

# TARIM ALANLARINDA ZARARLI TÜRLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Editör

Prof. Dr. Gülay KAÇAR



# TARIM ALANLARINDA ZARARLI TÜRLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Editör

Prof. Dr. Gülay KAÇAR

ISBN: 978-625-5548-03-0

PA Paradigma Akademi Yayınları

Sertifika No: 69606

PA Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım

Fetvane Sokak No: 29/A

ÇANAKKALE

e-mail: fahrigoker@gmail.com

Tasarım&Kapak: Himmet AKSOY

Matbaa: Meydan / 99 Baskı

Sertifika No: 76711

Kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

Bu Kitap T.C. Kültür Bakanlığında alınan bandrol ve  
ISBN ile satılmaktadır. Bandrolsüz kitap almayınız.

Aralık 2024



## HAKEM LİSTESİ

Prof. Dr. Nurten HACET, Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne

Prof. Dr. Erol BAYHAN, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır

Prof. Dr. Evsel DENİZHAN, Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tekirdağ

Prof. Dr. Gülay KAÇAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Prof. Dr. Handan ÇULAL KILIÇ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

Prof. Dr. Levent SON, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin

Prof. Dr. Mustafa İMREN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Prof. Dr. Nihat DEMIREL, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

Prof. Dr. İnanç ÖZGEN, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, Elazığ

Prof. Dr. İzzet AKÇA, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,

Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ, Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

Prof. Dr. Şener TARLA, Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Uşak

Doç. Dr. Ali KARANFIL, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale

Doç. Dr. Ali Kemal BIRGÜCÜ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Bölüm, Bitki Koruma Bölüm Başkanlığı, Isparta

Doç. Dr. Cem ERDOĞAN, Başkent Üniversitesi/Fen -Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü/Moleküler Biyoloji ve Genetik PR., Ankara

Doç. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman

Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Kocaeli

Doç. Dr. İsmail ALASERHAT (İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır

Doç. Dr. Mehmet KARACAOĞLU, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Malatya

Doç.Dr. Şenol YILDIZ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Doç. Dr. Yusuf ÇELİK, Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin

Dr. Öğrt. Üyesi Abdurrahman Sami Koca, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Dr. Öğretim Üyesi Adnan SARIKAYA, Amasya Üniversitesifen, Fen-Edebiyat Fakültesi, Amasya

Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi- Kırşehir

Dr. Öğr. Üyesi Gülay ZULKADİR, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Münevver KODAN, Uşak Üniversitesi, Sivaslı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Uşak

Dr. Öğr. Üyesi Tarkan AYAZ, Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,

Dr. Öğrt. Gör. GARİP YARŞI, Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin

Dr. Öğrt. Gör. Talip YIĞIT, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Malatya

Dr. Atila ÖCAL, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

Dr. Pakize GÖK GÜLER, Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

Dr. Pınar ARIDICI KARA Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

# İÇİNDEKİLER

HAKEM LİSTESİ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖNSÖZ.....	ix
FINDIK BAHÇELERİNDE ZARARLI AKAR TÜRLERİ VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ.....	1
<i>Gülay KAÇAR - Hilal YÜZKAN</i>	
BÖCEKLERDE PARAZİTOİT-KONUKÇU İLİŞKİSİ.....	35
<i>Celalettin GÖZÜAÇIK - Abdurrahman YİĞİT</i>	
APHID (HEMIPTERA: APHIDIDAE) VE DİĞER OMURGASIZLARIN BİTKİ PATOJENİ VİRÜSLERİN TAŞINMASINDAKİ ÖNEMİ .....	51
<i>Işıl ÖZDEMİR</i>	
BÖCEKLERDE KONUKÇU SEÇİMİ VE BESLENME DAVRANIŞLARI.....	73
<i>Eda BUDAK AKBAL - Erol BAYHAN</i>	
HETEROPTERA (INSECTA: HEMIPTERA) ZEHİRLERİ.....	95
<i>Ahmet DURSUN - Meral FENT</i>	
IMPORTANCE OF PLANT PARASITIC NEMATODES IN BANANA PLANTATIONS .....	111
<i>Refik BOZBUĞA- Mustafa İMREN</i>	
KÜRESEL ISINMA VE BÖCEKLER .....	125
<i>İzzet AKÇA</i>	
ŞEKER PANCARINDA RHIZOMANIA HASTALIĞININ DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GÜNCEL DURUMU.....	147
<i>Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ - Miray ARLI-SÖKMEN</i>	
IMPORTANT PESTS IN OLIVE ORCHARDS AND USING ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AS A BIOLOGICAL CONTROL .....	179
<i>Doğancan KAHYA - Refik BOZBUĞA</i>	

ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKORİZAL FUNGUSLARIN KULLANIMI .....	195
<i>Ümmühan İpek GÖKTAŞ - Mümine ÖZARSLANDAN</i>	
<i>Adem ÖZARSLANDAN</i>	
BALIKESİR(GÖNEN) İLÇESİ ANA ÜRÜN VE İKİNCİ ÜRÜN MISIR EKİM ALANLARINDA ZARARLI LEPİDOPTEER TÜRLERİN ERGİN POPULASYON GELİŞMESİ* .....	209
<i>Ahmet ÖZDEMİRLER - Levent EFİL</i>	
AKDENİZ MEYVE SİNEĞİ, <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann)'NİN (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ENTEGRE MÜCADELESİ: TÜRKİYE ve DÜNYA'DAKİ DURUMU.....	223
<i>İsmail ALASERHAT - Dilek DOĞAN</i>	
TARIMSAL ÜRETİMDE TRİCHODERMA TÜRLERİNİN KULLANIMI .....	251
<i>Mümine ÖZARSLANDAN - Adem ÖZARSLANDAN</i>	
BÖCEKLERDE SAVUNMA MEKANİZMALARI .....	267
<i>Selime ÖLMEZ BAYHAN - Erol BAYHAN</i>	
SİYAH KARPUZ BÖCEĞİ, <i>CORIDIUS VIDUATUS</i> (F.) (HETEROPTERA: DINIDORIDAE) .....	291
<i>Şener TARLA - Gülcan TARLA</i>	
DOMATES GÜVESİ, <i>TUTA ABSOLUTA</i> (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)'NİN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU VE MÜCADELESİ .....	303
<i>Gülşay KAÇAR - Derya KÖSELİ</i>	
KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR ÜZERİNE ETKİSİ .....	337
<i>Gülşay KAÇAR - Şener TARLA</i>	
ROOT LESION NEMATODE ASSOCIATED WITH MAIZE IN BOLU .....	355
<i>Nagihan DUMAN - Mustafa İMREN</i>	

ENDEMIC HETEROPTERA (HEMIPTERA) SPECIES FROM TÜRKİYE: BIODIVERSITY, IMPORTANCE AND CONSERVATION .....	367
<i>Ahmet DURSUN - Meral FENT</i>	
TÜRKİYE'DE YAPRAK BİTİ TÜRLERİNDEKİ PARAZİTOİT TÜRLERİ .....	393
<i>Dilek PAMUK - Mehmet KARACAOĞLU - Gül SATAR</i>	





## ÖNSÖZ

Tarımsal alanlarda yetiştirilen bitkiler üzerinde ürün kayıplarına neden olan zararlı türlerin başında böcekler, nematodlar, hastalık etmenleri ve diğer hayvanlar alemine giren diğer türler gelmektedir. Bu türler bitki ve bitkisel ürünlerde beslenerek, hastalık etmenlerini (virus, bakteri, protozoa, fungus gibi) taşıyarak, kirleterek, çıkarmış oldukları birtakım enzim ve diğer maddelerle kalite ve kantiteyi bozarak ürün kayıplarına neden olurlar. Zararlı etmenleri kontrol altına almak amacıyla farklı mücadele yöntemleri ayrı ayrı veya birlikte kullanılabilir. Bu yöntemler arasında en fazla kullanılan kimyasal mücadele olup insan ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle, tarımsal alanda zararlı türlerle mücadelede ürün kayıplarını önlemek amacıyla yeni yaklaşımlar öne çıkmıştır. Dünyada zararlı türlerin kontrolünde Entegre zararlı yönetimi kabul gören en etkili yöntem olarak öne çıkmaktadır. Entegre Zararlı yönetimi tüm mevcut bilgi, araç ve yöntemlerin kullanımıyla bitkilere zarar veren canlıların önlenmesi veya kontrol altına alınmasına yönelik bütünlük bir yaklaşımı içermektedir. Böylelikle kimyasalların en aza indirildiği zararlı yönetimi sonucu, insan sağlığı ve çevre üzerindeki riskler azaltılarak en aza indirilmektedir. Bu yöntemin temelinde zararlı etmenlerin tanınması, biyolojileri, davranışları, diğer türlerle etkileşimlerinin bilinmesi ve popülasyonlarının izlenmesi bir bütün olarak ele alınarak, değerlendirilmektedir.

Bu kitap, bu yaklaşımdan yola çıkılarak tarımsal alanda zararlılar ile diğer türlerle etkileşimleri ile ilgili bilgileri içermektedir.

**Prof. Dr. Gülay KAÇAR**



# FINDIK BAHÇELERİNDE ZARARLI AKAR TÜRLEİ VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Gülay KAÇAR<sup>1</sup> - Hilal YÜZKAN<sup>2</sup>

## Giriş

Dünyada antepfıstığı, badem, ceviz, fındık ve kestane en fazla yetiştirilen sert kabuklu meyvelerdir. Dünya sıralamasında ceviz ve bademden sonra yetiştiriciliği en yaygın yetiştirilen meyve çeşididir. *Corylus* (Betulaceae) familyasından ağaç ve çalı türleri fındık olarak adlandırılır (Ünver, 2024). Ekonomik öneme sahip fındık türleri; Adi fındık (*Corylus avellane* L.), Türk fındığı (*Corylus colurna* L.) ve Lambert fındığı (*Corylus maxima* Mill.)'dır (Anonim, 2017a). Fındık kültür çeşitleri; ABD, Azerbaycan, Çin, Fransa, Gürcistan, İtalya, İspanya, İran, Rusya, Şili, Türkiye ve Yunanistan'da yetiştirilmektedir (Anonim, 2023).

Fındık, beslenme ve insan sağlığı açısından önemli olup, kolesterolü düşürmesi, içeriğinde bulunan bitkisel yağ (%64), protein (%16.5), karbonhidrat (%14), mineraller (demir, fosfor ve kalsiyum) ve vitaminleri (A, B, C ve E) içermektedir (Hüsnüoğlu, 2018). Ayrıca sahip olduğu antioksidan ile fitokimyasal maddeler, kronik hastalıkları engellenmesi ve tedavisinde önemli bir yere sahiptir (Özer ve Güven, 2008). Fındığın 100 gramı, günlük protein ihtiyacımızın %22'sini karşılar ve 634 kalori enerji sağlamaktadır (Özer ve Güven, 2008; Anonim, 2022). Fındık gıda sanayinde özellikle de en fazla çikolata yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetikte kullanıma sahiptir. Fındık yüksek yağ içeriğine de sahip bir üründür (Delgado ve ark., 2010).

Dünya yıllık ortalama üretim miktarı nedeniyle fındık, bademden sonra en popüler ürün olup, Türkiye fındık üretiminin %65-75 ve toplam ihracatın %70-75'i ile dünyanın en önemli fındık üreten ve ihracat eden ülkesidir (TUİK, 2023). Dünyada Türkiye'den sonra İtalya, ABD ve Azerbaycan en fazla fındık üreten ülkelerdir. Türkiye fındık ihracatında da %56'lık payla ilk sıradadır. İhracatta Türkiye'den sonra, ABD, İtalya ile Gürcistan gelmektedir. Dünya fındık üretim alanı 2023 yılı itibarıyla 1 milyon ha olup; bu üretim alanının 739 bin ha Türkiye de olup ve diğerleri

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, gulaysahan@yahoo.com

<sup>2</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, hilal.yzkn@gmail.com

sırası ile İtalya 83 bin ha, Azerbaycan 49 bin ha, İran 26 bin ha ve Gürcistan 26 bin ha alana sahiptir (FAO, 2023). Türkiye'nin üretim alanı ile diğer ülkelerin üretim alanları arasında üretim alanı olarak ciddi fark varken, üretim miktarları göz önüne alındığında üretim farklılığı görülmemektedir (FAO, 2023; Ünver, 2024). Fındık yetiştirilen alanların sınırlı olması ve üretiminin az sayıda ülkede yapılması, ticaretini önemli bir hale getirmiştir.

