemiptera: Cicadellidae) ile birlikte avcı böceklerin belirlenmesi

Determination of leafhoppers and predators in cotton areas in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye

Tahir UĞUR, Erol BAYHAN20-29

Parasitoid and predator species of Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) species in fruit orchards of Diyarbakır and Elazığ Provinces, Türkiye

Diyarbakır ve Elazığ illeri meyve alanlarında Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) Türleri Üzerinde tespit edilen parazitoit ve predatör türler

Murat GÜLMEZ, Lütfiye GENÇER, Mehmet Rifat ULUSOY.....30-42

Biocontrol potential of some entomopathogenic fungi against the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Entomopatojenik fungusların Pamuk Yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı biyolojik mücadele potansiyellerinin araştırılması

Derya BAKI, Fedai ERLER44-53

Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) predators of the family Coccinellidae (Coleoptera) from Aydın Province, Türkiye

Türkiye, Aydın İli'nde Coccinellidae (Coleoptera) familyasına bağlı Unlubit (Hemiptera: Pseudococcidae) avcıları

Hüseyin YERLİKAYA, Hüseyin BAŞPINAR, Nedim UYGUN, Mehmet Bora KAYDAN54-62

Çanakkale İli park, peyzaj ve kentsel alanlarda konukçu bitkiler üzerindeki afidler (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen predatör coccinellidler (Coleoptera: Coccinellidae)

Predatory coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on aphids (Hemiptera: Aphididae) on host plants in parks, rural landscapes and urban areas of Çanakkale Province, Türkiye

Berna DOĞAN, Şahin KÖK64-74

Indigenous Turkish entomopathogenic fungi as potential biological control agents of the Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)

Gül Yaprakbiti, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)'nin potansiyel biyolojik mücadele etmenleri olarak yerel entomopatojen funguslar

Derya BAKI, Hilal Şule TOSUN, Fedai ERLER76-83

Özgün makale (Original article)

Fındık bakteriyel yanıklık hastalığının [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.] bakteriyel biyoajanlar kullanılarak mücadele imkanlarının araştırılması*

Jose Luis Rodriguez GUTIERREZ¹, Recep KOTAN¹

Evaluation of the biological control of bacterial blight with [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.] in hazelnut plantations by using bacterial biocontrol agents

Abstract: *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* [(Miller et al.) Vauterin et al.], causal agent of the bacterial blight of hazelnut, causes significant losses in the cultivation of hazelnuts in Türkiye and abroad. The cultural measures and the chemical control methods against this pathogen are insufficient. In this study, 314 different bacterial strains were tested for their potential antibacterial activity against the pathogen in Petri dish experiments, and 47 strains were found to be effective. The most effective five bacterial strains were further tested against the growth of the pathogen in broth medium. *Bacillus* sp. K-15b, *Bacillus megaterium* KBA-10, *Bacillus cereus* K-15d and *Bacillus cereus* K-3a strains showed high antibacterial activity against the disease agent. The level of suppression of the disease caused by these strains was also evaluated on two year old hazelnut saplings. These bacterial strains reduced the disease occurrence caused by the pathogen by 73.3%, 73.3%, 80% and 80%, respectively.

Keywords: *Bacillus* sp., biological control, hazelnut, bacterial blight, *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*

Öz: Fındık bakteriyel yanıklık hastalığına neden *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* [(Miller et al.) Vauterin et al.] Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de fındık yetiştiriciliğinde önemli kayıplara neden olmaktadır. Bu patojene karşı; yapılan kültürel önlemler ve kimyasal mücadele yöntemleri yetersizdir. Bu çalışmada; patojene karşı antibakteriyel aktivitesi için test edilen toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri izolatının 47’sinin Petri denemelerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. En etkili 5 biyoajan bakteri izolatu sıvı besi ortamında patojen bakteri izolatının gelişimine etkisinin belirlenmesi için test edilmiştir. *Bacillus* sp. K-15b, *Bacillus megaterium* KBA-10, *Bacillus cereus* K-3a ve *Bacillus cereus* K-15d izolatları

¹ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye

* Bu çalışma birinci yazarın tez çalışmasından üretilmiştir (This study was produced from the thesis of the first author).

Sorumlu yazar (Corresponding author): rkotan@atauni.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0001-5039-3744, 0000-0001-6493-8936

Alınış (Received): 21 Ekim 2022

Kabul ediliş (Accepted): 20 Ocak 2023

hastalık gelişimine etkisi için test edilmiştir. Bakteri izolatları sırası ile %73.3, %73.3, %80 ve %80 oranında patojenden kaynaklı zararı engellediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Bacillus* sp., bakteriyel yanıklık hastalığı, biyolojik mücadele, fındık, *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*

Giriş

Dünya fındık üretiminin yaklaşık %69'unu gerçekleştiren Türkiye'yi sırasıyla İtalya ve Gürcistan takip etmektedir (FAO 2018). Fındıkta teknik ve kültürel uygulamalardaki yetersizlikler yanında zararlılar ve hastalıklar da verim ve kalite kaybına sebep olmaktadır. Fındık bakteriyel yanıklık hastalığının etmeni *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al. 1949) Vauterin et al. 1995 gerek dünyada gerekse de ülkemizde zaman zaman önemli kayıplara yol açabilmektedir. Patojen ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde (Bars 1913), Türkiye'de ise 1971-1972 yıllarda Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde rapor edilmiştir (Alay et al. 1973).

Patojen stomalardan veya yaralardan bitki içerisine giriş yapabilmekte, dışı çiçeklere polenler yoluyla yayılabilmekte, yıldan yıla sadece kanserli dokular vasıtasıyla geçebilmektedir (Karahana et al. 2013; Karahana 2018). Patojen genç dal ve sürgün gövdeleri üzerinde kansere sebep olurken, ağacın daha kalın dalları ve gövdesi üzerinde de lezyonlar oluşturmaktadır. Lezyonlar genellikle 1-4 yaş arası ağaçların gövdelerini kuşatarak onların ölmesine neden olmakta ve gövde enfeksiyonu hastalığın oldukça ciddi bir safhasını oluşturabilmektedir. Lezyonlar genellikle kabukla sınırlı kalmaktadır fakat ksilem dokusunda bazen zarar görülebilmektedir (Miller et al. 1949; Pulawska et al. 2010; Karahana 2018). Sürgün enfeksiyonu ekonomik olarak oldukça önemlidir, çünkü ölen sürgünlerin birçoğunu potansiyel meyve dalları oluşturmaktadır (Lamichhane & Varvaro 2014). Meyvelerdeki hastalık oluşturan lezyonlar, kahverengi veya siyah yüzeysel yağlı lekeler şeklinde olmakta fakat enfeksiyon zamanla ilerleyince bu lekeler çökük bir hal almaktadır. (Karahana 2018).

Bakteriyel yanıklık hastalığının enfeksiyon şiddeti, yanlış kültürel mücadelenin ve iklim koşullarının neden olduğu stres ile yüksek oranda ilişkilidir. Özellikle ilkbahar donu, kuraklık ve kış budaması gibi stres faktörleri bitkilerde hastalık şiddetini artırmaktadır (Moore et al. 1974). Etmenin bulaştığı bitki parçalarını yok ederek, budama aletlerini dezenfekte ederek, bakırlı preparatlar sprey ederek ve dirençli çeşitler kullanılarak hastalık kısmen kontrol edilebilmektedir (EPPO 2004). Ancak ticari olarak kurulan bahçelerde uzun yıllar boyunca yoğun bakır uygulanması sonucunda, toprakta bakır birikmesi olmuş ve bunun sonucunda olumsuz çevresel etkiler ortaya çıkmıştır.

Son yıllarda kimyasalların kullanımını sınırlandırmak için çok sayıda biyolojik mücadele çalışması yapılarak değişik hastalıkların kontrolünde alternatif yeni yöntemler ve ticari ürünler geliştirilmiştir. *Xanthomonas* cinsine dahil bitki patojeni bakteri türlerine karşı da çok sayıda biyolojik mücadele çalışması vardır (Kotan 1998; Kotan & Şahin 2002; Salah et al. 2007; Khodakaramian et al. 2008; Karagöz & Kotan 2010; Nashwa 2011; Li et al. 2012; Lopes et al. 2012; Chavan et al. 2016; Apet et al. 2018; Sangiogo et al. 2018; Sarkar et al. 2018). Ancak, yapmış olduğumuz

literatür taramasına göre; bugüne kadar *X. arboricola* pv. *corylina*'ya karşı biyolojik mücadele konusunda çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışma kapsamında; farklı konukçulardan izole edilmiş bölüm kültür koleksiyonunda bulunan çoğunluğu *Bacillus* (182 izolat) cinsine dahil toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri izolatının fındık bakteriyel yanıklık hastalığına karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan patojen ve potansiyel biyoajan bakteri izolatları ve bitki çeşidi

Patojen bakteri izolatı olarak Giresun'da fındık bahçelerinden izole edilen toplam 6 *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* izolatı içerisinde virülensliği en yüksek olarak tespit edilen FDN-4 izolatı kullanılmıştır. Patojen bakteri izolatlarının tanısı *Xanthomonas* grubu bakterilerin parlak sarı renkli koloni özellikleri dikkate alınarak Petri ortamından seçilen sarı renkli koloni yapısına sahip izolatların koloni özellikleri, bazı biyokimyasal testleri, HR testi ve patojenite testleri yapılarak doğrulanmıştır. Patojen bakteri izolatları daha sonraki testlerde kullanılmak üzere stok kültürleri yapılarak -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Potansiyel biyoajan bakteri izolatı olarak ise daha önce yapılmış olan farklı araştırmalarda yabancı ve kültür bitkilerinin toprak altı veya toprak üstü aksamlarından izole edilen çoğunluğu *Bacillus* (182 izolat) cinsine dahil toplam 314 bakteri izolatı kullanılmıştır (Çizelge 1). Bu izolatların tanısı yağ asidi metil esterlerine göre Microbial Identification Systemde (MIS) yapılmış ve Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Mikroorganizma Kültür Koleksiyonunda muhafaza edilmektedir (Kotan 1998; Kotan 2002; Karagöz & Kotan 2010). Toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri patojene karşı Petri denemelerinde, buradan seçilen 5 izolat sıvı besi yerinde antibakteriyel etkisi için test edilmiş ve buradan seçilen 4 izolat ise *in vivo* çalışmalarında kullanılmıştır. Her bir bakterinin Nutrient Agar (NA) besiyerinde geliştirilen 48 saatlik saf kültüründen bir öze dolusu alınarak, içerisinde 900 µl %30'luk glycerol ve 900 µl LB Broth (1 L dH₂O'ya 10 g tryptone, 10 g NaCl ve 5 g yeast extract ilave edilerek hazırlanmıştır) bulunan Cryogen tüplere aktarılarak etiketlenmiş ve karıştırıcıda karıştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere -80°C'de muhafaza edilmiştir. Patojenite, virulanslık ve biyolojik mücadele *in vivo* çalışmalarında ise bölgede en yaygın olarak dikimi yapılan Giresun Yağlısı çeşidinin 2 yaşındaki fındık fidanları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan potansiyel biyoajan bakteri cinsleri ve izolat sayıları
Table 1. Potential bacterial genus bioagent against bacterial blight in hazelnut and the number of strains used in the study

No	Bakteri cinsi	TİS	No	Bakteri cinsi	TİS	No	Bakteri cinsi	TİS
1	<i>Bacillus</i> sp.	182	13	<i>Kocuria</i> sp.	3	25	<i>Brochotrix</i> sp.	1
2	<i>Brevibacillus</i> sp.	25	14	<i>Microbacterium</i> sp.	3	26	<i>Erwinia</i> sp.	1
3	<i>Paenibacillus</i> sp.	14	15	<i>Rhizobium</i> sp.	4	27	<i>Flavobacterium</i> sp.	1
4	<i>Chryseobacterium</i> sp.	12	16	<i>Aeromonas</i> sp.	2	28	<i>Grimontia</i> sp.	1
5	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	8	17	<i>Corynebacterium</i> sp.	2	29	<i>Janthinobacterium</i> sp.	1
6	<i>Artrobacter</i> sp.	7	18	<i>Curtobacterium</i> sp.	2	30	<i>Lysobacter</i> sp.	1
7	<i>Paucimonas</i> sp.	6	19	<i>Micrococcus</i> sp.	2	31	<i>Nisseria</i> sp.	1
8	<i>Pseudomonas</i> sp.	5	20	<i>Paracoccus</i> sp.	2	32	<i>Ralstonia</i> sp.	1
9	<i>Vibrio</i> sp.	5	21	<i>Photobadus</i> sp.	2	33	<i>Sphingobacterium</i> sp.	1
10	<i>Xanthomonas</i> sp.	3	22	<i>Serratia</i> sp.	2	34	<i>Sposarcina</i> sp.	1
11	<i>Citrobacter</i> sp.	3	23	<i>Variovorax</i> sp.	2	35	<i>Virgibacillus</i> sp.	1
12	<i>Enterbacter</i> sp.	3	24	<i>Acidovorax</i> sp.	1	36	<i>Weksella</i> sp.	1
Toplam izolat sayısı								314

TİS: Test edilen bakteri izolat sayıları

Patojen bakteri izolatlarının biyokimyasal testleri

Hastalıklı fındık bitkilerinden izole edilen toplam 19 potansiyel patojen bakteri izolatının içerisinde seçilen parlak sarı dairesel koloniler oluşturanlar toplam 6 bakteri izolatı Potasyum Hidroksit (KOH) (Sands 1990), Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat Agarda (YDCA) mukoid gelişim (Lelliot & Stead 1987), nişastanın hidrolizi (Lelliot & Stead 1987), %2 ve %5 NaCl Nutrient Agar'da gelişme (Schaad et al. 2001), tütün (*Nicotiana tabacum*) ve domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisinde aşırı duyarlılık (HR) (Klement & Goodman 1967) ve vürünlük testine tabi tutulmuştur (Prokic' et al. 2012).

Potansiyel biyoajan bakterilerin biyokimyasal testlerle bazı özelliklerinin belirlenmesi

Katı besiyeri testlerinde etkili olan toplam 47 izolatları potasyum hidroksit testi (KOH) (Sands 1990), azot fiksasyonu testi (Brown et al. 1962), fosfatı çözebilme testi (Cisneros et al. 2017) ve levan testine tabi tutulmuştur (Klement et al. 1990).

Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının katı besiyeri üzerinde hastalık etmenine karşı *in vitro* antibakteriyel etkinliği

Potansiyel biyoajan bakteri izolatları önce katı besi ortamında en virulent patojen izolata karşı test edilmiştir. Dondurulmuş patojen ve potansiyel biyoajan bakteri kültürleri NA besi ortamı içeren Petrilere üç fazlı çizgi ekim yapılmıştır, 27°C'de inkubasyona bırakılarak 48 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir. Patojen kültürlerinden steril swap ile alınarak TSA katı besiyeri yüzeyine çizilmiştir. Yine steril swap ile alınan potansiyel biyoajanlar ise petrinin (çap 8.5cm) tam ortasından çizgi ekimle çizilmiştir. Petriler parafilm ile sarılarak 27°C'de 5 gün süreyle inkubasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda antibiyosis etki gösterenler için oluşan inhibisyon zonları ve hiperparazitik etkilerinin değerlendirilmesinde ise biyoajan bakteri kolonilerinin Petri yüzeyindeki yayılımı ölçülerek kaydedilmiştir (Kotan 2002). Bu işlem her potansiyel biyoajan bakteri için 3 kez tekrar edilmiştir.

Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının sıvı besiyerinde hastalık etmenine karşı *in vitro* antibakteriyel etkinliği

Katı besiyeri testlerinde en etkili olan 5 biyoajan bakteri izolatı patojene karşı sıvı besiyerinde test edilmiştir. TSB'de geliştirilen 48 saatlik taze bakteri kültürleri steril su ile süspansiyon edilerek elde edilen 10^8 kob/mL yoğunluğunda bakteri süspansiyonları elde edilmiştir. Patojen ve potansiyel biyoajanların 10 ml miktarı 180 ml TSB'a aktararak iyice karıştırılmış ve hemen 1 ml örnek alınıp seri dilüsyonları hazırlanarak patojen ve biyoajan bakterilerin ml'deki koloni oluşturan bakteri sayıları elde edilmiştir. İnkübasyona bırakılan bu sıvı kültürlerde 5 gün aralıklarla sayımlar aynı şekilde tekrarlanmıştır. Sayımlarda koloni renklerindeki farklılıklardan faydalanılarak patojen sayısı ve potansiyel biyoajan bakteri sayısı hesaplanmıştır.

Potansiyel biyoajanların fındık bitkisinde *in vivo* hastalık gelişimi üzerine etkinliklerinin belirlenmesi

Sıvı besiyerinde patojen bakteri gelişimini inhibe eden en etkili 4 izolat seçilerek sera koşullarında fındığın iki yıllık fidanlarının yapraklarının üzerinde hastalık gelişimi üzerine etkisini belirlemek için test edilmiştir. Bir gün önce bitkiler sulanmıştır ve yüksek nem sağlamak için plastik torbalarla kapatılmıştır. TSB'de geliştirilen 48 saatlik taze biyoajan kültürleri steril su ile süspansiyon edilerek elde edilen 10^8 kob/mL yoğunluğunda bakteri süspansiyonları elde edilmiştir. Yapraklar hazırlanan bu solüsyonlara batırılıp 3 dakika bekletilmiştir. Biyoajan bakterilerin yapraklara iyice kolonizasyonun sağlamak için ayrı ayrı her bir yaprak plastik poşet içerisine alınarak poşet dip kısmından bağlanmıştır. Biyoajan bakteri uygulamasını takiben 48 saat sonra daha önceden benzer şekilde TSB'de geliştirilen 48 saatlik taze patojen bakteri kültürü steril su ile süspansiyon edilerek elde edilen 10^8 kob/mL yoğunluğunda süspansiyon tüm yapraklara sprey edilmiştir. Bakterilerin yapraklara iyice kolonizasyonun sağlamak için ayrı ayrı her bir yaprak plastik poşet içerisine alınarak poşet dip kısmından bağlanmış ve gerekli bilgiler yazılmıştır. Negatif kontrol uygulamasında sadece steril distil su ve pozitif kontrol uygulamasında ise sadece patojen uygulaması yapılmıştır. Her bir uygulama toplam 6 yaprakta tekrar edilmiştir. Deneme kurulduktan 35 gün sonra yapraklar üzerinde oluşan lezyonlar değerlendirilmiştir.

Oluşan lezyonların derecesini değerlendirme için Ulusal & Aksoy, (2017) oluşturduğu 0-5 skalası kullanılmıştır. Skalaya göre; **0:** Yaprakta hiçbir hastalık belirtisi yok; **1:** Yaprakların %1 ile 20'sinde lezyon var; **2:** Yaprakların %21 ile 40'ında lezyon var; **3:** Yaprakların %41 ile 60'ında lezyon var; **4:** Yaprakların %61 ile 80'inde lezyon var; **5:** Yaprakların %81 ile 100'ünde lezyon var. Uygulamaların etkinliği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Uygulamaların etkinliği (%) = (Pozitif kontrol – Uygulama/ Pozitif kontrol) × 100

Sonuçların analizi

Çalışmada elde edilen sonuçlar SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Version 9.0) istatistik programında analiz edilerek, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılığın önem derecesini belirlemek için Duncan ($p \leq 0,01$) testi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Patojen izolatların bazı biyokimyasal ve HR test sonuçları

Hastalıklı fındık bitkilerinden izole edilen toplam 19 potansiyel patojen bakteri izolatı arasından parlak mukoid sarı renkteki kolonilerden seçilen toplam 6 bakteri izolatı ile ilgili bazı biyokimyasal test sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; YDCA besiyerinde parlak mukoid sarı koloni şeklinde gelişme gösteren tüm izolatların KOH testi sonuçları pozitif çıkmıştır. Nişastanın hidroliz testinde FDN-4, FDN-5 ve FDN-12 izolatları pozitif, geri kalan izolatlar ise negatif sonuç vermiştir. %2 ve %5’lik NaCl besiyerinde bütün izolatlar gelişmiştir. HR testlerinde tüm izolatlar domates bitkisinde pozitif, tütün bitkisinde ise FDN-4 ve FDN-12 izolatları dışındaki tüm izolatlar negatif sonuç vermiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan patojen izolatların bazı biyokimyasal ve HR test sonuçları

Table 2. Some biochemical and HR test results of pathogenic strains used in the study

İzolatlar	YDCA’da mukoid gelişme	KOH	Nişastanın hidrolizi	NaCl’de gelişme		HR testi	
				2%	5%	Tütün	Domates
FDN-4	+	+	+	+	+	+	+
FDN-5	+	+	+	+	+	-	+
FDN-6	+	+	-	+	+	-	+
FDN-7	+	+	-	+	+	-	+
FDN-12	+	+	+	+	+	+	+
FDN-15	+	+	-	+	+	-	+

+: Pozitif reaksiyon, -: Negatif reaksiyon

Patojenite ve virülenslik test sonuçları

HR test sonuçlarına göre hem tütünde hem de domateste pozitif reaksiyon gösteren FDN-4 ve FDN-12 izolatları fındık fidanlarında yapraklarda patojenite ve virülenslik testlerine tabi tutulmuştur. Bu testler ile ilgili sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Her iki izolatın da patojenite test sonucu pozitif çıkmıştır. FDN-4 izolatı 24 saat sonra, FDN-12 izolatı ise 48 saat sonra yapraklarda nekrotik doku oluşumuna sebep olmuştur. Nekrotik lekenin çapı FDN-4’de 18 mm ve FDN-12’de ise 7 mm olarak ölçülmüştür. Kontrol uygulamasında her hangi bir nekrotik doku oluşumu görülmemiştir. FDN-4 izolatının yapraklarda oluşturduğu ilk lezyon görülme süresi daha kısa ve 15. günde lezyon çapı daha büyük olduğu için *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarında bu izolat kullanılmıştır. FDN-4 izolatının virülenslik testleri ile ilgili görseller Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 3. Patojen bakteri izolatlarının patojenite ve virülenslik test sonuçları
Table 3. Pathogenicity and virulence test results of pathogenic bacterial strains

Bakteri izolatı	Patojenite testi	Virülenslik testi	
		İlk lezyonların görüldüğü zaman	15. günde lezyon çapı (mm)
FDN-4	+	24. saat	18
FDN-12	+	48. saat	7
Kontrol (sH ₂ O)	-	-	0

+: Pozitif reaksiyon, -: Negatif reaksiyon



Şekil 1. *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* FDN- 4 izolatının virülenslik test sonuçlarından

Figure 1. Virulence test results for the *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* FDN-4 strain on hazelnut leaves

Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının katı besiyerinde hastalık etmenine karşı *in vitro* antibakteriyel etkinliği

Katı besiyerinde toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri izolatı patojene karşı test edilmiştir. Potansiyel biyoajan bakteri cinslerinin, toplam test edilen (TİS), etkili olan (EİS), hiperparazitik (HEG) veya antibiyosis (AEG) etki gösteren izolat sayıları Çizelge 4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; test edilen toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri izolatından 47’si patojene karşı etkili bulunmuştur. Bu izolatlardan 46’sı hiperparazitik etki gösterirken, geriye kalan 1 izolat ise antibiyosis etki göstermiştir. Toplam etkili olan izolatların %72’sinin *Bacillus* cinsine ait olduğu görülmüştür. İkinci ve üçüncü sırada ise *Brevibacillus* (3 izolat) ve *Stthenotrophomonas* (2 izolat) cinsleri yer almıştır.

Çizelge 4. Petri denemelerinde potansiyel biyoajan bakteri cinslerinin patojene karşı etkinlikleri

Table 4. The activity of bacterial genera as potential biocontrol agents against the hazelnut pathogen, bacterial blight, in Petri dish experiments

Sıra	Biyoajan Bakteri Cinsleri	TİS	EİS	HEG	AEG
1	<i>Bacillus</i> sp.	182	34	34	0
2	<i>Brevibacillus</i> sp.	25	3	3	0
3	<i>Paenibacillus</i> sp.	14	1	1	0
4	<i>Chryseobacterium</i> sp.	12	1	1	0
5	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	8	2	2	0
6	<i>Artrobacter</i> sp.	7	1	1	0
7	<i>Paucimonas</i> sp.	6	1	1	0
8	<i>Pseudomonas</i> sp.	5	0	0	0
9	<i>Vibrio</i> sp.	5	1	1	0
10	<i>Rhizobium</i> sp.	4	0	0	0
11	<i>Citrobacter</i> sp.	3	0	0	0
12	<i>Enterbacter</i> sp.	3	0	0	0
13	<i>Kocuria</i> sp.	3	0	0	0
14	<i>Microbacterium</i> sp.	3	0	0	0
15	<i>Pantoea</i> sp.	3	0	0	0
16	<i>Xanthomonas</i> sp.	3	0	0	0
17	<i>Corynebacterium</i> sp.	2	1	1	0
18	<i>Curtobacterium</i> sp.	2	0	0	0
19	<i>Micrococcus</i> sp.	2	1	0	1
20	<i>Paracoccus</i> sp.	2	0	0	0
21	<i>Photobacterium</i> sp.	2	0	0	0
22	<i>Serratia</i> sp.	2	0	0	0
23	<i>Variovorax</i> sp.	2	0	0	0
24	<i>Aeromonas</i> sp.	2	0	0	0
25	<i>Acidovorax</i> sp.	1	0	0	0
26	<i>Erwinia</i> sp.	1	0	0	0
27	<i>Flavobacterium</i> sp.	1	0	0	0
28	<i>Grimontia</i> sp.	1	0	0	0
29	<i>Janthinobacterium</i> sp.	1	0	0	0
30	<i>Lysobacter</i> sp.	1	0	0	0
31	<i>Nisseria</i> sp.	1	0	0	0
32	<i>Ralstonia</i> sp.	1	0	0	0
33	<i>Sphingobacterium</i> sp.	1	0	0	0
34	<i>Sposarcina</i> sp.	1	0	0	0
35	<i>Virgibacillus</i> sp.	1	1	1	0
36	<i>Weksella</i> sp.	1	0	0	0
Toplam izolat sayıları		314	47	46	1

TİS: Toplam test edilen izolat sayısı, EİS: Etkili olan izolat sayısı, HEG: Hiperparazitik etki gösteren izolat sayısı, AEG: Antibiyosis etki gösteren izolat sayısı

Katı besiyerinde patojene karşı etkili olduğu görülen potansiyel biyoajan bakterilerin hiperparazitik veya antibiyosis etkinliğini gösteren test sonuçları ve bu izolarların bazı biyokimyasal test (KOH, fosfor çözünürlüğü, azot fiksasyonu ve levan oluşumu) sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; etkili olan potansiyel bioajan bakterileri 18’i *Bacillus cereus*, 11’i *Bacillus* sp, 4’ü *Bacillus megaterium*, 3’ü *Bacillus choshinensis*, 2’si *Stenotrophomonas maltophilia* ve 1’er adeti ise *Bacillus psychrosaccharolyticus*, *Chryseobacterium indoltheticum*, *Corynebacterium renale*, *Micrococcus luteus*, *Paenibacillus validus*, *Paucimonas lemoigne*, *Vibrio hollisae* ve *Virgibacillus pantothenticus* olmuştur. Hiperparazitik etki gösterenlerde test edilen bakteri izolatlarının yayılma çapı 8 ile 85 mm arasında değişmiştir. 46 izolat hiperparazitik etki gösterirken sadece 1 izolat (H-33B) antibiyosis etki göstermiştir. Yüksek etkinliğe sahip olan izolatlar; *Bacillus* sp. K-15b, *Bacillus cereus* K-3a, *Bacillus cereus* K-15d ve B-6D ve *Bacillus megaterium* KBA-10 olarak saptanmıştır. Bu izolatların etkinliği diğer izolatların etkinliğinden istatistiksel olarak da önemli çıkmıştır. Bu yüzden sıvı besiyerinde yapılan denemede biyoajan olarak bu izolatlar kullanılmıştır.

Petride test edilen potansiyel biyoajan bakteri izolatları ile ilgili yapılan bazı biyokimyasal test sonuçlarına göre; toplam 6 izolat (K-8e, K-9e, K-9d, K-9b, K-21a) KOH testinde pozitif sonucu göstererek Gram negatif bakteri olarak belirlenmiştir. Geriye kalanlar ise KOH testinde negatif sonuç göstererek Gram pozitif olarak belirlenmiştir. Fosfat çözübilme kabiliyeti açısından toplam 15 izolat (K-8e, K-5e, K-9e, K-9d, H-33B, K-5c, Yonca-3, H-14A, H-47A, K-14b, KBA-10, K-3a, B-6D ve K-15d.) pozitif, geriye kalanlar ise negatif olarak değerlendirilmiştir. Azot fiksasyonu testinde ise toplam 11 izolat (H-32A, K-8e, K-22c, K-5e, H-71A, K-9e, H-38A, H-43B, H-39A, H-33C ve H-18A) negatif sonuç verirken geri kalan 36 izolat pozitif sonuç vermiştir. Levan oluşumu testinde hiçbir izolat pozitif sonuç göstermemiştir.