Türkiye'de kültür fındığı yetiştiriciliği ilk defa Karadeniz'in batısında taban arazilerden başlayıp tüm diğer alanlarda yetiştirilmeye başlanmıştır (Öztürk ve Arıcı, 2017; Ünver, 2024). Türkiye'de yaklaşık 43 ilde fındık yetiştiriciliği yapıldığı, ticari olarak üretiminin büyük çoğunluğu Artvin, Bartın, Bolu, Düzce, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun, Sakarya, Sinop, Trabzon, Tokat Kastamonu, Kocaeli ve Zonguldak illerinde yapılmaktadır (Anonim, 2017b, c). Türkiye'de fındık üretim alanlarının %32'si Ordu, %17'si Giresun, %13'ü Samsun, %10'u Sakarya, %9'u Trabzon ve %9'u Düzce illerini kapsamıştır (TUİK, 2023). Türkiye'de fındık arazilerinin ortalama büyüklüğü 14 dekar olup ortalama bir ailenin fındık ile geçimini devam ettirmesi için az 22 dekarlık bir bahçeye sahip olmasının gerektiği kaydedilmiştir. İklim koşullarında bazı yıllar yaşanan olumsuzluklar nedeniyle (don, kuraklık gibi), budama, çeşit seçimi, gübreleme, sulama ve sıraya dikim gibi kültürel işlemlerin doğru yapılamaması, zararlı etmenlerin mücadelesinde yaşanan sorunlar ve periyodisite gibi etkenler fındık yıllık veriminde değişikliğine neden olduğu kaydedilmiştir (Anonim, 2020).

Türkiye, fındık üreten ülkeler arasında hem üretim hem de ihracatta ilk sırada yer almasına rağmen, birim alandaki ürün miktarı açısından diğer ülkelerin gerisinde olduğu bildirilmiştir (Kılıç, 1994) Ülkemizde birim alandan alınan ürün miktarının düşük olmasının nedenleri olarak; çeşitli kültürel işlemlerin doğru yapılmaması, hastalık ve yabancı otlar ile fındığın verim ve kalitesini etkileyen zararlı türlerdir (Akyazı ve Ecevit, 2003; Aşkın ve Akça, 2023). Fındıkta ekonomik olarak üretim ve verimde kayba neden olan böcek ve akarlar en önemli unsurlar arasında kabul edilmiştir (Tuncer, 2009; Aşkın ve ark 2022a, b). Fındıkta zararlı çok sayıda böcek ve akar türü bildirilmiştir (Işık ve ark.,1987; Ecevit ve Özman, 1996; Tuncer ve Ecevit, 1997; AliNiazee, 1998; Çobanoğlu, 1991, Ozman ve Çobanoğlu, 2001: Bayartogtokh ve ark., 2002; Çobanoğlu ve ark., 2002; Özman ve ark., 2002; Akyazı ve Ecevit, 2003; Grobler ve ark., 2003; Ozman-Sullivan, 2006a, b). Fındıkta ana zararlılar; Fındık kurdu *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) ve Fındık yeşil kokarcası *Palomena prasina* L.

(Hemiptera: Pentatomidae)) olmakla birlikte, Fındık kozalak akarları *Phytoptus avellanae* Nal. (Acarina: Phytoptidae) ve *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyidae), Fındıkta yazıcıböcekleri Dalkıran (*Xyleborus dispar* F. ve *Xylosandrus germanus* B.), Daldelen *Xyleborinus saxesenii* R. (Coleoptera: Curculionidae), Fındık teke böceği *Oberea linearis* L. (Coleoptera: Cerambycidae), Fındık filiz güvesi *Gypsonoma dealbana* Fröhl. (Lepidoptera: Tortricidae), Amerikan beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* Dury (Lepidoptera: Arctiidae), Mayıs böceği *Melolontha melolontha* L. ve *M. pectoralis* Germar. (Coleoptera: Scarabeidae), Fındık koşnilleri; Fındık koşnili, *Parthenolecanium corni* (Bch.) Fındık kahverengi koşnili (*P. rufulum* Ckll.) (Hemiptera: Coccidae), Fındık gal sineği *Mikomya coryli* Kieffer (Diptera: Cecidomyiidae), Fındık yaprak delen *Anoplus roboris* Sufr. (Coleoptera: Curculionidae), Fındık yaprakbitleri; Fındık yaprakbiti *Myzocallis coryli* Goeze ve Fındık yeşil afidi *Corylobium avellanae* Schrank (Hemiptera: Aphididae)] ve son yıllarda önemli bir zararlı tür olan Kahverengi kokarca *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) türleridir (Ecevit ve ark., 1996; Tuncer ve ark., 2001; Anonim, 2017a; Murray ve Jepson, 2018; Özdemir ve Tuncer, 2021; Kaçar ve ark., 2019; Ateş ve Kaçar, 2020; 2021; Aşkın ve ark., 2022b; Kaçar ve ark., 2022). Bu zararlılardan en önemlileri arasında Fındık kozalak akarları gelmektedir. Fındık kozalak akarlarından *Phytoptus avellanae* daha fazla zararlı bir tür olarak kabul edilse de (Özman ve Toros, 1997b), *C. vermiformis*'inde özellikle yaz aylarında tomurcuklara zarar verebileceği bildirilmiştir (Krantz, 1979; Özman ve Toros, 1997a). Bunun yanı sıra, fındık alanlarında Tetranychidae ailesinden de zararlı akar türleri belirlenmiştir. Fındık kozalak akarları fındığın vejetatif ve generatif organlarında beslenerek önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Özman ve Ecevit, 1996; Özman-Sullivan, 2006a, b; Anonim, 2011; Celal ve ark., 2018; Webber, 2007, Webber ve Chapman, 2008; Contarini ve ark., 2022). Fındık tomurcuk akarları, fındıkların yetiştirildiği tüm bölgelerde (Avrupa, Asya, Avustralya ve Kuzey Amerika), ciddi zararlılardır (Castagnoli ve Oldfield, 1996). Tomurcuk akarları, kuzey Amerika fındık bahçelerinde yaygın olarak bulunsalarda, Avrupa ve Türkiye'dekinden daha az zarara neden olduğu bildirilmiştir (AliNiasee, 1997). Bu zararlılar fındık çeşitlerine bağlı olarak %35 ile 70 arasında verim kaybına neden olduğu kaydedilmiştir (Maziarz, 1985). Gürcistan'da Kozalak akarlarının zararı %20 ile 90 olarak değiştiği bildirilmiştir (Tavamaishvili, 1990; AliNiasee, 1997; Abramishvili ve ark., 2018). Kozalak akarları mikroskopik canlılar olup çıplak gözle üreticiler tarafından fark edilemediği, fındık vejetasyonu boyunca, fındıkta kozalak şeklinde zarara sebep olduğu ve verimi etkilediği

kaydedilmiştir (Akyazı ve Ecevit, 2005). Kozalak akarları zararı nedeniyle ürünün kalite ve kantitesi düştüğünden, doğrudan ve dolaylı yollarla verimi etkiledikleri bildirilmiştir (Ecevit ve Özman, 1996).

### **Fındıkta Zararlı Akar Türleri**

Fındık bahçelerinde zararlı akar türleri arasında en yaygın eriophyoid akar türleri Fındık kozalak akarları olarak bilinen *P. avellanae* ve *C. vermiformis*'dir. Bununla birlikte, *P. avellanae* türünün iki kriptik türden oluşan bir kompleksi temsil ettiği kaydedilmiştir (Keçeci, 1995; Kaya ve ark., 2023). Varyant formları olarak *Aculus comatus* (Nal.), *Anthocoptes loricatus* Nal., *Coptophylla (Phyllocopte) lamimani* (Keifer), *Phyllocoptes coryli* Nal. ve *Tegenotus depressus* Nal. fındıkta zararlı diğer eriophyoid akarlar arasında, Tetranychidae familyasından en yaygın belirlenen; *Tetranychopsis horridus* (Can. and Fanz.), *Eotetranychus coryli* (Reck) ve *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae)'de fındıkta zararlı olan türlerdir (Ecevit ve ark., 1992; Özman ve Ecevit, 1996; Özman ve Toros, 1996; Ozman ve Toros, 1997a,b,c, d; Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Akyazı ve Ecevit, 2003; Ozman-Sullivan, 2006a,b).

### ***Phytoptus avellanae***

Fındık kozalak akar türleri monofag olup, sadece fındık türlerinde beslendiği ve başka konukçuları olmadığı kaydedilmiştir (Anonim, 2017a). Konukçuları arasında Betulaceae'den *Corylus americana*, *C. avellana*, *C. colurna* ve *C. maxima* vardır (Anonim, 2017a; Kaya ve ark., 2023). Dünya'da Asya, Avrupa, Avustralya, Kuzey Amerika ve Yeni Zelanda'da yayılış göstermiştir. Amerika, Türkiye, İspanya, İtalya, Polonya, Romanya, Sicilya, Sirbistan, Slovenya ve Yugoslavya kaydedilmiştir (Nicotina ve Viggiani, 1985; Villaronga ve ark., 1988; Petanovic ve ark., 1989; Ecevit ve ark., 1992; Beber, 1994; Ioachim ve Bobarnac, 1997; Stamenkovic ve ark., 1997; Snare, 2006; Webber, 2007; Anonim, 2011; Denizhan, 2018). Türkiye'de Karadeniz Bölgesinde (Ordu, Giresun, Samsun, Bartın, Düzce) ve Yalova'da bildirilmiştir (Ozman-Sullivan, 2006a,b; Denizhan, 2018; Kaya ve ark., 2023).

Prostigmata alt takımında yer alan *Phytoptus avellanae*'nin sinonimleri olarak; *Eriophyes avellanae* (Nalepa), *Eriophyes coryligallarum* (Targioni-Tozzetti), *Eriophyes pseudogallarum* Vall., *Phytooptella avellanae* (Nalepa), *Phytoptus coryligallarum* Targioni-Tozzetti, *Phytoptus pseudogallarum* (Targioni-Tozzetti), eski sinonimleri ise; *Acarus pseudogallarum* Vallot, *Calycophthora avellanae* Amerling,

*Phytoptus coryli* Frauenfeld, *Phytoptus coryligallarum* Targioni-Tozzetti, *Phytoptus pseudogallarum* Targioni-Tozzetti dir (Webber, 2007; Davies, 2017; Kaya ve ark., 2023). *Phytoptus avellanae*'nin gözle görülmeyecek kadar çok küçük olup, ince uzun, silindirik veya havuç şeklinde vücudu 0.20 ile 0.35 mm ve beyazımsı, beyaz mat, renklerde, nimf ve ergin dönemde iki çift bacaklıdır. Yumurtaları beyaz, şeffaf ve yuvarlak şekillidir (Manson, 1984; Turcer ve ark., 2002; Ozman-Sullivan, 2018; Anonim, 2017a). Larvaları erginlere benzerler, fakat birbiriyle benzerlik göstermeyen iki tip nimfi vardır. Nimflerin yanlarında çıkıntıları olup yassı görünüme sahiptir (Anonim, 2017a; Kaya ve ark., 2023). Yılın büyük bir bölümünde erginlerle aynı görünüme sahip gençler görülür. Nisan ayı sonundan başlayarak yaprakların özellikle altında erginlerle benzerlik göstermeyen değişik görünümlü, yanlarında çıkıntıları olan yassı görünümlü gençler ortaya çıkar. Kış boyunca kozalaklarda beslenerek ve üreyerek, yılda 5 ile 6 döl verdiği bildirilmiştir (Ozman, 1995; Ozman ve Toros, 1997a; Tuncer ve ark., 2002; Ozman-Sullivan, 2006a, b; Ozman-Sullivan, 2018).

Kozalak akarları çok küçük olmaları nedeniyle tespiti ve teşhisleri zor olabilir. *Phytoptus avellanae*'nin doğru teşhisi, yetişkin dişiler mevcut olduğu sürece morfolojik yöntemler kullanılarak nispeten hızlı bir şekilde yapılabileceği bildirilmiştir (Davies, 2017). *Phytoptus avellanae* dahil olmak üzere eriophyoid akarları tanımlamak için kullanılan karakterler, protogyne yetişkin dişi üzerinde mevcuttur (Lindquist, 1996). *Phytoptus avellanae*, Keifer (1940), Manson (1984), Amrine ve ark. (2003) ve Chetverikov'dan (2014) tarafından uyarlanan karakterlere göre morfolojik olarak teşhis edilmiştir. Alternatif bir tanı yöntemi olarak moleküler yöntemler, morfolojik yöntemlere ek olarak kullanılmıştır (Cvrković ve ark. 2016). Eriophyoid akarların moleküler tanısı için uygun yöntemler Navajas ve Navia (2010), Skoracka ve Dabert (2009) ve Cvrković ve ark. (2016) tarafından sağlanmıştır. Dabert ve ark. (2008) prosedürleri izlenirse uygun moleküler tanı yöntemleri kullanılabilmiştir. Bu prosedürde DNA ekstraksiyonunun ardından, Folmer ve ark. (1994)'e ait primerlerle yapılmıştır.

*Phytoptus avellanae*'nin iki tür arasında en zararlı olduğu bildirilmiştir (Özman, 1995; Ozman ve Toros, 1997a; Ozman-Sullivan, 2006a; Kaya ve ark., 2023). Cvrković ve ark. (2016), *P. avellanae* adı altında iki gizemli (cryptic) türünün bulunduğunu göstermiştir. Birincisi yaşadığı yerde galler oluşturur (buna *P. avellanae* denmelidir) ve ikincisi yeşil organlarda gezginci bir davranışa sahiptir ve isimsizdir. *Phytoptus avellanae*'nin ilkbahar aylarında nimf olarak yeni vejetatif veya generatif uç

tomurcuklara göç ettiğini bildirilmiştir. Bireylerin daha sonra akarın bir sonraki ilkbahara kadar yaşadığı yeni fındık bitkisi tomurcuklarını istila ettiği bildirilmiştir (Burgess ve Thompson, 1985; Ozman ve Toros, 1997a; Stamenkovic ve ark., 1997; Cvrkovi'c ve ark., 2016). *Phytoptus avellanae*'nin "gal" ve "vagrant" olarak iki farklı formu olduğu bildirilmiştir. Göç eden gal formu tomurcuklarda beslenerek kozalaklar meydana getirdiği kaydedilmiştir (Krantz. 1974; Ozman, ve Toros, 1997b, Stamenkovic ve ark., 1997; Ozman-Sullivan, 2006a; Cvrković ve ark., 2016, Kaya ve ark., 2023). Vagrant (serbest yaşayan) formu ise fındığın tüm vegetatif ve generatif organlarında yıl boyunca beslendiği bildirilmiştir (Ozman, 1995; Özman ve Toros, 1997a; Stamenkovic ve ark., 1997; Ozman, 2000; Ozman-Sullivan, 2006a). Bireylerin tüm beslenmesi sonucu tomurcuklar içinde deformasyonlar oluşmaya başladığı, zamanla tomurcukların irileşmesiyle gallerin görülmeye başladığı, kozalakların dökülerek kuru sürgünler oluşturdukları kaydedilmiştir (Tuncer ve ark., 2002; Ozman-Sullivan, 2006a; Anonim, 2017; Ozman-Sullivan, 2018; Kaya ve ark., 2023). Akarın tomurcuklarda yaşayan formunun yazın ve sonbaharda yaprak, sürgün veya genç fındık kümelerini istila ettiği kaydedilmiştir (Ozman ve Toros, 1997b).

### ***Cecidophyopsis vermiformis***

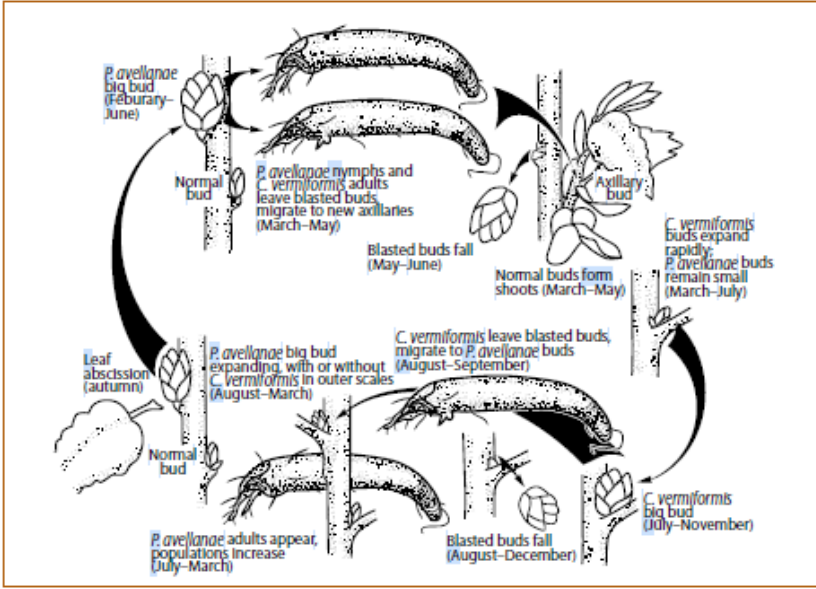
Konukçuları arasında *Corylus americana*, *Corylus avellana* L., *Carpinus betulus* L., *C. colurna*, *C. cornuta* var. *californica* *Betula verrucosa* Ehr. ve *B. alba* L. vardır (Anonim, 2017a; Ozman-Sullivan, 2018; Kaya ve ark., 2023). Dünya'da Asya, Avrupa, Avustralya, Kuzey Amerika ve Yeni Zelanda'da yayılış göstermiştir. Almanya, Amerika, Avusturya, Avusturalya, Bulgaristan, Çekoslovakya Cezayir, Finlandiya, Fransa, İtalya, İspanya, İsveç İngiltere, Macaristan, Polonya, Portekiz, Rusya, Türkiye ve Yugoslavya'da kaydedilmiştir (Ozman-Sulvian, 2006a; Snare, 2006; Webber, 2007; Anonim, 2017b; Denizhan, 2018; Kaya ve ark., 2023). Türkiye'de Ankara, Düzce, Konya, İzmir, Ordu, Giresun, Trabzon, Samsun ve Yalova'da belirlenmiştir (Alkan, 1952; Özman ve Toros, 1996; Saruhan ve Tuncer, 2001, Akyazı ve Ecevit, 2003; Akyazı ve Ecevit, 2005; Denizhan ve ark., 2015; Zirek, 2019; Kaya ve ark., 2023).

Prostigmata alt takımından olan *Cecidophyopsis vermiformis*, sinonimleri; *Cecidophyopsis betulae* (Nalepa), *Eriophyes vermiformis* (Nalepa), *Eriophyes pulchellus* (Nalepa) ve *Phytoptus vermiformis* (Nalepa)'dir (Ozman-Sullivan, 2018; Kaya ve ark., 2023). *Cecidophyopsis vermiformis* 0.20 mm boyunda ve beyazımsı renklidir. Yumurtaları beyaz,



şeffaf ve yuvarlak şekillidir (Webber, 2007; Anonim, 2011; Ozman-Sullivan, 2018). *Cecidophysis vermiformis*'in dorsal plakasında ve subdorsal abdominalde setanın olmayışı ve dişinin genital kapakçığı ile *P. avellanae*'den ayırt edilebildiği bildirilmiştir (Ecevit ve ark., 1992). *Cecidophysis vermiformis* erginleri tomurcuk dokusuna girer, ilkbahar sonu ve yaz başında gelişir ve çoğalır. Bu tomurcuklar yaz sonu ve sonbahar başında patlar (tomurcuklar şişer, deforme olur, kurur ve sonunda düşer) ve bazı hayatta kalan *C. vermiformis* ve *P. avellanae*'nin tomurcuklara göç etmesine neden olur. Göçleri hava koşullarına bağlı olup, ancak göçün çoğu nisan ve mayıs aylarında gerçekleşir. İki akar türü yeni uç tomurcuklarda beslenir ve hızla çoğalırlar. *Phytoptus avellanae* popülasyonları temmuz ayından itibaren sonraki bahara kadar artar ve tomurcuk şişmesine ve şubat-haziran aylarında tipik büyük tomurcuk semptomlarının ortaya çıkmasına neden olur. Bu tomurcuklar bozulmaya başladıkça *P. avellanae* nimflerine, eşlik eden *C. vermiformis* erginleri yeni uç sürgünlere göç ederek yeni döngünün başlamasına neden olduğu bildirilmiştir (Krantz, 1974; Olsen ve ark., 2013) (Şekil 1). Minnesota (USA)'da bu nimflerin yeni tomurcuklara göçü 90 güne kadar sürebildiği, ancak Minnesota'da göçün genellikle mayıs ortası/sonundan temmuz başı/ortasına kadar olduğu bulunmuştur. Bu göç dönemi, akarların mücadelesinde kimyasal uygulamaya duyarlı olduğu yılın tek zamanı olduğu bildirilmiştir. Göçler mart-nisan ayları değil, yukarı ortabatı'da mayıs ortasından temmuz başına kadar devam eder. Akarlar tarafından oluşturulan yeni kozalakların yapraklar döküldükten sonra görülebildiği kaydedilmiştir (Shanovich ve ark., 2022).

Sıcaklıklar arttıkça, beslenme zararı nedeniyle temmuz ve ağustos aylarında büyük tomurcukların az sayıda gelişmesine yol açabildiği bildirilmiştir (AliNiasee, 1984). Ancak bazı kayıtlarda *C. vermiformis* kozalak oluşturamadığı, *P. avellanae*'nin kozalaklar oluşturduğu ve içinde beslenmediği bildirilmiştir. İlkbahar ve sonbaharda göç ederek sağlam tomurcuklara, vejetatif, dişi ve çiçek tomurcuklarına ve püslere göç ederler. Kışın kozalak içinde beslenerek, kuruyana kadar yaşamlarını sürdürürler (Ecevit, 1976; Maziarz, 1985; Petanovic ve ark. 1989; Ozman, 1995; Özman,1995; Özman ve Ecevit, 1996; Özman ve Toros, 1996; Ozman ve Toros, 1997a; Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Ozman-Sullivan ve Akça, 2005; Anonim, 2011). Bu türler çok zararlı olmasına karşın birçok üreticinin önemli olarak düşünmediği bildirilmiştir (Tuncer ve ark., 2001).



Adapted from image by Dr. G.W. Krantz, professor emeritus,  
Department of Entomology, Oregon State University.

Şekil 1. Fındık kozalak akarlarının yaşam döngüsü (Olsen ve ark., 2013).

Karadeniz fındık bahçelerinde 9 akarın fındıklara zarar verdiği kaydedilmiştir (Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Özman-Sullivan ve ark., 2002; Akyazı ve Ecevit, 2003; Grobler ve ark., 2003; Özman ve ark., 2003; Tuncer ve ark., 2018;). Bu türler arasında *P. avellanae* ile *C. vermiformis* en yaygın zararlı akar olduğu bildirilmiştir (Ecevit ve ark., 1992; Özman ve Toros, 1996; Akyazı ve Ecevit, 2003; Ozman-Sullivan, 2006a). Başka bir çalışmada Giresun, Ordu ve Samsun'da fındık bahçelerinde Eriophyidae'den 2'si gal ve 5'i vagrant formda toplam 7 akar türü belirlenmiş, gal formunun *P. avellanae* ve *C. vermiformis* olduğunu bildirmişlerdir (Akyazı ve Ecevit, 2003). Moleküler çalışmalarda *P. avellanae*'nin iki kriptik tür oluşturduğu bir kompleksi içinde yer aldığı ve bunlardan birinin tomurcuklarda ikincisinin yapraklarda vagrant olarak yaşadığını bildirilmiştir (Ozman-Sullivan, 2014). Tomurcuklardaki türün nimf dönemlerine sahip olan *P. avellanae* olarak adlandırılan tür olduğu fakat diğerinin ise atipik nimfleri olan vagrant bir akar olduğu ve tekrar tanımlanarak adlandırılması gerektiği rapor edilmiştir (Özman ve Ecevit, 1996; Ozman-Sullivan, 2006a). Batı Sırbistan'da, *C. avellana*'nın aynı bitkiden elde edilen *P. avellanae* kompleksinin mitokondriyal DNA dizisinin filogenetik analizi sonucu %16.8 olduğu kaydedilmiştir. Sekansların, Genbank'taki *P. avellanae*'nin referans izolatlarıyla yüksek

oranda benzediği (%93 ile 99) bildirilmiştir (Abramishvili ve ark., 2018). Gürcistan izolatlarının iki ana dala ayrıldığı, GUR1'in Genbank ve Gürcü izolatlarından ayrıldığı, bunun sonucunun farklı türleri kanıtlar nitelikte olduğunu belirtmişlerdir (Cvrkovic ve ark., 2016). Ek olarak, *P. avellanae*'nin iki farklı tip hipotezi, her ikisi içinde farklı nükleotid dizilere sahip olduğunu gösteren moleküler çalışmalarla ortaya çıkarıldığı bildirilmiştir (Ozman–Sullivan, 2014). Bu konuda daha fazla çalışmanın farklı bölgelerde yetiştirilen fındık türlerini dikkate alarak yapılması gerektiği bildirilmiştir (Cvrkovic ve ark., 2016).