Çizelge 5. Petri denemelerinde potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının patojene karşı antibakteriyel etkileri ve izolatların biyokimyasal test sonuçları
Table 5. Antibacterial effects and biochemical test results for some bacterial strains as potential biological control agents of the pathogen, bacterial blight, in Petri dishes

Hiperparazitik Etki Gösterenler				Biyokimyasal Testler				
Sıra	İzolat	MIS Tanı Sonucu	Yayıma Çapı (mm)*	KOH	F	A	L	
1	K-9e	<i>Arthrobacter globiformis</i>	10,0 ± 1,0	ab	+	+	-	-
2	K-9A	<i>Bacillus cereus</i>	14,7 ± 2,5	a-c	-	-	+	-
3	K-14b	<i>Bacillus cereus</i>	37,0 ± 11,4	j-n	-	+	+	-
4	K-3a	<i>Bacillus cereus</i>	57,3 ± 6,4	r	-	+	+	-
5	K-15d	<i>Bacillus cereus</i>	70,0 ± 10,0	s	-	+	+	-
6	H-80A	<i>Bacillus cereus</i>	16,0 ± 1,0	a-d	-	-	+	-
7	H-68A	<i>Bacillus cereus</i>	18,3 ± 3,2	a-g	-	-	+	-
8	H-39A	<i>Bacillus cereus</i>	20,3 ± 1,5	a-i	-	-	-	-
9	H-62A	<i>Bacillus cereus</i>	21,3 ± 3,2	a-i	-	-	+	-
10	H-72A	<i>Bacillus cereus</i>	26,3 ± 1,2	c-j	-	-	+	-
11	K-16b	<i>Bacillus cereus</i>	28,7 ± 6,4	d-k	-	-	+	-
12	H-14A	<i>Bacillus cereus</i>	30,3 ± 1,2	g-l	-	+	+	-
13	K-8c	<i>Bacillus cereus</i>	31,3 ± 4,0	h-m	-	-	+	-
14	H-52C	<i>Bacillus cereus</i>	33,0 ± 1,7	i-n	-	-	+	-
15	K-13d	<i>Bacillus cereus</i>	35,3 ± 4,7	j-n	-	-	+	-
16	H-18A	<i>Bacillus cereus</i>	40,7 ± 4,7	l-o	-	-	-	-
17	K-21b	<i>Bacillus cereus</i>	41,7 ± 12,7	l-p	-	+	+	-
18	H-70B	<i>Bacillus cereus</i>	45,0 ± 6,2	n-q	-	-	+	-
19	K-17c	<i>Bacillus cereus</i>	51,3 ± 15,0	o-r	-	-	+	-
20	KBA-10	<i>Bacillus megaterium</i>	54,3 ± 5,1	r	-	+	+	-
21	B-6D	<i>Bacillus megaterium</i>	60,0 ± 6,6	r-s	-	+	+	-
22	K-5e	<i>Bacillus megaterium</i>	9,3 ± 2,1	ab	-	+	-	-
23	K-5c	<i>Bacillus saccharolyticus</i>	11,3 ± 2,3	ab	-	+	+	-
24	H-22A	<i>Bacillus sp.</i>	53,3 ± 5,1	p-r	-	-	+	-
25	H-32A	<i>Bacillus sp.</i>	8,0 ± 1,0	a	-	-	-	-
26	K-9d	<i>Bacillus sp.</i>	10,7 ± 1,2	ab	+	+	+	-
27	H-38A	<i>Bacillus sp.</i>	11,3 ± 2,1	ab	-	-	-	-
28	H-93C	<i>Bacillus sp.</i>	15,3 ± 0,6	a-c	-	-	+	-
29	Yonca-3	<i>Bacillus sp.</i>	17,3 ± 1,2	a-f	-	+	+	-
30	H-93A	<i>Bacillus sp.</i>	29,7 ± 3,5	e-l	-	-	+	-
31	H-33C	<i>Bacillus sp.</i>	30,0 ± 1,7	f-l	-	-	-	-
32	H-47A	<i>Bacillus sp.</i>	31,3 ± 7,6	h-m	-	+	+	-
33	H-32B	<i>Bacillus sp.</i>	35,7 ± 7,4	j-n	-	-	+	-
34	H-68B	<i>Bacillus sp.</i>	40,0 ± 3,0	l-o	-	-	+	-
35	H-87A	<i>Bacillus sp.</i>	43,7 ± 10,0	m-q	-	-	+	-
36	K-15b	<i>Bacillus sp.</i>	85,0 ± 0,0	t	-	-	+	-
37	K-22c	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	9,3 ± 1,5	ab	-	-	-	-
38	H-78A	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	16,7 ± 3,2	a-d	-	-	+	-
39	H-48B	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	19,3 ± 3,1	a-h	-	-	+	-
40	K-8e	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	9,0 ± 1,7	ab	+	+	-	-
41	H-90B	<i>Corynebacterium renale</i>	15,3 ± 1,5	a-c	-	-	+	-
42	H-71A	<i>Paenibacillus validus</i>	10,0 ± 1,7	ab	-	-	-	-
43	K-9b	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	17,0 ± 2,0	a-e	+	-	+	-
44	K-21a	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	22,0 ± 1,7	b-i	+	-	+	-
45	H-59B	<i>Vibrio hollisae</i>	12,3 ± 0,6	ab	+	-	+	-
46	H-43B	<i>Virgibacillus pantothenicus</i>	13,0 ± 1,0	ab	-	-	-	-
Antibiyosis Etki Gösterenler				Biyokimyasal Testler				
Sıra	İzolat	MIS Tanı Sonucu	Zon Çapı (mm)	KOH	F	A	L	
1	H-33B	<i>Micrococcus luteus</i>	11,0 ± 2,0	-	+	+	-	

*Aynı sütun içerisinde aynı harfler ile gösterilen uygulamalar arasında fark önemli istatistik olarak önemli bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, p≤0.01). +: Pozitif reaksiyon, -: Negatif reaksiyon, KOH: Potasyum hidroksit testi, F: fosfat çözünürlük testi, A: Azot fizaksiyonu testi ve L: levan oluşumu testi

Potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının sıvı besiyerinde hastalık etmenine karşı *in vitro* antibakteriyel etkinliği

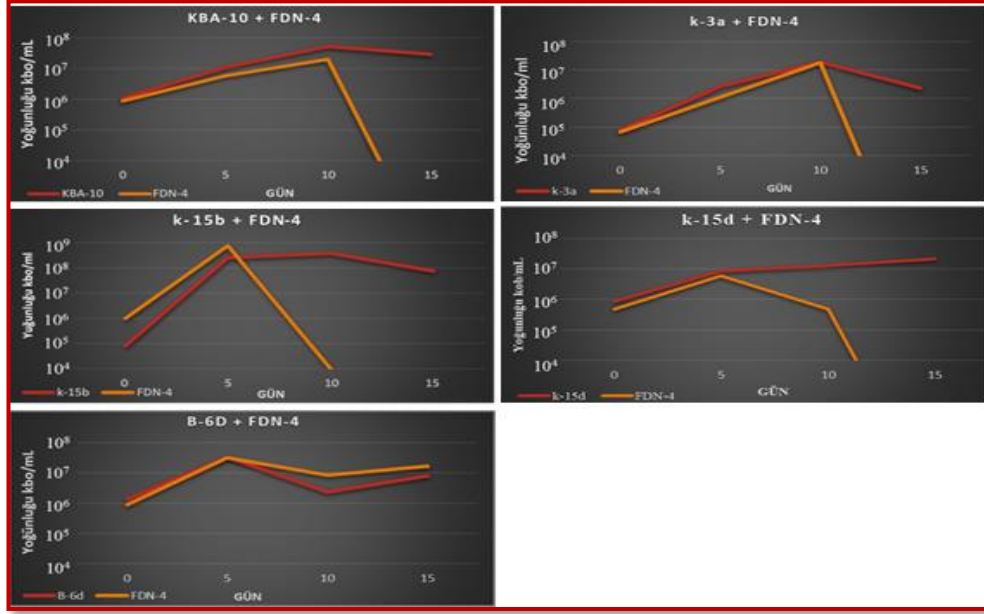
Katı besiyerinde yapılan testlerde yüksek etkiyi gösteren izolatlar; *Bacillus* sp. K-15b, *B. cereus* K-3a, *B. cereus* K-15d ve B-6D ve *B. megaterium* KBA-10 biyoajan bakterisi patojen karşı sıvı besiyerinde test edilmiş ve biyoajanların patojen bakterinin koloni oluşturan bakteri sayısı üzerine etkinliği ile ilgili sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre, başlangıçtaki bütün uygulamalarda hem patojen hem de potansiyel biyoajan bakteriler eşit yoğunlukta ayarlanmıştır. Beşinci günde bütün uygulamalarda hem patojenin hem de potansiyel biyoajanın gelişimi devam etmiştir. Onuncu günde 1, 2, 3, ve 4. uygulamalarda önemli bir değişim olmazken, 3. uygulamada (FDN-4 + K-15b) patojen yoğunluğunda (1×10^4 kob/mL) önemli bir düşüş görülmüştür. On beşinci günde ise 1, 2, 3 ve 4. uygulamalarda patojenin gelişimi tamamen durmuştur. 5. uygulamada ise patojenin gelişimi devam etmiştir.

Çizelge 6. Sıvı besiyerinde patojen ve biyoajan bakteri koloni sayıları

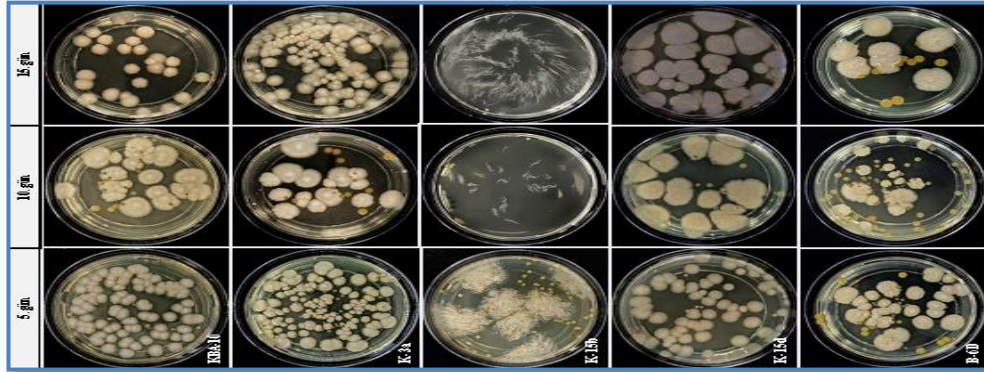
Table 6. Pathogen (bacterial blight) and bioagent bacterial colony counts in broth medium

Uygulamalar	Biyोजan/Patojen	Toplam bakteri sayıları (kob/mL)			
		0. gün	5. gün	10. gün	15. gün
1	KBA-10	10×10^6	11×10^6	52×10^7	29×10^6
	FDN-4	10×10^6	6×10^6	20×10^7	0
2	K-3a	78×10^4	27×10^6	24×10^7	23×10^6
	FDN-4	66×10^4	11×10^6	22×10^7	0
3	K-15b	80×10^4	3×10^8	4×10^8	75×10^6
	FDN-4	98×10^4	8×10^8	1×10^4	0
4	K-15d	40×10^5	42×10^6	65×10^6	1×10^8
	FDN-4	25×10^5	29×10^6	20×10^5	0
5	B-6D	11×10^5	33×10^6	20×10^5	8×10^6
	FDN-4	9×10^5	33×10^6	90×10^5	17×10^6

Bu sonuçlar daha iyi anlaşılması açısından Şekil 2'de grafik olarak ve beşinci, onuncu ve on beşinci günde yapılan sayımlara ait görseller ise Şekil 3'de verilmiştir. Bu denemede, KBA-10, K-3a, k,15b ve K-15d potansiyel bakteri izolatlarının patojen bakterinin gelişmesini 15. günde tamamen engellediği için bu izolatlar *in vivo* denemesinde kullanılmıştır.



Şekil 2. Sıvı besiyerinde patojen ve biyoajan bakteri koloni sayıları
Figure 2. Pathogen (bacterial blight) and bioagent bacterial colony counts in broth medium



Şekil 3. Sıvı besiyerinden yapılan sayımlara ait Petri denemelerindeki görseller
Figure 3. Images of Petri dish trials of bacterial blight bioagent bacterial colony counts in broth medium

Potansiyel biyoajanların fındık bitkisinde *in vivo* hastalık gelişimi üzerine etkinliklerinin belirlenmesi

Sıvı besiyerinde etkili olan 4 bakteri izolatı (*Bacillus* sp. K-15b, *B. cereus* K-3a, *B. cereus* K-15d ve *B. megaterium* KBA-10) fındık fidanlarında yapılan *in vivo* denemelerde hastalık gelişimi üzerine etkisinin test edilmesi için kullanılmıştır. Deneme kurulduktan 36 gün sonra sonuçlar değerlendirilmiş ve bu sonuçlara ait veriler Çizelge 7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; negatif kontrol olarak kullanılan

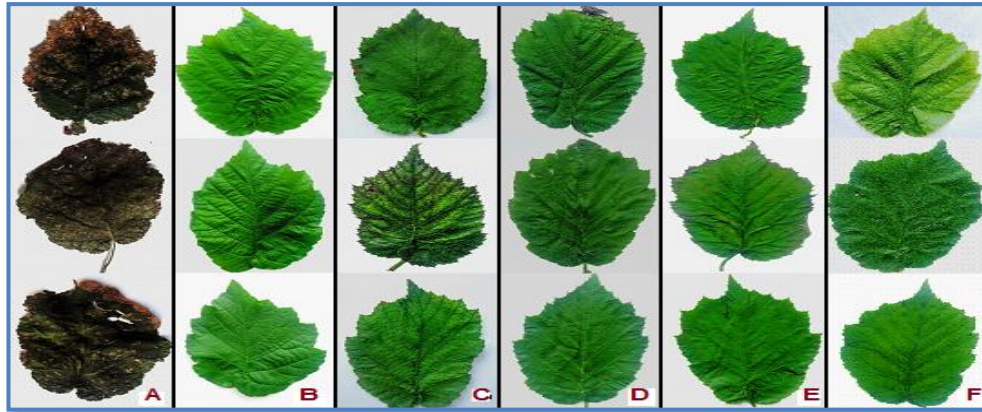
sadece saf su uygulaması yapılan yapraklarda herhangi lezyon oluşmamıştır. Sadece patojen uygulaması yapılan pozitif kontrol uygulamasında ise oluşan lezyonlar yaprağın tüm yüzeyini kaplamıştır. Hastalık skalasına göre yapılan değerlendirmede; biyoajan bakteri uygulaması yapılan yapraklarda hastalık lezyonlarının ortalama skala değeri 1 ile 1,3 arasında değişirken; sadece patojen uygulamasında (pozitif kontrol) bu değer 5 ve negatif kontrol uygulamasında ise 0 olarak değerlendirilmiştir. Biyoajanların hastalık etmeninin gelişiminin engellenmesi üzerine olan etkinliği istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Uygulamalarda *Bacillus* sp. K-15b, *B. cereus* K-3a, *B. cereus* K-15d ve *B. megaterium* KBA-10 izolatlarının yapraklardaki hastalık lezyonlarını sırasıyla %80, %80, %73,3 ve %73,3 oranında azalttığı görülmüştür. Deneme sonuçlarına ait görsel Şekil 4’de verilmiştir.

Çizelge 7. Biyoajan bakteri izolatlarının fındık fidanlarında hastalık şiddeti üzerine etkisi

Table 7. The effect of bioagent bacterial isolates on disease severity in hazelnut seedlings

Uygulamalar	Hastalık skalası*	Hastalık şiddeti üzerine etkinlik oranı (%)
Pozitif kontrol	5,0 ± 0,00 c	0,0
Negatif kontrol	0,0 ± 0,00 a	100,0
k15-d	1,0 ± 0,00 b	80,0
K-3a	1,0 ± 0,58 b	80,0
K-15b	1,3 ± 0,00 b	73,3
KBA-10	1,3 ± 0,58 b	73,3

* Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0,01$).



Şekil 4. Biyoajan bakteri izolatlarının fındık fidanlarında hastalık şiddeti üzerine etkisinden (A: Pozitif kontrol, B: Negatif Kontrol, C: KBA-10+FND-4, D: K-3a +FND-4, E: K-15b +FND-4 ve F: K-15d+FND-4)

Figure 4. The effects of potential bioagent bacterial strains on bacterial blight severity on hazelnut seedling leaves (A: Positive control, B: Negative Control, C: KBA-10+FND-4, D: K-3a +FND-4, E: K-15b +FND-4 and F: K-15d+FND-4)

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada kullanılan *X. arboricola* pv. *corylina* patojen bakteri izolatlarının tanısında; koloni morfolojisi, bazı biyokimyasal testler (KOH, YDCA'da gelişme, %2 ve %5 NaCL'de gelişme ve nişastanın hidrolizi), tütün ve domateste HR testleri ve fındık bitkisinde patojenite testleri yapılmıştır. Bu testlerde elde edilen sonuçlar, EPPO (2004), Pulawska et al. (2010) ve Prokic' et al. (2012)'in çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlik göstermiştir. *Xanthomonas* cinsine ait bakterilerde domates bitkisi daha hassas olduğu için bu bitkide yapılan HR testinin daha hassas sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Lelliot & Stead 1987). Bu çalışmada da domates bitkisinde yapılan HR testlerinde izolatlar pozitif sonuç verirken, tütün bitkisindeki testlerde sadece iki izolat (FDN-4 ve FDN-12) pozitif sonuç vermiştir.

Bu çalışmada; patojene karşı antibakteriyel aktivitesi için test edilen toplam 314 potansiyel biyoajan bakteri izolatının 47'sinin Petri denemelerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde seçilen en etkili 5 biyoajan bakteri izolatı sıvı besi ortamında da patojen bakteri izolatının gelişimine etkisinin belirlenmesi için test edilmiştir. Sıvı besi ortamında patojen gelişimini engelleyen *Bacillus* sp. K-15b, *Bacillus megaterium* KBA-10, *Bacillus cereus* K-3a ve *Bacillus cereus* K-15d izolatları iki yıllık fındık fidanlarında hastalık gelişimine etkisi için test edilmiş ve sırası ile %73.3, %73.3, %80 ve %80 oranında hastalık şiddeti üzerine etkili olduğu görülmüştür. Biyoajan bakterilerin patojen bakteriye karşı etkinliğinin belirlenmesinde patojen ile biyoajan bakterilerin koloni renklerindeki farklılıktan yararlanılarak yapılacak *in vitro* sıvı besi ortamındaki zamana bağlı olarak toplam koloni sayılarının değişiminin *in vivo* testler için bakteri seçiminde önemli bir yöntem olabileceği düşünülmektedir.

Bacillus türleri fungal hastalıklara karşı çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak bakteriyel patojenlerden *Erwinia amylovora*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseoli*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ve *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* gibi önemli bitki patojeni hastalık etmeninin biyolojik mücadelesinde de *Bacillus* cinsine dâhil bakteriyel biyoajanların kullanılabilmesini gösteren çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Bahadou et al. 2018; Sangiogo et al. 2018; Sarkar et al. 2018; Bouaichi et al. 2019; Duman & Soylu 2019; Bozkurt & Soylu 2019). Bu çalışmada, *in vitro* denemelerinde patojene karşı 36 farklı bakteri cinsine dâhil toplam 314 bakteri izolatı kullanılmış ve etkili olan izolatların %72'sinin *Bacillus* cinsine ait olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları da biyoajan bakterilerin geniş bir grubunun *Bacillus* cinsinin oluşturduğunu gösteren Dünyadaki diğer çalışmalar ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Biyolojik mücadelede özellikle *Bacillus* türlerinin kullanımı; bu türlerin hızlı bir şekilde çoğalabilmeleri, olumsuz çevresel koşullara oldukça dayanıklı olmaları ve geniş spektrumlu kontrol yeteneği sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. *Bacillus* türleri, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler içerisinde ilk sıra yer almaktadır. Patojenlere karşı etki mekanizmaları incelenirse; sistemik dayanıklılığı teşvik etmekte, yer ve besin için yüksek rekabet kabiliyetine sahip olup farklı kimyasal yapıda antimikrobiyal bileşikler (lipopeptitler, antibiyotikler ve enzimler) üretebilmektedirler (Jamil et al. 2017). *Bacillus* türleri içeren çok sayıda ticari ürün

bulunmaktadır. Bu ticari ürünlere örnek olarak Companion, Subtilex, Kodiak, Rhizo-Plus ve Quantum 4000 verilebilir (Bora & Ozaktan 1998; Kotan et al. 2009).

Bu çalışmada etkili olan iki *B. cereus* izolatının farklı bitki patojenlerine karşı biyoajan özellik gösterdiğini belirten başka çalışmalar da bulunmaktadır (Savini 2016). Sistemik dayanıklılığın teşvik edilmesi biyolojik mücadelede önemli mekanizmalardan birisidir. Yapılan bir çalışmada; *B. cereus* AR156 izolatının *Arabidopsis thaliana* bitkisinde *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*' ya karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ettiği gözlenmiştir (Niu et al. 2015). İleride yapılacak çalışmalarda bu bakteri izolatlarının fındıkta sistemik dayanıklılık mekanizması üzerine bir etkisinin olup olmadığının da ayrıca araştırılması gerekir. *B. cereus*; toprakta, bitkilerde, böceklerde ve hemen hemen her yerde bulunmaktadır. Temel olarak gıda zehirlenmesine ve göz enfeksiyonlarına neden olan bir türdür. Bu çalışmada potansiyel biyoajanların tanısı Mikrobiyal Identifikasyon Sistemi (MIS) kullanılarak yapılmıştır. Bu tanı sistemi yağ asidi metil esterlerine göre tanı yapan bir sistem olup cins düzeyinde yapılan tanıda büyük bir doğruluk oranına sahip olduğu ancak tür düzeyinde çok güvenilir tanı sonucu vermediği bilinmektedir. Bu yüzden çalışmada *in vivo* denemelere tabi tutulan ve orada etkili sonuç veren bakteri izolatları ile ilgili tanıya yönelik çalışmaların detaylandırılması gerekir. Yine ileride yapılacak toksikoloji ve ekotoksikolojik çalışmalar da bu çalışmada etkili bulunan dört farklı bakteri izolatı içerisinde hangisinin ticari formülasyon haline getirilmesi gerektiği konusunda önemli fikirler verecektir.

Bu çalışmanın *in vivo* denemesinde %73,3 oranında etki gösteren *B. megaterium* KBA-10 izolatının yapılan bir başka çalışmada; *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitiensis*'in sebep olduğu marul yaprak lekeli hastalığını %77,7 oranında engellendiği saptanmıştır (Karagoz & Kotan 2010). Yapılan bir diğer çalışmada; bu biyoajan bakteri izolatının da içerisinde bulunduğu çoklu bakteriden oluşan bir formülasyonun domates öz nekrozuna karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Aktaş & Kotan 2015). Bu çalışmalar *B. megaterium* KBA-10 izolatından geliştirilecek bir ticari formülasyonun oldukça geniş spektrumlu olabileceği, birçok hastalığın kontrol edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Dünyada ve Türkiye'de *X. arboricola* türünün farklı patovaryalarına karşı yapılan biyolojik mücadele çalışmaları bulunmaktadır. Ninot et al. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada; ceviz bakteriyel yanıklığı hastalığına sebep olan *X. arboricola* pv. *juglandis* ile kimyasal mücadelede azaltılmış ilaç denemeleri ile standart ilaç denemelerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda azaltılmış ilaçlama programlarının standart ilaç programları ile aynı ya da daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Yörük ve Mirik (2021) tarafından yapılan bir diğer çalışmada; *X. arboricola* pv. *juglandis*'e karşı potansiyel 109 biyoajan bakteri izolatının *in vitro* koşullarda etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, 80 adet izolatın farklı ölçüde inhibasyon zonu oluşturduğu, 37 adet izolatın ise patojen gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Erdal (2011) tarafından yapılan başka bir çalışmada; 28'i sağlıklı ceviz ağaçlarından izole edilen toplam 34 bakteriyel antagonist *X. a.* pv. *juglandis*'e karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda test edilmiştir. Sağlıklı ceviz ağaçlarından izole edilen *P. fluorescens* izolatları hem ceviz meyve testinde hem de ceviz fidanlarında bu patojene karşı etkili bulunmuştur. *P. fluorescens* WH-48/1a ve *P. fluorescens* +WH-68 bakteri izolatlarından oluşan kombinasyonun bu bakterilerin

tek başına yapılan uygulamalarına oranla daha etkili olduğu saptanmıştır. Referans biyolojik preparat olarak testlenen *Pantoea vagans* izolat C9-1 (syn. *P. agglomerans* C9-1, BlightBan C9-1) ise 3 farklı ceviz çeşidine ait fidanlarda ve koparılmış ceviz meyvelerinde hastalığı engellemiştir. Bir diğer çalışmada; *X. arboricola* pv. *pruni*'ye karşı *Pseudomonas aeruginosa* tarafından üretilen metabolitlerin antibiyotik aktivitesi *in vitro* ve sera koşullarında test edilmiş ve bu patojenin mücadelesinde kullanılabilmesi saptanmıştır (Silva Vasconcellos et al. 2014). Kawaguchi et al. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise; patojenik olmayan *Xanthomonas campestris* izolatlarının iki farklı süspansiyonu *X. arboricola* pv. *pruni*'ye karşı seftali ağaçlarında test edilmiştir. Her bir uygulamanın yapraklardaki leke sayısını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Son yıllarda fındık bakteriyel yanıklık hastalığının ülkemizde yaygınlığı ve çeşit duyarlılığı ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Karahan et al. (2013) tarafından 2007–2010 yıllarında; Sakarya, Düzce, Zonguldak, Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon illerindeki fındık bahçelerinde hastalığın yaygınlığının araştırılmış ve hastalığın yaygınlığının %1.2 ile % 14.9 arasında değiştiği bildirilmiştir. Akın (2012) yaptığı bir çalışmada; toplam 16 fındık çeşidinin *X. arboricola* pv. *corylina*'ya karşı duyarlılığı araştırılmış, %17,57 oran ile İncekara çeşidinin en dayanıklı, %77,51 ile Yassı Badem çeşidinin ise en duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada *X. arboricola* pv. *corylina*'nın biyolojik mücadelesinde etkili olan bakterilerin büyük bir çoğunluğunun fosfat çözebildiği ve azot fiksasyonu yapabildiği görülmüştür. Hatta fındık bitkisinde yapılan *in vivo* denemelerde kullanılan potansiyel biyoajan bakteri izolatlarının tamamının azot fiksasyonu kabiliyetine sahip olduğu görülmüştür. PGPB'lerin etki mekanizmaları içerisinde azot fiksasyonun önemli bir yer tutmaktadır (Glick 2012; Jamil et al. 2017). Azot fiksasyonu sadece bitki kök bölgesinde olan bir olay değildir. Bitkilerin yapraklarında gelişen bazı bakterilerin de azot fiksasyonu yapabildiği ve bu bakterilerin bitki gelişimine de önemli katkılar sağlarken aynı zaman da yaprak patojenleri ile rekabete girerek bitkileri patojen saldırılarına karşı da koruyabildikleri tespit edilmiştir (Furnkranz et al. 2008; Glick 2012). Bu çalışmada etkili olan 4 bakteri izolatının hem azot fiksasyonu özelliğine sahip olması hem de *X. arboricola* pv. *corylina*'nın kontrolünde oldukça etkili olması ileride geliştirilecek ticari bir formülasyonun hem bitki koruma hem de bitki besleme ürünü olarak fındık üretimine önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Yaptığımız literatür araştırmasında ülkemizin yanısıra, dünyada *X. arboricola* pv. *corylina*'nın biyolojik mücadelesinde antagonist bakterilerin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır (Lamichhane, & Varvaro 2014). Diğer yandan, taksonomik olarak bu patojene yakın olan *Xanthomonas arboricola*'nın diğer patovaryantları ile ilgili iki çalışmaya rastlanmıştır. Erdal, (2011) tarafından yapılan bir çalışmada; ceviz yanıklığına neden olan *X. arboricola* pv. *juglandis*'in biyolojik mücadelesinde *P. fluorescens* ve *P. agglomerans*'in bazı izolatlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada *X. arboricola* pv. *pruni*'ye karşı patojen olmayan *Xanthomonas campestris* izolatının hastalığı %69 oranında azalttığı bildirilmiştir (Kawaguchi et al. 2014). Bu çalışmanın *in vivo* denemelerinde 1 *Bacillus* sp. (K-15b), 1 *B. megaterium* (KBA-10) ve 2 *B. cereus* (K-15d, K-3a) izolatının *X. arboricola* pv. *corylina*'nın kontrolünde etkili olduğu görülmüştür. Bu

yönü ile çalışma Dünyada *X. arboricola* pv. *corylina*'nın biyolojik mücadelesinde bakterilerin kullanılabileceğini gösteren ilk çalışmadır. Ancak çalışma sonucunun uygulamaya aktarılabilmesi için formülasyon, toksikolojik ve ekotoksikolojik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Akın M., 2012. Türk fındık çeşitlerinin (*Corylus avellana* L.) bakteriyel yanıklık hastalığına (*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*) karşı tolerans telirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu. 38 s.
- Aktaş S. & R. Kotan, 2015. Domates öz nekrozuna neden olan tmenlere karşı PGPR ve biyojan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarında biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 7(2): 89-110.
- Alay K., N. Altınyay, Ö. Hancıoğlu, F. Dünder & A. Ünal, 1973. Karadeniz Bölgesi fındıklarında dal kurumaları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 13(4): 202-213.
- Apet K.T., R.C. Agale, O.S. Thakur & M.R. Tambe, 2018. Efficacy of bioagents and botanicals against *Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae* causing bacterial blight of pomegranate. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Special Issue (6): 1905-1909.
- Bahadou S.A., A. Quijja, A. Karfach, A. Tahiri & R. Lahlali, 2018. New potential bacterial antagonists for the biocontrol of fire blight disease (*Erwinia amylovora*) in Morocco. *Microbial Pathogenesis*, 117: 7-15.
- Bars H.P., 1913. Oregon Experiment Station Biennial Crop Pest and Horticulture Report: A new Filbert disease in Oregon. Oregon.
- Bora T. & H. Özaktan, 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1. Baskı, İzmir, 183 s.
- Bouaichi A., R. Benkirane, S. El-Kinany, K. Habbadi, H. Lougraimzi, S. Sadik & E. Achbani, 2019. Potential effect of antagonistic bacteria in the management of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Journal Of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8(4): 1035-1040.
- Bozkurt İ.A., & S. Soylu, 2019. Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16: 348-361
- Brown M.E., S.K. Burlinghan & M.R. Jackson, 1962. Studies on *Azotobacter* species in soil: Comparison of media and techniques for counting *Azotobacter* in soil. *Plant and Soil*, 17(3): 309-319.
- Chavan N.P., R. Pandey, N. Nawani, R.K. Nanda, G.D. Tandon, & M.B. Khetmalas, 2016. Biocontrol potential of Actinomycetes against *Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae*, a causative agent for oily spot disease of pomegranate. *Biocontrol Science and Technology*, 26(3): 351-372.
- Cisneros R.C.A., P.M. Sanchez de & F.J.F. Menjicar, 2017. Identification of phosphate solubilizing bacteria in a Andisol of Colombian coffee region. *Revista Colombiana de Biotecnologia*, 14 (1): 21-28.
- Duman K., & S. Soylu, 2019. Characterization of plant growth-promoting traits and antagonistic potentials of endophytic bacteria from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Bitki Koruma Bülteni*, 59:59-69.
- EPPO, 2004. EPPO Diagnostic protocols for regulated pests – PM 7/22. *Xanthomonas campestris* pv. *corylina*. *Bulletin OEPP/EPPO*, (34): 155-157.
- Erdal M., 2011. Batı Anadolu'da ceviz bakteriyel yanıklığı etmeni *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*'in tanısı ve entegre mücadele olanakları üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. 115 s.

- FAO., 2018. FAOSTAT: URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 12 Şubat 2019).
- Fürnkranz M., W. Wanek, A. Richter, G. Abell, F. Rasche & A. Sessitsch, 2008. Nitrogen fixation by phyllosphere bacteria associated with higher plants and their colonizing epiphytes of a tropical lowland rainforest of Costa Rica. *The ISME Journal*, 2: 561–570.
- Glick B.R., 2012. Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012: 1-15.
- Jamil S., T. Hui & J. Mingshan, 2017. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 31(3): 446-459.
- Karagöz K. & R. Kotan, 2010. Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve bakteriyel yaprak lekeli hastalığı üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(2): 165-179.
- Karahan A., 2018. Fındıklarda Bakteriyel Yanıklık. Bitki Bakteri Hastalıkları. (Editör: Saygılı H., Y. Aysan, F. Şahin, S. Soylu ve M. Mirik, 2018. Bitki Bakteri Hastalıkları. Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ, ISBN: 978-6054-2655-4-1., 211-216.
- Karahan A., Ş. Altundağ, H. Duran & A.O. Kiliç, 2013. Karadeniz bölgesinde fındık bakteriyel yanıklığı (*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.) hastalığının yaygınlığı üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(3): 159-174.
- Kawaguchi A., K. Inoue & Y. Inoue, 2014. Biological control of bacterial spot on peach by nonpathogenic *Xanthomonas campestris* strains AZ98101 and AZ98106. *Journal of General Plant Pathology*, 80: 158-163.
- Khodakaramian G., A. Heydari & G.M. Balestra, 2008. Evaluation of *Pseudomonads* bacterial isolates in biological control of citrus bacterial canker disease. *International Journal of Agricultural Research*, 3(4): 268-272.
- Klement Z. & R.N. Goodman, 1967. The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 5: 17-44.
- Klement Z., K. Rudolph & D.C. Sands, 1990. Methods in Phytobacteriology. Akadémiai Kiado. Budapest, 547 p.
- Kotan R. & F. Sahin, 2002. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 111-119.
- Kotan R., 1998. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojik savaşta actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Erzurum. 47 s.
- Kotan R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen ve saprofitik bakteriyel organizmaların klasik ve moleküler metotlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Erzurum. 217 s.
- Kotan R., N. Dikbas & H. Bostan, 2009. Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. *African Journal of Biotechnology*, 8(1): 209-214.
- Lamichhane J.R. & L. Varvaro, 2014. *Xanthomonas arboricola* disease of hazelnut: Current status and future perspectives for its management. *Plant Pathology*, 63(2): 243-254.
- Lelliot R.A. & D.E. Stead, 1987. Methods For the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Black Well Scientific Publication, 157 p, Oxford, USA.
- Li S.B., M. Fang, R.C. Zhou & J. Huang, 2012. Characterization and evaluation of the endophyte *Bacillus* B014 as a potential biocontrol agent for the control of *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* induced blight of anthurium. *Biological Control*, 63(1): 9-16.