Fındık yapraklarında beslenen dört eriophyoid akar türü *A. comatus*, *A. loricatus*, *C. lamimani* ve *T. depressus* bildirilmesine karşın, ekonomik olarak zarar yapmadığı kaydedilmiştir (Ecevit ve ark., 1992; Ozman ve Çobanoğlu, 2001). Avustralya'da bir diğer eriophyoid zararlı Fındık yaprak akarı olarak da isimlendirilen *C. lamimani* türü bildirilmiştir (Snare, 2006). Ayrıca fındıklardan İtalya'dan *Aceria biradiatus* de lillo and Fontana (de Lillo ve Fontana, 1996), Polonya'dan *A. comatus*, *T. depressus*, *Phyllocoptes coryli* Liro, *A. loricatus*, *C. lamimani* (*Phyllocoptes lamimani* K.) (Kozłowski ve Skorupska, 1995), Amerika'dan *A. comatus* (Krantz, 1973; Baker ve ark., 1996), *Aculus tamalpais* (Keifer) (Keifer, 1939b; Baker ve ark., 1996), *T. depressus* (Keifer, 1939b; Baker ve ark., 1996), Almanya'dan *A. loricatus* (Nalepa, 1889) ve *P. coryli* (Liro, 1931; Liro ve Roivainen, 1951) ve Çin'den *Vittacus mandshurica* Xue (Xue ve ark., 2013) (Eriophyoidae), Avustralya'dan *A. comatus*, *A. loricatus*, *P. lamimani*, *P. coryli*, *T. depressus*, (Snare, 2006) ve Amerika'dan *Diptacus calicoryli* (Keifer) (Diptilomiopidae) kaydedilmiştir (Keifer, 1943; Baker ve ark., 1996).

Fındık bahçelerinde yapraklarla beslenen diğer akarlardan Kırmızı örümcek türleri belirlenmiştir. Bu türler *Tetranychus* spp., *T. horridus*, *E. coryli*, *Bryobia rubrioculus* (Scheuten) ve *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tetranychidae) olarak kaydedilmiştir (Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Akyazı, 2003; Murray ve Jepson, 2018). *Tetranychus horridus* Türkiye (Çarşamba, Giresun, Ordu, Terme ve Trabzon'da) ve Rusya'da bulunmuştur. Bu türün şimdiye kadar ekonomik zarara yol açmadığı, fakat potansiyel zararlı olabileceği dikkate alınarak sürekli kontrol edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Ozman ve Çobanoğlu, 2001). Rusya'da fındık bahçelerinde *T. horridus* ve *Bryobia redikorzevi* (Scheuten) (*B. rubrioculus*) türleri kaydedilmiştir (Mitrofanov ve Sharonov, 1985; 1986). *Eotetranychus coryli* ve *Tetranychus* sp. Giresun ve Samsun'daki bazı bahçelerde popülasyon yoğunlukları düşük olarak bulunmuştur.

*Brevipalpus phoenicis* ve *B. rubrioculus* türleri ise bitkilerin dökülen yapraklarından bulunmuş olup fındık bahçeleri içindeki elma, armut gibi ağaçlarda zarar yaptığı ifade edilmiştir (Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Murray ve Jepson, 2018). Oregon (USA)'da *Tetranychus* spp. fındıklarda artan bir sorun olarak bildirilmiştir (Murray ve Jepson, 2018). En yaygın türün *Tetranychus urticae* Koch.'nin büyüme mevsiminin sonlarında yaygın olduğunu ve büyük ölçüde yaprak dökülmesine neden olacak kadar yüksek popülasyonlara ulaşabildiklerini bildirmişlerdir (Chernoh ve Wiman, 2024). İspanya'da fındık bahçelerinde *T. urticae*, *T. horridus*, *Eotetranychus carpini* (Oudemans) ve *Panonychus ulmi* Koch. (Tetranychidae) olmak üzere 4 tetranychid akar türü tespit etmişlerdir (Villaronga ve ark., 1988; 1990). Viggiani (1994). Avrupa'da kozalak akarı *P. avellanae*'nin en önemli akar olduğunu, *P. ulmi* ve *E. carpini*'nin türlerinin de fındıklarda bulunduğunu bildirmiştir. Kozłowski ve Skorupska (1995) Polonya'da fındık yapraklarında Tetranychidae familyasından *T. horridus* ve *E. coryli* türleri kaydedilmiştir. Avustralya'dan da *T. urticae*, *T. horridus* ve *E. coryli* ile *Tarsonemus karli* Sharanov and Mitrofanov ve *Tarsonemus lobosus* Suski (Tarsonemidae), *Brevipalpus obovoides* Donnadieu, *Stenotarsonemus* sp. (Tenuipalpidae)'den bildirilmiştir (Snare, 2006). İtalya ve Amerika'dan fındık alanlarında *E. carpini* türü fındıklarda kaydedilmiştir (Keifer, 1939a; de Lillo, 1988; Nicotina ve Viggiani, 1985; Baker ve ark., 1996).

### **Fındıkta Zararlı Akarların Mücadelesi**

Fındık bahçelerinde mücadele uygulamaları konusunda dünya çapında farklılıklar mevcut olmakla birlikte, etkili örnekleme ve izleme tekniklerinin kullanılmasıyla, biyolojik mücadele ile böcek büyüme düzenleyicileri de dahil olmak üzere entegre bir zararlı yönetimi (IPM) yaklaşımı şu anda hem kuzey Amerika'da hem de Avrupa (Türkiye dahil) uygulanmaktadır (Ozman-Sullivan ve Akça, 2005; Özman-Sullivan, 2006; Kabıçek, 2008; Murray ve Jepson, 2018). Fındık endüstrisi, fındık bahçelerinde bulunan zararlı organizmaları kontrol etmek ve zararlı yönetimi için kullanılan pestisit miktarını azaltmak için entegre zararlı yönetimine büyük ölçüde güvenmektedir. Fındık bahçelerinde kullanılan IPM teknikleri hem bilimsel araştırmalara hem de yetiştirici deneyimine dayanmaktadır. Fındık üretiminde kullanılan IPM uygulamaları ağaç sağlığını korumaya ve sürdürmeye, fındık kalitesini iyileştirmeye yardımcı olarak, aynı zamanda pestisit kullanımında önemli bir azalma sağlamaktadır. Böcekler, hastalıklar ve yabancı otlar için bu başarılı IPM programını sürdürmek ve iyileştirmek fındık endüstrisinin geleceği için

kritik öneme sahip olduğu kaydedilmiştir (AliNiasee, 1997; Olsen ve ark., 2013; Murray ve Jepson, 2018). Kozalak akarlarıyla mücadelede nisan ayından itibaren tomurcukların patlamasıyla birlikte akar hareketliliğinin izlenmesinin önemli olduğu bildirilmiştir (Olsen ve ark., 2013). Fındık kozalak akarları'na karşı farklı mücadele yöntemleri uygulanmakla birlikte, diğer akar türlerinin popülasyonları yüksek olmadığından mücadeleye gerek olmadığı kaydedilmiştir (Ozman–Sullivan, 2006a). Fındık kozalak akarlarını kontrol etmek veya mücadele amacıyla en fazla mekaniksel ve kimyasal mücadele uygulandığı biyolojik mücadele ile ilgili çalışmaların sürdürüldüğü bildirilmiştir (Ozman–Sullivan, 2006a,b).

### 1. Dayanıklı çeşit kullanımı ve diğer çalışmalar

Fındık çeşitleri tomurcuk akarı istilasına karşı duyarlılık açısından farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Maziarz, 1984; Ozman-Sullivan, 2006a; Olsen ve ark., 2013). Kozalak akarlarına karşı dirençli çeşitlerin geliştirilmesinde son yıllarda önemli ilerleme kaydedildiği belirtilmiştir (Thompson, 1977; Mehlenbacher, 1994). Hem Amerika'da hem de Avrupa'da fındık çeşitlerinde kozalak akarlarına karşı bir dizi duyarlılığın keşfinden sonra (Pesante, 1961; Planes ve ark., 1965; Thompson, 1977), Oregon'daki (Amerika) güçlü bir ıslah programıyla tomurcuk akarlarına karşı oldukça dirençli fındık çeşitlerinin piyasaya sürülmesiyle, bazı eski fındık çeşitlerine göre daha az zarar görüldüğü bildirilmiştir (Mehlenbacher, 1994; Murray ve Jepson, 2018). Fındık kozalak akarlarına karşı, yetiştiriciyi yapılan fındık çeşitlerinin hassasiyetleri farklılık gösterdiği; *Phytoptus avellanae* hassas çeşitlerde %70'e varan zarara neden olduğu kaydedilmiştir (Maziarz, 1984; Ozman-Sullivan, 2006a). Bu türün Türkiye'de yaklaşık %26 zarara neden olduğu, en hassas fındık çeşitlerinin; Tombul, Mincane ve Uzunmusa, en dayanıklıların; Acı, Kuş ve Palaz olarak belirlenmiştir. Samsun'da Uzunmusa fındık çeşidinin bir dalında 273 adet kozalak zararı sayılmıştır (Özman, 1995). Kuzey Amerika'daki en yaygın çeşit olan Barselona, tomurcuk akarı zararına karşı orta derecede dirençli bulunmuştur (Thompson, 1977), ancak Daviana ve Royal gibi diğer çeşitlerde zararın daha yüksek görüldüğü kaydedilmiştir (AliNiasee, 1980). Amerika'da bazı hassas çeşitlerde bu türün tomurcuk zararı %20'nin üzerine çıktığı ve verim kayıplarına neden olmakla birlikte, zararın genellikle çoğu çeşitte o kadar ciddi olmadığı bildirilmiştir (AliNiasee, 1984; 1998; Maeso ve ark., 1988). Başka bir çalışmada, Minnesota (Amerika)'da kozalak akarının melez fındık üretimi için orta düzeyde bir tehdit oluşturması beklendiğini, yalnızca duyarlı melez fındık çeşitlerinin risk altında olduğu kaydedilmiştir. Oregon'daki Avrupa fındık çeşitlerinde

kozalak akarları için ıslahta çok fazla başarı elde edildiğini, orta batı fındık yetiştiricilerinin bu direnci melez çeşitlere entegre etmek için çalıştıkları bildirilmiştir (Shanovich ve ark., 2022). Oregon'da kozalak akarına (esas olarak *P. avellanae*) duyarlılık, yılda bir kez dört yıl boyunca yaprak dökülmesinden sonra değerlendirilmiştir. Ortalama derecelendirmeler; 'Dorris' ve 'Barcelona' için çok yüksek bir direnç seviyesi, 'Lewis' için orta düzeyde direnç ve 'Clark' için orta düzeyde olduğunu göstermiştir. Kozalakların 'Dorris'te çok nadir olduğu, akarları kontrol etmek için kimyasal uygulamalara gerek olmadığı bildirilmiştir (Mehlenbacher ve ark., 2013). Yine Oregon'da kozalak akarlarına hassas fındık çeşitleri olarak 'Yamhill' ve 'McDonald' olduğu, tomurcuk akarına karşı oldukça hassas olduğu bilinen diğer çeşitler arasında 'Ennis', 'Lewis', 'Clark' ve 'Casina' bulunduğu kaydedilmiştir (Chernoh ve Wiman, 2024). Polanya'da kozalak akarlarına dayanıklı olarak 'Mogulus' fındık çeşidi bildirilmiştir (Gantner ve Najda, 2013).

İtalya'da yapılan bir çalışmada; (1) sulamanın akar istilası üzerindeki potansiyel etkisi, (2) fındık bitkilerinde kozalak akarlarının belirli bir yüksekte yerleşip yerleşmediği ve (3) yıllar içindeki akarların genel bahçe istilası değerlendirilmiştir. Bu çalışmada sulanmayan bitkilerin ve yeraltı boru sistemleriyle sulanan bitkilerin benzer şekilde akarlar tarafından istila edildiği belirlenmiştir. Akarlar bitkinin orta bandında, yani yerden 1.5 ila 3 m yükseklikte yerleşme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Dört yıllık araştırma sonunda akarların genel olarak artan bir istila eğilimi gösterdikleri; sulanan ve sulanmayan bitkilerde de zararın zirveye ulaşabildiği belirlenmiştir (Contarini ve ark., 2022).

Kozalak akarları için Julian tarihli 152 (1 Haziran)'de başlatılan ve 6°C'lik daha düşük bir eşik sıcaklığı kullanan birikmiş ısı toplamı modeli (DD), iki çeşitte ve iki alanda yapılan çalışmada çıkışın yaklaşık 172 DD'de gerçekleştiği öngörülmüştür. Yaprak sayısına, tomurcuk yüksekliğine, tomurcuk genişliğine, DD'ye ve Julian tarihine dayalı bir regresyon modeli, toplu akar çıkışının yüzdesinin daha tatmin edici bir şekilde tahmin edilmesini sağlamıştır (Webber, 2007; Webber ve ark., 2008). Minnesota Üniversitesi (Amerika) araştırmacıları, orta batı bölgesi için akar göçünün doğru tahmini için bir derece günü modeli geliştirmekte oldukları bildirilmiştir (Shanovich ve ark., 2022).

Diğer akarlardan *T. urticae*'nin yağmur ve serin sıcaklıkların popülasyonlarını bastırma eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Chernoh ve Wiman, 2024).

## 2. Mekanik mücadele

Yeni Zelanda'da kozalak akarlarıyla mücadelede kimyasal kullanılmaksızın budama, toplama veya infekteli tomurcukların toplanması ve yakılması önerilmiştir (Hart, 1999; Tuncer ve ark., 2002; Eastmond ve Eastmond, 2003; Baumann ve ark., 2023). Ticari meyve bahçelerinde sanitasyon pratik olmadığını, ancak ev meyve bahçecilerinde ilkbahar akar göçünden önce patlamış tomurcukların temizleyip yok edilebileceği bildirilmiştir (Chernoh ve Wiman, 2024). Ülkemizde, kozalak akarlarına karşı mekanik mücadele etkili bir yöntem olduğu, kozalakların kışın toplandıktan sonra içlerinde diğer faydalı böcek ve akarların çıkması için olduğu bir yere bırakılması ve yakılmaması önerilmektedir. Böylelikle faydalı türlere zarar verilmemiş, kozalak akarlarının hareket kabiliyetlerinin kısıtlı olması ve kötü çevre koşullarından zarar görmeleri nedeniyle, kozalakların kurumasıyla beslenemediklerinden ölecekleri kaydedilmiştir (Ozman–Sullivan, 2006a; Anonim, 2017a; Ozman-Sullivan, 2018). Ancak, bu yöntemin bazı araştırmacılar tarafından ekonomik olmadığı ve etkisiz olduğu bildirilmiştir (Vidal-Barraquer ve ark., 1966). Bu nedenle Lippi ve ark. (2021), fındık bahçelerindeki böcek ve akar zararlılarını otomatik olarak tespit etmek için yenilikçi bir sistem tanıtmışlardır. Bu strateji, “Evrimsel Sinir Ağları'na (CNN'ler)” dayalı veri odaklı bir yaklaşımdan ve bir “Sadece Bir Kez Bak (YOLO)” mimarisinden oluşmuştur. Bu sistemin *P. avellanae*'nin tespiti için uygulanması, bitkilerde büyük tomurcukların varlığını belirlemede ortalama %82.5 güvenilir olduğu kaydedilmiştir (Lippi ve ark. 2022).

## 3. Biyolojik mücadele

Biyolojik mücadelenin üç ana unsuru faydalıların ithali, korunması ve çoğaltılarak salınması şeklinde olup her üç yöntemin zararlılarla mücadelede önemli bir yeri vardır. Ancak faydalıların korunması ve bunların etkinliğinin artırılması biyolojik mücadelenin ilk adımıdır. Eğer bu uygulamalar gerektiği gibi yapılabilirse diğer mücadele yöntemlerine duyulan gereksinim azalarak, zararlılar kontrol altına alınabileceği, Kozalak akarlarının kontrolünün doğal düşmanlar göz önüne alınarak yapılması gerektiği kaydedilmiştir (Ozman-Sullivan ve Akça, 2005; Uygun ve ark., 2010). Fındık ekosisteminin doğal düşmanlar bakımından oldukça zengin olduğunu bildirmişlerdir (Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Çobanoğlu ve Özman, 2002; Özman ve ark., 2002; Özman-Sullivan ve ark., 2005). Fındık bahçelerinden 20 tür (Çobanoğlu, 1991), Samsun ilinde Phytoseiidae'den 9 predatör tür (Ecevit ve ark., 1996), 23 predatör akar türü (Ozman ve Çobanoğlu, 2001) tespit etmişlerdir.

Ülkemizde fındıklarda predatör akarlar olarak *Amblyseius* sp., *Amblyseius rhenana* (Oudemans), *A. aberrans* Oudemans, *A. andersoni*, *A. cucumeris* Oud., *A. masseei* (Nesbitt), *A. potentillae* (Garman), *Kampimodromus aberrans* (Oud.), *Phytoseius plumifer* Can. & Fanz, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *P. finitimus* Ribaga, *P. echinus* Wainstein and Arutunian, *Galendromus* (= *Typhlodromus*) *longipilis* Nesbitt, *Typhlodromus tiliarum* Oud., *Typhlodromus* sp., İran'da *Transeius* (*Amblyseius*) *wainsteini* (Gomelauri, 1968) ve Avustralya'da *Phytoseius* sp., *P. fotheringhamiae* (Acarina: Phytoseiidae) türleri olduğu bildirilmiştir (Ecevit ve ark., 1996; Özman ve ark., 2002; Akyazı, 2003; Sullivan ve ark., 2004; Ozman-Sullivan, 2006b; Snare, 2006; Rahmani ve ark., 2010). Avusturalya'dan Phytoseidae'den *A. rhenana*, *A. aberrans*, *A. masseei*, *A. potentillae*, *P. macropilis*, *P. finitimus*, *P. echinus* ile *Typhlodromus* sp. ve *Polyphagotarsonemus* sp. (Tarsonemidae), *Allotrombium* sp. (Trombiidae), *Tydeus* sp. (Tydeidae) faydalı akarlar kaydedilmiştir (Snare, 2006). Ayrıca, Villaronga ve ark. (1988), İspanya'da fındık bahçelerinde *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot, *T. (=Seisulus) tiliarum*, *Amblyseius* (= *Neoseiulus*) *californicus* (McGregor) ve *A. andersoni* (Chant) olmak üzere 4 tane de phytoseiid akar türü tespit etmişlerdir. Türkiye'den *Polyphagotarsonemus* sp. ve *Tarsonemus* sp. (Tarsonemidae), *Allotrombium* sp. (Trombiidae), *Tydeus* sp., *T. californicus* Banks, *T. caudatus* Duges ve *Pronematus elongatus* (Hodgkiss) (Tydeidae) akarları kaydedilmiştir (Ecevit ve ark., 1996; Özman, 2000). Stigmaeidae, Trombidiidae, Ascidae, Anystidae, Bdellidae ve Cunaxidae familyalarından da predatörlerin yaygınlık gösterdiği, ayrıca 3 Acaridae, 1 Oribatidae'den nört akar türü belirlenmiştir (Akyazı, 2003). Kozłowski ve Skorupska (1995), Polonya'da Phytoseiidae familyasından *Typhlodromus pyri* Sch., *T. finlandicus* Oud., *T. soleiger* Rib., *Phytoseius macropilis* Banks. türlerini tespit etmişlerdir. Yeni Zelanda'da fındıkta *Typhlodromus doreenae* Schicha (Acari: Phytoseiidae) kaydedilmiştir (Webber, 2007). Avustralya'da predatör *Typhlodromus* sp. ve *Typhlodromus pyri* bildirilmiştir (Snare, 2006). İtalya'da fındık alanlarında *K. aberrans*, *Typhlodromus intercalaris* Livshitz and Kuznetsov, *Amblydromella crypta* (Athias-Henriot), *Typhlodromus rhenanoides* Athias-Henriot, *Amblyseius andersoni* (Chant), *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), *Paraseiulus erevanicus* Wainstein & Arutunjan, *Phytoseius finitimus* Ribaga (Acarina: Phytoseiidae) türleride belirlenmiştir (Nicotina ve Viggiani, 1985; Tsolakis ve ark., 2000). Amerika'da predatör akarlardan özellikle *K. Aberrans*'ın kışın tomurcuk akarlarıyla birlikte patlamış tomurcuklarda yaşadığını, yumurta ve nimflerini tükettiklerini ve bunları koruyucu çalışmalar



yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Chernoh ve Wiman, 2024). Kozalak akarlarının kontrolünde predatör akarların yardımcı olabileceğini kaydetmişlerdir (Baumann ve ark., 2023).

Diğer predatörler olarak; *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae), *Orius minutus* (L.) (Hemiptera: Anthocoridae), *Deraecoris lutescens* (Schil.), *Pilophorus pusillus* Reuter ve *Psallus salicellus* H. S. (Hemiptera: Miridae), *Arthrocnodax corylligallarum* (Targ.) (Cecidomyiidae) ve predatör trips'ler ve örümcekler ile parazitoit olarak *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), bildirilmiştir (Özman, 1995; Özman, 1995; Ecevit ve ark., 1996; Özman-Sullivan, 2006b; Anonim, 2017a). Bununla birlikte fındıkta akarların *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), predatör Cecidomyidler (midges) (Cecidomyiidae), Anthocoridler (pirate bugs) (Hemiptera: Anthocoridae) ve diğerleri dahil olmak üzere birçok yerel predatörler tarafından saldırıya uğradıklarını kaydetmişlerdir (Baumann ve ark., 2023). Avusturalya'dan fındıkta bulunan akarlarla beslenen *Coccinella septempunctata* L., *Harmonia quattuordecimpunctata* L., *Propylae quattuordecimpunctata* L. (Coccinellidae), *O. minutus* ve *Orius* sp., *D. lutescens*, *Malacocoris chlorizans* (Panzer) (Miridae), *P. pusillus*, *P. salicellus*, *C. carnea* ve *Arthrocnodax corylligallarum* Targioni-Tozzetti (Cecidomyiidae) kaydedilmiştir (Snare, 2006). *Tetranychus urticae*'nin *Stethorus* spp. ve *Orius* spp.'lar tarafından önemli doğal kontrol sağladığını, özellikle *K. aberrans* olmak üzere diğer predatör akarlar, örümceklerin akarın popülasyonunu yönetmek için önemli olduğunu, predatör akarların satın alınarak bahçelere salınabileceğini, bunun ev meyve bahçeleri ve küçük dönmümlü fındık yetiştiricileri için çok daha uygun olduğunu kaydetmişlerdir (Chernoh ve Wiman, 2024).

*Verticillium lecanii* kozalak akarlarına karşı yüzde yüze yakın etkili olduğu bildirilmiştir. Bu fungusla bulaşık kozalaklarda bulunan akarların öldüğü ve kuruyarak dökülmeden dallarda asılı kaldığı kaydedilmiştir (Özman ve Hatat, 1999; Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Çobanoğlu ve Özman, 2001). *Verticillium lecanii*'nin kozalak akarlarının kontrolünde desteklenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Özman ve Hatat, 1999). Son zamanlarda entomopatojen fungus *Akanthomyces muscarius* (Petch), *P. avellanae* tarafından istila edilmiş fındık tomurcuklarından izole edilmiş ve genomik ve patojenik karakterizasyonu yapılmıştır (Turco ve ark., 2024a, b).