- Lopes L. P., A.G. Oliveira Jr, J.P. Beranger, C.G. Góis, F.C. Vasconcellos, J.A. San Martin & G. Andrade, 2012. Activity of extracellular compounds of *Pseudomonas* sp. against *Xanthomonas axonopodis* in vitro and bacterial leaf blight in eucalyptus. *Tropical Plant Pathology*, 37(4): 233-238.
- Miller P.W., P.W. Bollen & J.E. Simmons, 1949. Filbert Bacteriosis and its Control. Oregon Agricultural Experimental Station, 107p, Oregon, USA.
- Moore L.W., H.B. Lagerstedt & N. Hartmann, 1974. Stress predisposes young filbert trees to bacterial blight. *Phytopathology*, 64: 1537–1540.
- Nashwa S.M., 2011. Biological control of common blight of bean (*Phaseolus vulgaris*) caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* by using the bacterium *Rahnella aquatilis*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40(20): 1966-1975.
- Ninot A.A., N.C. Moragrega & E. Montesinos, 2002. Evaluation of a reduced copper spraying program to control bacterial blight of walnut. *Plant Disease*, 86(6): 583-587.
- Niu, D., J. Xia, C. Jiang, B. Qi, X. Ling, S. Lin & H. Zhao, 2015. *Bacillus cereus* AR156 primes induced systemic resistance by suppressing miR825/825* and activating defense-related genes in *Arabidopsis*. *Journal Of Integrative Plant Biology*, 58(4): 426–439.
- Prokic', A., K. Gasic', M.M. Ivanovic', N. Kuzmanovic', M. Sevic', J. Pulawska & A. Obradovic, 2012. *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* detection and identification methods. *Journal of Plant Pathology*, 99(1): 127-133.
- Pulawska J., M. Kaluzna, A. Kolodziejska & P. Sobiczewski, 2010. Identification and characterization of *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* causing bacterial blight of hazelnut: a new disease in Poland. *Journal of Plant Pathology*, 92(3): 803-806.
- Salah E.K., T. Marimuthu, D. Ladhakshmi & R. Velazhahan, 2007. Biological control of bacterial blight of cotton caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* with *Pseudomonas fluorescens*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40(4): 291-300.
- Sands D.C., 1990. Physiological criteria-determinate tests. In: Methods in Phytobacteriology. Ed: Klement, Z.; Rhudolp, K.; Sands, D. C., Academia Kiado, 104p, Budapest, Hungary.
- Sangiogo M., D.R. Pimentel, R. Moccellini, J.M. Murcia Bermudez, B.C. Obes & A.M. Bittencourt, 2018. Foliar spraying with bacterial biocontrol agents for the control of common bacterial blight of bean. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 53(10): 1101-1108.
- Sarkar D., F. Hossain, Z. Hasan, F.Z. Zannati, A. Roushan, F. Hasan & B. Sikdar, 2018. PCR amplification and sequencing Of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in citrus canker and its antagonistic control measures. *Journal of Intentional Academic Research For Multidisciplinary*, 5(12): 1-15.
- Savini V., 2016. The Diverse Faces of *Bacillus cereus*. Academic Press, 159 p, Pescara, Italy.
- Schaad N.W., J.B. Jones & W. Chun, 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria 3rd ed. APS Press, St Paul, USA.
- Silva Vasconcellos, F., A. de Oliveira, L. Lopes-Santos, A. Oliveira Beranger, M. Torres Cely, A. Simionato, J. Pistori, F. Spago, J. de Mello, J. San Martin, C. Jesus Andrade & G. Andrade, 2014. Evaluation of antibiotic activity produced by *Pseudomonas aeruginosa* LV strain against *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. *Agricultural Sciences*, 5: 71-76.
- Ulusal E., & H.M. Aksoy, 2017. Samsun İlinde fındık bakteriyel yanıklık etmeni *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*'nın yaygınlık durumunun ve TİP III efektör R genlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. 69 s.
- Vauterin L., B. Hoste, K. Kersters & J. Swings. 1995. Reclassification of *Xanthomonas*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 45: 472-489.
- Yörük B. & M. Mirik, 2018. Ceviz bakteriyel etmeni *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*' e karşı antagonist bakteriyel izolatların *in vitro* koşullarda biyokontrol etkinlerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3): 569-577.

Özgün makale (Original article)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde pamuk ekiliş alanlarındaki yaprakpireleri (Hemiptera: Cicadellidae) ile birlikte avcı böceklerin belirlenmesi*

Determination of leafhoppers and predators in cotton areas in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye

Tahir UĞUR¹, Erol BAYHAN²

Abstract: The Southeastern Anatolia Region includes nearly 60% of Türkiye's cotton production areas. Although there are many factors affecting cotton yield and quality, leafhoppers are one of the main factors. There are many methods used for the control of harmful insects, an important one of which is biological control. This study was carried out in the years 2021 and 2022. The aim was to determine the predators present in cotton fields where leafhoppers were common in Şanlıurfa, Diyarbakır and Mardin Provinces, which are important cotton production areas. Surveys were carried out weekly with sweep nets and by visual inspection. The predatory species collected were prepared for identification in the laboratory and identified by a specialist. Species belonging to the families Chrysopidae, Coccinellidae, Lygidae, Miridae and Nabidae were identified. Among the predators, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia variegata* Goeza (Coleoptera: Coccinellidae) and *Geocoris megacephalus* Rossi (Hemiptera: Lygidae) were widespread.

Keywords: Southeast Anatolia Region, Cotton, Leafhoppers, Predators

Öz: Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye pamuk üretim alanlarının yaklaşık%60'ına yakın kısmını kapsayan bir bölgedir. Pamuk üretim alanlarında üretimi, kaliteyi ve verimi etkileyen pek çok etmen bulunmakla beraber, yaprakpireleri bu etmenler arasında önemli bir yere sahiptir. Zararlı türler ile mücadelede pek çok yöntem bulunmaktadır. Bunlar içinde Biyolojik Mücadelede önemli bir yere sahiptir. Çalışmada 2021 ve 2022 yıllarında ülkemizde pamuk tarımı yapılan alanlar içerisinde pamuk üretimi açısından önemli bir alana sahip olan Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin İllerinde pamuk üretim alanlarında yaprakpireleri ile birlikte görülen avcı böceklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Avcı böceklerin saptanmasında atrap ve gözle kontrol metodu kullanılmıştır. Survey çalışmaları Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin illerinde pamuk ekim alanlarında, özellikle son yıllarda yaprak piresinin yoğun olarak

¹Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

* Bu çalışma doktora çalışmasının bir kısmı olup, DÜBAP (Proje No: FBE.21.021) tarafından desteklenmiştir (This study is a part of the doctoral program and received by DUBAP Project No: FBE.21.021).

Sorumlu yazar (Corresponding author): thgr21@gmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0001-7901-0291, 0000-0002-7579-586X

Alınış (Received): 6 Kasım 2022

Kabul ediliş (Accepted): 20 Şubat 2023

görüldüğü yerlerde haftalık periyotlarla yürütülmüştür. Elde edilen faydalı türler laboratuvarında teşhise hazır hale getirilerek konu uzmanlarına teşhis ettirilmiştir. Teşhisler sonucunda; Coccinellidae, Miridae, Lygidae, Nabidae ve Chrysopidae familyalarına ait türler belirlenmiştir. Saptanan türler arasında, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia variegata* Goeza (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Geocoris megacephalus* Rossi (Hemiptera: Lygidae, Geocorinae) türlerinin yoğun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Pamuk, Yaprakpireleri, Avcı Böcekler,

Giriş

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), endüstriyel alanda kullanılan ve ekonomik değeri açısından önemli bir yere sahip olan bir endüstri bitkisidir. Dünya pamuk üretiminin yaklaşık % 80'i Çin, Hindistan ve ABD'nin başta olduğu çok az sayıda ülke tarafından yapılmaktadır (Anonymus 2019). Dünyada pamuk üretim alanlarında 2020/2021 yılında düşüş olduğu görülmekle beraber bu düşüşün sebebinin Covid-19 salgınının etkisi olduğu düşünülmektedir (Tokel 2021).

Türkiye'de pamuk ekimi Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde geniş alanlarda yapılmaktadır. Türkiye'de 3.58 milyon dekar alanda pamuk üretimi yapılmaktadır (Türemen 2022). Türkiye pamuk üretiminin %60'ı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2.9 milyon dekarlık alanda yapılmakta olup (Melik 2022), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde pamuk üretimi ağırlıklı olarak Şanlıurfa ve Diyarbakır İllerinde yapılmaktadır (Türemen 2022).

Son yıllarda, GAP Projesiyle bölgede sulanabilir yeni tarım alanlarının artışıyla birlikte, pamuk ekiliş alanlarında da artış meydana gelmiştir. Bu artış ile doğru orantılı olarak pamuk tarlalarında hastalık ve zararlıları ile yabancı ot sorunlarının artacağı araştırmacılar tarafından öngörülmüştür. Bu kapsamda GAP Bölgesi'ndeki pamuk üreticilerinin bilinçsiz pestisit uygulamaları ile doğal düşmanların tehlikede olduğu bildirilmiştir (Bayhan et al. 2015). Artan maliyet, bilinçsiz mücadele ve işçilik gibi girdilerin giderek arttığı pamuk yetiştiriciliğinde çevreyle dost olabilecek her türlü entegre mücadele yöntemlerinin önemli olduğu ve desteklenmesi gerektiği görülmektedir (Çopur 2018). Pamuğun yaklaşık 1336 tür böceğe konukçuluk ettiği ve bunlardan bir kısmı pamuk ile beslenmezken diğerlerinin pamuk bitkisinin farklı aksamaları ile beslendiği bildirilmiştir (Rajendran et al. 2018). GAP bölgesinde de pamuk bitkisinde birçok zararlı olduğu bilinmektedir ve bu zararlı türlerden biri de olgunlaşma döneminde zarar oluşturan yaprakpireleri (Hemiptera: Cicadellidae)'dir (Eren 2015). Moffitt & Reynolds (1972) tarafından California (A.B.D.)'da yapılan bir çalışmada pamuk bitkisinin ilk üç önemli zararlıları arasında yaprakpirelerinin olduğu bildirilmiştir Yaprakpirelerinin yaprakların alt yüzeylerinde beslenmesi sonucunda parlak ince bir tabaka şeklinde bir zarar meydana getirmektedir (Karaat et al. 1987; Anonymous 2008) Yaprakpirelerinin Ege Bölgesi'nde pamuk bitkisinde meydana getirdiği zarar ve verim kayıpları üreticiler tarafından fark edilmeye başlandığı gözlemlenmiştir (Dündar et al. 2012).

Pamuk yetiştiriciliğinde Türkiye'de olduğu gibi dünyada yoğun bir insektisit kullanımı olmaktadır (Bayhan et al. 2015; Demiröz 2015). GAP bölgesinde pamukta özellikle yaprakpirelerinin önemli zararlar oluşturduğu (Dündar et al. 2012) ve

bunlara karşı yoğun bir insektisit kullanıldığı bilinmektedir. Kullanılan pestisitlerin pamuk tarlalarında faydalı böcekler olumsuz etkileri olmaktadır (Melik 2022; Kwizera 2017; Kurt & Bayhan 2019). Özellikle doğal denginin daha fazla bozulmaması açısından mutlaka mevcut biyolojik mücadele etmenlerinin belirlenmesi ve biyolojik mücadelede ümitvar olan faydalı organizmaların saptanması çok önemlidir.

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en fazla pamuk ekim alanına sahip Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin İllerindeki pamuk tarlalarında son yıllarda popülasyon yoğunluklarının arttığı ve verim kayıplarına sebep olduğu gözlenen yaprakpirelerinin ve avcı böceklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2021 ve 2022 yıllarında GAP Bölgesi içerisinde yer alan en fazla pamuk ekim alanlarına sahip il ve ilçelerde yürütülmüştür. Diyarbakır (Bismil, Çınar, Ergani, Sur ve Yenişehir), Şanlıurfa (Haliliye, Siverek, Harran, Akçakale, Eyyübiye ve Viranşehir) ve Mardin (Derik ve Kızıltepe) illerinde yürütülmüş olup, yaklaşık 11.980 da pamuk ekim alanında (Çizelge 1) survey yapılmıştır.

Çizelge 1. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin İlleri pamuk üretim alanlarında yapılan surveylere ait bilgiler

Table 1. Survey information for the predators of leafhoppers in cotton production areas of Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin Provinces, Türkiye

İl	İlçe	Toplam Kontrol Alanı (da)	Örnekleme Sayısı (Adet)
Şanlıurfa	Viranşehir	975	18
	Harran	1280	17
	Siverek	470	7
	Akçakale	750	13
	Haliliye	535	8
	Eyyübiye	120	5
Mardin	Kızıltepe	1460	23
	Derik	670	9
Diyarbakır	Bismil	2450	24
	Sur	400	13
	Yenişehir	335	18
	Ergani	320	7
	Çınar	2215	17

Örnekleme 31 Mayıs 2021 - 25 Ekim 2021 ve 30 Mayıs 2022 - 19 Eylül 2022 tarihleri arasında pamuk yetiştirme sezonlarının başından hasat dönemlerine kadar haftalık aralıklarla surveyler yapılmıştır.

Gözle kontrol yöntemi

Çalışmanın yürütüldüğü pamuk alanlarında haftalık periyotlarda gözle kontrol yöntemi ile surveyler yapılmıştır. Bu surveylerde tarlayı temsil edecek şekilde en az 3 farklı yerde rastgele seçilen 10 pamuk bitkisi üzerinde görülen böcekler ağız

aspiratörü ile alınmış ve toplanan bireyler etiket bilgisiyle birlikte poşetlere konulmuştur. Daha sonra laboratuvarında böcek öldürme kaplarında tutularak uygun şekillerde faydalı ve zararlı olmak üzere ayrımları yapılarak teşhise hazırlanmıştır. Teşhise hazır hale getirilen örnekler konu uzmanlarına gönderilmiştir.

Atrap ile toplama yöntemi

Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin’de söz konusu ilçelerdeki pamuk üretim alanlarında yapılan surveylerde tarlanın 20-25 m içerisinde başlanmak üzere köşegenleri doğrultusunda 15-20 adımda bir atrap (standart, 90 cm sap uzunluğu ve 38 cm çember çapında) sallamak suretiyle toplamda 50 atrap sallanarak örnekleme yapılmıştır. Atrapta elde edilen örnekler öldürme şişesinde öldürüldükten sonra etiket bilgisiyle birlikte poşetlere konulmuştur. Daha sonra bu örnekler laboratuvarında uygun şekillerde faydalı ve zararlı olarak ayrımları yapılmıştır. Örnekler teşhise hazırlanarak, uzman kişilere gönderilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde 2021 ve 2022 yıllarında yürütülen bu çalışma ile yaklaşık 11.980 da pamuk alanında yaprakpireleri ile birlikte görülen avcı böceklerin surveyleri yapılmış olup, toplamda, 179 örnek alınmıştır (Çizelge 1).

Çalışma yürütülen alanlarda yapılan gözle kontrol ve atrapla toplama yöntemleri ile elde edilen örnekler, teşhis sonuçlarına göre yaprakpireleri ve yaprakpireleri ile beslenen (Çizelge 2) avcı böceklerin il ve ilçe bazlı olarak kayıt altına alınmıştır (TAGEM 2022). Çalışma yapılan alanlarda yaprak piresi popülasyonunun varlığı ve yoğunluklarında göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 1’de belirtilen alanlarda surveyler sonucunda; Cicadellidae familyasına bağlı *Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* Paoli türleri ile Coccinellidae, Miridae, Lygaeidae ve Nabidae familyalarına bağlı faydalı avcı türler tespit edilmiştir. Bunlar; 7 tür Coccinellidae, 1 tür Miridae, 5 tür Lygaeidae, 2 tür Nabidae ve 1 tür de Chrysopidae familyalarına ait türler Çizelge 3’te gösterilmiştir.

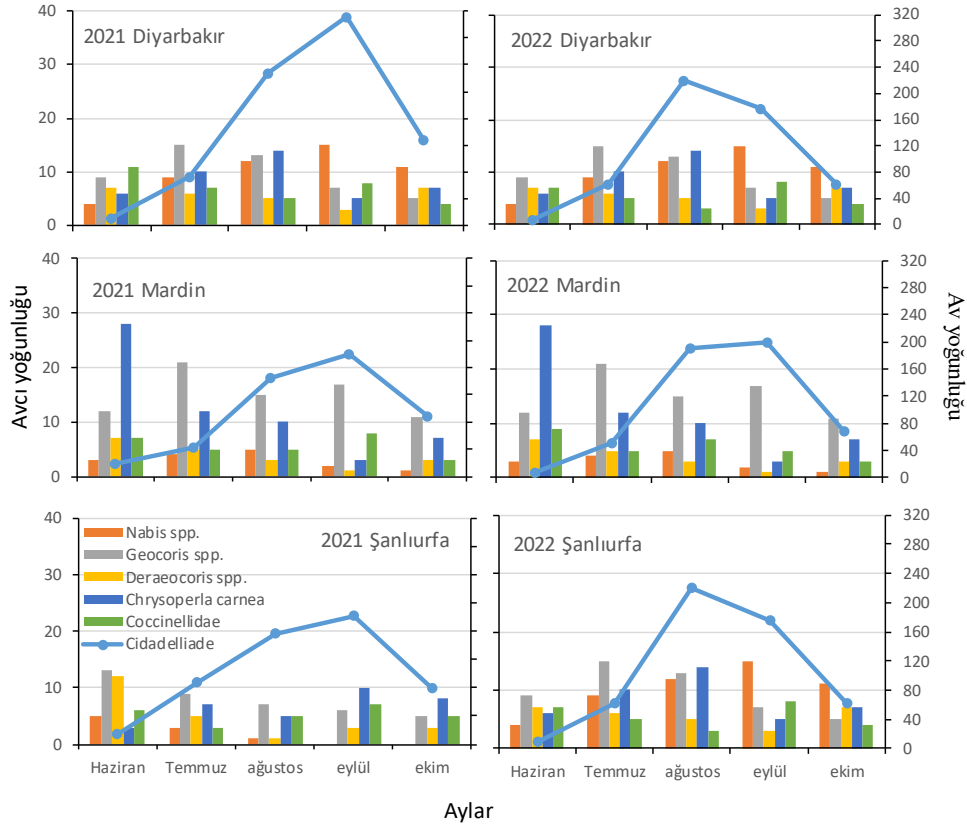
Çizelge 2. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin İllerinde yaprakpireleri ile beslenen avcı böcek türleri

Table 2. Predatory insect species feeding on leafhoppers in cotton fields in Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin Provinces, Türkiye

Takım	Familya	Türler
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant)
		<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus)
		<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus)
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)
		<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus)
		<i>Nephus nigricans</i> (Weise)
Hemiptera	Lygaeidae	<i>Geocoris megacephalus</i> (Rossi)
	Nabidae	<i>Nabis punctatus</i> Costa
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carne</i> (Stephens)

Yaprakpireleri ile beslenen avcı böceklerin 2021 ve 2022 yıllarında yürütülen çalışmada elde edilen türlere bakıldığında çeşitlilik olarak Coccinellidae familyasına ait oldukları görülmektedir. Özellikle Ağustos ve Eylül aylarında yüksek popülasyonda olduğu görülen yaprakpirelerine bakıldığında, avcı böceklerin bir kısmının popülasyonunun da arttığı görülürken bazılarının ise azaldığı görülmektedir (Şekil 1). Çalışma sırasında, Chrysopidae, Miridae ve Coccinellidae familyasındaki avcı böcek sayıları tespit edilen diğer familyalardaki avcı böceklere oranla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen örneklerin teşhisleri sonucunda avcı böcek türlerinin illerdeki durumu Çizelge 3’de verilmiştir. Avcı böcek sayılarının kimyasal mücadelenin fazla olduğu Şanlıurfa’da ekim alanının çok yüksek olmasına rağmen daha düşük sayıda olduğu, ilaçlama sayısının daha az olduğu Mardin ve Diyarbakır’da ise avcı böcek sayısının daha fazla olduğu görülmüştür.

Surveyler sonucunda alınan örnekler yaprakpirelerinin ve yaprakpireleri ile beslenen avcı böceklerin sayımları aylık ortalama olarak verilmiştir. Sonuçlara istinaden 2021 yılında Mardin ilinde *Geocoris* spp. yoğun olduğu görülürken, Diyarbakır’da *Geocoris* spp. ile birlikte *Nabis* spp. ve Coccinellidae familyasına bağlı türlerin yoğunluğu dikkat çekmektedir. Şanlıurfa’da *Geocoris* spp. ve *Deraeocoris* spp. familyasına bağlı türlerin Haziran ayındaki yoğunluğu dikkat çekmiştir. Mardin ilinde 2022 yılında *Chrysoperla carnea* yoğunluğu Haziran ayında fazla iken Diyarbakır ve Şanlıurfa sezon boyunca 2021 yılında olduğu gibi arazide mevcut olduğu sonucuna varılmıştır. Her iki yılda da görülen avcı böcek popülasyonları bölgede yapılan ilaçlamalara ve mücadelelere göre değiştiği görülmektedir. İlaçlamanın daha az olduğu Haziran ayında avcı böcek sayıları yoğun olurken, yapılan mücadele yöntemine göre sonraki dönemde sayılarına bakılarak *C. carnea*’nın hızlı bir şekilde değişim gösterdiği görülmüştür.



Şekil 1. 2021 ve 2022 yılları yaprak piresi ve yaprak piresi ile beslenen avcı böceklerin popülasyon yoğunluğu

Figure 1. The population densities of leafhoppers and predatory insects feeding on them in cotton fields in Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin Provinces, Türkiye in 2021 and 2022

Bu çalışmada diğer zararlı türler ile birlikte *Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* (Paoli) türleri tespit edilmiştir. Çalışmada zararlının en yoğun görüldüğü dönemde gözle kontrol yöntemine göre bitki başına ortalama 40-50 arası birey görülmekte iken atrap başına ise bu sayının 5-13 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yaprakpireleri popülasyonunun 2021 ve 2022 yıllarında pamuk yetiştiriciliğinde hasada kadar olan sürede Ağustos ayında artmaya başladığı, Eylül ayında popülasyon ortalamasının yüksek olduğu ve Ekim ayında popülasyonun hızla düştüğü gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde 2021-2022 yılları arasında pamuk alanlarında bulunan yaprakpireleri ve avcı böcek türleri
Table 3. Leafhoppers and predatory insect species collected in cotton fields in Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin Provinces of Türkiye in 2021-2022

Takım	Familya	Türler	Şanlıurfa	Diyarbakır	Mardin
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Stethorus gilvifrons</i> (Mulsant)	+	+	+
		<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus)	-	+	+
		<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus)	-	+	+
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze)	+	+	+
		<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus)	+	+	+
		<i>Nephus nigricans</i> (Weise)	+	-	+
		<i>Deraeocoris serenus</i> (Douglas & Scott)	-	+	-
Hemiptera	Miridae	<i>Deraeocoris serenus</i> (Douglas & Scott)	-	+	-
	Lygaeidae	<i>Geocoris erythrocephalus</i> (Lepelletier & Serville)	+	+	-
		<i>Geocoris megacephalus</i> (Rossi)	+	+	+
		<i>Geocoris punctipes</i> (Say)	+	+	-
		<i>Geocoris pallidipennis</i> (Costa)	+	-	+
		<i>Geocoris putonianus</i> Bergroth	+	+	-
		<i>Nabis pseudoferus orientarius</i> Remane	+	+	+
<i>Nabis punctatus</i> Costa	+	+	+		
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carne</i> (Stephens)	+	+	+
Hemiptera	Cicadellidae	<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli)	+	+	+
		<i>Empoasca decipiens</i> (Paoli)	+	+	+

Çalışmada Diyarbakır ilinde *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) ve *Hippodamia variegata* (Goeze) türlerinin yoğunluklarının diğer avcı böcek yoğunluklarına oranla fazla olduğu görülmüştür. Mardin 'de *Chrysoperla carne* (Stephens), *Geocoris megacephalus* (Rossi) ve *Geocoris punctipes* (Say) türlerinin diğer avcı türlerden yoğun olduğu görülmüştür. Şanlıurfa'da ise *Geocoris megacephalus* (Rossi), *Nabis* (*Nabis*) *pseudoferus orientarius* (Remane 1962), ve *Nabis punctatus* A. Costa, 1847 türlerinin diğer avcı türlere oranla fazla olduğu görülmüştür.

Çalışmanın yürütüldüğü alanlarda yaprakpirelerinin pamuk bitkisinin olgunlaşma döneminde yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Melik (2014)'in Şanlıurfa'da pamuk üretim sezonu boyunca yürüttüğü çalışmada, zararlı emici

böceklerin doğal düşmanlarını tarla koşullarında takip etmiştir. Araştırmacının çalışmasında bazı yararlı türler (*Nabis* sp., *Geocoris* spp., *Orius* sp. ve *Deraeocoris* sp., *Scymnus* sp., *Coccinella septempunctata*, *Adonia variegata*, *Chrysoperla carnea*) olduğunu bildirmiştir. Yine Şanlıurfa (Harran)'da yürütülen başka bir çalışmada ise pamuk alanlarında zararlı olan beyazsinek ile doğal düşmanlarının popülasyon değişimleri araştırılmıştır (Mamay & Yücel 2005). O çalışmada; *Stethorus gilvifrons* (Mulsant), *Piocoris* sp., *Cardiastethus* sp., *Adonia variegata* (Goezze), *Geocoris megacephalus* (R), *Nabis punctatus* (Costa), *Camptobrochis* sp., ve *Chrysoperla carnea* (Stephens) türleri belirlenmiştir. Göven & Efil (1992) Güneydoğuda Bölgesi pamuk alanlarında yaptıkları çalışmada; *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Geocoris* spp. (Hemiptera: Lygaeidae), *Nabis* spp. (Hemiptera: Nabidae) ve *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) türlerini saptamışlardır. Bu çalışmada tespit edilen predatör türleri ile ülkemizde daha önce pamukta yürütülen çalışmalarda tespit edilen predatör türler ile benzerlik göstermektedir.

Ülkemizde pamuk üretimi yapılan diğer bölgelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Atakan & Özgür (1994)'a göre Çukurova'da yaprakbitlerinin yoğun bulunduğu yerlerde saptanan doğal düşmanların *Scymnus* spp, *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Orius* spp. ve *Deraeocoris pallens* (Reul.) predatör türlerin bulunduğu görülmektedir. Aydın ilinde pamuk tarlasında zararlı ve doğal düşmanlar ile ilgili yapılan bir çalışma sonucunda ise *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Chrysopidae), *Adonia variegata* (Goeze) (Coccinellidae), *Nabis* spp. (Nabidae), *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coccinellidae), *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus (Coccinellidae), *Orius* spp. (Anthocoridae), *Stethorus* spp. (Coccinellidae), *Geocoris* spp. (Geocoridae) ve *Campylomma diversicornis* Reuter (Miridae) türleri olduğu bildirilmiştir (Karagöz 2020). Bunun yanında Aydın'da yapılan başka bir çalışmada birçok ortak avcı böcek varlığı saptanmıştır (Çopul & Gençsoylu 2020, Kavut et al. 1974). Bu veriler doğrultusunda Çizelge 2'de belirtilen avcı böceklerin Türkiye pamuk alanlarında görülebilen genel avcılar olduğu görülmektedir. Söz konusu bu avcılarının geniş bir konukçu dizilimine sahip olmasından dolayı birçok alanda görülebilmektedir. Başpınar et al. (1994)'ın, Aydın ili pamuk ve turuncgil yetiştiriciliği yapılan alanlarda yaprakpireleri *Empoasca decipiens* Paoli ve *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Hemiptera: Cicadellidae) türlerinin popülasyonu ile ilgili olarak faydalı böcek türleri tespit etmişlerdir. O çalışmada bulunan *Geocoris* sp., *Nabis pseudoferus*, *Deraeocoris pallens*, *Chrysoperla carnea* türleri mevcut çalışmada da bulunmuştur. Kaya & Atakan (2022), 2017-2018 yılları arasında Adana İli Balcalı'da pamuk alanında yürüttükleri bir çalışmada tespit etmiş olduğu türlerden arasında *Coccinella Septempunctata* L., *Geocoris arenarius*, *Orius* sp., *Nabis* sp. ve *Chrysoperla* sp. türleri olup, bu çalışmada da toplanmışlardır.

Sonuç

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde pamuk ekim alanlarında yaprakpirelerinin verim kayıplarına sebep olduğu gözlenmiştir. Önemli pamuk zararlılarından biri olan yaprakpirelerinin görüldüğü alanlarda bulunan avcı böcek türlerini tespit etmek üzere yürütülen bu araştırma sonucunda; Cicadellidae familyasına bağlı *Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* Paoli zararlı türleri ile birlikte, Coleoptera, Hemiptera ve Neuroptera takımlarına ait avcı böcek türleri

saptanmıştır. Coleoptera takımına ait Coccinellidae familyasından 7 tür, Hemiptera takımına ait Miridae familyasından 1 tür, Lygaeidae familyasından 5 tür, Nabidae familyasından 2 tür ve Neuroptera takımının Chrysopidae familyasından 1 tür olmak üzere 16 avcı böcek türü kaydedilmiştir. Yaprakpireleri ile yapılan mücadelede kullanılan pestisitlerin en aza indirgenmesi buna ek olarak mücadelesinin sürdürülebilir olabilmesi adına avcı böcekler mücadelede önemli bir yere sahiptir.

Çalışmada bulunan böceklerin genel avcılar olmalarından dolayı herhangi bir kimyasal mücadeleye başvurulmadan önce, bu avcı türlerin pamuk tarlalarında varlığı ve yoğunluklarının dikkate alınması, sürdürülebilir ve ekonomik bir tarımsal üretim için önemli olduğu düşünülmektedir. Kimyasal mücadele kullanımının gerekli olduğu durumlarda ise mümkün oldukça geniş spektrumlu insektisitlerin (böcek öldürücülerin) kullanımı yerine, hedef zararlıya yönelik daha spesifik etkili insektisitler tercih edilmelidir. Bu şekilde hedef olmayan avcı böceklerin korunması sağlanabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada elde edilen türlerden Cicadellidae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR (Adnan Menderes Üniversitesi, Entomoloji (Bitki Koruma) Anabilim Dalı, Aydın), Chrysopidae familyasına bağlı türün teşhisini yapan Prof. Dr. Ali SATAR (Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır), Miridae, Lygaeidae ve Nabidae familyasına bağlı türlerin teşhisini yapan Dr. Gülten YAZICI (Ankara Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara) ve Coccinellidellidae familyasına bağlı türlerin teşhisini Dr. Öğr. Üyesi Derya ŞENAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Entomoloji (Bitki Koruma), Bilecik)'a teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmanın yürütülmesinde FBE.21.021 nolu proje ile maddi destek sağlayan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Birimi (DÜBAP)'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonymous, 2019. Ticaret Bakanlığı Esnaf Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü Pamuk Raporu, (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2022).
- Anonymous, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Cilt 2, Ankara, 117-119.
- Atakan E. & A. F. Özgür, 1994. Pamuk Yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov.) (Homoptera: Aphididae)'nin popülasyon gelişmesinde doğal düşman etkinliğinin araştırılması. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak, İzmir, 459-470.
- Başpınar H., U. Kersting & N. Uygur, 1994. Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki Cicadellidae türlerinin doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak 1994, İzmir, 365-374.
- Bayhan E., A. Sağır, F. N. Uygur, S. Ö. Bayhan, S. Eren & Y. Bayram, 2015. GAP Bölgesi pamuk alanlarındaki bitki koruma sorunlarının belirlenmesi. Türkiye entomoloji bülteni, 5(3): 135-146.
- Çopul S. & İ. Gençsoylu, 2020. Aydın ili ikinci ürün pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) farklı azot dozlarının sokucu-emicilerin ve doğal düşmanların popülasyonları üzerine etkileri. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 17(2): 281-289.
- Çopur O., 2018. GAP projesinin pamuk üretimine etkisi: Son on yıldaki değişimler. *ADYÜTAYAM*, 6(1): 11-18.

- Demiröz D. A., 2015. Böcekler neden direnç kazanıyor. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 91-99.
- Dündar H., İ. Gençsoylu & H. Küçük, 2012. Makinalı hasada uygun bazı pamuk çeşitlerinde Pamuk yaprakpireleri (*Asymetresca decedens* & *Empoasca decipiens* Paoli. Hem.: Cicadellidae)'nin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(1): 17 – 23.
- Eren S., 2015. Pamuk tarımında zararlılar. Tarımsal Eğitim ve Yayım Projesi, Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ağustos 2015, Diyarbakır, 51-54.
- Göven M.A.& L. Efil, 1992. Dicle vadisinde yeşilkurt' un doğal düşmanları ve etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak 1994, İzmir, .
- Karaat Ş., M. A. Göven & C. Mart, 1987. Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanlarında zararlılar ile bitki gelişim dönemleri arasındaki ilişkiler. Türkiye 1. Entomoloji Kongresi, 13-16 Ekim, İzmir, 195 s.
- Karagöz D., 2020. Pamuk-Fesleğen birlikte ekim yönteminin pamuk zararlıları ve doğal düşmanlarının popülasyon değişimleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 65s.
- Kavut N., J. Dinçer & M. Karman, 1974. Ege Bölgesi pamuk zararlılarının predatör ve parazitleri üzerinde ön çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni Cilt 14, No. 1.
- Kaya A. & E. Atakan, 2022. Adana İlinde pamukta zararlı Çiğit emici böceği, *Oxycarenus hyalinipennis* (Costa) (Hemiptera: Lygaeidae) ile birlikte saptanan avcı arthropoda türleri ve popülasyon değişimleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*13(1): 12-24.
- Kwizera V., 2017. Acetamiprid, Imidacloprid ve Spinosad etken maddeli insektisitlerin bazı entomopatogen nematodlar üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 66 s.
- Kurt A. & E. Bayhan, (2019). Pamukta erken dönem zararlı böceklerle karşı kullanılan insektisitlerin faydalı böceklerle olan etkilerinin araştırılması. 3. Anadolu Uluslararası Uygulamalı Bilimleri Kongresi, Diyarbakır.
- Mamay M. & A. Yücel, 2005. Harran Ovası pamuk ekim alanlarında zararlı olan *Bemisia* spp. (Homoptera: Aleyrodidae)'nin popülasyon gelişimi ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. Gap IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, 299- 304.
- Melik A., 2022. Normal ve geç ekimlerde hasada yardımcı farklı kimyasal uygulamalarının Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Şanlıurfa, 44 s.
- Melik M., 2014. Şanlıurfa ilinde pamukta zararlı olan yaprakpireleri, yaprakbiti ve beyazsineğin popülasyon yoğunluğuna bitki aktivatörünün etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Şanlıurfa, 67 s.
- Moffitt H. & H. Reynolds, 1972. Bionomics of *Empoasca solana* delong on cotton in southern California. *Hilgardia* 41(11):247-297. DOI:10.3733/hilg.v41n11p247
- Rajendran T.P., A. Birah & P. Burange, 2018. Pest and their management. *Insect of Cotton*, 361-411 s.
- TAGEM, 2022. Bitki zararlıları ile mücadele teknik talimatları, 32 s. (Erişim tarihi: 25.06.2022)
- Tokel D., 2021. Dünya pamuk tarımı ve ekonomiye katkısı. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 1022-1037.
- Türemen S., 2022. Pamuk solgunluk hastalık etmeni *Verticillium dahliae*' da belirlenen mikroviral dsRNA'nın tanılanması ve virülenslik etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 42 s.

Original article (Özgün makale)

Parasitoid and predator species of Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) species in fruit orchards of Diyarbakır and Elazığ Provinces, Türkiye

Murat GÜLMEZ^{1*}, Lütfiye GENÇER², Mehmet Rifat ULUSOY³

Diyarbakır ve Elazığ illeri meyve alanlarında Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) Türleri Üzerinde tespit edilen parazitoit ve predatör türler

Öz: Bu çalışma koşnil (Hemiptera: Coccidae) türleriyle beslenen predatör ve parazitoit türlerin belirlenmesi amacıyla 2017-2018 yıllarında Diyarbakır ve Elazığ illeri meyve bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışmada gözle kontrol ve kültüre alma metotları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Coccinellidae (4), Cybocephalidae (1) (Coleoptera) , Forficulidae (2) (Dermaptera) ve Chrysopidae (1) (Neuroptera) familyalarına ait 8 predatör tür ile Encyrtidae (14), Aphelenidae (1) ve Pteromalidae (1) (Hymenoptera) familyalarına ait 14 parazitoit ve 2 hiperparazitoit tür tespit edilmiştir. Tespit edilen parazitoit türlerden *Metaphycus ater*, *M. luteolus*, *M. chermis* ve *M. unicolor* (Hymenoptera: Encyrtidae) türleri Türkiye böcek faunası için ilk kayıt niteliğindedir.

Anahtar sözcükler: Koşnil, parazitoit, predatör, Diyarbakır, Elazığ/Türkiye

Abstract: This study was carried out in order to determine the predator and parasitoid species that feed on soft scale insect (Hemiptera: Coccidae) species in orchards of Diyarbakır and Elazığ Provinces in Türkiye in 2017 and 2018. Visual identification and rearing methods were used. Eight predatory species belonging to the families Coccinellidae (4) and Cybocephalidae (1) (Coleoptera), Forficulidae (2) (Dermaptera), and Chrysopidae (1) (Neuroptera), were detected. In addition, 14 parasitoid and 2 hyperparasitoid species from the families Encyrtidae (14), Aphelenidae (1) and 2 Pteromalidae (1) (Hymenoptera) were collected. Among the parasitoid species, *Metaphycus ater*, *M. luteolus*, *M. chermis* and *M. unicolor* (Hymenoptera: Encyrtidae) are first records for the insect fauna of Türkiye.

Key words: Soft scale insect, Parasitoid, Predator, Diyarbakır, Elazığ/Türkiye

¹ Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sivas, Türkiye

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar): glmzmurat@gmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla) : 0000-0001-5781-3422; 0000-0002-0314; 8858-0000-0001-6610-1398

Received (Alınış): 1 Kasım 2022

Accepted (Kabul ediliş): 20 Ocak 2023

Introduction

Integrated pest management and biological control systems are increasingly being used across the world to reduce the use of pesticides because of the environmental harm they cause. However, to successfully implement these land management systems, comprehensive knowledge of pests and pathogens and their natural enemies are essential.

Türkiye has very different climatic regions with various polycultural agrosystems in them. Therefore, plant pests vary considerably across Türkiye. Many kinds of insect species can be found on plants. Among these, soft scale insects (Hemiptera: Coccoidea) are common and important pests (Japoshvili & Karaca 2002). They can feed on almost any live organ of the host plant, including the roots, although most species develop on the leaves or shoots or the trunk. The actual takeup of nutrients is from the phloem vessels and all species of Coccidae produce honeydew. Some coccid species are noxious crop pests, causing direct injury by depleting the host plant of nutrients and damaging tissues, and indirectly through honeydew secretion which accumulates on crops (Öncüer 1974; Hodgson 1994; Ben-Dov 1997).

Scale insects have many natural enemies and the identification and utilization of successful natural enemies would greatly improve biological control. In addition, recent studies suggest that the relationships between natural enemies and host scale insects are important (Ülgentürk et al. 2004). However, studies on natural enemies of coccid species found in fruit orchards in Türkiye has been not been systematic. Nevertheless, through the studies carried out in fruit orchards, many parasitoid species belonging to the families Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Signiphoridae and Pteromalidae (Hymenoptera), as well as many predator species from the families Anthribidae, Cybocephalidae, Coccinellidae (Coleoptera), Chamaemyiidae (Diptera), Chopteraoptera (Hymenoptera) and Miridae (Hemiptera) have been recorded (Altay et al. 1972; Öncüer 1974; Soylu 1976; Gökmen & Seçkin 1979; Kozár et al. 1982; Kılıç & Aykaç 1989; Erol & Yaşar 1996; Kumral & Kovancı 2004; Ülgentürk et al. 2004; Japoshvili et al. 2008a; Özgen & Bolu 2009; Bolu 2012; Kaplan & Turanlı 2016; Bolu 2019).

This paper deals with parasitoids and predators of species of Coccidae collected from fruit orchards in Diyarbakır and Elazığ Provinces in Türkiye.

Materials and Methods

This study was carried out in fruit orchards in Diyarbakır (Çermik, Çüngüş, Eğil, Ergani, Çınar) and Elazığ (Center district, Baskil, Keban, Sivrice) in April to September, at least every two weeks, in 2017-2018. The number of trees examined in the sampled orchards was determined according to Lazarov & Grigorov (1961).

While examining the fruit trees infested with Coccidae species during the surveys, adult predators found to be feeding on them were directly collected with a mouth aspirator. In addition, predatory species seen on branches infested with coccids, but whose feeding could not be observed, were brought to the laboratory together with the coccid species they were found on, and it was determined

whether they fed on the pest. Larvae of the predators were also taken to the laboratory to rear them on their prey until adulthood.

The shoots infested with coccid species that were found to be parasitized were taken to the laboratory. After being cleared of other harmful species, they were placed into parasitoid emergence containers. The containers, which were placed in climate rooms adjusted to 26 ± 1 °C, $65\pm 5\%$ humidity and 16:8 hours light/dark period, were checked daily and the emerged parasitoids were collected with an oral aspirator. After the parasitoids were examined and counted under a stereomicroscope, they were placed in 70% alcohol, labeled and stored for identification

Results and Discussion

Parasitoid species

A total of 14 parasitoids and 2 hyperparasitoid species belonging to the families Aphelenidae, Encyrtidae and Pteromalidae (Hymenoptera) were obtained from 5 different coccid species in the survey studies carried out to determine their natural enemies in fruit orchards in Diyarbakır and Elazığ Provinces of Türkiye. The determined parasitoid species, their hosts and collection locality information are given in Table 1.

Table 1. Parasitoids of Coccidae in fruit orchards in Diyarbakır and Elazığ Provinces, Türkiye

Order of the parasitoids	Families of the parasitoids	Parasitoid species	Soft scale insect host	Plant host, locality and date of collection
Hymenoptera	Aphelenidae	<i>Coccophagus lycimnia</i> Walker	<i>Didesmococcus unifasciatus</i> (Archangelskaya)	<i>Prunus persica</i> (L.), Karşıyaka/çüngüş/Diyarbakır, 16.08.2017
			<i>Palaeolecanium bituberculatum</i> (Signoret)	<i>Malus domestica</i> Borkh., Gözeli/Sivrice/Elazığ, 17.05.2018
			<i>Sphaerolecanium prunastri</i> (Boyer de Fonscolombe)	<i>Prunus armeniaca</i> L., Gemici/Baskil/Elazığ, 20.07.2017; <i>Prunus armeniaca</i> , Karaali/Baskil/Elazığ, 10.08.2018
	Encyrtidae	<i>Blastothrix longipennis</i> Howard	<i>Eulecanium tiliae</i> (L.)	<i>Malus domestica</i> , Veran/Center distrikt/Elazığ, 09.04.2018
		<i>Blastothrix longipennis</i> Howard	<i>Parthenolecanium corni</i> (Bouché)	<i>Pistacia vera</i> L., Öncülü/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2022; <i>Prunus Domestica</i> L., Tevekli/Ergani/Diyarbakır, 17.04.2018; <i>Juglans regia</i> L., Yolçatu/Central distrikt/Elazığ, 02.05.2018
		<i>Cerapterocerus mirabilis</i> Westwood	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.), Cevizdere/Sivrice/Elazığ, 24.04.2018
		<i>Sphaerolecanium prunastri</i>	<i>Prunus armeniaca</i> L., Karaali/Baskil/Elazığ, 02.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Gemici/Baskil/Elazığ, 16.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Kuşsarayı/Baskil/Elazığ, 16.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Sürsürü/Central distrikt/Elazığ, 16.05.2018	

Table 1. Continued

	<i>Discodes aeneus</i> (Dalman)	<i>Sphaerolecanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Pınarlı/Baskil/Elazığ, 16.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Kuşsarayı/Baskil/Elazığ, 16.05.2018; <i>P. domestica</i> , Bahçekaşı/Ergani/Diyarbakır, 17.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Çiğdemli/Baskil/Elazığ, 17.08.2018
	<i>Metaphycus ater</i> (Mercet)	<i>Parthenolecanium corni</i>	<i>P. domestica</i> , Hacımehmetli/Baskil/Elazığ, 20.07.2018
	<i>Metaphycus chermis</i> (Fonscolombe)	<i>Eulecanium tiliae</i>	<i>P. vera</i> , Ekinveren, Öncülü/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2018
	<i>Metaphycus flavus</i> Howard	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Keleşevler/Çüngüş/Diyarbakır, 10.05.2018
	<i>Metaphycus luteolus</i> Timberlake	<i>Parthenolecanium corni</i>	<i>Malus domestica</i> Borkh., Beşpınar/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2018
	<i>Metaphycus petitus</i> Walker	<i>Parthenolecanium corni</i>	<i>M. domestica</i> , Beşpınar/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2018
	<i>Metaphycus unicolor</i> Hoffer	<i>Eulecanium tiliae</i>	<i>P. vera</i> , Ekinveren/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2018
	<i>Metaphycus zebratus</i> Mercet	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Günay/Sivrice/Elazığ, 16.04.2018; <i>P. dulcis</i> , Cevizdere/Sivrice/Elazığ, 24.04.2018
	<i>Metaphycus</i> sp.1	<i>Sphaerolecanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Kuşsarayı/Baskil/Malatya, 16.05.2018
	<i>Metaphycus</i> sp.2	<i>Eulecanium tiliae</i>	<i>P. domestica</i> , Hacımehmetli/Baskil/Elazığ, 20.07.2018
	<i>Microterys hortulanus</i> Erdos	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Günay/Sivrice/Elazığ, 16.04.2018;
	<i>Microterys masii</i> Silvestri	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Keleşevler/Çüngüş/Diyarbakır, 10.05.2018
Pteromalidae	<i>Pachyneuron muscarum</i> (L.)	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Keleşevler/Çüngüş/Diyarbakır, 10.05.2018
		<i>Sphaerolecanium prunastri</i>	<i>P. domestica</i> , Bahçekaşı/Erganil/Diyarbakır, 17.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Alibaba/Baskil/Elazığ, 20.07.2018; <i>P. armeniaca</i> , Yalındamlar/Central district/Elazığ, 10.08.2018

(*): Hyperparasitoid species

Coccophagus lycimnia was obtained from *P. bituberculatum*, *D. unifasciatus* and *S. prunastri*. This species was reported previously as a parasitoid of *P. bituberculatum* by Schmutterer (1972). Bolu (2012) also recorded *C. lycimnia* as a parasitoid of *D. unifasciatus*. In addition, a lot of studies carried out in Türkiye and in many regions of world has reported that *C. lycimnia* is a parasitoid of *S. prunastri* (Ben-Dov 1968; Santas 1985; Potaeva 1992; Moglan & Moglan 1989;

Japoshvili 1999; Karaca et al. 2003; Demirözer et al. 2004; Japoshvili et al. 2008a; Özgen & Bolu 2009).

Blastothrix longipennis was collected from *E. tiliae* and *P. corni*. In Türkiye, Ülgentürk (2001), Ülgentürk et al. (2004), and in Iran, Fallahzade and Japoshvili (2017), reported that *B. longipennis* parasitizes *E. tilae*. Some studies conducted in Türkiye and abroad have shown that *B. longipennis* is a parasitoid of *P. corni* (Blahutiak 1972; Japoshvili & Karaca 2002; Japoshvili et al. 2008b; Basheer et al. 2014).

Cerapterocerus mirabilis was obtained from *S. prunastri* and *D. unifasciatus*. Although Japoshvili & Karaca (2002), Karaca et al. (2003) reported *C. miribalis* as a parasitoid of *S. prunastri*, Ben-Dov (1968), Öncüer (1991), Japoshvili (1999), Ülgentürk (2001), Ülgentürk et al. (2004), Japoshvili et al. (2008a) and Fallahzadeh & Japoshvili (2017), reported *C. miribalis* as a hyperparasitoid of *S. prunastri*. It has been also reported that *D. unifasciatus* is the primary host of *C. miribalis* (Anonymous 2021).

Discodes aeneus was collected from *S. prunastri*. Many studies in Türkiye and around the world have shown that this chalcidoid wasp is a parasitoid of *S. prunastri* (Balachowsky 1930; Ben-Dov 1968; Soydanbay 1976; Öncüer 1977; Kılıç & Aykaç, 1989).

Metaphycus ater was obtained from *P. corni*. This is the first record of *M. ater* for the insect fauna of Türkiye. In addition, although it has been stated that *M. ater* is a parasitoid of *Anophococcus inermis* (Green) and *Rhizococcus greeni* (Newstead) belonging to Eriococcidae (Hemiptera: Coccoidea) family (Anonymous 2021), no record has been found that *M. ater* is associated with *P. corni*.

In this study, it was also determined that *Metaphycus chermis* parasitizes *E. tiliae*. This is the first record of *M. chermis* for the fauna of Türkiye. From abroad, it has been noted that *M. chermis* is a parasitoid of *E. tiliae* (Anonymous 2021).

In addition, *Metaphycus flavus* was found to parasitize *D. unifasciatus*. Although some studies in Türkiye have reported that *M. flavus* parasitizes coccid species such as *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuwana), *Saissetia oleae* Olivier, and *Coccus hesperidum* L. (Öncüer 1974; Soydanbay 1976; Japoshvili & Karaca 2002), no records have been found from Türkiye and other parts of the world that *D. unifasciatus* is a host of *M. flavus*. However, some species of *Metaphycus* such as *Metaphycus babajani* Sugonjaev and *Metaphycus claviger* (Timberlake) (Hymenoptera: Encyrtidae) have been reported to parasitize *D. unifasciatus* (García Morales et al. 2016).

Metaphycus luteolus was collected from *P. corni*. This is also the first record for the fauna of Türkiye. Trjapitzin (1989) and Guerrieri & Noyes (2000) stated that *M. luteolus* is a parasitoid of *P. corni*.

In the present study, it was determined that *Metaphycus petitus* parasitizes *P. corni*. The presence of *M. petitus* in Türkiye was reported by Japoshvili & Çelik (2010) and Japoshvili (2012), but there were no host records since the parasitoid was obtained with traps. It has been stated that species belonging to *Metaphycus*, such as *Metaphycus insidiosus* (Mercet), *Metaphycus melanostomatus* (Timberlake), *Metaphycus parthenolecanii* Japoshvili, *Metaphycus punctipes*

(Dalman) and *Metaphycus Stanleyi* Compere (Hymenoptera: Encyrtidae), are parasitoids of *P. corni* (Schmutterer 1972; Fallahzadeh & Japoshvili 2017; Stathas et al. 2021), but such a record has not been found with regard to *M. petitus*.

The present study also reports that *Metaphycus unicolor* parasitizes *E. tiliae*. This is the first record for the insect of Türkiye. Although it is known that *M. unicolor* is a parasitoid of the coccids, *Physokermes hemicryphus* (Dalman), *Physokermes piceae* (Schrank) and *Physokermes sugonjaevi* Danzig (Anonymous 2021), no record has been found that this natural enemy parasitizes *E. tiliae*.

Metaphycus zebratus is a parasitoid of *D. unifasciatus*. Japoshvili & Çelik (2010) and Japoshvili (2012) reported *M. zebratus* in Türkiye. Bolu (2012) also reported that *Metaphycus* sp. near *zebratus* was obtained from *D. unifasciatus*. Many harmful coccid species belonging to the Coccidae, Diaspididae, Eriococcidae and Pseudococcidae families are hosts of *M. zebratus* (Anonymous 2021).

In this study, *Metaphycus* sp.1 and *Metaphycus* sp.2 were obtained from *S. prunastri* and *E. tiliae*, respectively. It has been reported that many species of *Metaphycus* parasitize *S. prunastri* and *E. tiliae* (Anonymous 2021).

Also, *Microterys hortulanus* was obtained from *D. unifasciatus*. In previous studies conducted in Türkiye and different of regions of the world, it has been reported that this natural enemy parasitizes *D. unifasciatus* (Sugonjaev 1976; Bolu 2012; Japoshvili & Noyes 2006; Fallahzadeh & Japoshvili, 2010,2017).

Additionally, *Microterys masii* was found to parasitize *D. unifasciatus*. Although *M. masii* is known to be a parasitoid of many coccid species, such as *C. hesperidum*, *E. tiliae*, *Filippia follicularis* (Targioni Tozzetti), *Lichtensia viburni* Signoret, *P. corni*, *Pulvinaria floccifera* (Westwood) and *S. prunastri* (Anonymous, 2021), no study could be found that has reported *M. masii* to be a parasitoid of *D. unifasciatus*.

Also in this study, *Pachyneuron muscarum* was obtained from *S. prunastri* and *D. unifasciatus*. Although Japoshvili & Karaca (2002), Hoffmann & Schmutterer (2003), Karaca et al (2003), Andriesku & Mitroiu (2004) and Özgen & Bolu (2009) reported *P. muscarum* as a parasitoid of *S. prunastri*, Podsiadlo (1981), Japoshvili (1999), Ülgentürk (2001), Ülgentürk et al (2004) and Japoshvili et al. (2008a) reported *P. muscarum* as a hyperparasitoid of *S. prunastri*. Bolu (2012) collected *P. muscarum* while determining the parasitoids of *D. unifasciatus* and determined that it is a hyperparasitoid

Predator species

In this study carried out to determine the predator species that feed on soft scale insects in the orchards of Diyarbakır and Elazığ Provinces in Türkiye, 8 predator species belonging to the families of Coccinellidae (4), Cybocephalidae (1) Forficulidae (2) and Chrysopidae (1) were detected. The predators species, their hosts and collection locality information are given in Table 2.

Parasitoids and predators of Coccidae species in Diyarbakır and Elazığ

Table 2. Predators of Coccidae in fruit orchards in Diyarbakır and Elazığ Provinces, Türkiye

Order of the predators	Families of the predators	Predators species	Soft scale insect host	Plant host, locality and date of collection
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia fasciatopunctata revelierei</i>	<i>Didesmococcus unifasciatus</i> (Archangelskaya)	<i>Prunus persica</i> (L.), Karşıyaka/Çüngüş/Diyarbakır, 16.08.2017; <i>Prunus dulcis</i> (Mill.), Günay/Sivrice/Elazığ, 16.04.2018
			<i>Sphaerolecanium prunastri</i> (Boyer de Fonscolombe)	<i>P. dulcis</i> , Karaali/Baskil/Elazığ, 16.04.2018
		<i>Brumus quadripustulatus</i> (L.)	<i>Parthenolecanium corni</i> (Bouché)	<i>Malus domestica</i> Borkh., Sinanköy/Central district/Elazığ, 14.07.2017; <i>P. dulcis</i> , Dere/Eğil/Diyarbakır, 14.07.2017; <i>Prunus domestica</i> L., Höyükdibi/Çınar/Diyarbakır, 30.05.2018
			<i>Sphaerolacanium prunastri</i>	<i>Prunus armeniaca</i> L., Gemici/Baskil/Elazığ, 20.07.2018; <i>P. armeniaca</i> , Karaali/Baskil/Elazığ, 02.08.2018
		<i>Chilocorus bipustulatus</i> (L.)	<i>Parthenolecanium corni</i>	<i>P. domestica</i> , Hacimehmetli/Baskil/Elazığ, 20.07.2017; <i>M. domestica</i> , Sinek/Çermik/Diyarbakır, 01.08.2017/ <i>M. domestica</i> , Beşpınar/Çınar/Diyarbakır, 12.04.2018
		<i>Coccinella septempunctata</i> L.	<i>Didesmococcus unifasciatus</i>	<i>P. dulcis</i> , Altınakar/Çınar/Diyarbakır, 20.09.2017; <i>P. dulcis</i> , Cevizdere/Sivrice/Elazığ, 24.04.2018
	Cybocephalidae	<i>Cybocephalus fodori</i> Endrödy-Younga	<i>Sphaerolacanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Alangören/Baskil/Elazığ, 14.07.2017, 08.06.2018; <i>P. domestica</i> , Bahçekeşi/Ergani/Diyarbakır, 17.05.2018; <i>P. armeniaca</i> , Alibaba/Baskil/Elazığ, 20.07.2018; <i>P. armeniaca</i> , Karaali/Baskil/Elazığ, 20.07.2018; <i>P. armeniaca</i> , Ortaçalı/Central district/Elazığ, 26.07.2018; <i>P. armeniaca</i> , Yalındamlar/Central district/Elazığ, 17.08.2018
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> L.	<i>Sphaerolacanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Alangören/Baskil/Elazığ, 08.06.2018,
		<i>Forficula smyrnensis</i> Audinet-Serville	<i>Sphaerolacanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Alangören/Baskil/Elazığ, 08.06.2018,
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa viridana</i> Schneider	<i>Sphaerolacanium prunastri</i>	<i>P. armeniaca</i> , Deliktaş/Baskil/Elazığ, 08.06.2018,

In this study, larvae and adults of *Brumus quadripustulatus* were observed to feed on nymphs of *P. corni* and *S. prunastri*. Soydanbay (1976), Ülgentürk (2001), Ülgentürk et al. (2004), Özgen & Bolu (2009) and Develioğlu (2017) recorded *B. quadripustulatus* as a predator of *S. prunastri*. Demirözer et al. (2004), Arnaoudov et al. (2006), Develioğlu (2017) and Dervişević (2019) stated that the predator in question feeds on *P. corni*.

Also, *Chilocorus bipustulatus* was recorded as a predator of *P. corni*. It feeds on *P. corni* nymphs and young females. In previous studies in Türkiye, it was determined that *C. bipustulatus* feeds on Coccidae species that include *Parthenolecanium rufulum* (Cockerell), *C. hesperidum*, *C. pseudomagnoliarum*, *Eulecanium ciliatum* (Douglas), *P. piceae* and *S. prunastri* (Öncüer 1974; Ülgentürk & Toros 1999; Ülgentürk 2001; Kaplan & Turan 2016), but there is no Turkish record that *C. bipustulatus* feeds on *P. corni*. On the other hand, in studies conducted in different regions of the world, *C. bipustulatus* was reported to feed on *P. corni* (Herting & Simmonds 1972; Schmutterer 1972; Arnaoudov et al. 2006; Dervişević 2019).

In the present survey studies, *Coccinella septempunctata* individuals were found on shoots of trees which were excessively infested with *D. unifasciatus*, and it was observed that the predator was feeding on nymphs and young females of *D. unifasciatus*. In many studies, it has been stated that it feeds on many species in the Coccoidea superfamily, such as *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Marchalinidae), *Planococcus vovae* (Nasanov) (Hemiptera: Pseudococcidae), *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae), *P. corni*, *Saissetia coffeae*, *S. oleae*, *C. hesperidum* and *Pulvinaria kuwacola* Kuwana (Hemiptera: Coccidae) (Selmi 1979; Thakur et al. 1989; Arnaoudov et al. 2006; Badary 2010; Develioğlu 2017; Dervişević 2019), but it has not been recorded that this predator feeds on *D. unifasciatus*.

In this study, adults of *Adalia fasciatopunctata revelierei* fed on *D. unifasciatus* and *S. prunastri* nymphs. It has been reported that *A. fasciatopunctata* can feed on many coccoid species such as *E. ciliatum*, *P. corni*, *P. rufulum*, *P. bituberculatum* (Hemiptera: Coccidae), *Mercetaspis halli* (Green) (Hemiptera: Diaspididae), *Phenacoccus aceris* (Signoret) and *Planococcus vovae* (Nasonov) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Ülgentürk & Toros 1999; Ülgentürk 2001; Kaydan 2004; Kaplan & Turanlı 2016; Develioğlu 2017). However, no record has been found of this predator feeding on *D. unifasciatus* and *S. Prunastri* in Turkey.

Also, during this survey study, *Cybocephalus fodori* individuals were found on trees excessively infested with *S. prunastri*, and it was observed that *C. fodori* fed on its nymphs. Earlier, Bakoyannis (1984), Ülgentürk (2001), Ülgentürk et al. (2004), Özgen & Bolu (2009) and Yiğit (2013) had reported that *C. fodori* is a predator of *S. prunastri* in Türkiye.

In this study, *Forficula auricularia* and *F. smyrnensis* species were observed feeding on crawlers of *S. prunastri*. In earlier studies, there were no records of these species feeding on *S. prunastri*. However, Ülgentürk (2001) reported that *Forficula* sp. feeds on *P. piceae*. Also, Dervişević (2019) reported that *F. auricularia* feeds on the Coccidae species, *E. tiliae* and *P. piceae*. In addition, Logan et al. (2007) and Mather & Logan (2007) stated that *F. auricularia* is an important predator of

species of Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) found in kiwi fruit orchards in New Zealand.

Also, *Chrysopa viridana* was observed feeding on crawlers of *S. prunastri*. Although there is no direct record of *C. viridana* feeding on *S. prunastri*, Argyriou & Paloukis (1976) and Özgen & Bolu (2009) reported that *Chrysopa* sp. could feed on *S. prunastri*. In addition, Yiğit & Telli (2013) stated in a study on mealybugs that *C. viridana* is a predator of *Pseudococcus cryptus* Hempel (Coccoidea: Pseudococcidae).

Acknowledgments

The authors thank Prof. Dr. Nedim UYGUN (Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, retired lecturer), Prof. Selma ÜLGENTÜRK (Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection) and Prof. Dr. Ali SATAR (Dicle University, Faculty of Science, Department of Biology) for identifications. The authors also thank to the General Directorate of Agricultural Research and Policies of Türkiye for supporting this study (project no: BSAD/A/19/A2/P1/1370).

References

- Altay M., A. Gürses & K. Uyar, 1972. Marmara bölgesinde Kabuklu bitler (Coccoidea) üzerine araştırmalar. Ziraî Mücadele Araştırma Yıllıkları, 6: 29.
- Andriescu, I. & M.D. Mitroiu, 2004. Notes on the pteromalid fauna (Hymenoptera, Chalcidoidea, Pteromalidae) of Dobrogea, Romania (II). *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al. I. Cuza" Iasi, Biologie Animala*, 50:92.
- Anonymous, 2021. URL: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/listChalcids.dsml?Species=utilis&Family> (Date accessed: September 10, 2021)
- Argyriou L.C. & S.S. Paloukis, 1976. Some data on biology and parasitisation of *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe (Homoptera: Coccidae) in Greece. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, 11(3): 230-240.
- Arnaoudov V., R. Olszak, & H. Kutinkova, 2006. Natural enemies of plum brown scale *Parthenolecanium corni* Bouché (Homoptera: Coccidae) in plum orchards in the region of Plovdiv. *Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/wprs Bulletin*, 29 (10): 105-109.
- Badary H., 2010. Ecological aspects of *Saissetia* spp. (Coccidae: Coccoidae: Hemiptera) and thier natural enemies in Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 4 (1): 163-174.
- Bakoyannis A.E., 1984. Observations on the biology and parasitism of plum scale *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) (Homoptera: Coccidae) in prefecture of Magnesia. *Georgike Ereuna*, 8(1):67-74.
- Balachowsky A.S., 1930. Contribution à l'étude des coccides de France (4e note) quelques hymenopteres chalcidiens parasites de coccides recueillis dans les Alpes-Maritimes et le var durant l'annee 1929.. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, 17: 218-221.
- Basheer A., L. Asslan, A. Rachhed, F. Abd Alrazaq, A. Saleh, B. Alshadidi & R. Assad, 2014. Primary and secondary Hymenopteran parasitoids of scale insects (Homoptera: Coccoidea) in fruit orchards in Syria. *EPPO Bulletin*, 44(1): 47-56.
- Ben-Dov Y., 1968. Occurence of *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) in Israel and description of its hitherto unknown third larva instar. *Ann. Epiphyties*, 19(4), 615- 621.