#### 4. Kimyasal mücadele

Fındık kozalak akarlarıyla mücadelede fındık ağaçları tomurcuklanmasıyla birlikte izlenmesi ve baskılanması gerektiği bildirilmiştir (Murray ve Jepson, 2018). İtalya’da bu türlerle mücadelede zarar eşiği %15-20 olarak bildirilmiştir (Viggiani ve Bianco, 1974). Ülkemizde ise bu zararlılarla kimyasal mücadeleye başlamak için ekonomik eşik ortalama bir dalda 5 adet kozalak olarak verilmiş olup nisan ayının ilk yarısında ilaçlama önerilmiştir (Tuncer ve ark., 2002; Ozman-Sullivan ve Akça, 2005; Anonim, 2017a). Kimyasal uygulamalarının yanlış zamanda yapılması ve kozalakların içine ilaçların ulaşamaması sebebiyle başarılı sonuçlar alınmadığı bildirilmiştir (Özman–Sullivan, 2006a,b). İlaçlamaların uç sürgünlerin 4-5 yapraklı, tomurcukların yeni görülmeye başladığı ve meyvelerin 3 mm çapındayken yapılması tavsiye edilmiştir. Bu türlerle mücadelede endosülfan, kükürt, methidathion ve omethoate kullanılmıştır (Özman ve Ecevit, 1996b; Turncer ve ark., 2002; Ozman-Sullivan ve Akça, 2005). Araştırmalar, insektisit veya kükürt sprelerinin kozalak akarının popülasyonlarını %83 (1 sprey) ile %99 (3 sprey) oranında azaltabileceğini göstermiştir (Ozman-Sullivan ve Akça, 2005). Yeni Zelanda’da yaygın olarak kükürt, endosülfan ve diğer sistemik insektisitler, doğal ve sentetik pyretroidler (örn. cypermethrin) önerilmiştir (Hart, 1999; McNeil, 1999; 2000). Bu ülkede kükürt (1.12 gr/ ağaç) uygulamasıyla kıışlamış kozalak akarlarının çıkışında %62 azalma elde edilmiştir (Webber ve Chapman, 2008). Minetti ve ark. (1986), *P. avellanae* mücadelede endosülfanı, acephate göre daha başarılı bulmuştur. Petanovic ve ark. (1989)'da Yugoslavya'da *P. avellanae*'nin kontrolünde endosülfan'ın başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Stamenkovic ve ark. (1997), Sirbistan'da *P. avellanae*'nm kontrolünde cyhexatin, endosulphan, clofentezine ve propargit uygulamalarını başarılı bulmuşlardır. Ayrıca, endosülfan ve azinfosmetil'in özellikle tomurcuk akarlarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Krozal, 1963; Viggiani ve Bianco 1974; AliNiasee ve Krantz. 1978; Minetti ve ark., 1986; Petanovic ve ark., 1989; Guarino ve ark., 1993; Michelatti ve ark., 1994). Yeni Zelanda’da kükürt uygulamasının (800 g/kg No Fungus Super Kükürt'ün 40 g/10 litresi) %2, %50 ve %80 akar çıkışına karşı test edilmiş, en büyük azalma %50’de yapılan bir uygulamayla elde edilmiştir (Webber, 2007). Amerika’da fındıkta tomurcuk akarlarına karşı kullanım için kayıtlı 8 adet farklı pestisit bildirmiştir (Shanovich ve ark., 2022). Amerika’da akar hareketleri gözleendiğinde (optimal zaman en yüksek göçte), temmuz-

ağustos arası kozalak akarları ve diğer akarlara potansiyel etkili maddeler olarak; abamectin (sınırlı kullanım, en fazla sezonda iki), bifenazate (en fazla sezonda bir), spirodiclofen (en fazla sezonda bir), fenpyroximate (en fazla sezonda iki), acquinocyl (en fazla sezonda iki), cyflumetofen (14 gün aralıkla), pyridaben (en fazla sezonda iki), hexythiazox (en fazla sezonda bir), etotazole (en fazla sezonda bir), mart-nisan arası ise abamectin (en fazla sezonda iki), tolfenpyrad (en fazla sezonda bir), spirodiclofen (en fazla sezonda bir), fenpyroximate (en fazla sezonda iki), calcium polysulfidi (yağlarla karıştırma ve 3-4 hafta aralıklı kullanım), fenazaquin, pyridaben (en fazla sezonda iki), kükürt (DF) ve calcium polysulfide olarak bildirmişlerdir (Wiman ve ark., 2023). Kozalak akarlarıyla mücadelede acequinocyl, bifenazate, fenprothrin, spirodiclofen, yağ asitlerinin potasyum tuzları (potassium salts of fatty acids), mineral yağ ve kanola yağı insektisitleri kaydetmişlerdir. Kış sonu ve ilkbaharda en az iki kez kükürt veya kireç kükürt spreyi uygulanması, eski tomurcuklardan yeni tomurcuklara geçerken maruz kalan akarları öldüreceklerini bildirmişlerdir (Baumann ve ark., 2023). Kozalak akarlarına Amerika’da kaolin, mineral yağ, bitkisel kaynaklı uçucu yağlar (Bonide Mite X) (içeriği pamuk tohumu yağı, sarımsak yağı ve karanfil yağı), kükürt, abamectin, calcium polysulfide, fenpyroximate, kireç-kükürt, micronated kükürt (multiple SLN etiketliler) (Microthiol Disperss, Sulfur DF, Sulfur WG), pyridaben, spirodiclofen ve tolfenpyrad kullanıldığını kaydetmişlerdir. *Tetranychus urticae* için azadirachtin, bifenthrin, böcek öldürücü sabun, bitkisel kaynaklı uçucu yağlar (örneğin tarçın yağı, karanfil yağı, nane yağı, pamuk tohumu yağı), pyrethrinler (kükürtlü karışım), kükürt (pyrethrinlerle karışım), abamectin, acequinocyl, bifenthrin, bifenzate, etoxazole, fenpyroximate, hexythiazox, pyridaben ve spirodiclofen önerilmiştir (Chernoh ve Wiman, 2024).

Ülkemizde günümüzde ise Fındık kozalak akarlarıyla mücadelede neem yağı (790 g/l) + azadirachtin A (0,3 g/l) ve kalsiyum polisülfür (380 g/l) adlı etkili maddeli insektisitler ruhsatlı olarak tavsiye edilmiştir (Anonim, 2024). Fındık kozalak akarlarıyla mücadelede fındık ağaçları tomurcuklanmasıyla birlikte izlenmesi ve baskılanması gerektiği bildirilmiştir. Oregon’da bu türlerle mücadelede abamectin ve bifenazate, diğer akarlar için cyfluthrin önerilmiştir (Murray ve Jepson, 2018). Oregon’da tomurcuk akarına duyarlı fındık çeşitleri olan birçok üretici kozalak zararının artmasıyla, popülasyonun önemli olduğunu düşündüklerinde, kontrol amacıyla akarisitli fungus uygulaması yaptıkları bildirilmiştir (Olsey ve ark., 2013).

Kozalak akarlarının kimyasallarla başarılı bir şekilde kontrol edilmesi sadece kimyasalın etkinliğine değil, aynı zamanda uygulamaların doğru zamanlamasına da bağlı olduğu kaydedilmiştir (AliNiasee, 1977; Ozman-Sullivan ve Akça, 2005; Kabiček, 2008). Fındık kozalak akarları, kozalak içinde korundukları için kimyasallarla veya diğer yöntemlerle kontrol edilmeleri zor olduğu, en uygun zamanın akarların eski kozalağın içinden çıkıp ve yeni tomurcuğa girmeden önce ilkbaharda olduğu bildirilmiştir (AliNiasee, 1980a,b; Petanovic ve ark., 1989). Araştırmalar, en etkili uygulama zamanının akarların %50-60'ının patlamış tomurcuklardan göç ettiği zaman olduğunu göstermiştir. Akarların hareketinin, özellikle uzun vadeli ısınma eğilimleri dikkate alınarak günlük maksimum sıcaklığın 15°C (59°F)'nin üzerinde veya ortalama sıcaklığın 8.88°C (48°F) olduğu zamanlarda meydana gelmiştir. Bu nedenle en iyi ilaçlama zamanının ılık ilkbahar aylarında nisan ayının başından, serin ilkbahar aylarında mayıs ayının başına kadar değişebildiği kaydedilmiştir. Kozalak akarlarıyla istila edilmiş tomurcukların üstüne ve altına bantlar halinde uygulanan Tanglefoot, Stickem Special, vazelin, kanal bandı veya çift taraflı Scotch bandı, göç eden akarları yakalayarak veya tutarak, mart ayının sonlarından itibaren göç eden akarlar açısından haftalık olarak incelenerek, tam uygulama zamanının belirlenebileceği bildirilmiştir (Wilman ve ark., 2023).

### **Sonuç**

Fındık alanlarında zararlı diğer türler için pyrethrinlerin veya diğer geniş spektrumlu ürünlerin aşırı kullanımı, biyolojik ajanlarda kayıplar nedeniyle, tüm fındık çeşitlerinde olmamakla birlikte, kozalak akarı sorunlarına (duyarlı çeşitlerde) yol açabileceği bildirilmiştir (Wilman ve ark., 2023). Fındık bahçelerinde ekonomik olarak kayıplara yol açan en önemli zararlılar arasında yer alan akar türleri *P. avellanae* ve *C. vermiformis*'dir. Bu türler fındık çeşitleriyle birlikte yabancı fındıklarda zarara neden olmaktadır (Olsen ve ark., 2013). Fındık kozalak akarları ile mücadele edilmediği takdirde fındıkta %30-70 oranında verimde düşüşe neden olabilmektedir. Bu türlerle mücadeleye karar verilmeden önce doğada bulunan predatör ve diğer biyolojik mücadele etmenleri göz önünde bulundurulmalıdır. Kozalak akarlarının zararı üreticiler tarafından iyi bilinmeli ve doğru zamanlama ile doğru mücadele yöntemleri seçilerek yapılmalıdır. Ayrıca yeni fındık bahçeleri kurulmadan önce dayanıklı çeşitler seçilmelidir. Bu yaklaşım dünya çapında fındık ekosisteminde kullanılan pestisit kullanımının azalmasıyla, kirletilmesi önemli ölçüde azaltılacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abramishvili, T., Gaganidze, D., Özman, S. K., & Abashidze, E. (2018). Phylogenetic analysis of Hazelnut big bud mite- *Phytoptus avellanae* Nal. in the Black Sea region of Georgia. *Bullettin of the Georgian National academy of Sciences*, 12: 4.
- Alkan, B. (1952). Türkiye'nin Zoosesid (zoocecid)'leri (kökeni hayvansal bitki urları) üzerinde çalışmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 1: 187-199.
- AliNiasee, M. T. (1977). Insect pest management in Oregon filberts. *Proc. Or. Wash. BC Nut Grow. Soc.* 62:39-40.
- AliNiasee, M. T. (1980a). Insect and mite pests of filberts. *Or. Agric. Exp. Stn. Bull.* 643:13
- AliNiasee, M. T. (1980b). Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, 43: 395-419.
- AliNiasee, M. T. (1984). Pests of Hazelnuts in North America: a review of their bionomics and ecology. *Proc. Int. Congr Hazelnuts, Avellino, Italy, Sept. 1983, pp.* 463-76.
- AliNiasee, M. T. (1998). Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, 43: 395-419.
- AliNiasee, M. T., & Krantz, G. W. (1978). Chemical control of the filbert bud mites. *Anz. Sch. adling. Pflanz. Umwelt. M.unch.* 51:37-39.
- Akyazı, F. (2003). Samsun, Ordu ve Giresun illeri fındık bahçelerinde görülen akar türleri ve yoğunluklarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma, Samsun, 97 s.
- Akyazı, F., & Ecevit, O. (2003). Ordu, Samsun ve Giresun İlleri Fındık Bahçelerinde Görülen Akar Türlerinin Belirlenmesi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3): 39-45.
- Akyazı, F., & Ecevit, O. (2005). Samsun ili fındık bahçelerinde bulunan zararlı ve yararlı akarların popülasyon dalgalanmalarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 13-18.
- Amrine, J. W., Stasny, T. A. H., & Flechtmann, C. H. W. (2003). Revised keys to world genera of Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). Indira Publishing House, West Bloomfield.