- Ben-Dov Y., 1997. Morphology, systematics and phylogeny (Edit. Y. Ben-Dov and C.J. Hodgson). Soft scale insecta-their biology, natural enemies and control, Elsevier, Amsterdam, 451 pp.
- Blahutiak A., 1972. Wirts-parasitische Beziehungen zwischen der Zwetschenschildlaus *Parthenolecanium corni* Bouche (Homoptera, Coccidae) und dem Parasiten *Blastothrix confusa* Erdos (Hymenoptera, Encyrtidae). *Biologické Práce*, 18: 1-113.
- Bolu H., 2012. A new pest on almond tree, the Soft scale *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya) (Hemiptera: Coccidae) and its new records parasitoids, Türkiye. *Journal of the Entomological Research Society*, 14(1):107-114.
- Bolu H., 2019. New parasitoids records of *Eulecanium rugulosum* (Archangelskaya, 1937) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Coccidae) for Diyarbakır. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 10(2): 133-141.
- Demirözler O., İ. Karaca & G.O. Japoshvili, 2004. Studies on Coccoidea (Homoptera) species and their natural enemies in the fruits orchards in Isparta region. Proceedings of the X International Symposium on Scale Insect Studies. Held at Plant Protection Research Institute, Adana/ Türkiye, 19-23 April 2004, 408 pp.
- Dervişević M., 2019. Diversity and bionomy of scale insects from the family Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) in Serbia. Doctoral dissertation. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, 176 pp.
- Develioğlu U., 2017. Kayseri ili park ve süs bitkilerinde bulunan Coccidae ve Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) familyalarına ait türlerinin saptanması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 41 s.
- Erol T. & B. Yaşar, 1996. Van ili elma bahçelerinde bulunan zararlı türler ve doğal düşmanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 20(4): 281-293.
- Fallahzadeh M. & G.O. Japoshvili, 2010. Checklist of Iranian Encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea) with descriptions of new species. *Journal of Insect Science*, 10(68): 1-24.
- Fallahzadeh M. & G.O. Japoshvili, 2017. An updated checklist of Iranian Encyrtidae (Hymenoptera, Chalcidoidea). *Zootaxa*, 4344 (1): 001-046.
- García Morales M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov & N.B. Hardy, 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. doi: 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>.
- Gökmen N. & E. Seçkin, 1979. Marmara Bölgesi zeytin alanlarında zarar yapan Zeytin karakoşnili (*Saissetia oleae* Beril.)'nin morfolojisi, bioekolojisi ve savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 19(3): 130-158.
- Guerrieri E. & J.S. Noyes, 2000. Revision of European species of genus *Metaphycus mercet* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), parasitoids of scale insects. *Systematic Entomology*, 25:182.
- Hodgson C.J., 1994. The Scale Insect Family Coccidae: an Identification Manual to Genera. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 639 pp.
- Hoffmann C.H. & H. Schmuterer, 2003. Beitrag zur Kenntnis der deutschen Fauna von Schildlaus- antagonisten mit Schwerpunkt Süddeutschland (Coccina). *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 47(3-4):157-164.
- Japoshvili G., 2012. New data on encyrtid (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) parasitoids of coccoids (Hemiptera: Coccoidea) from Türkiye, with description of five new species. *Entomologica Fennica*, 23(2):80.
- Japoshvili G.O., 1999. The parasitoid complex and population dynamics of the plum scale, *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe, in Georgia. *Entomologica*, 33: 403-406.
- Japoshvili, G. & H. Celik, 2010. Fauna of Encyrtidae, parasitoids of coccids in Golcuk *Natural Park Entomologia Hellenica*, 19:134.

- Japoshvili, G. & İ. Karaca, 2002. Coccid (Homoptera: Coccoidea) species of Isparta province, and their parasitoids from Türkiye and Georgia. *Türkiye. Turkish Journal of Zoology*, 26: 371-376.
- Japoshvili, G. & J.S. Noyes, 2006. New data on the European fauna of encyrtid wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae). *Entomological Review*, 86(3): 298-304.
- Japoshvili, G.O., R. Ay, İ. Karaca, N. Gabroshvili, S. Barjadze & G. Chaladze, 2008a. Studies On the parasitoid complex attacking the globose scale *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) (Hemiptera: Coccoidea) on *Prunus* Species in Türkiye. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 81(4):339-344.
- Japoshvili G.O., N. Gabroshvili & B. Japoshvili, 2008b. The parasitoid complex of *Parthenolecanium corni* Bouché in the city of Tbilisi and its surroundings and comparison with some other European countries. *Bulletin of Entomological Research*, 98(1): 53-56.
- Kaplan, C. & T. Turanlı, 2016. Determination of the distribution, biology and natural enemies of *Parthenolecanium rufulum* (Cockerell) (Hemiptera: Coccidae) on chestnut trees in İzmir and Manisa provinces in Türkiye. *Turkish Journal of Entomology*, 40: 331-343.
- Karaca, İ., G. Japoshvili & O. Demirözer, 2003. The chalcid parasitoid complex (Hymenoptera: Chalcidoidea) associated with the globose scale (*Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe) (Hemiptera: Coccoidea) in Isparta Province, Türkiye and some east European countries. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 110(5):505-511.
- Kaydan, B., 2004. Ankara'da Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea) türleri ve doğal Düşmanları ile Zararlı *Phenacoccus aceris* (Signoret)'in Biyo-Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 291 s.
- Kılıç M. & M.K. Aykaç, 1989. Karadeniz Bölgesi şeftali bahçelerindeki zararlılarla mücadelenin yönetimi üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 29 (3-4): 211-241.
- Kozár F., V.A. Jasnosh & M. Konstantinova, 1982. Comparative evaluation of the distribution of scale-insects (Hom.; Coccoidea) and their parasites in Georgia USSR and in Türkiye. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 93: 333-338.
- Kumral N.A. & B. Kovancı, 2004. Population dynamics of *Saissetia olea* (Oliv.) and activity of its natural enemies in olive groves in Bursa (Türkiye). Proceeding of the X International Symposium on Scale Insect Studies, 19-23 April 2004, p. 237-247.
- Lazarov A & P. Grigorov, 1961. Karantina na Rastenijata. Zemizdat, Sofia, 258 pp.
- Logan D.P., B.J. Mather, P.G. Connolly & M.J. Pettigrew, 2007. Effect of cardboard shelter traps on predation of diaspidid scale insects by European earwigs, *Forficula auricularia*, in kiwifruit. *Plant Protection*, 60: 241–248.
- Mather B.J. & D.P. Logan, 2007. European earwigs, *Forficula auricularia*, and predation of scale insects in organic and conventionally managed kiwifruit. *Plant Protection*, 60: 249–253.
- Moglan I. & V. Moglan, 1998. Hymenopteran parasitoids (Hymenoptera, Chalcidoidea) which reduce numbers of the species *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe (Homoptera, Coccidae) in central Moldavia. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al. I. Cuza" Iasi (Biologie Animala)* 41-43:45-50.
- Öncüer C., 1974. Ege bölgesi turuncgil bahçelerinde zararlı Coccids (Hom.:Coccoidea) türlerinin tanınması, yayılışı, ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni, Ek Yayın 1*, s. 1-59.
- Öncüer C., 1977. İzmir İli Meyve Ağaçlarında Zarar Yapan Coccidae Familyasına Bağlı Önemli Koşnil Türlerinin Doğal düşmanları, Yayılışları ve Etkililik Durumları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 336, 129 s, İzmir.

- Öncüer C., 1991. Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 505, 316 s., İzmir
- Özgen İ. & H. Bolu, 2009. Malatya ili kayısı alanlarında zararlı *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae) (Erik koşnili)'nin yayılış alanları, bulaşma oranları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33 (2): 83-91.
- Podsiadlo E., 1981. Parasitic wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea) reared from females of the globose scale - *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) in Warsaw (Homoptera, Coccidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*, 51:153-158.
- Potaeva A.G., 1992. *Sphaerolecanium prunastri* Fosc. (Homoptera, Coccidae) and their parasites from Turkmenistan. Proceedings of the Applied Science Conference, 92-94 pp.
- Santas L.A., 1985. *Parthenolecanium corni* (Bouche), an orchard scale pest producing honeydew foraged by bees in Greece. *Entomologia Hellenica*, 3: 53-58.
- Schmutterer, H., 1972. Überfamilie Neococcoidea. [Superfamily Neococcoidea.]. Die Forstschädlinge Europas. [The Forest Parasites of Europe.] Paul Parey Hamburg & Berlin.
- Selmi E., 1979. Marmara Bölgesinde iğne yapraklı ağaçlarda zarar yapan Coccoidea (Homoptera) türleri üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 29(3): 1-127.
- Soydanbay M., 1976. Türkiye'de bitki zararlısı bazı böceklerin doğal düşman listesi-Kısım I. *Bitki Koruma Bülteni*, 16: 32-46.
- Soylu O.Z., 1976. Adana zirai mücadele araştırma enstitüsü bölgesi turunçgillerde zarar yapan Ceroplastes (Hom.: Coccidae) türlerinin tespiti ve en önemlisinin biyolojisi, yayılışı, konukçulan mücadelesi üzerinde araştırmalar. Gıda Tar. ve Hay. Bak. Zirai Müc. ve Zirai Kar. Gn. Md. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü yayınları, Araştırma eserleri serisi 14: 1-50.
- Stathas G.J., E.D. Kartsonas, A.I. Darras & P.J. Skouras, 2021. Scale insect species (Hemiptera: Coccoidea) and their natural enemies, recorded on agricultural, ornamental and forest plant species in the wider area of Messenian Province (Peloponnese, Greece), 2000 – 2020. *Hellenic Plant Protection Journal*, 14: 47-64.
- Sugonjaev E.S., 1976. Chalcids of the genus *Microterys* Thomson (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae) - parasites of soft scales (Homoptera, Coccoidea) in the USSR. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 55(4):916-925.
- Thakur J.N., U.S. Rawat & A.D. Pawar, 1989. Investigations on the occurrence of natural enemies of San Jose scale, *Quadraspidiotus perniciosus* Comstock (Hemiptera: Coccidae) in Jammu & Kashmir and Himachal Pradesh. *Entomon*, 14(12): 143-146.
- Trjapitzin V.A., 1989. Parasitic Hymenoptera of the Fam. Encyrtidae of Palaearctics. *Opredeliteli po Faune SSSR*, 158:243 Zoologicheskim Institutom Akademii Nauk SSR, Leningrad.
- Ülgentürk S. & Toros S., 1999. Natural enemies of the oak scale insect, *Eulecanium ciliatum* (Douglas) (Hemiptera: Coccidae) in Türkiye. *Entomologica, Bari*, 33:219-224.
- Ülgentürk S., 2001. Parasitoids and Predators of Coccidae (Homoptera: Coccoidea) species on Ornamental Plants in Ankara, Türkiye. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36(3-4): 369-375.
- Ülgentürk S., J. Noyes, C. Zeki & M.B. Kaydan 2004. Natural enemies of Coccoidea (Hemiptera) on orchard trees and the neighbouring areas plants in Afyon, Ankara, Burdur, Isparta provinces, Türkiye. Proceeding of the X International Symposium on Scale Insect Studies. 19-23 April 2004, Adana, Türkiye, 361-372 s.
- Yiğit T., 2013. Malatya İlinde Kayısı Ağaçlarında Zarar Yapan Coccidae ve Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) Familyalarına Ait Türlerin Saptanması, Yaygınlık Durumları

ile Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 66 s.

Yiğit A. & S. Telli, 2013. Hatay ili turunçgillerinde zararlı *Pseudococcus cryptus* Hempel (Hemiptera: Pseudococcidae)'un yayılışı, konukçuları ve doğal düşmanları. *Turkish Journal of Entomology*, 37(3): 359-373.

Original article (Özgün makale)

Biocontrol potential of some entomopathogenic fungi against the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Derya BAKI^{1*}, Fedai ERLER²

Entomopatojenik fungusların Pamuk Yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı biyolojik mücadele potansiyellerinin araştırılması

Öz: Bu çalışmada, Pamuk yaprakbiti *Aphis gossypii*'ye karşı Antalya ili'nin farklı ilçelerinden 2018-2020 yılları arasında alınan toprak ve enfekteli afid örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus türlerinin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, 19 entomopatojen fungus izolatu 1×10^7 spor/ml konsantrasyonda 9 cm çaplı Petri kaplarında *A. gossypii*'nin nimf ve erginlerine karşı test edilmiştir. Hedef zararlılara karşı test edilen fungus türleri arasında en patojenik tür, *Beauveria bassiana* olmuştur. Patojenisite testlerinde inkübasyondan 10 gün sonra *A. gossypii* erginlerine karşı *B. bassiana* izolatları için ölüm oranları %63.3-100 arasında değişirken, *Cunninghamella echinulata* izolatu %43.3, *Clonostachys rosea* izolatları %40 ve %70, *Isaria farinosa* izolatları %43.3 ve %63.3 ve *Purpureocillium lilacinum* izolatları ise %73.3 ve %83.3 oranında ölüme neden olmuştur. Biyolojik mücadelede kullanılan *Trichoderma atroviride* türüne ait TaAl-1 izolatu %33.3 ölüme neden olurken, *T. harzianum* türüne ait ThAk-1 izolatu %50.0 ölüme neden olmuştur. Yerli fungal izolatlarla mukayese amacıyla, 250 mL/1lt su dozunda test edilen 3 ticari fungal preparattan Nibortem (a.i.: *Verticillium lecanii*) uygulamadan 10 gün sonra nimf ve erginlerde sırasıyla %70 ve %56.7, Nostalgist (a.i.: *B. bassiana*) %56.7 ve %53.3, Priority (a.i.: *Paecilomyces fumosoroseus*) %50 ve %56.7 ölüme neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: *Aphis gossypii*, *Beauveria bassiana*, Pamuk yaprakbiti, Entomopatojenik fungus, Mikrobiyal mücadele

Abstract: In this study, the effectiveness of entomopathogenic fungal (EPF) species isolated from soil and infected aphid samples taken from different districts of Antalya between 2018-2020 was investigated against the cotton aphid, *Aphis gossypii*. For this purpose, 19 entomopathogenic fungal isolates were tested against the nymphs and adults of *A. gossypii* in 9 cm diameter Petri dishes at a concentration of 1×10^7 spores/mL. Among the fungal species tested, *Beauveria*

¹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya Zirai Karantina Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

² Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar): derya.baki@hotmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0003-1285-169X, 0000-0002-7216-9871

Received (Alınış): 14 Kasım 2022

Accepted (Kabul ediliş): 13 Nisan 2023

bassiana was the most pathogenic species. In pathogenicity tests, 10 days after incubation, *B. bassiana* caused 63.3%-100%, *Cunninghamella echinulata* 43.3%, *Clonostachys rosea* 40-70%, *Isaria farinosa* 43.3%-63.3%, and *Purpureocillium lilacinum* 73.3%-83.3% mortality of *A. gossypii* adults. The TaAl-1 isolate of *Trichoderma atroviride* used in biological control caused a mortality of 33.3%, and the ThAk-1 isolate of *T. harzianum* caused 50.0% mortality. Of the 3 commercial fungal preparations tested at doses of 250 mL/1lt water for comparison with indigenous fungal isolates, Nibortem (a.i.: *Verticillium lecanii*) caused 70% and 56.7% mortalities in nymphs and adults, respectively, 10 days after treatment, while Nostalgist (a.i.: *B. bassiana*) and Priority (a.i.: *Paecilomyces fumosoroseus*) caused 56.7% and 50% nymphal mortality, and 53.3% and 56.7% adult mortality, respectively.

Keywords: *Aphis gossypii*, *Beauveria bassiana*, Cotton aphid, Entomopathogenic fungus, Microbial control.

Introduction

There are approximately 5000 known species of aphid belonging to 493 genera across the world (Remaudiere & Remaudiere 1997; Blackman & Eastop 2000). In Turkey, around 415 aphid species have been identified (Görür 2004). Aphids in the family Aphididae are harmful to a large number of host plants belonging to a total of 40 plant families, most of which are vegetables, ornamental plants or fruit trees. In addition, some aphids in this family serve as vectors in the spread of many plant viruses (Von Dohlen & Moran 2000). Aphids, which feed on the green parts of the plants by sucking the plant sap, expel the excess sugar they have absorbed as honeydew due to the low protein and high carbohydrate content of the plants they feed on, and all above-ground parts can be covered with this substance, except for the root. Secondary fungi develop on this secreted substance and a condition called fumagine or sooty mould occurs (Murphy et al. 2006).

The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), is one of the most important pests of cultivated plants in many parts of the world, including Türkiye (Cottier 1953; Görür 2004). The wide host range of the pest and the extent of the damage it causes to these plants increase the importance of controlling this pest. For this reason, different control methods are used to control *A. gossypii*. The use of synthetic insecticides in the control of this pest is a form of control measure that has been applied for a long time. However, biological control methods need to be investigated due to the emergence of the negative effects of chemical insecticides on the environment and human health and the development of resistance to the pesticides used. As an alternative method to the use of chemical pesticides, biological control is often considered to be the most environmentally friendly way to control many pests. In biological control, the use of entomopathogenic fungi is advantageous because the agent is usually easy to detect, infects insects easily, and their effectiveness can be seen quickly (Sáenz-de-Cabezón et al. 2003; Güneş & Gözel 2011; İzgi & Güven 2016).

For this purpose, the objective of this study was to determine the efficacy of some entomopathogenic fungal isolates and commercial products against *A. gossypii* as potential biocontrol agents.

Materials and Methods

Insect culture

Insects used in the experiments was taken from a laboratory colony of *A. gossypii* that originated with field-collected adults from cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production areas in Manavgat (Antalya, Turkey) and maintained for 1 year at the Plant Protection Department of Akdeniz University. Rearing was done on the foliage of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in a climate room set to $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60 ± 5 R.H. and 16 : 8 (L / D) hour photoperiod. Subsequent cultures were maintained to provide insect supply. Healthy nymphs and 4-5 days old wingless adult females from the cultured individuals were used in the pathogenicity assays.

Indigenous fungal isolates and commercial fungal preparations

Nineteen indigenous isolates belonging to 7 entomopathogenic fungal species, which had previously been isolated from soil samples collected from natural surroundings and agricultural habitats in Antalya Province, already being maintained in the EPF Collection of Plant Protection Department of Akdeniz University, were tested in this study. The species and code names, habitats, geographic coordinates and sampling sites of the isolates tested are presented in Table 1. Molecular diagnosis of the isolates used in the study was made with the PCR method of Baki (2021). The accession numbers of the isolates in GenBank are given in Table 1. For the purposes of comparison with the indigenous fungal isolates, three commercial fungal preparations, Nibortem (*Verticillium lecanii*, Agrobrest Group, Türkiye), Priority (*Paecilomyces fumosoroseus*, Agrobrest Group, Türkiye) and Nostalgist (*Bauveria bassiana*, Agrobrest Grup, Türkiye), were used.

Bioassays

To determine the pathogenicity of entomopathogenic fungi and commercial preparations against *A. gossypii*, trials were conducted in the Entomology Laboratory of the Plant Protection Department of XYZ University in Antalya, Türkiye. The entomopathogenic fungal isolates used in the study were grown on SDA (Sabouraud Dextrose Agar) medium in an incubator set at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ for 10-14 days in a dark environment. Ten mL of sterile distilled water containing 0.1% Tween 80 was applied to the developing fungi and spores were obtained by scraping with a Dirigalski spatula (Hansoylu 2003). All spore solutions were filtered through four layers of sterile cheesecloth to remove agar and mycelial fragments and were then homogenized by vortexing for 2-3 minutes (Abebe 2002). The final concentration of each fungal isolate was adjusted to 1×10^7 spores/mL by using Thoma Lam (Fancelli et al. 2013; Gabarty et al. 2014).

Bioassay tests on *A. gossypii* were carried out in a climate room at a temperature of $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of $60\pm 5\%$. Firstly, three layers of blotting paper were placed on Petri dishes (9 cm in diameter), and then pepper plant leaves were placed with the bottom side up. For the spraying method, spore solutions were applied top the leaves with a hand spray device three times from a distance of 10-20 cm. After the leaves were air-dried, ten individual nymphs and adults of *A. gossypii* obtained from the culture were placed in each Petri dish with the help of a fine-tipped brush. Treatments were checked on a daily basis, with mortality counts made on the 3rd, 5th, 7th and 10th days after application, and the live and dead aphids were recorded separately. To confirm that the deaths were caused by the particular applied entomopathogenic fungal isolate, isolation was performed from the dead individuals and thus Koch's postulates were confirmed. As the control, water containing 0.1% Tween 80 was sprayed on the aphid-treated leaves. Additionally, three Commercial fungal preparations were used. The experiments were established according to a randomized plot design.

Table 1. List of the indigenous soil-borne entomopathogenic fungal isolates from Türkiye used in the bioassays against the cotton aphid, *Aphis gossypii*

Isolate code	Species	Origin	Vegetation	Latitude and longitude	Accession no.
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kumluca	Olive	N 36°19'17.1" E 30°20'23.0"	MT441868
BbKr-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kemer	Forest	N 36°35'51.0" E 30°33'22.7"	MT441871
BbKs-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kaş	Olive	N 36°12'08.8" E 29°38'46.3"	MT441876
BbAk-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Aksu	Grassland	N 36°56'03.3" E 30°52'35.1"	MT441881
BbSr-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Serik	Orange	N 36°55'33.8" E 31°07'20.7"	MT441882
BbFn-4	<i>Beauveria bassiana</i>	Finike	Pomegranate	N 36°20'55.0" E 30°07'36.0"	MW255006
BbKp-2	<i>Beauveria bassiana</i>	Kepez	Olive	N 36°54'59.8" E 30°39'36.0"	MW255007
BbDs-3	<i>Beauveria bassiana</i>	Döşemaltı	Pomegranate	N 37°01'08.2" E 30°36'06.2"	MW255008
BbMg-5	<i>Beauveria bassiana</i>	Manavgat	Cotton	N 36°56'30.7" E 30°54'57.9"	MW255014
BbGp-4	<i>Beauveria bassiana</i>	Gazipaşa	Oleander	N 36°16'00.7" E 32°18'56.7"	MW255016
CecKp-1	<i>Cunninghamella echinulata</i>	Kepez	Wheat	N 37°01'40.0" E 30°39'30.9"	MT441896
CrFn-1	<i>Clonostachys rosea</i>	Finike	Orange	N 36°19'11.2" E 30°09'12.1"	MT441897
CrMg-1	<i>Clonostachys rosea</i>	Manavgat	Wheat	N 36°57'49.2" E 31°16'51.9"	MT441900
IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	Gazipaşa	Olive	N 36°14'50.3" E 32°21'19.2"	MT441902
IfKm-1	<i>Isaria farinosa</i>	Kumluca	Wheat	N 36°20'41.5" E 30°15'25.3"	MT441903
PlKa-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Konyaaltı	Apple	N 36°53'53.5" E 30°37'51.8"	OM267784
PlMp-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Muratpaşa	Evergreen Spindle	N 36°53'42.6" E 30°39'56.7"	OM267785
TaAl-1	<i>Trichoderma atroviride</i>	Alanya	Oleander	N 36°33'18.1" E 31°58'29.3"	MW255021
ThAk-1	<i>Trichoderma atroviride</i>	Aksu	Sweetcorn	N 36°56'46.8" E 30°51'38.4"	MW255024

Data analysis

In all cases, no control mortality was observed and, therefore, no correction was necessary for the mortality data. All values were subjected to arcsine transformation before analysis. Data were analyzed with one-way ANOVA using the general linear model of SPSS 23.0 Windows (IBM Corp. 2015, New York, USA). Differences between treatment means were compared at a significance level of $P < 0.01$ using Tukey's multiple comparison test.

Results and Discussion

Among the isolates of indigenous Turkish fungal species tested, *B. bassiana* was the most pathogenic. In the pathogenicity tests, 10 days after treatment, *B. bassiana* isolates caused mortalities ranging from 70% to 100% in both nymphs and adults of *A. gossypii* (Tables 2 and 3). *Purpureocillium lilacinum* was second most pathogenic, isolates of which caused mortalities between 73.3% and 83.3% in both nymphs and adults of the pest, followed by *Clonostachys rosea* (isolate, CrFn-1) with 80% and 70% mortalities in nymphs and adults, respectively. Of the four remaining species, *Isaria farinosa* (isolate, IfKm-1) caused a nymphal mortality of 70.0% and adult mortality of 63.3%. All other indigenous fungal species yielded mortalities below 60% in both nymphs and adults of the pest.

As for the commercial fungal preparations, Nibortem produced a nymphal mortality of 70% while it caused 56.7% mortality in adults. The other two preparations, Nostalgist and Priority yielded mortalities below 60% in both nymphs and adults of the pest (Tables 2 and 3).

Table 2. Effects of entomopathogenic fungal isolates from different districts of Antalya Province in Turkey on *Aphis gossypii* nymphs stated below

Isolate name	Percent mortality (\pm SE)*			
	3 rd day	5 th day	7 th day	10 th day
BbKm-1	96.7 \pm 5.8 ^{Aa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbKr-1	43.3 \pm 5.8 ^{DEFGHb}	73.3 \pm 11.5 ^{ABCDEFa}	86.7 \pm 5.8 ^{ABCDa}	93.3 \pm 5.8 ^{ABa}
BbKs-1	60.0 \pm 10.0 ^{BCDEFb}	66.7 \pm 11.5 ^{BCDEFb}	76.7 \pm 5.8 ^{ABCDEa}	86.7 \pm 11.5 ^{ABCDa}
BbAk-1	36.7 \pm 5.8 ^{FGHIJb}	56.7 \pm 15.3 ^{DEFGHb}	73.3 \pm 11.5 ^{BCDEa}	80.0 \pm 10.0 ^{ABCDEa}
BbSr-1	6.7 \pm 11.5 ^{Lmb}	16.7 \pm 11.5 ^{KLmb}	53.3 \pm 11.5 ^{EFGa}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFGa}
BbFn-4	30.0 \pm 10.0 ^{GHIJKLc}	70.0 \pm 10.0 ^{BCDEFb}	96.7 \pm 5.8 ^{ABa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbKp-2	43.3 \pm 5.8 ^{DEFGHb}	73.3 \pm 11.5 ^{ABCDEFa}	76.7 \pm 5.8 ^{ABCDEa}	93.3 \pm 11.5 ^{ABa}
BbDs-3	60.0 \pm 10.0 ^{BCDEFc}	76.7 \pm 5.8 ^{ABCDEbc}	90.0 \pm 10.0 ^{ABCDab}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbMg-5	50.0 \pm 0.0 ^{DEFGc}	63.3 \pm 5.8 ^{CDEFGHb}	93.3 \pm 5.8 ^{ABCa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbGp-4	60.0 \pm 10.0 ^{BCDEFb}	66.7 \pm 15.3 ^{BCDEFGab}	73.3 \pm 11.5 ^{BCDEa}	90.0 \pm 10.0 ^{ABCa}
PIKa-1	36.7 \pm 5.8 ^{FGHIJc}	40.0 \pm 0.0 ^{GHIJKbc}	53.3 \pm 11.5 ^{EFGb}	76.7 \pm 5.8 ^{BCDEFa}
PLMp-1	53.3 \pm 5.8 ^{CDEFGb}	56.7 \pm 15.3 ^{DEFGHb}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFab}	83.3 \pm 5.8 ^{ABCDa}
CecKp-1	6.7 \pm 5.8 ^{Lmb}	23.3 \pm 15.3 ^{JKLMab}	33.3 \pm 5.8 ^{GHIab}	46.7 \pm 11.5 ^{HIa}
CrFn-1	46.7 \pm 5.8 ^{DEFGHc}	63.3 \pm 5.8 ^{CDEFGHb}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFab}	80.0 \pm 0.0 ^{ABCDEa}
CrMg-1	10.0 \pm 10.0 ^{KLMa}	20.0 \pm 10.0 ^{JKLma}	26.7 \pm 5.8 ^{HIa}	36.7 \pm 5.8 ^{Ia}
IfGp-1	13.3 \pm 5.8 ^{JKLMc}	23.3 \pm 15.3 ^{JKLMbc}	36.7 \pm 11.5 ^{GHIab}	50.0 \pm 0.0 ^{GHIa}
IfKm-1	30.0 \pm 10.0 ^{GHIJKLc}	36.7 \pm 5.8 ^{HIJKLb}	53.3 \pm 5.8 ^{EFGab}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFGa}
TaAl-1	0.0 \pm 0.0 ^{Mc}	3.3 \pm 5.8 ^{Mc}	16.7 \pm 5.8 ^{Ib}	36.7 \pm 5.8 ^{Ia}
ThAk-1	0.0 \pm 0.0 ^{Mc}	20.0 \pm 10.0 ^{JKLMb}	26.7 \pm 5.8 ^{Hib}	56.7 \pm 5.8 ^{FGHIa}
Nibortem	30.0 \pm 10.0 ^{GHIJKLc}	46.7 \pm 5.8 ^{FGHIJc}	53.3 \pm 11.5 ^{EFGb}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFGa}
Nostalgist	13.3 \pm 5.8 ^{JKLMc}	36.7 \pm 5.8 ^{HIJKLb}	40 \pm 10.0 ^{GHIab}	56.7 \pm 5.8 ^{FGHIa}
Priority	10.0 \pm 10.0 ^{KLMc}	23.3 \pm 15.3 ^{JKLMbc}	36.7 \pm 11.5 ^{GHIab}	50.0 \pm 0.0 ^{GHIa}
Control	0.0 \pm 0.0 ^{Ma}	0.0 \pm 0.0 ^{Ma}	0.0 \pm 0.0 ^{Ja}	0.0 \pm 0.0 ^{Ja}

* All isolates were tested at a spore concentration of 1×10^7 spores/mL.

Means in a column followed by a different capital letter differ significantly ($P < 0.01$; Tukey test).

Means in a row followed by thea different lowercase letter are significantly different ($P < 0.01$; Tukey test).

In parallel with the results obtained from this study, previous studies have shown that *B. bassiana* isolates are highly virulent against *A. gossypii* (Yeo et al. 2003; Vu et al. 2007; Down et al. 2009; Ibrahim et al. 2011; Jandricic et al. 2014; Lee et al. 2015; Mohammed & Hatcher 2017; Mohammed et al. 2018; Şahin & Karaca 2019) and can be used in the control of this pest. Herlinda et al. (2010) tested 10 *B. bassiana* and 15 *M. anisopliae* isolates obtained from infected insects against *A. gossypii* at a concentration of 1×10^6 spores/mL. They reported that the most virulent *B. bassiana* and *M. anisopliae* isolates caused 100% mortality of *A. gossypii* in 2.54 days and 2.81 days, respectively. They also suggested that entomopathogenic fungal isolates with high efficacy can be used in the control of *A. gossypii*. Castillo et al. (2014) tested *P. lilacinum* and *B. bassiana* isolates against *A. gossypii* on cotton plants under greenhouse and field conditions and reported that both isolates can be used in the control of pest.

Table 3. Effects of entomopathogenic fungal isolates from different districts of Antalya Province in Turkiye on *Aphis gossypii* adults

Isolate name	Percent mortality (\pm SE)*			
	3 rd day	5 th day	7 th day	10 th day
BbKm-1	80.0 \pm 10.0 ^{ABCb}	93.3 \pm 5.8 ^{ABab}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbKr-1	36.7 \pm 11.5 ^{EFGHlb}	56.7 \pm 5.8 ^{DEFab}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFa}	80.0 \pm 10.0 ^{ABCDEa}
BbKs-1	43.3 \pm 11.5 ^{EFGHc}	56.7 \pm 5.8 ^{DEFbc}	73.3 \pm 5.8 ^{BCDEab}	83.3 \pm 5.8 ^{ABCDa}
BbAk-1	26.7 \pm 5.8 ^{GHIJKLb}	40.0 \pm 0.0 ^{EFGHb}	60.0 \pm 10.0 ^{DEFGa}	73.3 \pm 5.8 ^{BCDEFa}
BbSr-1	10.0 \pm 10.0 ^{JKLMc}	23.3 \pm 11.5 ^{GHIJbc}	53.3 \pm 15.3 ^{DEFGHab}	63.3 \pm 15.3 ^{DEFGHa}
BbFn-4	26.7 \pm 5.8 ^{GHIJKLd}	43.3 \pm 5.8 ^{EFGc}	76.7 \pm 5.8 ^{ABCDb}	93.3 \pm 5.8 ^{ABCa}
BbKp-2	16.7 \pm 11.5 ^{IJKLMc}	43.3 \pm 5.8 ^{EFGb}	60.0 \pm 10.0 ^{DEFGab}	73.3 \pm 5.8 ^{BCDEFa}
BbDs-3	70.0 \pm 0.0 ^{BCDc}	83.3 \pm 5.8 ^{ABCb}	96.7 \pm 5.8 ^{ABa}	100.0 \pm 0.0 ^{Aa}
BbMg-5	53.3 \pm 11.5 ^{DEFc}	76.7 \pm 5.8 ^{ABCDb}	86.7 \pm 5.8 ^{ABCab}	96.7 \pm 5.8 ^{ABa}
BbGp-4	46.7 \pm 5.8 ^{DEFGHd}	60.0 \pm 0.0 ^{CDEc}	73.3 \pm 5.8 ^{BCDEb}	86.7 \pm 5.8 ^{ABCDa}
PIKa-1	26.7 \pm 5.8 ^{GHIJKLc}	36.7 \pm 5.8 ^{EFGHbc}	50.0 \pm 10.0 ^{EFGHlb}	73.3 \pm 5.8 ^{BCDEFa}
PIMp-1	50.0 \pm 10.0 ^{DEFGb}	56.7 \pm 5.8 ^{DEFb}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFab}	83.3 \pm 5.8 ^{ABCDa}
CecKp-1	3.3 \pm 5.8 ^{LMc}	13.3 \pm 5.8 ^{Ic}	30.0 \pm 0.0 ^{HIKb}	43.3 \pm 5.8 ^{GHa}
CrFn-1	33.3 \pm 11.5 ^{FGHIJb}	43.3 \pm 15.3 ^{EFGab}	66.7 \pm 5.8 ^{CDEFa}	70.0 \pm 10.0 ^{CDEFa}
CrMg-1	6.7 \pm 5.8 ^{KLMb}	16.7 \pm 5.8 ^{HIJab}	23.3 \pm 11.5 ^{JKLab}	40.0 \pm 20.0 ^{HIa}
IfGp-1	0.0 \pm 0.0 ^{Mc}	16.7 \pm 5.8 ^{HIJb}	26.7 \pm 5.8 ^{IJKb}	43.3 \pm 5.8 ^{GHa}
IfKm-1	6.7 \pm 5.8 ^{KLMd}	20.0 \pm 0.0 ^{GHIJc}	50.0 \pm 0.0 ^{EFGHb}	63.3 \pm 5.8 ^{DEFGHa}
TaAl-1	0.0 \pm 0.0 ^{Mc}	0.0 \pm 0.0 ^{Jc}	13.3 \pm 5.8 ^{KLb}	33.3 \pm 5.8 ^{Ia}
ThAk-1	0.0 \pm 0.0 ^{Mc}	6.7 \pm 5.8 ^{Jbc}	23.3 \pm 5.8 ^{JKLb}	50.0 \pm 10.0 ^{FGHa}
Nibortem	6.7 \pm 5.8 ^{KLMb}	40.0 \pm 10.0 ^{EFGHa}	46.7 \pm 11.5 ^{FGHIJa}	56.7 \pm 11.5 ^{EFGHa}
Nostalgist	6.7 \pm 5.8 ^{KLMc}	16.7 \pm 5.8 ^{HIJbc}	30.0 \pm 10.0 ^{HIKb}	53.3 \pm 5.8 ^{FGHa}
Priority	6.7 \pm 5.8 ^{KLMb}	16.7 \pm 5.8 ^{HIJb}	40.0 \pm 10.0 ^{GHIJa}	56.7 \pm 5.8 ^{EFGHa}
Control	0.0 \pm 0.0 ^{Ma}	0.0 \pm 0.0 ^{Ja}	0.0 \pm 0.0 ^{La}	0.0 \pm 0.0 ^{Ja}

* All isolates were tested at a spore concentration of 1×10^7 spores/mL.

Means in a column followed by a different capital letter differ significantly ($P < 0.01$; Tukey test).

Means in a row followed by a different lowercase letter are significantly different ($P < 0.01$; Tukey test).

Mohammed et al. (2018) tested native Iraqi isolates of *L. lecanii*, *B. bassiana*, *I. fumosorosea*, *Chaetomium globosum* and *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae) against the aphids, *Myzus persicae* (Sulzer), *A. gossypii*, *A. fabae* Scopoli and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) under greenhouse conditions. *Beauveria bassiana*, *M. anisopliae* and *L. lecanii* isolates caused 100% mortality of *M. persicae* and *A. gossypii* at a concentration of 10^8 spores/mL on day 7. Gurulingappa et al. (2011) investigated the causes and duration of the effects of *L. lecanii* and *B. bassiana* isolates on *A. gossypii*. They reported that methanolic fractions from *Beauveria bassiana* mycelium caused significant death of *A. gossypii*.

Current research has shown that *A. gossypii* is affected by contact with both conidia and fungal metabolites. This range of susceptibility of *A. gossypii* indicates that these entomopathogenic fungi may have an important role to play in controlling pest populations. All the results reported in the discussed studies are consistent with the findings obtained in this study.

In biological control, *B. bassiana* is widely used against insect pests due to its high efficacy compared to other entomopathogenic fungal species. In conclusion, native Turkish *B. bassiana* isolates, with the high efficacy rates demonstrated in this study, have the potential to be used in the control of *A. gossypii* and possibly other agricultural pests.

Acknowledgements

This study was financially supported by the Akdeniz University Scientific Projects Coordination Unit (Project no.: BAP FDK-2019-4859) (Antalya, Türkiye). We would also like to thank the TÜBİTAK BİDEB 2228-B Domestic Doctorate Scholarship Program.

References

- Abebe, H. 2002. Potential of entomopathogenic fungi for the control of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae). Ph.D. thesis, Addis Ababa University, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ethiopia, 161p.
- Baki, D. 2021. Antalya'da farklı bölgelerden izole edilen entomopatojen fungusların morfolojik ve moleküler tanısı, *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 139 s.
- Blackman R.L. & V.F. Eastop, 2000. Aphids on The World's Crops: An identification guide. Second Edition. A Wiley. The Natural History Museum Intenscience Publication, London, England, 414 p.
- Castillo L.D., Zhu-Salzman K., Ek-Ramos M.J. & G.A. Sword, 2014. The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (Formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* negatively affect cotton aphid reproduction under both greenhouse and field conditions. *PLoS ONE*, 9(8): e103891.
- Cottier W., 1953. Aphids of New Zealand. Bull. N. Z. Dep. scient. ind. Res. no. 106, 382 pp.
- Down R.E., Cuthbertson A.G., Mathers J.J. & K.F. Walters, 2009. Dissemination of the entomopathogenic fungi, *Lecanicillium longisporum* and *L.muscarium*, by The Predatory

- Bug, *Orius laevigatus*, To Provide Concurrent Control of *Myzus persicae*, *Frankliniella occidentalis* and *Bemisia tabaci*. *Biological Control*, 50(2): 172-178.
- Fancelli M., Dias A.B., Delalibera I.J., Cerqueira de Jesus S., Souza do Nascimento A. & S. Oliveira e Silva, 2013. *Beauveria bassiana* Strains for Biological Control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in Plantain. *BioMed Research International*, 2013, 184756, 7s.
- Gabarty A., Salem H.M., Fouda M.A., Abas A.A. & A.A. Ibrahim, 2014. Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7: 95-100.
- Görür G., 2004. Aphid (Homoptera: Aphididae) species on pome fruit trees in Niğde Province of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 28 (1): 21-26.
- Güneş Ç. & U. Gözel, 2011. Marmara Bölgesi'ndeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2: 103-118.
- Gurulingappa P., Mcgee P.A. & G. Sword, 2011. Endophytic *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana* reduce the survival and fecundity of *Aphis gossypii* following contact with conidia and secondary metabolites. *Crop Protection*, 30: 349-353.
- Hansoylu, R.B. 2003. Türkiye topraklarından elde edilen entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill. suşlarının biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 98 s.
- Herlinda S., Irsan C., Mayasari R. & S. Septariani, 2010. Identification and selection of entomopathogenic fungi as biocontrol agents for *Aphis gossypii* from South Sumatra. *Microbiology Indonesia*, 4: 137-142.
- İbrahim L., Hamieh A., Ghanem H. & S.K. Ibrahim, 2011. Pathogenicity of entomopathogenic fungi from Lebanese soils against aphids, whitefly and non-target beneficial insects. *International Journal of Agricultural Science*, 3(3): 156-164.
- İzgi Ü. & Ö. Güven, 2016. Kahramanmaraş Başkonuş ormanlık alanlarından izole edilen entomopatojen funguslar. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (3): 201-209.
- Jandricic S.E., Filotas M, Sanderson J.P., & S.P. Wraight, 2014. Pathogenicity of conidia-based preparations of entomopathogenic fungi against the greenhouse pest aphids *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, and *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 118: 34-46.
- Lee W.W., Shin T.Y., Bae S.M. & S.D. Woo, 2015. Screening and evaluation of entomopathogenic fungi against the green peach aphid, *Myzus persicae*, using multiple tools. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18: 607-615.
- Mohammed A. & Hatcher, P.E. 2017. Combining entomopathogenic fungi and parasitoids to control the green peach aphid *Myzus persicae*. *Biological Control*, 110: 44-55.
- Mohammed A.A., Kadhim J.H. & Z.N. Kamaluddin, 2018. Selection of highly virulent entomopathogenic fungal isolates to control the greenhouse aphid species in Iraq. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28: 71.
- Murphy G., Ferguson G. & L. Shipp, 2006. Aphids in greenhouse crops. Factsheet. Ontario Ministry of Agriculture, *Food and Rural Affairs*, Canada, pp. 1198-1712.
- Remaudiere G. & M. Remaudiere, 1997. Catalogue des Aphididae du Monde (Catalogue of the World's Aphididae) Homoptera, Aphidoidea, Preface Par V.F. Eastop, INRA editions, p. 473.

- Sáenz-de-Cabezón F.J. Irigaray V., Marco-Mancebón I. & I. Pérez-Moreno, 2003. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and compatibility with triflumeron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Biological Control*, 26: 168–173.
- Şahin K.G. & İ. Karaca, 2019. Bazı biyoinsektisitlerin *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ye etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2): 582-589.
- Von Dohlen C.D. & N.A. Moran, 2000. Molecular data support a rapid radiation of aphids in the Cretaceous and multiple origins of host alternation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 689–717.
- Vu V.H., Hongb S. & K. Kima, 2007. Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 104(6): 498-505.
- Yeo H., Pell J.K., Alderson P.G., Clark S.J. & B.J. Pye, 2003. Laboratory evaluation of temperature effects on the germination and growth of entomopathogenic fungi and on their pathogenicity to two aphid species. *Pest Management Science*, 59(2): 156-65.

Original article (Özgün makale)

Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) predators of the family Coccinellidae (Coleoptera) from Aydın Province, Türkiye

Hüseyin YERLİKAYA^{1*}, Hüseyin BAŞPINAR², Nedim UYGUN³, Mehmet Bora KAYDAN⁴

Türkiye, Aydın İli'nde Coccinellidae (Coleoptera) familyasına bağlı Unlubit (Hemiptera: Pseudococcidae) avcıları

Öz: 2019 yılında Aydın İli'nde gerçekleştirilen bu çalışmada, tarım ve tarım dışı alanlarda unlubit bulaşık bitkiler üzerindeki Coccinellidae familyasına ait predatör türler araştırılmıştır, Unlubitler ile bulaşık 22 farklı konukçu bitki üzerinde Coccinellidae familyasına ait 10 predatör türü tespit edilmiştir. Tespit edilen bu türlerin gelecekte biyolojik mücadele uygulamaları için kitle üretimde önemli bir bilgi alt yapısı oluşturabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Aydın, Uğur böcekleri, doğal düşmanlar

Abstract: In this study, which was carried out in Aydın Province of Türkiye in 2019, predatory species belonging to the Coccinellidae family on mealybug infested plants in agricultural and non-agricultural areas, are reported and discussed. Ten predator species belonging to the Coccinellidae family were identified from 22 host plant species infested with mealybugs. These predator species are promising candidates for mass rearing for biological control purposes in the future.

Keywords: Aydın, Ladybugs, natural enemies

Introduction

Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoomorpha) is a large family spread over wide areas of the world in terms of the number of species. Many new pseudococcid species have been identified in systematic faunistic studies conducted in different geographic areas, and many species are first records for the country they are found in (García Morales et al. 2016). Similarly, new mealybug species have been identified in

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sultanhisar Meslek Yüksekokulu, Bitki Koruma Programı, Aydın, Türkiye

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın, Türkiye

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü., Adana, Türkiye

⁴ Biyoteknoloji Araştırma Merkezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar): huseyin.yerlikaya@adu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-7837-3013, 0000-0002-8659-7834, 0000-0002-2729-0357, 0000-0002-0677-255X

Received (Alınış): 2 Ocak 2023

Accepted (Kabul ediliş): 19 Nisan 2023

agricultural and non-agricultural areas in Türkiye, and many species have been recorded for the first time there (Ülgentürk et al. 2022; Yerlikaya et al. 2023). According to Scalenet data, 112 mealybug species have been reported from Türkiye (García Morales et al. 2016). Some of these species cause significant damage in agricultural and landscaped areas (Kaydan et al. 2005; Telli & Yiğit 2019a,b; Yerlikaya et al. 2023). The toxic substances they secrete during their feeding can cause deformations of plant tissues, yellowing of leaves and cessation of plant growth. In addition, by exuding the excess plant sap they consume during their feeding, they reduce the quality and quantity of the fruit with damage called “sooty mould” (Uygun et al., 1998). Moreover, some pseudococcid species are virus vectors (Bertin et al. 2010; Cid et al. 2010; Mekuria et al. 2013; Wistrom et al. 2016; Palma-Jiménez et al. 2019).

Chemical control alone is not effective enough for reasons such as high reproductive potential, feeding in sheltered parts of the plant, resistance problems and residue risk (Chong et al. 2015). Thus, it is recommended to use natural enemies within the scope of integrated pest management (Dinesh & Venkatesha 2011; Qin et al. 2019).

Many studies have reported that mealybug populations can be significantly reduced by their natural enemies (Muniappan et al. 2006; Sultan et al. 2021). Parasitoids and predators are among these natural enemies, and species of the Coccinellidae family have an important status among the predatory species (Gautam et al. 2007; Fand et al. 2010; Saengyot & Burikam 2011; Nazari et al. 2018; Seyfollahi et al. 2019). In earlier studies, many species belonging to the Coccinellidae family have been identified in close association with mealybugs (Kaydan et al. 2006; Jalilvand et al. 2014; Yiğit & Telli 2014; Peronti et al. 2016; Poorani & Lalitha 2018; Telli & Yiğit 2019a,b; Sá et al. 2020; El Aalaoui & Sbaghi 2021). In this study, predatory species belonging to the Coccinellidae family (coccinellids) that were found on mealybug infested plants in agricultural and non-agricultural areas in Aydın Province, Türkiye are listed and discussed.

Materials and Methods

Samples were collected from natural and agricultural areas in Aydın city center and its districts in Türkiye in 2019 after examining the roots, root collars and green parts of plants in those areas. The samples were taken in order to determine the species belonging to the family Pseudococcidae and the predatory species of the family Coccinellidae associated with them. All samples were numbered and labeled and the GPS coordinates of their collection places were recorded. In the laboratory, culturing and preparation studies were carried out in order to identify the collected pseudococcid species and their coccinellid predators. Female adult pseudococcid species were slide mounted by using the methods of Kosztarab & Kozár (1988) at Aydın Adnan Menderes University, Sultanhisar, Aydın, Türkiye, with some modifications (cleaning the samples with a fine brush using sterile water after KOH treatment). A Leica DM2500 phase-contrast binocular microscope was used for the identification of pseudococcid species. For the identifications, the identification keys of Danzig & Gavrillov-Zimin (2014, 2015), Danzig (1990, 2001a, 2001b, 2003),

Kaydan (2015), Kosztarab & Kozar (1988), Marotta (1992), Tereznikova (1975) and Ter-Grigorian (1973), were used.

Adult coccinellid specimens seen on the mealybug colonies were collected with an aspirator and placed in killing jars. Larvae found on mealybug colonies were collected together with the plant part that they were found on, then taken to the laboratory and cultured, and adult coccinellids were obtained. The preparation of the coccinellid species was carried out using the methodology of Uygun (1981). For this purpose, the killed coccinellid adults were fixed at their ventral surfaces to individual triangular cardboard baseplates. Water-based, easily dissolved, odorless and colorless adhesive was used in the bonding process. Finally, a small rectangular note containing the specimen's details was then pinned on the wide part of each specimen's baseplate.

The coccinellid specimens were identified by Prof Nedim Uygun (Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Adana), according to methodology of Uygun (1981).

Results and Discussion

List of Coccinellidae collected in Aydın Province, Türkiye in 2019

Genus *Chilocorus*

1. *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus)

Material Examined: Aydın: 1 individual, Kuşadası (37°50'34"N, 27°14'48"E), 19 m, 13.vi.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 45.

Genus *Exochomus*

2. *Exochomus nigromaculatus* (Goeze)

Material Examined: Aydın: 3 individuals, Nazilli (37°54'53"N, 28°19'40"E), 126 m, 30.v.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 30; 1 individual, Efeler (37°50'37"N, 27°50'00"E), 55 m, 2.vii.2019, ex *Planococcus citri* on *Citrus aurantium*, H. Yerlikaya, Coll. No: 119; 4 individuals, Efeler, (37°50'39"N, 27°51'08"E), 60 m, 12.x.2019, ex *Planococcus citri* on *Nerium oleander*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 483.

Genus *Hippodamia*

3. *Hippodamia variegata* (Goeze)

Material Examined: Aydın: 1 individual, Kuşadası (37°43'06"N, 27°13'19"E), 4 m, 14.vi.2019, ex *Pseudococcus longispinus* on *Euonymus japonicus*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 62; 1 individual, Koçarlı (37°43'56"N, 27°50'14"E), 46 m, 6.x.2019, ex

Phenacoccus madeirensis on *Amaranthus viridis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 474; 4 individuals, Efeler, (37°52'13"N, 28°01'16"E), 76 m, 3.xi.2019, ex *Phenacoccus solenopsis* on *Hibiscus rosa-sinensis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 511.

Genus *Nephus*

4. *Nephus hiekei* (Fürsch)

Material Examined: Aydın: 1 individual, Köşk (37°51'20"N, 28°03'26"E), 72 m, 9.vii.2019, ex *Planococcus ficus* on *Ficus carica*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 176; 5 individuals, Didim (37°24'57"N, 27°25'15"E), 19 m, 24.vii.2019, ex *Phenacoccus solenopsis* on *Solanum lycopersicum*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 236; 6 individuals, Efeler (37°50'01"N, 27°51'03"E), 39 m, 2.viii.2019, ex *Phenacoccus madeirensis* on *Ocimum basilicum*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 282; 7 individuals, Nazilli (37°54'25"N, 28°15'43"E), 104 m, 5.viii.2019, ex *Phenacoccus solenopsis* on *Lantana camara*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 314; 1 individual, Efeler (37°49'51"N, 27°50'36"E), 41 m, 28.viii.2019, ex *Phenacoccus solenopsis* on *Amaranthus viridis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 344; 4 individuals, Efeler (37°49'17"N, 27°49'48"E), 40 m, 2.viii.2019, ex *Phenacoccus madeirensis* on *Gazania rigens*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 356; 1 individual, Köşk, (37°52'04"N, 28°05'12"E), 99 m, 3.ix.2019, ex *Phenacoccus madeirensis* on *Helianthus tuberosus*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 361; 3 individuals, Kuyucak (37°54'46."N, 28°35'34"E), 105 m, 7.ix.2019, ex *Heterococcus nudus* on *Sorghum halepense*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 389; 2 individuals, Efeler (37°51'22"N, 27°54'34"E), 72 m, 10.ix.2019, ex *Phenacoccus parietaricola* on *Parietaria judaica*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 408; 1 individual, Efeler (37°51'05"N, 27°54'32"E), 57 m, 10.ix.2019, ex *Dysmicoccus angustifrons* on *Echium angustifolium*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 409; 3 individuals, Germencik (37°52'07"N, 27°38'48"E), 36 m, 23.ix.2019, ex *Phenacoccus phenacoccoides* on *Sorghum halepense*, Coll. No: 453; 2 individuals, Efeler (37°49'47.2"N, 27°50'48"E), 44 m, 30.ix.2019, ex *Phenacoccus solenopsis* on *Mirabilis jalapa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 464.

5. *Nephus includens* (Kirsch)

Material Examined: Aydın: 2 individuals, Efeler (37°49'45"N, 27°50'45"E), 44 m, 30.ix.2019, ex *Planococcus citri* on *Rosa* sp., leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 467.

6. *Nephus macilentus* Kirsch

Material Examined: Aydın: 3 individuals, Köşk (37°50'08"N, 28°00'51"E), 50 m, 9.vii.2019, ex *Dysmicoccus angustifrons* on *Althaea officinalis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 170.

7. *Nephus nigricans* Weise

Material Examined: Aydın: 1 individual, Köşk (37°50'08"N, 28°00'51"E), 50 m, 9.vii.2019, ex *Dysmicoccus angustifrons* on *Althaea officinalis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 170; 1 individual, Sultanhisar (37°53'16"N, 28°09'35"E), 72 m, 9.vii.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus sempervirens*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 172; 1 individual, Koçarlı (37°45'39"N, 27°49'55"E), 39 m, 31.vii.2019, ex *Planococcus vovae* on *Juniperus communis*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 264.

Genus *Rodalia*

8. *Rodalia cardinalis* (Mulsant)

Material Examined: Aydın: 3 individuals, Söke (37°45'18"N, 27°24'25"E), 46 m, 19.v.2019, ex *Pseudococcus longispinus* on *Pittosporum tobira*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 12.

Genus *Scymnus*

9. *Scymnus levaillanti* (Mulsant)

Material Examined: Aydın: 1 individual, Kuşadası (37°44'01"N, 27°17'30"E), 60 m, 14.vi.2019, ex *Planococcus citri* on *Citrus aurantium*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 70.

10. *Scymnus subvillosus* Goeze

Material Examined: Aydın: 1 individual, Söke (37°45'18.0"N, 27°24'25"E), 31 m, 19.v.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus sempervirens*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 9; 17 individuals, Efeler (37°51'15"N, 27°50'39"E), 83 m, 26.v.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 16; 17 individuals, Kuşadası (37°50'34"N, 27°14'48"E), 19 m, 13.vi.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 45; 1 individual, Didim (37°20'55"N, 27°16'28"E), 15 m, 3.vii.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 134; 1 individual, Didim (37°21'27"N, 27°16'31"E), 12 m, 3.vii.2019, ex *Planococcus citri* on *Citrus aurantium*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 142; 7 individuals, Köşk (37°51'20"N, 28°03'26"E), 72 m, 9.vii.2019, ex *Planococcus ficus* on *Ficus carica*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 176; 1 individual, Köşk (37°51'33"N, 28°02'51"E), 82 m, 9.vii.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus sempervirens*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 177; 2 individuals, Efeler (37°50'59"N, 27°45'51"E), 49 m, 15.vii.2019, ex *Pseudococcus longispinus* on *Jasminum officinale*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 186; 3 individuals, Didim, (37°22'47"N, 27°16'12"E), 39 m, 24.vii.2019, ex *Planococcus citri* on *Euonymus japonicus*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 231; 1 individual, Efeler (37°49'13"N, 27°50'06"E), 40 m, 2.ix.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus sempervirens*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 355; 1 individual, Efeler (37°50'58"N, 27°48'50"E), 65 m, 21.ix.2019, ex *Planococcus vovae* on *Cupressus macrocarpa*, leg. H. Yerlikaya, Coll. No: 445.

Conclusions

In this study, 10 predator species from the family Coccinellidae were found. They were collected with 10 mealybug species during a survey on 22 host plant species in Aydın Province in Türkiye. The most common coccinellid species in the samples was *Scymnus subvillosus* and most of them were collected from with *Planococcus vovae* on *Cupressus* sp.. The second most common species was *Nephus hiekei* and most of them were collected with *Phenacoccus solenopsis* and *Ph. madeirensis* on ornamental plants. The number of the coccinellids was more numerous in non-agricultural areas than in agricultural areas. This result supports the protection of non-agricultural areas in terms of natural enemy populations which contribute to the control of pest species in agricultural areas. Intensive study of the biology, ecology and mass rearing of the predatory coccinellids is fundamental to the improvement of biological control programs.

Acknowledgement

This study was supported by the Aydın Adnan Menderes University Research Fund, Aydın, Türkiye (Grant Project No: ZRF-19018)

References

- Bertin S., V. Cavalieri, C. Graziano & D. Bosco, 2010. Survey of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) vectors of Ampelovirus and Vitivirus in vineyards of northwestern Italy. *Phytoparasitica*, 38(4): 401–409. <https://doi.org/10.1007/s12600-010-0109-5>
- Chong J.H., L.F. Aristizábal & S.P. Arthurs, 2015. Biology and management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on ornamental plants. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1): 5. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv004>
- Cid M., S. Pereira, C. Cabaleiro & A. Segura, 2010. Citrus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) movement and population dynamics in an arbor-trained vineyard. *Journal of Economic Entomology*, 103(3): 619–630. <https://doi.org/10.1603/EC09234>
- Danzig E.M., 1990. Coccids of the Far-Eastern USSR (Homoptera: Coccinea). Phylogenetic Analysis of Coccids in the World fauna. Oxonian Press, New Delhi, 450 pp.
- Danzig E.M., 2001a. A new mealybug of the genus *Phenacoccus* Signoret from Siberia (Hemiptera, Pseudococcidae). *Revue Française d'Entomologie*, 23 (1): 109–110.
- Danzig E.M., 2001b. Mealybugs of the genera *Peliococcus* and *Peliococcopsis* from Russia and neighbouring countries (Homoptera: Coccinea: Pseudococcidae). *Zoosystematica Rossica*, 9 (1): 123–154.
- Danzig E.M., 2003. Mealybugs of the genus *Phenacoccus* Ckll. (Homoptera, Pseudococcidae) of the fauna of Russia and adjacent countries. (In Russian; Summary in English). *Entomologicheskoe Obozrenye*, 82 (2): 327–361.
- Danzig E.M. & I.A. Gavrilov-Zimin, 2014. Fauna of Russia and Neighbouring Countries: Palaearctic Mealybugs (Homoptera: Coccinea: Pseudococcidae) subfamily Planococcinae (Part 1). Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, Russia, St. Petersburg, 678 pp.
- Danzig E.M. & I.A. Gavrilov-Zimin, 2015. Fauna of Russia and Neighbouring Countries: Palaearctic Mealybugs (Homoptera: Coccinea: Pseudococcidae) subfamily

- Phenacocinae (Part 2). Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, Russia, St. Petersburg, 619 pp.
- Dinesh A.S. & M.G.G. Venkatesha, 2011. Predation of the aepfly, *Spalgis epius* (Lepidoptera: Lycaenidae) on citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Biocontrol Science and Technology*, 21(5): 523–533. <https://doi.org/10.1080/09583157.2011.559533>
- El Aalaoui M. & M. Sbaghi, 2021. First record of the mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) and its seven parasitoids and five predators in Morocco. *EPP0 Bulletin*, 51(2): 299–304. <https://doi.org/10.1111/epp.12745>
- Fand B.B., R.D. Gautam & S.S. Suroshe, 2010. Effect of developmental stage and density of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on the predatory performance of four coccinellid predators. *Journal of Biological Control*, 24(2): 110–115.
- García Morales M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov & N.B. Hardy, 2016. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. *Database*, 2016 (2016): bav118. <https://doi.org/10.1093/database/bav118>
- Gautam R.D., U. Saxena, S. Gautam, M.A. Khan & C.P.N. Gautam, 2007. Studies on Solanum mealy bug, *Phenacoccus solani* Ferris (Hemiptera: Pseudococcidae), its parasitoid and predator complex, reproductive potential and utilization as laboratory prey for rearing the ladybird and green lacewing predators. *Journal of Entomological Research*, 31(3): 259–264.
- Jalilvand K., M. Shirazi, M. Fallahzadeh, H.A. Vahedi, M.A. Samih & N.M. Naghadeh, 2014. Survey of natural enemies of mealybug species (Hemiptera, Pseudococcidae) in Kermanshah Province, western Iran to inform biological control research. *Journal of the Entomological Research Society*, 16(3): 1–10.
- Kaydan M.B., 2015. A systematic study of *Peliococcus* Borchsenius (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), with descriptions of a new Palaearctic genus and four new species from Türkiye. *Zootaxa*, 3920 (2): 201–248. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3920.2.1>
- Kaydan M.B., N. Kılınçer & F. Kozár, 2005. Studies on Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) fauna of urban ecosystem of Ankara Province. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura (Milano)*, 37 (2): 85–95.
- Kaydan M.B., N. Kılınçer, N. Uygun, G. Japoshvilli & S. Gaimari, 2006. Parasitoids and predators of pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) in Ankara, Türkiye. *Phytoparasitica*, 34(4): 331–337. <https://doi.org/10.1007/BF02981018>
- Kosztarab M. & F. Kozár, 1988. Scale Insects of Central Europe. Akademiai Kiado, Budapest, 456 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-4045-1>
- Marotta S., 1992. Ricerche su pseudococcidi (Homoptera: Coccoidea) dell'Italia centro-meridionale. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'*, 47 (1990): 63–111.
- Mekuria T.A., T.J. Smith, E. Beers, G.W. Watson & K.C. Eastwell, 2013. First report of transmission of Little cherry virus 2 to sweet cherry by *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Plant Disease*, 97(6): 851–851. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-12-1115-PDN>
- Muniappan R., D.E. Meyerdirk, F.M. Sengebau, D.D. Berringer & G.V.P. Reddy, 2006. Classical biological control of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Republic of Palau. *Florida Entomologist*, 89(2): 212–217. <https://www.jstor.org/stable/4092469>
- Nazari Z., G. Moravvej & H. Lotfalizadeh, 2018. Natural enemies of *Peliococcus kimmericus* (Hem: Pseudococcidae) in Mashhad, Iran. *Entomofauna*, 39(2): 909–918. https://www.zobodat.at/pdf/ENT_0040_0315-0324.pdf

- Palma-Jiménez M., M. Blanco-Meneses & C.Guillén-Sánchez, 2019. Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their impact on the Musaceae crop. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1): 281–298. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.32600>
- Peronti A.L.B., N.M. Martinelli, J.G. Alexandrino, A.L.M. Júnior, A.M. Pentead-Dias & L.M. Almeida, 2016. Natural enemies associated with *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the state of São Paulo, Brazil. *Florida Entomologist*, 99(1): 21–26. <https://doi.org/10.1653/024.099.0105>
- Poorani J. & N. Lalitha, 2018. Illustrated accounts of coccinellid predators of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Pseudococcidae) on mulberry in India, with description of a new species of *Scymnus* Kugelmann (Coleoptera: Coccinellidae) from West Bengal. *Zootaxa*, 4382(1): 93–120. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4382.1.3>
- Qin Z., J. Wu, B. Qiu, S. Ali & A.G. Cuthbertson, 2019. The Impact of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) on Control of *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Insects*, 10(5): 131. <https://doi.org/10.3390/insects10050131>
- Sá M.G., J.E. Oliveira, V.A. Costa & P.R. Lopes, 2020. Biodiversity of natural enemies of Pseudococcidae in the semiarid region of Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 12(7): 24–31. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n7p24>
- Saengyot S. & I. Burikam, 2011. Host plants and natural enemies of papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Thailand. *Thai Journal of Agricultural Science*, 44(3): 197–205.
- Seyfollahi F., M. Esfandiari, M.S. Mossadegh & A. Rasekh, 2019. Functional response of *Hyperaspis polita* (Coleoptera, Coccinellidae) to the recently invaded mealybug *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera, Pseudococcidae). *Neotropical Entomology*, 48(3): 484–495. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0666-8>
- Sultan A., M.F. Khan, I.D. Keerio, M.S. Channa & M.F. Akbar, 2021. Biology, life table parameters, and functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on different stages of invasive *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 14(2): 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104027>
- Telli S. & A. Yiğit, 2019a. Population fluctuations of the citriculus mealybug, *Pseudococcus cryptus* Hempel (Hemiptera: Pseudococcidae), in citrus orchards of Samandağ, Hatay, Türkiye. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(5): 421–426. <https://doi.org/10.1007/s41348-019-00233-9>
- Telli S. & A. Yiğit, 2019b. Türkiye’de meyve ağaçlarında ekonomik zarar meydana getiren Pseudococcid’ler (Hemiptera) ve doğal düşmanları. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 10 (1): 41–59. <https://doi.org/10.31019/tbmd.525220>
- Tereznikova E.M., 1975. Coccids in the "Fauna of Ukraine". *Akademii Nauk Ukrains'koi SSR Instituta Zoologicheskogo*, 20 (18): 295.
- Ter-Grigorian M.A., 1973. Fauna of the Armenian SSR: Proboscis insects (Coccoidea, Pseudococcidae). Erevan, Armenia, Akademii Nauk Arm, 246 pp.
- Ülgentürk S., C. Ercan, B. Yaşar & M.B. Kaydan, 2022. Checklist of Turkish Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha) species. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 23 (Special Issue: Biodiversity of Insect): 113–129. <https://doi.org/10.23902/trkjinat.1123152>
- Uygun N., 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 157, 111 s.
- Uygun N., C. Şengonca, L. Erkilic & M. Schade, 1998. The Coccoidea fauna and their host plants in cultivated and non-cultivated areas in the East Mediterranean region of

- Türkiye. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 33(1/2): 183–191.
- Wistrom C.M., G.K. Blaisdell, L.R. Wunderlich, R.P.P. Almeida & K.M. Daane, 2016. *Ferrisia gilli* (Hemiptera: Pseudococcidae) transmits grapevine leafroll-associated viruses. *Journal of Economic Entomology*, 109(4): 1519–1523. <https://doi.org/10.1093/jee/tow124>
- Yerlikaya H., H. Başpınar & M.B. Kaydan, 2023. Mealybug species (Hemiptera: Pseudococcidae) in agricultural and natural habitats in Aydın Province, Türkiye. *Journal of Insect Biodiversity*, 37 (1): 001–018. <https://doi.org/10.12976/jib/2023.37.1.1>
- Yiğit A. & S. Telli, 2014. Hatay ili turunçgillerinde zararlı *Pseudococcus cryptus* Hempel (Hemiptera: Pseudococcidae)'un yayılışı, konukçuları ve doğal düşmanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (3): 359–373.