- Anonim, (2011). Fındık Kozalak Akarları [*Phytoptus avellanae* Nalepa (Acarina: Phytoptidae) *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae)]. Fındık Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Ankara, Türkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 135 s.
- Anonim, (2017a). Fındık Kozalak Akarları [*Phytoptus avellanae* Nalepa (Acarina: Phytoptidae) *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae)]. Fındık Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Ankara, Türkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 135 s.
- Anonim, (2017b). 2016 Yılı Fındık Sektör Raporu (erişim tarihi: 12.11.2024)
- Anonim, (2017c). Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2017 Yılı Fındık Raporu, 31 s. <https://ticaret.gov.tr/data/.pdf> (Erişim tarihi: 21.11.2024).
- Anonim, (2020). 2018 Fındık Raporu. [https://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?](https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?) (erişim tarihi 06.10.2024).
- Anonim, (2022). Fındık Kozalak Akarları [*Phytoptus avellanae* Nalepa (Acarina: Phytoptidae) *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae)]. Fındık Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Ankara, Türkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 135 s.
- Anonim, (2023). 2023 fındık üretim raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (erişim tarihi: 12.11.2024)
- Anonim, (2024). Fındık Kozalak Akarları (*Phytoptus avellanae*, *Cecidophyopsis vermiformis*). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama> (Erişim tarihi: 19.11.2024).
- Aşkın, A.K., Yiğit, Ş., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2022a). Biyolojik preparatların *Halyomorpha halys* (Stål, (Hemiptera: Pentatomidae)’a karşı etkinliğinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 25(1), 100-104.

- Aşkın, A.K., Akça, İ., Saruhan, İ., & Altaş, K., (2022b). Karadeniz Bölgesindeki Önemli İstilacı Böcek Türleri. İstilacı Zararlı Türler Ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar, eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi, ss. 171-205, ISBN:978-625-6957-26-8.
- Aşkın, A. K., & Akça, İ. (2023). A New Invasive Polyphagous Pest, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]:Biology And Control Methods. Alisherovich, D. B. (Eds.). in: Materials Of The International Scientific And Practical Conference: Phytosanitary Safety: Threats And Solutions Congress Book (s. 22-25). Almaty.
- Ateş, S., & Kaçar, G. (2020). Sakarya İli Fındık Bahçelerinde Fındık Kurdu (*Curculio nucum* L.) (Col.: Curculionidae) ve Fındık Kokarcası (*Palomena prasina* L.) (Hem.: Pentatomidae) Zarar Oranlarının Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)* 6 (2): 246.
- Ateş, S., & Kaçar, G. (2021). Sakarya ili fındık bahçelerinde Fındık yeşil kokarcası (*Palomena prasina* L.) ve Fındık kurdu (*Curculio nucum* L.)'nun popülasyon gelişimleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2): 362 – 371. <https://doi.org/10.24180/ijaws.722316>.
- Baker, E., Kono, T., Amrine, J. W., Delfinado, M. & Stasny, T. A. (1996). Eriophyoid mites of the United States, Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, USA
- Baumann, T., Fennerty, M., & O'Dell, T. (2023). Hazelnut Reference Guide. BC Ministry of Agriculture in partnership with the BC Hazelnut Growers Association, Revised May 2023, British Columbia, 63s.
- Bayartogtokh, B., Çobanoğlu, S., & Özman, S.K., (2002). Oribatid mites of the superfamily Ceratozetoidae (Acari: Oribatida) from Turkey. *Acarina*, 10 (1): 3-23.
- Beber, K. (1994). Stages of Migration of Big Bud Mite (*Phytolus avellanae* Nal.) in Northeastern Slovenia. *Acta Horticulturae*, 351. Hazelnut III. 625-629.
- Burgess, J. E., & Thompson, M. M. (1985). Shoot development and bud mite infestation in hazelnut (*Corylus avellana*). *Ann. Appl. Biol.* 107:397–408

- Castagnoli, M. & Oldfield, G. N. (1996). Other fruit trees and nut trees. In: Eriophyoid mites. Their biology, natural enemies and control. (eds EE Lindquist, MW Sabelis & J Bruin) 543-559. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Chetverikov, P. (2014). Comparative confocal microscopy of internal genitalia of phytoptine mites (Eriophyoidea, Phytoptidae): new generic diagnoses reflecting host-plant associations. *Experimental and Applied Acarology* 62, 129-160.
- Chernoh, E., & Wiman N. (2024). Chestnut Pests. Latest revision: March 2024. Pasific Noth West Pest Management Hanbooks. Nut Crops. <https://pnwhandbooks.org/> (erişim tarihi: 26.11.2024). 27 s.
- Cvrkovic, T., Chetverikov, P., Vidovic, B., & Petanovic, R. (2016). Cryptic speciation within *Phytoptus avellanae* s.l. (Eriophyoidea: Phytoptidae) revealed by molecular data and observations on molting Tegonotus-like nymphs, *Experimental Apply Acarology* 68: 83–96.
- Contarini, M., Rossini, L., Di Sora, N., de Lillo, E., & Speranza, S. (2022). Monitoring the Bud Mite Pest in a Hazelnut Orchard of Central Italy: Do Plant Height and Irrigation Influence the Infestation Level?. *Agronomy*, 12: 1982. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081982>.
- Çobanoğlu, S. (1991). An Annotated List of Mites on Hazel of Turkey. *Israel Journal of Entomology*, 26: 35-40.
- Çobanoğlu, S., Bayram, Ş., ve Özman, S. K. (2002). Zerconidae and Uropodidae (Acari, Gamasina) species from Turkey,," *Phytophaga*, 7: 3-8.
- Dabert, J., Ehrnsberger, R., & Dabert, M. (2008). Glaucalgae tytonis sp. n. (Analgoidea, Xolalgidae) from the barn owl *Tyto alba* (Strigiformes, Tytonidae): compiling morphology with DNA barcode data for taxon descriptions in mites. *Zootaxa* 1719, 41-52.
- de Lillo, E. (1988). New eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) from Italy. I. *Entomologica* 23, 13- 46.
- de Lillo, E. ve Fontana, P. (1996). New eriophyoid mites (Acari, Eriophyoidea) from Italy. II. *Entomologica*, 30: 135-146.
- Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J. A., & Ramalhosa, E. (2010). Hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts, *Industrial Crops and Products*, 32(3):621–626.



- Denizhan, E., Monfreda, R., De Lillo, E., ve Çobanoğlu, S. (2015). *Eriophyoid mite* fauna (Acari: Trombidiformes: Eriophyoidea) of Turkey: new species, new distribution and an updates catalogue, *Zootaxa*, 3991 (1): 1-63.
- Denizhan, E. (2018). *Eriophyoid mites* (Acari: Eriophyoidea) on fruit trees in Yalova, Turkey, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 28(3): 285-288.
- Davies, J. (2017). National Diagnostic Protocol *Phytoptus avellanae* NDP39 V1. 34 s. ISBN 978-0-9945113-9-3. at: <http://plantbiosecuritydiagnostics.net.au/resource-hub/priority-pest-diagnostic-resources/>
- Eastmond, E., & Eastmond, C. (2003). A hazelnut farming story. In: Webber, J. and Chapman, Webber, J. (2008). Timing of sulphur spray application for control of hazelnut big bud mites (*Phytoptus avellanae* and *Cecidophyopsis vermiformis*). *New Zealand Plant Protection*, 61: 191-196.
- Ecevit, O., (1976). Akar (Acarina)'ların Toplanması, Saklanması ve Preparatlarının Yapılması. At. Ün. Yay., 480: 1-32.
- Ecevit, O., Keçeci S., Tuncer C., Yanılmaz, A. F., & Işık, M. (1992). Doğu Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerinde Zararlı Eriophyoidea (Acarina: Actinedida) Akarlar Üzerine Araştırmalar. *Türkiye II. Entomoloji Kongresi*, 28-31 Ocak, Adana, s: 671- 681.
- Ecevit, O., Özman, S., Hatat. G., Okay, A. A., Kaya, A., & Mennan, S. (1996). Karadeniz Bölgesinde önemli fındık çeşitlerinin zararlı ve hastalıklara karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu*, Samsun, s. 77-93.
- Ecevit, O., & Özman, S. (1996). Fındıklarda Tomurcuk Dökümleri ile Fındık Kozalak Akarları (*Phytoptus avellanae* Nal. ve *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyidae) Arasındaki İlişkiler. *Türkiye III. Entomoloji Kongresi*, 24-28 Eylül, Ankara, 337.
- Ecevit, O., Tuncer, C., Özman S., Mennan, S., & Akça, İ., (1996). Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerindeki Doğal Düşmanlar ve Biyolojik Savaşımında Kullanılma Olanakları. *Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu*, O.M.Ü., Zir. Fak., Samsun, s: 295-296.
- FAO, (2023). [www. faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org) (Erişim tarihi: 12.10.2023)

- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3, 294-299.
- Gantner, M. & Najda, A. (2013). Essential oils from buds and leaves of two hazelnut (*Corylus* L.) cultivars with different resistance to filbert big bud mite (*Phytoptus avellanae* Nal.) and filbert aphid (*Myzocallis coryli* Goetze). *Arthropod-Plant Interactions*, 7:659–666 DOI 10.1007/s11829-013-9281-0
- Gomelaury, L. A. (1968). Three new species of mites of the family Phytoseiidae in southern Georgia [in Russian]. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, Zoology and Parasitology*, 52(2): 515-520.
- Grobler, L., Özman S. K., & Çobanoğlu, S. (2003). The genera *Liacarus*, *Stenoxenillus* and *Xenillus* (Oribatida: Gustavioidea) from Turkey, *Acarologia*, 43 (1): 131-147, 2003.
- Guarino, L., Storti, C., & Vitagliano, A. (1993). Protection of hazelnuts. Control of the principal diseases and insects by chemical and biological methods. *Terra Sole* 48:614
- Hart, R. (1999). Hazel. *Corylus avellana*. New Zealand Tree Crops Association Inc. Motueka. New Zealand. 11p.
- Hüsnüoğlu, N. (2018). Türkiye'de Fındık Üretim Miktarı ve Fiyat İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Social Sciences Research Journal*, 7(4): 24-41, ISSN: 2147-5237.
- Kaçar, G., Koca, A. S., Şahin, B., & Yıldız, F. (2019). Bolu ve Düzce İli Fındık Bahçelerinde Amerikan Beyaz Kelebeği *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae)'nin Yayılış Alanı, Zararı ve Bazı Biyo-ekolojik Özellikleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. 5 (2): 266-272. doi:10.24180/ijours.503804.
- Kaçar, G., Koca, A. S., Bayram, M. S., & Şahin, B. (2022). Amerikan Beyaz Kelebeği, *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Erebidae)'nin Popülasyon Takibi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 77-84.
- Kaya, D., Öztemiz, S., & Ciner, İ. (2023). Düzce İli Fındık Bahçelerinde Fındık Kozalak Akar Türleri ve Bulaşma Oranının Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11 (2): 859-867.