Özgün makale (Original article)

Çanakkale İli park, peyzaj ve kentsel alanlarda konukçu bitkiler üzerindeki afitler (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen predatör coccinellidler (Coleoptera: Coccinellidae)*

Predatory coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on aphids (Hemiptera: Aphididae) on host plants in parks, rural landscapes and urban areas of Çanakkale Province, Türkiye

Berna DOĞAN¹, Şahin KÖK²

Abstract: This study aimed to document the predatory coccinellids that feed on aphids on host plants and the tripartite relationships of coccinellid-host aphid-host plant in the park, rural landscape and urban areas of Çanakkale Province, Türkiye in 2021 and 2022. Eight species in six genera from the family Coccinellidae (Coleoptera) associated with 27 aphid species were recorded on 25 host plant species. Of the predatory coccinellids, the most common species was *Coccinella septempunctata* L. and it was associated with 12 different aphid species. Of the aphids, the species that were most commonly preyed on by coccinellids were *Aphis craccivora* Koch, *Cinara tujaefilina* (Del Guercio), *Hyalopterus amygdali* (Blanchard) and *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) which were associated with three coccinellid species. Of the host plant species, *Hibiscus syriacus* (Malvaceae), *Prunus domestica* (Rosaceae) and *Pyracantha coccinea* (Rosaceae) hosted the most predatory coccinellid-aphid relationships. Overall, a total of 52 different, tripartite predatory coccinellid-aphid-host plant relationships were revealed.

Keywords: Predatory coccinellid, aphid, relationship, urban area, Çanakkale

Öz: Bu çalışmada, 2021 ve 2022 yıllarında Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında bulunan konukçu bitkiler üzerindeki afitler ile beslenen predatör coccinellidler ve coccinellid-afit-konukçu bitki etkileşimlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, 25 konukçu bitkideki 27 afit türü üzerinde predatör olarak beslendiği tespit edilen Coccinellidae (Coleoptera) familyasına bağlı 6 cins içerisinde 8 tür tespit edilmiştir. Predatör coccinellidlerden, en yaygın tür 12 farklı afit türü üzerinde belirlenen *Coccinella septempunctata* L. olarak tespit edilmiştir. Konukçu afitlerden, en fazla predatör coccinellid türe ev sahipliği yapan afitler 3'er coccinellid ile *Aphis craccivora* Koch, *Cinara tujaefilina* (Del Guercio), *Hyalopterus amygdali* (Blanchard) ve *Hyalopterus pruni*

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitki ve Hayvan Üreme Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye

* Bu eser birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir (This study was produced from a part of the first author's master's thesis).

Sorumlu yazar (Corresponding author): sahinkok@gmail.com; sahinkok@comu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-1092-8596, 0009-0004-5174-5069

Received (Alınış): 20 Mart 2023

Accepted (Kabul ediliş): 22 Mayıs 2023

(Geoffroy) olmuştur. Konukçu bitkilerden, en fazla predatör coccinellid-afit etkileşimine ev sahipliği yapan bitkiler *Hibiscus syriacus* (Malvaceae), *Prunus domestica* (Rosaceae) ve *Pyracantha coccinea* (Rosaceae) olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında toplam 52 farklı predatör coccinellid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimi ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Predatör coccinellid, afit, etkileşim, kentsel alan, Çanakkale

Giriş

Hemiptera takımı Aphididae familyasında bulunan afidler, süs bitkilerinin de içerisinde bulunduğu çok sayıda ağaç, çalı ve yabancı ot formundaki bitkide; bitki özsuyunu emerek yapraklarda sararma, kıvrılma, şekil bozukluğu meydana getirmeleri, fumajine sebep olmaları ve bitki virüs hastalıklarının taşınması gibi doğrudan ve dolaylı olarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Blackman & Eastop 2006; Jouraeva et al. 2006; Van Emden & Harrington 2007). Ayrıca, afidler süs bitkileri üzerinde tatlımsı madde oluşumu, renk değişikliği, bitkide deformasyonlar, bodurluk ve bitki kısımlarının kuruması gibi estetik görünümde önemli zararlara sebep olarak süs bitkilerinin dekoratif değerini azaltmaktadır (Borowiak-Sobkowiak & Wilkaniec 2010). Günümüzde pestisitlerin yoğun olarak kullanıldığı kimyasal mücadele, afidler başta olmak üzere birçok zararlı böcek grubuna karşı hala en yaygın kullanılan yöntemlerinin başında gelmektedir (Hashemi & Damalas 2010; Simon-Delso et al. 2015). Afidelerin mücadelesinde kullanılan pestisitlerin önemli oranda dayanıklılık (Margaritopoulos et al. 2007; Wang et al. 2007; Ulusoy et al. 2018; Berber et al. 2022) meydana getirmesi ve doğal düşmanlar üzerindeki negatif etkileri (Rogers et al. 2011; Cheng et al. 2021) göz önüne alındığında biyolojik mücadele gibi alternatif yöntemlerinin önemi hızla artmaktadır.

Farklı habitatlarda, afidler üzerinde yürütülecek başarılı bir biyolojik mücadele için doğal düşmanların tespit edilmesi, etkinliklerinin ve kullanılabilme olanaklarının kapsamlı bir şekilde araştırılması oldukça önemlidir (Rabasse & Van Steenis 1999). Afidler ile biyolojik mücadele çalışmalarına Coccinellidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera) ve Chrysopidae (Neuroptera) gibi familyalardan predatörler, Braconidae (Hymenoptera) ve Aphelinidae (Hymenoptera) gibi familyalardan parazitoidler ve bazı patojenler gibi doğal düşmanlar önemli katkılar sağlamaktadır (Völkl et al. 2007; Kök et al. 2020; Kök & Kasap, 2021; Kök & Tomanović 2022). Afidelerin önemli predatör doğal düşmanlarından olan, “Uğur böceği ve Gelin böceği” gibi isimler verilen Coccinellidae (Coleoptera) familyası içerisinde 360 cinse ait 6000 tür bulunmaktadır (Slipinski 2007). Coccinellid türlerinin büyük çoğunluğu Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera ve Lepidoptera ve gibi böcek takımlarına ait zararlı türlerin larva, nimf veya erginleri ile predatör olarak beslenirken (Pervez 2004; Slipinski 2007) bazı türler ise bitki dokuları, fungal materyal, nektar, polen ve tatlımsı madde ile beslenmektedir (Chinery 1993; Slipinski & Tomaszewska 2010). Bazı Coccinellid türleri afidelerin en önemli predatörleri olarak bilinmekte ve farklı ekosistemlerdeki afit

popülasyonlarının baskılanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Lee et al. 2005; Deguine et al. 2007; Völkl et al. 2007; Michels & Matis 2008).

Kentsel alanlar genellikle zararlı olarak kabul edilen birçok arthropod popülasyonlarına ev sahipliği yapmaktadır. Kentsel alanlardaki bitki örtüsü çeşitliliği ve karmaşıklığı, egzotik konukçu bitkilerin varlığı ve küresel ısınma gibi faktörler göz önüne alındığında bu zararlı türlerin yoğunluğu hızla artmaktadır (Burkman & Gardiner 2014). Ayrıca, birçok çalışma zengin bitki örtüsü çeşitliliğine veya karmaşıklığına sahip kentsel ekosistemlerin özellikle predatörler ve parazitoidler gibi doğal düşmanların varlığını veya tür çeşitliliğini desteklediğini göstermektedir (Tooker & Hanks 2000; Frank & Shrewsbury 2004; Shrewsbury et al. 2004; Tomanović et al. 2006; 2009). İnsan nüfusunu barındıran bölgelerde park, peyzaj ve kentsel alanlardaki bitkiler üzerinde böceklerin kolaylıkla popülasyon meydana getirip, çoğalabildiği, dağılabildikleri ve pestisit kullanımı ile kısmen bozulsun da doğal ekosistemdeki predatör/parazitoit-zararlı-konukçu bitki ilişkilerinin yoğun bir şekilde devam ettiği yerlerdir. Kentlerde yaşayan insan nüfusunun artmaya devam etmesi ve bu ekosistemlerdeki bitki örtüsünün genişlemesinin 2030 yılına kadar 1,2 milyon km² artacağı tahmini (Seto et al. 2012) göz önüne alındığında, kentsel alanlarda konukçu bitkiler üzerindeki zararlı ve doğal düşman türleri arasındaki etkileşimlerin daha ayrıntılı incelenmesinin önemi daha da artmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda, bu çalışma ile 2021 ve 2022 yıllarında Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında bulunan ağaç, çalı, yabancı ot ve süs bitkisi gibi konukçu bitkiler üzerindeki afitler ile beslenen predatör coccinellidler ve coccinellid-afit-konukçu bitki etkileşimlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Predatör coccinellidler, afitler ve konukçu bitkilerin toplanması

Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında bulunan ağaç, çalı, yabancı ot gibi bitkiler üzerinde bulunan afitler ile beslenen predatör coccinellidler ve coccinellid-afit-konukçu bitki etkileşimlerinin ortaya çıkarılması için yürütülen bu çalışmada örneklemeler 2021-2022 yıllarında yapılmıştır. Örneklemeler afitlerin daha yoğun bulunduğu Nisan-Haziran aylarında haftada bir, Temmuz-Ekim aylarında ise on beş günde bir yapılmıştır. Predatör coccinellidlerin toplanması amacıyla afit kolonisi ile bulaşık olduğu belirlenen konukçu bitkiler öncelikle gözle kontrol edilmiştir. Üzerinde predatör coccinellidlerin yumurta, larva veya ergin bireyleri olduğu tespit edilen afitler ile bulaşık konukçu bitkiler laboratuvara getirilmiştir. Bulaşık bitkiler üzerindeki ergin coccinellid bireyleri alınarak cam kavanozlar içerisinde pamuğa emdirilmiş etil-asetat kullanılarak öldürülmüştür. Bitkiler üzerinde bulunan predatör coccinellidlerin yumurta ve larva dönemleri üst kısmı ince tül ile kapatılan plastik kültür kafeslerine alınmış ve ergin bireylerin elde edilmesi sağlanmıştır. Ağaç ve çalı gibi konukçu bitkiler üzerinde bulunan ergin predatör coccinellid bireyleri ise emgi tüpü ve Japon şemsiyesi yardımı ile toplanmıştır. Elde edilen ergin bireyler teşhis edilebilmesi için elytrasının sağ üst bölümünden böcek iğnesi ile iğnelenmiştir. Böcek iğnesi kullanılmayacak şekilde küçük boya sahip bireyler ise üçgen şeklinde küçük kartonlara vücudun dorsal kısmı üste olacak şekilde

yapıştırılmıştır. Bu örneklere örneğin toplanma tarihi, yer bilgileri, toplayan kişi, takım ve familya bilgileri içeren etiketlerde eklenmiş ve örnekler teşhise hazır hale getirilmiştir.

Predatör coccinellidler beslendiği afit türlerinin belirlenmesi için, afitler ile bulaşık bitkiler kâğıda sarılarak polietilen torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra afit bireyleri laboratuvarında %70 veya %90 etil alkol içeren eppendorf tüplerine kanatlı ve kanatsız ergin dönemler olacak şekilde örneklenmiştir. Ağaç ve çalı formundaki konukçu bitkilerden ise arazi koşullarında 00 numara samur fırça yardımı ile eppendorf tüpleri içerisine yeterli sayıda afit bireyi alınmıştır.

Çalışmada üzerinde afit kolonisi ve predatör coccinellidler olduğu tespit edilen konukçu bitkiler kök, gövde, yaprak ve çiçek kısımları ile birlikte sökülerek laboratuvara getirilmiş ve herbaryumları yapılarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Laboratuvara getirilme imkânı olmayan ağaç ve çalı formundaki bitkilerin ise detaylı bir şekilde bütün kısımlarının fotoğrafları çekilerek teşhise hazır hale getirilmiştir.

Predatör coccinellidler, afitler ve konukçu bitkilerin teşhis edilmesi

Çalışma kapsamında konukçu bitkiler üzerindeki afitlerin doğal düşmanı olarak belirlenen predatör coccinellid bireyleri teşhis için koleksiyon haline getirildikten sonra teşhisleri Dr. Öğr. Üyesi Derya ŞENAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) tarafından yapılmıştır. Toplanan konukçu afit bireylerinin öncelikle preparasyonu Hille Ris Lambers (1950)'e göre gerçekleştirilmiş ve teşhisleri LAS 4.1 paket programında LEICA DM 2500 marka ışık mikroskobu kullanılarak Blackman & Eastop (2006; 2023)'e göre sorumlu yazar tarafından yapılmıştır. Çalışmada üzerinde afitler ve predatör coccinellidler belirlendiği konukçu bitkilerin teşhisleri Prof. Dr. Ersin KARABACAK (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Predatör coccinellid-konukçu afit- konukçu bitki etkileşimlerinin belirlenmesi

Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarındaki predatör coccinellidler-konukçu afitler-konukçu bitkiler arasındaki etkileşimlerin görselleştirilmesi amacıyla tripartite etkileşimleri ağı grafiği oluşturulmuştur. Bu grafiğin oluşturulmasında coccinellidler, afitler ve konukçu bitkilerin bolluk verileri temel alınarak R (version 3.6.1) programında “bipartite” paketinde yer alan “plotweb2” fonksiyonu kullanılmıştır (R Development Core Team 2023).

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında bulunan konukçu bitkiler üzerindeki afitler ile beslenen predatör coccinellidler ve coccinellid-afit-konukçu bitki etkileşimlerinin ortaya çıkarılması için yürütülen bu çalışmanın sonucunda, 25 konukçu bitkideki 27 afit türü üzerinde predatör olarak beslendiği tespit edilen Coccinellidae (Coleoptera) familyasına bağlı 6 cins içerisinde 8 tür tespit edilmiştir.

Bu türlerin içerisinde olduğu Coccinellidae familyasındaki cins çeşitliliği göz önüne alındığında, en fazla predatör coccinellid 3 tür ile *Adalia* cinsinden tespit edilmiştir. Ayrıca, belirlenen diğer 5 cinsle ilgili birer tür tespit edilmiştir. Konukçu afitlerin Aphididae familyasındaki bağlı olduğu cins çeşitlilikleri değerlendirildiğinde ise, en fazla sayıda konukçu afit 10 tür ile *Aphis* cinsinden tespit edilmiştir. Bunu 3 tür tespit edilen *Macrosiphum* ve 2 tür tespit edilen *Hyalopterus* cinsleri izlemiştir.

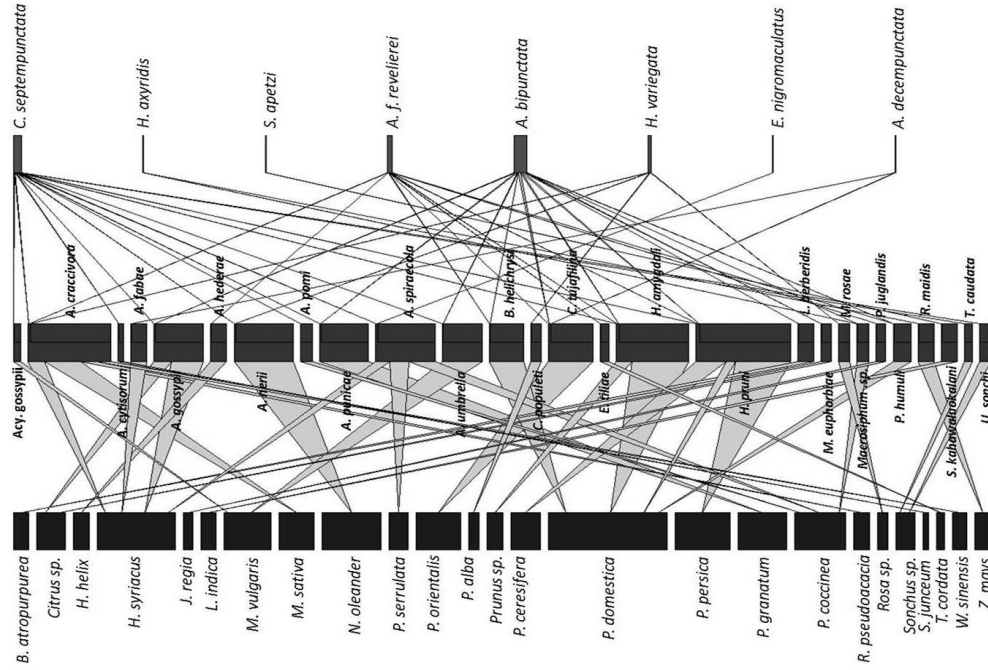
Çalışma kapsamında teşhis edilen predatör coccinellid, konukçu afit ve konukçu bitki türleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında belirlenen predatör coccinellid, konukçu afit ve konukçu bitki türleri

Table 1. Predatory coccinellid, host aphid and host plant species recorded in parks, landscapes and urban areas of Çanakkale Province, Türkiye in 2021-2022

Predatör Coccinellid Türleri	
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus)	<i>Exochomus nigromaculatus</i> Goeze
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus)	<i>Harmonia axyridis</i> Pallas
<i>Adalia fasciatopunctata revelieri</i> Mulsant	<i>Hippodamia variegata</i> Goeze
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus	<i>Scymnus apetzi</i> Mulsant
Konukçu Afit Türleri	
<i>Acyrtosiphon gossypii</i> Mordvilko	<i>Eucallipterus tiliae</i> (Linnaeus)
<i>Aphis craccivora</i> Koch	<i>Hyalopterus amygdali</i> (Blanchard)
<i>Aphis cytisorum</i> Hartig	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy)
<i>Aphis fabae</i> Scopoli	<i>Liosomaphis berberidis</i> (Kaltenbach)
<i>Aphis gossypii</i> Glover	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)
<i>Aphis hederiae</i> Kaltenbach	<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus)
<i>Aphis nerii</i> Boyer de Fonscolombe	<i>Macrosiphum</i> sp.
<i>Aphis pomi</i> De Geer	<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze)
<i>Aphis punicae</i> Passerini, 1863	<i>Phorodon humuli</i> (Schrank)
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)
<i>Aphis umbrella</i> (Börner, 1950)	<i>Sarucallis kahawaluokalani</i> (Kirkaldy)
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)	<i>Trama caudata</i> Del Guercio
<i>Chaitophorus populeti</i> (Panzer)	<i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus)
<i>Cinara tujaefilina</i> (Del Guercio)	
Konukçu Bitki Türleri	
<i>Berberis atropurpurea</i> (Berberidaceae)	<i>Prunus cerasifera</i> (Rosaceae)
<i>Citrus</i> sp. (Rutaceae)	<i>Prunus domestica</i> (Rosaceae)
<i>Hedera helix</i> (Araliaceae)	<i>Prunus persica</i> (Rosaceae)
<i>Hibiscus syriacus</i> (Malvaceae)	<i>Punica granatum</i> (Lythraceae)
<i>Juglans regia</i> (Juglandaceae)	<i>Pyracantha coccinea</i> (Rosaceae)
<i>Lagerstroemia indica</i> (Lythraceae)	<i>Robinia pseudoacacia</i> (Leguminosae)
<i>Malva vulgaris</i> (Malvaceae)	<i>Rosa</i> sp. (Rosaceae)
<i>Medicago sativa</i> (Leguminosae)	<i>Sonchus</i> sp. (Asteraceae)
<i>Nerium oleander</i> (Apocynaceae)	<i>Spartium junceum</i> (Leguminosae)
<i>Photinia serrulata</i> (Rosaceae)	<i>Tilia cordata</i> (Malvaceae)
<i>Platycladus orientalis</i> (Cupressaceae)	<i>Wisteria sinensis</i> (Leguminosae)
<i>Populus alba</i> (Salicaceae)	<i>Zea mays</i> (Poaceae)
<i>Prunus</i> sp. (Rosaceae)	

Bu çalışma kapsamında Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında toplam 52 farklı predatör coccinellid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimi ortaya çıkarılmıştır. Predatör coccinellidler açısından bakıldığında, konukçu bitkilerdeki afitler üzerinde beslenen en yaygın predatör coccinellid türler 12 farklı afit üzerinde tespit edilen *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 11 farklı afit üzerinde tespit edilen *Adalia fasciatopunctata revelieri* Mulsant ve 9 farklı afit üzerinde tespit edilen *Adalia bipunctata* (Linnaeus) olarak belirlenmiştir. Diğer predatör coccinellidlerden sadece birer afit türü üzerinde tespit edilen *Exochomus nigromaculatus* Goeze ve *Scymnus apetzii* Mulsant en az yaygın türler olarak belirlenmiştir. Afitler açısından değerlendirildiğinde, üzerinde en fazla predatör coccinellid tür tespit edilen afitler 3'er coccinellid ile *Aphis craccivora* Koch, *Cinara tujaefilina* (Del Guercio), *Hyalopterus amygdali* (Blanchard) ve *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) olmuştur. Diğer afit türlerinden, *Acyrtosiphon gossypii* Mordvilko, *Aphis cytisorum* Hartig, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis hederiae* Kaltenbach, *Aphis pomi* De Geer, *Chaitophorus populeti* (Panzer), *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus), *Liosomaphis berberidis* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Macrosiphum rosae* (Linnaeus), *Panaphis juglandis* (Goeze), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Sarucallis kahawaluokalani* (Kirkaldy), *Trama caudata* Del Guercio ve *Uroleucon sonchi* (Linnaeus) ise sadece bir predatör coccinellid türüne ev sahipliği yapmıştır. Konukçu bitkiler açısından değerlendirildiğinde ise en fazla predatör coccinellid-afit etkileşimine ev sahipliği yapan konukçu bitkiler *Hibiscus syriacus* (Malvaceae), *Prunus domestica* (Rosaceae) ve *Pyracantha coccinea* (Rosaceae) olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlardaki predatör coccinellidler (üst), konukçu afitler (orta) ve konukçu bitkiler (alt) arasındaki tripartite etkileşim ağı grafiği. (Siyah barlar türlerin bolluğunu, gri barlar etkileşimleri ve çubukların genişliği etkileşimlerin yoğunluğunu temsil etmektedir)

Figure 1. Tripartite network for species interactions between predatory coccinellids (top), prey aphids (middle) and host plants (bottom) in parks, landscapes and urban areas of Çanakkale Province, Türkiye in 2021-2022. (Black bars represent abundance of the species, grey bars represent relationships and width of the bars indicates the intensity of relationships)

Kentsel ekosistemler çok sayıda predatör coccinellid türünü barındırmaktadır. Ancak kentsel alanlardaki bu predatör türlerin çeşitliliğinin bitki örtüsü varlığı ve karmaşıklığı, çiçekli bitkilerin varlığı ve av bolluğu gibi faktörler ile yakından ilişki olduğu bilinmektedir (Egerer et al. 2017; Rocha et al. 2018). Ayrıca, bitkiler tarafından salınan ve afitlerin konukçularını bulmasında yönlendirici olan kimyasal ve fiziksel ipuçları aynı zamanda predatör coccinellidlerin avlarının yerini bulması için de oldukça önemlidir. Predatör coccinellid türlerinden, *C. septempunctata*, *Coleomegilla maculata* De Geer, *Harmonia axyridis* Pallas ve *Hippodamia convergens* Guerin'in afitlerden *Acyrtosiphon pisum* (Harris)'un kırmızı ve yeşil bireylerine saldırmaktadır (Harmon et al. 1998). Benzer şekilde, *C. septempunctata*, afitler tarafından zarar görmüş konukçu bitkilerden gelen kimyasal kokulara ilgi duymuştur (Ninkovic et al. 2001; Han & Chen 2002). Bitki çeşitliliğinin zararlıların tür zenginliği ile önemli bir pozitif korelasyon göstermesi göz önüne alındığında, bu zararlılar üzerinde beslenen predatör türlerin çeşitliliğinin de bitkiler tarafından dolaylı olarak etkilendiği ortaya çıkmaktadır. Bu sebeplerden dolayı tarım, tarım dışı

ve kentsel ekosistemlerdeki alanlarda sadece afitlerin predatör coccinellid türlerinin belirlenmesi değil aynı zamanda predatör coccinellid - konukçu afit - konukçu bitki etkileşimlerinin bir bütün olarak ele alınması oldukça önemlidir.

Bu bağlamda değerlendirildiğinde bu çalışmada Çanakkale ili park, peyzaj ve kentsel alanlarında toplam 52 farklı predatör coccinellid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimi elde edilmesi bu durumu desteklemektedir. Ayrıca, en fazla predatör coccinellid-afit etkileşimine ev sahipliği yapan konukçu bitkiler olarak *H. syriacus*, *P. domestica* ve *P. coccinea* 'nın tespit edilmesi de konukçu bitki türlerinin predatör coccinellid - konukçu afit ilişkilerini etkilediğini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, farklı kentsel ekosistemlerde yürütülen çalışmalar bu alanların çok sayıda predatör coccinellid - konukçu afit etkileşimine ev sahipliği yaptığını doğrulamaktadır. Rocha et al. (2018) tarafından güney İngiltere'de kentsel alanlardaki ev bahçelerinde yürütülen çalışmada 45 afit türü ve 8 predatör coccinellid türü tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar predatör coccinellidlerin bolluğu ve çeşitliliğinin afitlerin bolluğu ve bitki tür zenginliği ile pozitif bir korelasyonda olduğunu vurgulamışlardır. Lumbierres et al. (2005) Lleida, İspanya'da sokak, cadde, park ve küçük ev bahçelerinde farklı konukçu bitkiler üzerindeki afitler ve doğal düşmanları arasındaki etkileşimleri araştırdıkları çalışmanın sonucunda, afitlerin predatörü olarak 9 farklı coccinellid türü tespit etmişlerdir. Ayrıca bu predatör coccinellidlerin çalışmada tespit edilen toplam konukçu afit - konukçu bitki etkileşimlerinin %48'inde bulunduğunu da bildirmişlerdir. Ülkemizde Kayseri ilinde park ve peyzaj alanlarındaki çalı ve ağaç formunda bulunan üzerindeki afitler ve doğal düşmanları üzerine yürütülen çalışmanın sonucunda 15 farklı konukçu bitkide beslenen 13 afit türü ile ilişkili 11 predatör coccinellid türü tespit edilmiştir (Öztürk & Muştu 2018). Bu çalışmalara benzer olarak, bizim çalışmamızda 25 konukçu bitkideki 27 afit türü üzerinde predatör olarak beslendiği belirlenen 8 coccinellid türü tespit edilmiştir.

Dünya'da ve ülkemizde farklı şehirlerdeki kentsel alanlarda yürütülen çalışmalar ve bizim bu çalışmada ortaya koyduğumuz sonuçlar göz önüne alındığında bu alanlarda predatör coccinellidler, konukçu afitler ve konukçu bitkilerin çeşitliliği ve ilişkileri arasında önemli etkileşimler bulunmaktadır. İnsan nüfusunun sürekli bir artış eğiliminde olması ve bu artışa paralel olarak kentleşmenin bilinçsiz bir şekilde devam etmesi durumunda predatör türlerin bolluğu ve çeşitliliğinin değişerek afitlerin biyolojik mücadelesini olumsuz etkileme ihtimali göz önüne alındığında, bu alanlardaki predatör coccinellid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimlerinin detaylı araştırılması ihtiyacı artmaktadır. Bu odak noktası üzerine yürütülecek çalışmaların, kentsel alanlar da dahil olmak üzere farklı ekosistemlerdeki en önemli mücadele yöntemleri olarak kabul edilen entegre mücadele ve bunun bir parçası olan biyolojik mücadele çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada predatör coccinellid türlerin teşhislerini gerçekleştiren Dr. Öğr. Üyesi Derya ŞENAL'a ve konukçu bitkilerin teşhislerini gerçekleştiren Prof. Dr. Ersin KARABACAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Berber G., B. Demirci, U. Toprak, E. İnak & S. Yorulmaz, 2022. Acetamiprid resistance in the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae): selection, cross-resistance, biochemical and molecular resistance mechanisms. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 39(3): 136-142.
- Blackman R.L. & V.F. Eastop, 2006. Aphid's on the world's herbaceous plants and shrubs: an identification and information guide. Vol. 1. Host Lists and Keys. Vol. 2. The Aphids. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, 1456 p.
- Blackman R.L. & V.F. Eastop, 2023. Aphids on the world's plants. An online identification and information guide. URL:<http://www.aphidsonworldsplants.info/> (Erişim tarihi: 10 Ocak 2023).
- Borowiak-Sobkowiak B. & B. Wilkaniec, 2010. Occurrence of aphids (Hemiptera, Aphidoidea) on tree and shrubs in Cytadela Park in Poznań. *Aphids and Other Hemipterous Insects*, 16: 27-35.
- Burkman C.E. & M.M. Gardiner, 2014. Urban greenspace composition and landscape context influence natural enemy community composition and function. *Biological Control*, 75: 58-67.
- Cheng S., R. Lin, C. Yu, R. Sun & H. Jiang, 2021. Toxic effects of seven pesticides to aphid parasitoid, *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae) after contact exposure. *Crop Protection*, 145: 105634.
- Chinery M., 1993. Insects of Britain and Western Europe. Collins, London, 320 p.
- Deguine J.P., M. Vaissayre & F. Leclant, 2007. IPM case studies: cotton (Eds: Van Emden H.F. & R. Harrington, Aphids as crop pests. CAB International Publishing, Cambridge, Massachusetts, 573-585 p.
- Egerer M.H., P. Bichier & S.M. Philpott, 2017. Landscape and local habitat correlates of lady beetle abundance and species richness in urban agriculture. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(1): 97-103.
- Frank S.D. & P.M. Shrewsbury, 2004. Effect of conservation strips on the abundance and distribution of natural enemies and predation of *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) on golf course fairways. *Environmental Entomology*, 33(6): 1662-1672.
- Han B.Y. & Z.M. Chen, 2002. Behavioral and electrophysiological responses of natural enemies to synomones from tea shoots and kairomones from tea aphids, *Toxoptera aurantii*. *Journal of Chemical Ecology*, 28: 2203-2219.
- Harmon J.P., J.E. Losey & A.R. Ives, 1998. The role of vision and color in the close proximity foraging behavior of four coccinellid species. *Oecologia*, 115: 287-292.
- Hashemi S.M. & C.A. Damalas, 2010. Farmers' perceptions of pesticide efficacy: reflections on the importance of pest management practices adoption. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(1): 69-85.
- Hille Ris Lambers D., 1950. On mounting aphids and other soft skinned insects. *Entomologische Berichten*, 13: 55-58.
- Jouraeva V.A., D.L. Johnson, J.P. Hassett, D.J. Nowak, N.A. Shipunova & D. Barbarossa, 2006. Role of sooty mold fungi in accumulation of fine-particle-associated PAHs and metals on deciduous leaves. *Environmental Research*, 102(3): 272-282.
- Kök Ş. & İ. Kasap, 2021. Çanakkale ilindeki yumuşak ve sert çekirdekli meyve bahçelerinde zararlı yaprakbitlerinin syrphid (Diptera: Syrphidae) predatörleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 12(2): 130-140.
- Kök Ş., Ž. Tomanović, Z. Nedeljković, D. Şenal & İ. Kasap, 2020. Biodiversity of the natural enemies of aphids (Hemiptera: Aphididae) in Northwest Turkey. *Phytoparasitica*, 48(1): 51-61.

- Kök Ş. & Ž. Tomanović, 2022. Diversity and interactions of the parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of aphids from a lagoon habitat in northwest Turkey. *Phytoparasitica*, 50(4): 875-887.
- Lee J.H., N.C. Elliot, S.D. Kindler, B.W. French, C.B. Walker & R.D. Eikenbary, 2005. Natural enemy impact on the Russian wheat aphid in southeastern Colorado. *Environmental Entomology*, 34(1): 115-123.
- Lumbierres B., X. Pons & P. Starý 2005. Parasitoids and predators of aphids associated with public green areas of Lleida (NE Iberian Peninsula). *Advances in Horticultural Science*, 19(2): 69-75.
- Margaritopoulos J.T., P.J. Skouras, P. Nikolaidou, J. Manolikaki, K. Maritsa, K. Tsamandani, O.M. Kanavaki, N. Bacandritsos, K.D. Zarpas & J.A. Tsitsipis, 2007. Insecticide resistance status of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations from peach and tobacco in mainland Greece. *Pest Management Science*, 63(8): 821-829.
- Michels G.J. & J.H. Matis, 2008. Corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae), is a key to greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), biological control in grain sorghum, *Sorghum bicolor*. *European Journal of Entomology*, 105(3): 513-520.
- Ninkovic V., S.A. Abassi & J. Pettersson, 2001. The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybird beetle searching behavior. *Biological Control*, 21(2): 191-195.
- Öztürk, D.Ö. & M. Muştu 2018. Kayseri ili merkez ilçelerinde süs bitkileri üzerinde bulunan yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae)'nin parazitöitleri ve avcı Coccinellidleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 9(1): 48-65.
- Pervez A., 2004. Predaceous coccinellids in India: predatorprey catalogue (Coleoptera: Coccinellidae). *Oriental Insects*, 38(1): 27-61.
- R Development Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. URL: [https:// www.R- proje ct. org/](https://www.R-project.org/) (Erişim tarihi: 20 Şubat 2023).
- Rabasse J.M. & M.J. Van Steenis, 1999. Biological control of aphids (Eds: Albajes R., M. Lodovica Gullino, J.C. van Lenteren & Y. Elad, Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops). Kluwers Academics Publishers, Netherlands, 235-243.
- Rocha E.A., E.N.F. Souza, L.A.D. Bleakley, C. Burley, J.L. Mott, G. Rue-Glutting & M.D.E. Fellowes, 2018. Influence of urbanisation and plants on the diversity and abundance of aphids and their ladybird and hoverfly predators in domestic gardens. *European Journal of Entomology*, 115: 140-149.
- Rogers D.J., N. Sharma, D.C. Stretton & J.T.S. Walker, 2011. Toxicity of pesticides to *Aphelinus mali* the parasitoid of woolly apple aphid. *New Zealand Plant Protection*, 64: 235-240.
- Seto K.C., B. Güneralp & L.R. Hutyra, 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40): 16083-16088.
- Shrewsbury P.M., J.H. Lashomb, G.C. Hamilton, J. Zhang, J.M. Patt, R.A. Casagrande, 2004. The influence of flowering plants on herbivore and natural enemy abundance in ornamental landscapes. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 30: 23-33.
- Simon-Delso N., V. Amaral-Rogers, L.P. Belzunces, J.M. Bonmatin, M. Chagnon, C. Downs, L. Furlan, D.W. Gibbons, C. Giorio, V. Girolami, D. Goulson, D.P. Kreutzweiser, C.H. Krupke, M. Liess, E. Long, M. McField, P. Mineau, E.A.D. Mitchell, C.A. Morrissey, D.A. Noome, L. Pisa, J. Settele, J.D. Stark, A. Tapparo, H. Van Dyck, J. Van Praagh, J.P. Van der Sluijs, P.R. Whitehorn & M. Wiemers, 2015. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 5-34.

- Slipinski S.A., 2007. Australian ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae). Their Biology and Classification. ABRIS, Canberra, 286 p.
- Slipinski A. & W. Tomaszewska, 2010. Coccinellidae Latreille, 1802 (Eds: Leschen R.A.B., R.G. Beutel & J.F. Lawrence, Handbook of Zoology, Vol. Coleoptera). Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York, 454-472.
- Tomanović Ž., N.G. Kavallieratos, P. Starý, L.Ž. Stanisavljević, A. Četković, S. Stamenković, S. Jovanović & C.G. Athanassiou, 2009. Regional tritrophic relationship patterns of five aphid parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in agroecosystem-dominated landscapes of southeastern Europe. *Journal of economic Entomology*, 102(3): 836-854.
- Tomanović Ž., N.G. Kavallieratos, P. Starý, O. Petrović-Obradović, S. Tomanović & S. Jovanović, 2006. Aphids and parasitoids on willows and poplars in southeastern Europe (Homoptera: Aphidoidea, Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(4): 174-180.
- Tooker J.F. & L.M. Hanks, 2000. Influence of plant community structure on natural enemies of pine needle scale (Homoptera: Diaspididae) in urban landscapes. *Environmental Entomology*, 29(6): 1305-1311.
- Ulusoy S., E. Atakan & S. Dinçer, 2018. Neonicotinoid resistance of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Çukurova region, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 42(1): 23-31.
- Van Emden H.F. & R. Harrington, 2007. Aphids as crop pests. CABI Publishing, London, 717 p.
- Völkl W., M. Mackauer, J.K. Pell & J. Brodeur, 2007. Predators, parasitoids, and pathogens (Eds: Van Emden H.F. & R. Harrington, Aphids As Crop Pests). CAB International Publishing, Cambridge, Massachusetts, 187-233.
- Wang K.Y., Q.L. Guo, X.M. Xia, H.Y. Wang & T.X. Liu, 2007. Resistance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to selected insecticides on cotton from five cotton production regions in Shandong, China. *Journal of Pesticide Science*, 32(4): 372-378.

Original article (Özgün makale)

Indigenous Turkish entomopathogenic fungi as potential biological control agents of the Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)

Derya BAKİ^{1*}, Hilal Şule TOSUN², Fedai ERLER²

Gül Yaprakbiti, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae)'nin potansiyel biyolojik mücadele etmenleri olarak yerel entomopatojen funguslar

Öz: Gül yaprakbiti *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae), Türkiye'nin yanı sıra dünyanın birçok yerinde güllerin (*Rosa* spp.) (Rosaceae) önemli zararlılarından biridir. Bu çalışmada 5 yerel entomopatojen fungus izolatu [3 *Beauveria bassiana* izolatu (BbDm-1, BbKm-1, BbMp-1), 1 *Isaria farinosa* izolatu (IfGp-1) ve 1 *Purpureocillium lilacinum* izolatu (PIKa-1)] laboratuvar koşullarında *M. rosae*'nin nimflerine ve erginlerine karşı test edilmiştir. İzolatların 10 günlük PDA (patates dekstroz agar) ortamında kültüründen elde edilen 3 farklı konsantrasyondaki (1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidia/ml) spor solüsyonları *M. rosae*'nin hem nimflerine hem de erginlerine karşı püskürtülerek test edilmiştir. Sonuçlar, ölüm oranının konsantrasyona bağımlı olduğunu ve izolatların etkinliğinin artan spor konsantrasyonu ile arttığını göstermiştir ($P < 0.05$). Test edilen 5 izolattan, 2 *B. bassiana* izolatu (BbDm-1 ve BbKm-1) en yüksek konsantrasyonda (1×10^9 konidia/ml) uygulamadan 7 gün sonra sırasıyla nimflerde %100 ve %83.3 ve yetişkinlerde %96.7 ve %80.0 ölümlere neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar, bu iki *B. bassiana* izolatının *M. rosae*'nin kontrolünde kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Beauveria bassiana*, Entomopatojenik fungus, *Isaria farinosa*, *Macrosiphum rosae*, *Purpureocillium lilacinum*

Abstract: The rose aphid, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae), is one of the important pests of roses (*Rosa* spp.) (Rosaceae) in many parts of the world, including Türkiye. In the present study, the pathogenic activity of five indigenous entomopathogenic fungal (EPF) isolates [three isolates of *Beauveria bassiana* (BbDm-1, BbKm-1, BbMp-1), one isolate of *Isaria farinosa* (IfGp-1) and one isolate of *Purpureocillium lilacinum* (PIKa-1)], were tested for their activity against nymphs and adults of *M. rosae* under laboratory conditions. Spore suspensions of three different concentrations (1×10^7 , 1×10^8 and 1×10^9 conidia/ml) obtained from a 10-day old culture of the isolates on PDA (Potato Dextrose Agar) medium were tested by spray application against both nymphs and adults of *M. rosae*. The mortality rate was dose-dependent and increased with spore concentration of the isolates ($P < 0.05$). Of the five isolates tested, two *B. bassiana* isolates, BbDm-1 and BbKm-1, were the

¹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya Ziraat Karantina Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

² Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar): derya.baki@hotmail.com

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0003-1285-169X, 0000-0001-8360-2610, 0000-0002-7216-9871

Received (Alınış): 7 Nisan 2023

Accepted (Kabul ediliş): 26 Mayıs 2023

most pathogenic and caused mortalities of 100% and 83.3% in nymphs, and 96.7% and 80.0% in adults, respectively, at the highest concentration (1×10^9 conidia/ml), 7 days after treatment. Overall results suggest that these two *B. bassiana* isolates have the potential to be used in the control of *M. rosae*.

Keywords: *Beauveria bassiana*, Entomopathogenic fungi, *Isaria farinosa*, *Macrosiphum rosae*, *Purpureocillium lilacinum*

Introduction

Roses (*Rosa* spp.) (Rosaceae) are among the perennial ornamental plants widely grown across the world, with 200 known species and 18,000 varieties (Sastry et al. 2019). Roses are also used in the perfume and cosmetics industries, in the pharmaceutical industry due to their antibacterial and antioxidant properties, and in the food industry as additives, in addition to their use for landscaping purposes (Timor 2011; Özçelik 2013).

Rose plants are infested by many insect pests, especially rose aphids, thrips, whiteflies, and some hymenopteran and lepidopteran larvae. These pests cause considerable damage to rose plants, especially to buds, leaves and flowers. Therefore, rose yields are reduced by infestations of these insect pests. The rose aphid, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae) is one of the most important pests of roses in different parts of the world, including Türkiye. This species damages the aesthetic appearance of rosebushes by sucking on the sap of their flowers and foliage. Chemical, biological and cultural control methods are applied for the control of this insect (Budak et al. 2022). Especially in cutrose production systems in Türkiye, it is generally controlled by the use of synthetic chemical insecticides, with adverse effects on non-target organisms. The use of entomopathogenic fungi (EPF) in the control of arthropod pests is considered environmentally friendly, being safe for non-target organisms (Sáenz-de-Cabezón et al. 2003; İzgi & Güven 2016).

The aim of the present study was to evaluate the pathogenic activity of five indigenous Turkish entomopathogenic fungal isolates [three isolates of *Beauveria bassiana* (BbDm-1, BbKm-1, BbMp-1), one isolate of *Isaria farinosa* (IfGp-1) and one isolate of *Purpureocillium lilacinum* (PIKa-1)] against nymphs and adults of *M. rosae* under laboratory conditions.

Materials and Methods

Insect culture

The *M. rosae* used in the experiments were obtained from a laboratory culture that originated with field-collected adults from rose-growing areas in Antalya Province, Türkiye. Rearing was done in wire cages on the foliage of potted industrial oil rose plants (*Rosa damascena* Mill.) in a climate control room set to $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 60 ± 5 R.H. and 16 : 8 (L / D) hour photoperiod. Subsequent cultures were maintained to obtain

known age *M. rosae*. In this study, 0-48 h old nymphs and adults of *M. rosae* were used.

Indigenous entomopathogenic fungal isolates

Five local EPF isolates belonging to three fungal species, which had been isolated from soil samples collected from agricultural areas in Antalya Province, Türkiye and maintained in the EPF Collection of the Plant Protection Department of Akdeniz University, Antalya, were tested in this study. Molecular identification of the isolates was made by Baki (2021) using the PCR (Polymerase Chain Reaction) method. Along with their accession numbers in the NCBI GenBank, species and code names, habitats, geographic coordinates and sampling sites of the isolates are presented in Table 1.

Table 1. List of the indigenous (Antalya Province, Türkiye), soil-borne entomopathogenic fungal isolates used in bioassays against the rose aphid, *Macrosiphum rosae*

Isolate (code) name	Species name	Origin	Vegetation	Latitude and longitude	NCBI accession number
BbDm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Demre	Orange	N 36°14'39.7" E 29°58'45.0"	MT441872
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kumluca	Olive	N 36°19'17.1" E 30°20'23.0"	MT441868
BbMp-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Muratpaşa	Fig	N 36°53'07.2" E E30°44'30.4"	MT441880
IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	Gazipaşa	Olive	N 36°14'50.3" E 32°21'19.2"	MT441902
PIKa-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Konyaaltı	Apple	N 36°53'53.5" E 30°37'51.8"	OM267784

Bioassays

In order to determine the pathogenicity of the EPF isolates against *M. rosae*, trials were conducted in the Entomology Laboratory of the Plant Protection Department of Akdeniz University in Antalya (Figure 1). The EPF isolates were grown in PDA (Potato Dextrose Agar) medium in an incubator set at 25±2°C for 10-14 days in a dark environment. Ten mL of sterile distilled water containing 0.1% Tween 80 was added on the developing fungi and conidia were obtained by scraping with a Dirigalski spatula (Fancelli et al. 2013). Spore solutions were passed through four layers of sterile cheese-cloth into 50 mL sterile glass flasks and agar and mycelial fragments were removed. The obtained spore solutions were homogenized by vortexing for 2-3 minutes (Abebe 2002). From the preliminary dose-testing studies, three different doses, which were determined to be highly effective, were used in the efficacy testing of the EPF isolates. Spore suspensions of the isolates were prepared by counting on a Thoma Lam device and final concentrations of the fungal isolates

were adjusted to 1×10^7 , 1×10^8 or 1×10^9 conidia/mL (Fancelli et al. 2013; Gabarty et al. 2014).

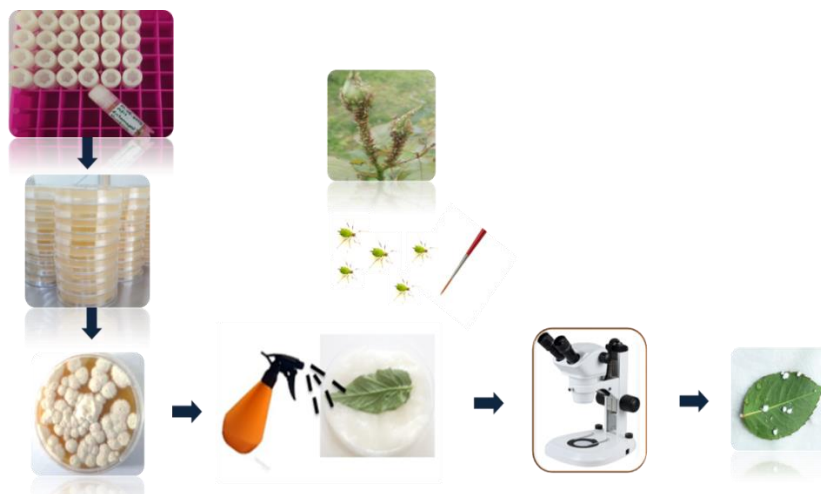


Figure 1. The sequence of steps involved in bioassay tests of local Turkish EPF isolates against the rose aphid, *Macrosiphum rosae*

Bioassay tests of EPF isolates on *M. rosae* were carried out in a climate room at a temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $60 \pm 5\%$. Firstly, three layers of blotting paper were placed in Petri dishes (9 cm in diameter), and then the rose leaves were placed on them with the lower side up. By spraying, spore solutions were applied on the leaves with a hand spray device three times from a distance of 10-20 cm. After the leaves were air-dried, 10 nymphs or 10 adults of *M. rosae* obtained from the culture were placed on them with the help of a fine-tipped brush. The experiment was carried out with 3 replications. Treatments were checked daily, with final mortality counts made on the 3rd, 5th and 7th days after application, and with the live and dead aphids recorded separately. To confirm that the deaths were caused by the applied EPF isolates, fungal re-isolation was performed from dead individuals and thus Koch's postulates were confirmed. As the control, water containing 0.1% Tween 80 was sprayed on the leaves before the aphids were placed on them. The experiments were established according to a randomized plot design.

Data analysis

In all cases, no control mortality was observed and, therefore, no correction was necessary for the mortality data. All values were subjected to arcsine transformation before analysis. Data were analyzed by one-way ANOVA by using the general linear model of SPSS 23.0 Windows (IBM Corp. 2015, New York, USA). Differences between treatment means were compared at a significance level of $P < 0.05$ by using Tukey's multiple comparison test.

Results and Discussion

Results showed that there were significant differences in the pathogenicity of EPF isolates against nymphs and adults of *M. rosae* at the different concentrations used ($P < 0.05$) (Figure 2) (Table 2 and 3). Of the five isolates tested, two *B. bassiana* isolates (BbDm-1 and BbKm-1) were the most pathogenic, and caused mortalities of 100% and 96.7% in nymphs, and 86.7% and 83.3% in adults, respectively, at the highest concentration (1×10^9 conidia/ml), 7 days after treatment.

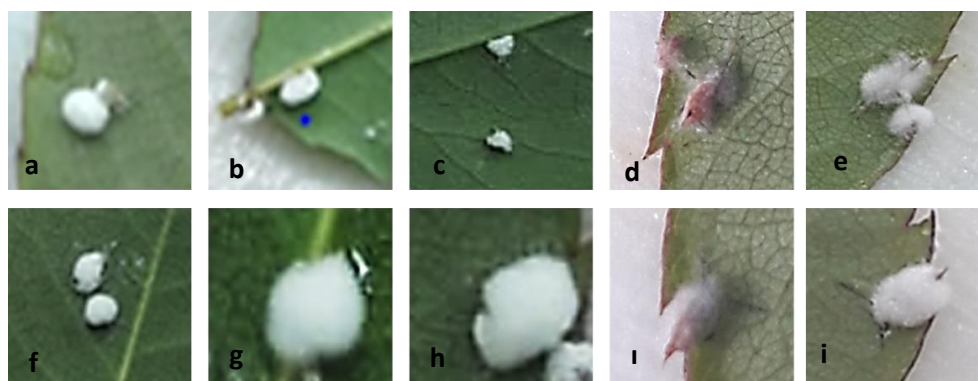


Figure 2. Infected nymphs (a: BbDm-1, b: BbKm-1, c: BbMp-1, d: PIKa-1 and e: IfGp-1) and adults (a: BbDm-1, b: BbKm-1, c: BbMp-1, d: PIKa-1 and e: IfGp-1) of *Macrosiphum rosae* following the application of local EPF isolates from Antalya Province, Turkiye

Table 2. Mean mortality (%) of *Macrosiphum rosae* nymphs exposed to different concentrations (1×10^7 , 1×10^8 and 1×10^9 conidia/mL) of local EPF isolates from Antalya Province, Turkiye

Fungal species	Isolate name*	Concentration (conidia/ml)**	Percent mortality (\pm SE)		
			3 rd day***	5 th day	7 th day
<i>Beauveria bassiana</i>	BbDm-1	1×10^7	80.0 \pm 0.0 AbII	83.3 \pm 3.3 AaI II	90.0 \pm 0.0 AbI
		1×10^8	86.7 \pm 3.3 AabI	93.3 \pm 3.3 AaI	96.7 \pm 3.3 AabI
		1×10^9	93.3 \pm 3.3 AaI	96.7 \pm 3.3 AaI	100.0 \pm 0.0 AaI
	BbKm-1	1×10^7	80.0 \pm 5.8 AaI	83.3 \pm 3.3 AaI	86.7 \pm 8.8AaI
		1×10^8	83.3 \pm 3.3 AaI	90.0 \pm 0.0 AaI	93.3 \pm 3.3 AaI
		1×10^9	90.0 \pm 0.0 AaI	93.3 \pm 3.3 AaI	96.7 \pm 3.3 AaI
	BbMp-1	1×10^7	43.3 \pm 3.3 BaI	46.7 \pm 3.3 BbI	56.7 \pm 3.3 BaI
		1×10^8	50.0 \pm 0.0 BaII	53.3 \pm 3.3 BabI II	60.0 \pm 0.0 BaI
		1×10^9	53.3 \pm 3.3 BaII	60.0 \pm 0.0 BaI II	66.7 \pm 3.3 BaI
<i>Purpuralicum lilicanium</i>	PIKa-1	1×10^7	26.7 \pm 3.3 BaI	30.0 \pm 0.0CbI	36.7 \pm 3.3 BbI
		1×10^8	33.3 \pm 3.3 CaI	36.7 \pm 3.3BabI	46.7 \pm 3.3 BabI
		1×10^9	36.7 \pm 3.3 CaII	43.3 \pm 3.3 BaI II	53.3 \pm 3.3 BaI
<i>Isaria farinosa</i>	IfGp-1	1×10^7	33.3 \pm 3.3 BaII	40.0 \pm 0.0 BCaI II	46.7 \pm 3.3 BaI
		1×10^8	36.7 \pm 3.3 BCaI	43.3 \pm 6.7 BaI	50.0 \pm 5.8 BaI
		1×10^9	46.7 \pm 3.3 BCaI	53.3 \pm 6.7 BaI	56.7 \pm 3.3 BaI

* The differences between the means with different capital letters in different isolates on the same day are statistically significant ($P < 0.05$; Tukey test).

** The differences between the means with different lower case letters on the same day and in the same isolate are statistically significant ($P < 0.05$; Tukey test).

*** The differences between the means with different roman numerals on different days in the same isolate are statistically significant ($P < 0.05$; Tukey test).

Table 3. Mean mortality (%) of *Macrosiphum rosae* adults exposed to different concentrations of local EPF isolates from Antalya Province, Turkiye

Fungal species	Isolate name*	Concentration (conidia/mL)**	Percent mortality (\pm SE)		
			3 rd day***	5 th day	7 th day
<i>Beauveria bassiana</i>	BbDm-1	1 \times 10 ⁷	70.0 \pm 0.0 AbII	76.7 \pm 3.3 AabI II	80.0 \pm 0.0 AaI
		1 \times 10 ⁸	76.7 \pm 3.3 AaI	80.0 \pm 0.0 AaI	83.3 \pm 3.3 AaI
		1 \times 10 ⁹	80.0 \pm 0.0 AaI	83.3 \pm 3.3 AaI	86.7 \pm 3.3 AaI
	BbKm-1	1 \times 10 ⁷	66.7 \pm 3.3 AaI	70.0 \pm 0.0 AaII	73.3 \pm 3.3 AaI
		1 \times 10 ⁸	70.0 \pm 0.0 AbI	73.3 \pm 3.3 AabI II	80.0 \pm 0.0 AaI
		1 \times 10 ⁹	76.7 \pm 3.3 AaI	80.0 \pm 0.0 AaI	83.3 \pm 3.3 AaI
	BbMp-1	1 \times 10 ⁷	40.0 \pm 5.8 BaI	43.3 \pm 3.3 BaI	50.0 \pm 0.0 BaI
		1 \times 10 ⁸	43.3 \pm 6.8 BaI	46.7 \pm 3.3 BaI	53.3 \pm 3.3 BaI
		1 \times 10 ⁹	46.7 \pm 3.3 BaI	50.0 \pm 0.0 BaI	56.7 \pm 3.3 BaI
<i>Purpuralicum lilicanium</i>	PIKa-1	1 \times 10 ⁷	23.3 \pm 3.3 BbI	26.7 \pm 3.3CaI	33.3 \pm 6.7 BaI
		1 \times 10 ⁸	30.0 \pm 0.0 BabII	33.3 \pm 3.3CaI II	40.0 \pm 0.0 CaI
		1 \times 10 ⁹	36.7 \pm 3.3 BaI	43.3 \pm 6.7 BaI	46.7 \pm 3.3 BaI
<i>Isaria farinosa</i>	IfGp-1	1 \times 10 ⁷	26.7 \pm 3.3 BbII	30.0 \pm 0.0 CbII	43.3 \pm 3.3 BaI
		1 \times 10 ⁸	33.3 \pm 3.3 BabII	40.0 \pm 0.0 BCaI II	46.7 \pm 3.3 BCaI
		1 \times 10 ⁹	40.0 \pm 0.0 BaII	46.7 \pm 3.3 BaI II	50.0 \pm 0.0 BaI

* The differences between the means with different capital letters in different isolates on the same day are statistical significant ($P < 0.05$; Tukey test).

** The differences between the means with different lower case letters on the same day and in the same isolate are statistically significant ($P < 0.05$; Tukey test).

*** The differences between the means with different roman numerals on different days in the same isolate are statistical significant ($P < 0.05$; Tukey test).

The results of the present study showed that some indigenous Turkish EPF isolates tested have the potential to be used in the control of *M. rosae*. Sayed et al. (2019) reported that a *B. bassiana* isolate had the potential to be effective in the control of rose aphids, as did this study. In another study, Eidy et al. (2016) investigated the effects of *B. bassiana* and *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas [previously known as *Lecanicillium lecanii* (Zimm.)] (Sordariomycetes: Hypocreales) on *M. rosae* adults under laboratory conditions. Laboratory bioanalysis studies were performed with five different concentrations (10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 and 10^8 conidia/mL) of *B. bassiana* and *V. lecanii* on adult *M. rosae*. They conducted the study in a completely randomized design with six replications. LC₅₀ values for *V. lecanii* and *B. bassiana* were 1.38×10^4 and 2.66×10^5 conidia/mL, respectively. LT₅₀ values ranged from 1.80 to 3.05 days for the *V. lecanii* concentrations and from 2.30 to 3.16 days for the *B. bassiana* concentrations, in adult aphids. Their results showed that *V. lecanii* and *B. bassiana* had the potential to be used in the control of *M. rosae*, which approximate the results obtained from the current study.

The EPF isolates used in this study have also been tested against rose sawfly, *Arge rosae* (L.) (Hymenoptera: Argidae), which causes damage to roses (Baki et al. 2021). In bioassay analyses, a total of 17 isolates belonging to 3 fungal species [*B. bassiana* – 14, *Clonostachys rosea* (Link) Schroers – 2 and *I. farinosa* – 1] were tested under laboratory conditions against 4th instar larvae of *A. rosae* at a conidial suspension of 1×10^7 conidia/mL, using the spray method. The results of that study

showed that the efficacy of the tested EPF isolates, similar to the results of this study, increased significantly up to 9 days after the bioassay. Five isolates of *B. bassiana* (BbDm1, BbKp-1, BbMp-1, BbSr-1 and BbMg-2) and one isolate of *I. farinosa* (IfGp-1) caused mortalities between 76.7% and 86.7%, at three days post-treatment.

In another study, Khosravi et al. (2014) tested four *B. bassiana* isolates (IR-K-40, IRAN403C, SP566 and SPT22) at five different conidial concentrations against the 4th instar larvae of *A. rosae*. While the pathogenicity of three tested isolates (SP566, IR-K-40 and SPT22) was low, they reported that the IRAN403C *B. bassiana* isolate could potentially be used effectively in the biological control of the pest, with the lowest LT₅₀ value of 2×10^8 conidia/mL (3.92 days). These two studies showed that EPF isolates can be used against *A. rosae*, another pest of roses. The results of these two studies were similar to those of the current study and showed that *B. bassiana* has good potential for the control of important rose pests.

Budak et al. (2022) investigated the potential of four different commercial vegetable oils (aloe vera (*Aloe barbadensis*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*), eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) and garlic (*Allium sativum*)), using different doses, for the control of rose aphid. They reported that the toxic effect of each vegetable oil on rose aphid increased with the dose and time. Alghamdi (2018) determined the contact effect of the essential oils of four plants (*Moringa oleifera* L., *Eruca sativa* L., *Raphanus sativus* L., *A. sativum* L.) against rose aphid at 1%, 2% and at 4% concentrations, after 12, 24, 48, and 72 hours of exposure. Arugula oil gave the highest value against the pest with a mortality reaching 97.5% at all concentrations, followed by garlic oil (%) 80.6%, radish oil (69.2%) and moringa oil (63.3%). Mortality rates increased with both increasing essential oil concentrations and trial times.

In conclusion, *B. bassiana* has been widely investigated for its bio-control potential against many important insect pests, due to its multitude of variants and widespread occurrence across the world. Overall results suggest that two *B. bassiana* isolates (BbDm-1 and BbKm-1) have the potential to be used in the control of *M. rosae*. However, further studies under field conditions are required to validate the laboratory results.

Acknowledgements

This study was financially supported by Akdeniz University Scientific Projects Coordination Unit (Project no.: BAP FDK-2019-4859) in Antalya, Türkiye. We would also like to thank the TÜBİTAK BİDEB 2228-B Domestic Doctorate Scholarship Program.

References

- Abebe H., 2002. Potential of entomopathogenic fungi for the control of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae). Ph.D. thesis, Addis Ababa University, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ethiopia, 161p.
- Alghamdi A. S., 2018. Insecticidal effect of four plant essential oils against two aphid species under laboratory conditions. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 6 (2): 27-30.

- Baki D., 2021. Antalya’da farklı bölgelerden izole edilen entomopatojen fungusların morfolojik ve moleküler tanısı, *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*’ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 139 s.
- Baki D., H. Ş. Tosun & F. Erler, 2021. "Indigenous entomopathogenic fungi as potential biological control agents of rose sawfly, *Arge rosae* L. (Hymenoptera: Argidae), *Turkish Journal of Zoology*, 45(7):517-525.
- Budak E, Ş. Yigit, A.K. Aşkın, İ Akça, & İ. Saruhan, 2022. Bazı uçucu yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ya insektisidal etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 101-107.
- Eidy M., H. Rafiee-Dastjerdi, F. Zargarzadeh, A. Golizadeh & V. Mahdavi, 2016. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) and *Verticillium lecanii* (Zimmerman) against aphid *Macrosiphum rosae*, Linnaeus (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 9. 25-28.
- Fancelli M., A. B. Dias, I. J. Delalibera Cerqueira, S. de Jesus Souza, A. do Nascimento & S. Oliveira e Silva, 2013. *Beauveria bassiana* Strains for Biological Control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in Plantain. *BioMed Research International*, Volume 2013, Article ID 184756, 7s.
- Gabarty A., H. M. Salem, M. A. Fouda, A. A. Abas & A. A. Ibrahim, 2014. Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7: 95-100.
- İzgi Ü. & Ö. Güven, 2016. Kahramanmaraş Başkonuş ormanlık alanlarından izole edilen entomopatojen funguslar. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (3): 201-209.
- Khosravi R, J.J. Sendi, A. Zibae & A.M. Shokrgozar, 2015. Virulence of four *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Asc., Hypocreales) isolates on rose sawfly, *Arge rosae* (Hymenoptera: Argidae) under laboratory condition. *Journal of King Saudi University* 27 (1): 49-53.
- Özçelik H., 2013. General appearances of Turkish roses. *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science* 17(1): 29-42.
- Sáenz-de-Cabezón F.J., V. Irigaray, I. Marco–Mancebón & I. Pérez-Moreno, 2003. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and compatibility with triflumeron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*, *Biological Control*, 26: 168–173.
- Sastry K.S., B. Mandal, J. Hammond, S.W. Scott & R.W. Briddon, 2019. *Rosa* spp. (Rose). In: *Encyclopedia of Plant Viruses and Viroids*. Springer, New Delhi. doi: 10.1007/978-81-322-3912-3_797
- Sayed S.M., E.F. Ali, & S.S. Al-Otaibi, 2019. Efficacy of indigenous entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, isolates against the rose aphid, *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae) in rose production. *Egypt J Biol Pest Control* 29: 19.
- Timor A.N., 2011. World production oil rose and rose oil. *e-Journal of New World Sciences Academy* 6 (2): 4A0040.

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 virgül 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 edilmiş 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 alınan 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 metninin 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.

For Thesis:

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

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 yayımlanmamış ve yayımlanması 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 yayımlanması 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.