- Keçeci, S. (1995). Karadeniz Bölgesinde Fındık Kozalak Akarları *Phytoptella avellanae* ve *Cecidophyopsis vermiformis* (Eriophyoidea: Acarina) Üzerinde Populasyon Değişimleri ve Konukçu İlişkileri Ağırlıklı Ökolojik Araştırmalar. A.Ü. Fen Bilm. Enst., Ankara. 186.
- Keifer, H. H. (1939a). Eriophyid studies VI. Bulletin Department of Agriculture, California 28, 416- 426.
- Keifer, H. H. (1939b). Eriophyid studies VII. Bulletin Department of Agriculture, California 28, 484- 505.
- Keifer, H. H. (1940). Eriophyid studies IX. State of California Department of Agriculture Bulletin 29, 112-117.
- Keifer, H. H. (1943). Eriophyid studies XIII. Bulletin Department of Agriculture, California 32, 211- 222.
- Kılıç, O. (1994). Fındıkta Dönüm Noktası. Tarım ve Köy Bak. Der., 97: 38-40.
- Kozłowski, J., & Skorupska, A. (1995). Mite Species on Hazel Foliga in Poland. The Acari, 49-52.
- Krantz, G. W. (1973). Observations on the Morphology and Behavior of the Filbert Rust Mite, *Aculus comatus* (Prostigmata: Eriophyoidea) in Oregon. Annals of the Entomological Society of America 66, 709-717.
- Krantz, G. W. (1974). The role of *Phytoptella avellanae* (Nal.) and *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Eriophyoidea) in big bud of filbert. *Proc. 4th Int. Congr. Acarol. Saalfelden, Austria*, pp. 201–14.
- Krantz, G. W. (1979). The role of *Phytoptella avellanae* and *Cecidophyopsis vermiformis* in big bud of filbert. In: *Proceedings of the 4th International Congress of Acarology* (ed E Piffli) 201-208. Academiai Kiado, Budapest, Hungary.
- Krozal, H. (1963). U" ber einen Beka"mpfungversuch gegen die Haselnussgallmilbe *Phytoptus avellanae* Nal. Mit Thiodan. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutzdienst*, 15:27–28 (In German).
- Lindquist, E. E. (1996). External anatomy and systematics. In: *Eriophyoid mites. Their biology, natural enemies and control.* (eds EE Lindquist, MW Sabelis & J Bruin) 3-13. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

- Lippi, M., Carpio, R. F., Contarini, M., Speranza, S., & Gasparri, A. (2022). A data-driven monitoring system for the early pest detection in the precision agriculture of hazelnut orchards. In Proceedings of the 7th IFAC Conference on Sensing, Control and Automation Technologies for Agriculture, Munich, Germany, 14–16 September 2022.
- Liro, J. I. (1931). Ueber die Eriophyiden der Corylus Arten. [On the eriophyids infesting species of Corylus]. *Annales Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo* 12, 47-90.
- Liro, J. I., & Roivainen, H. (1951). Akamapunkit Eriophyidae. Suomen Elaimet. (Anim. Fenn), 6, Porvoo-Helsinki, Werner Soderstrom Osakeyhtio, 281 pp
- Lippi, M., Bonucci, N., Carpio, R. F., Contarini, M., Speranza, S., & Gasparri, A. (2021). A YOLO-based pest detection system for precision agriculture. In Proceedings of the 2021 29th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Bari, Italy, 22–25 June 2021, pp. 342–347.
- Manson, D. C. M. (1984). Eriophyoidea except Eriophyinae (Arachnida: Acari), Fauna of New Zealand number 4.
- Maziarz, B. (1984) Opanowannie leszczyny przez wielkopakowca leszczynowego—*Phytoptus avellanae* (Nal.) (Acarina, Phytoptidae). [Degree of infestation of hazel by nut gall mite: *phytoptus avellanae* (Nal.) (Acarina, Phytoptidae)]. *Polskie Pismo Entomol.* 53:649–655 (in Polish)
- Maziarz, B. (1985a). Damage of hazel by the Hazel Gall Mite *Phytoptus avellanae* (Nal.) (Acarina, Phytoptidae), *Polskie Pismo Entomologiczne*, 53(4): 649-655.
- Maziarz, B. (1985b). Data on the Biology and Phenology of the Hazelnut Gall Mite *Phytoptus avellanae* Nal. (Acarina: Phytoptidae). Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Ochrony Roslin, Zespol Entomologii, al. 29 Listopada 48, 31-425 Cracow, Poland, *Polskie-Pismo- Entomologiczne*, 55 (3): 583-596.
- Maeso, J., Torell, A. ve Barrios, G. (1988). Study of the relationship between damage by the hazelnut mite and production of the tree (*Phytoptus avellanae* Nal.). *Fulls Inf. Tec. No. 145*. 3 pp.
- McNeil, D. L. (1999). Nut crop chemical and requirements. *Health in Shell*, 36: 9-13.

- McNeil, D. L. (2000). Walnuts, chesnuts and hazelnuts; a compilation of general information, New Zealand situation and New Zealand reaserch results. Lincoln University, Christchurch, New Zealand. 80 p.
- Mehlenbacher, S. A. (1994). Genetic improvement of the hazelnut. *Acta Hortic.* 351:23–38
- Mehlenbacher, S. A., Smith, D. C., & McCluskey, R. L. (2013). Dorris' Hazelnut. *Hortscience*, 48(6): 796–799.
- Michelatti, G., Pinoggi, G., Schreiber, G., & Mozzone, G. C. (1994). Experience of rational control of the hazelnut eriophyid (*Phytocoptella avellanae* Nal.) studied for 5 years in Piemonte. *Acta Hortic.* 531:575–81
- Minetti, G., Cozzone, G., & Pcllegirino, S. (1986). An Experiment on The Supervised Control of Eriophyid of Hazelnut Gall Mite. *informatore agrorio* 42 (21): 71-73.
- Mitrafanov, V. I., & Sharanov, A. A. (1986). Contribution to the ecology of the hazelnut mite (Tetranychoidae, Bryobidae) in the Crimea. *Trudy-Gsudarstvennoga Nikitskogo- Botanicheskogo-*
- Murray, K., & Jepson, P. (2018). An Integrated Pest Management Strategic Plan for Hazelnuts in Oregon and Washington. Oregon State University, Corvallis, December., 56p.
- Nalepa, A. (1889). Beitrage zur Systematik der Phytopten. *Sitzungsberichte. Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 98, 112-156.
- Navajas, M., & Navia, D. (2010). DNA-based methods for eriophyoid mite studies: review, critical aspects, prospects and challenges. *Experimental and Applied Acarology* 51, 257-271.
- Nicotina, M., & Viggiani, G. (1985). Seasonal Distribution and Densty of Populations of Phytoseiid Mites in Hazel Groves of Campania. *istituto di Entomologia Agraria, Universita di Napoli, 80055 Portici, Italy*, ss. 729-732.
- Olsen, J., Pscheidt, J. W., & Walton, V. (2013). Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest Integrated Pest Management. Oregon State University, USA, 15s.
- Ozman, S. K. (1995). Ecological studies with an emphasis on the population fluctuations and host relations of big bud mites [*Phytocoptella avellanae* (Nal.) and *Cecidophyopsis vermiformis*

- (Nal.) (Eriophyoidea: Acarina)] on filbert in Black- Sea Region. PhD thesis. Ankara Univ., Turkey. 186 pp.
- Ozman, S. K. (2000). Some biological and morphological differences between gall and vagrant forms of *Phytoptus avellanae* Nal. (Acari: Phytoptidae). *International Journal of Acarology*, 26 (3): 215-219.
- Ozman-Sullivan, S. K., & Akça, İ. (2005). Efficiency of pesticides against big bud mites [*Phytoptus avellanae* Nal. and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea)] on hazelnut. VI. Int. Hazelnut Congress, 14-18 June 2004, Tarragona, Spain, *Acta Horticulturae*, 686: 393-399.
- Ozman, S. K. & Çobanoğlu, S. (2001). Current status of hazelnut mites in Turkey. *Acta Horticulturae*, 556: 479-487.
- Ozman-Sullivan, (2014). Do the contradictory life cycles of the hazelnut big bud mite, *Phytoptus avellanae* (Nal.) (Acari: Phytoptidae) imply two species. *XIV International Congress of Acarology*, Kyoto, Japan, pp. 16.
- Ozman-Sullivan, S. K. (2018). Pest Management in Organic Hazelnut Growing. *Handbook of Pest Management in Organic Farming*, V. Vacante, S. Kreiter (Eds.), 297-327. CABI Publishing, Boston, USA.
- Ozman-Sullivan, S. K. (2006a). Fındık bahçelerinde bulunan zararlı akar türleri ve ekonomik önemleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 261-264.
- Ozman-Sullivan, S. K. (2006b). Life history of *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) as a predator of *Phytoptus avellanae* Nalepa (Acari: Phytoseiidae, Phytoptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38 (1-2): 15-23.
- Ozman, S. K., & Toros, S. (1997a). Damage caused by *Phytoptus avellanae* Nal and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal (Eriophyoidea: Acarina) in hazelnut. In: *Fourth International Symposium on Hazelnut* (eds AI Koksall, Y Okay & NT Gunes), 537-543.
- Ozman, S. K., & Toros S. (1997b). Life cycles of *Phytoptus avellanae* Nal. and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea). *Acta Horticulturae*, 445: 493- 501.
- Ozman, S. K., & Toros S. (1997c). Population fluctuations of *Phytoptus avellanae* Nal. and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea) in big buds of hazelnut. *Acta Horticulturae*, 445: 511-520.

- Ozman, S. K. & Toros S. (1997d). Damage caused by *Phytoptus avellanae* Nal. and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea) in hazelnut. *Acta Horticulturae*, 445: 537-543.
- Ozman-Sullivan, S. K., Kazmierski, A., & Çobanoğlu, S. (2005). Alycina and Eupodina mites of hazelnut orchards in Turkey. VI. Int. Hazelnut Congress, 14-18 June, Tarragona, Spain, *Acta Horticulturae*, 686: 401-406.
- Özdemir, O. Ö., & Tuncer, C. (2021). Türkiye'de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı, Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 4 (2): 58 – 67.
- Özman, S. K. (1995). Karadeniz Bölgesinde Fındık Kozalak Akarları [(*Phytooptella avellanae* (Nal.) ve *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Eriophyoidea: Acarina)] Üzerinde Populasyon Değişimleri ve Konukçu İlişkileri Ağırlıklı Ökolojik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 186.
- Özman, S. K., & Ecevit, O. (1996). Fındıklarda tomurcuk dökümleri ile Fındık kozalak akarları *Phytoptus avellanae* Nal. ve *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea) arasındaki ilişkiler. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Ankara, 337-345.
- Özer, E. A., & Güven., A. (2008). Sert Kabuklu Meyvelerin Sağlık Üzerine Etkileri 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Özman, S., & Hatat, G. (1999). *Phytoptus avellanae* Nal. ve *Cecidophyopsis Vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea)'e Karşı *Verticillium lecani* (Zimm.) Niegas ile Biyolojik Savaş Olanakları Üzerine Araştırmalar. Türkiye IV. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Ocak, s:189-200.
- Özman, S. K., & Toros, S. (1996). Fındık Kozalak Akarları [*Phytoptus avellanae* Nal. ve *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Acarina: Eriophyoidea)]'nın Karadeniz Bölgesinde dağılımları. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Ankara, 328-336.
- Özman, S. K., Magowski, W., & Çobanoğlu, S., (2002). Tarsonemid mites of hazelnut orchards in Turkey. Abstracts. VII. European Congress of Entomology, 7-13 October 2002, Thessaloniki, Greece, s. 178.
- Öztürk, D., & Arıcı, Y. K. (2017). Fındık İşletmelerinin Üretim ve Pazarlama Sorunlarının Analizi: Samsun İli Örneği. Ordu

- Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 7 (1): 31-34, ISSN:1309-9302.
- Ioachim, E., & Bobarnac, B. (1997). Research on The Hazelnut Pests in Romania. IV. international Congress on Hazelnut, July 30- August 2, I 996, Ordu, Turkey, Acta Horticulturae, 445: 527-531.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M. A. & Yüçetin, T. (1987). Doğu Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerinde Entegre Savaş Olanakları Üzerine Araştırmalar. O.M.Ü. Yay. No: 20, Samsun, s: 48.
- Pesante, A. (1961). L'acarosi delle gemme del Nocciolo. *Boll. Lab. Sper. Oss.Fitopatol.* 24:27-74 (In Italian)
- Petenovic, R., Dobrivojenic, K., & Boskovic, R. (1989). Life Cycle of The Hazelnut Big Bud Mite *Phytoptella avellanae* (Nal.) and Results of Its Control. Poljoprivredni Fakultet, Belgrade-Zemun, Yugoslavia. *Zastita Blja*, 40 (4): 433-444.
- Planes, S., del Rivero, J. M., Mart'ı, F., & Carrero, J. M. (1965). Contribucion al estudio de la biologia de *Phytoptus avellanae* (Nal.) y de los medios de lucha contra la plage. *Boln. Patol. Veg. Entomol. Agric.* 28:27-57 (In Spanish)
- Rahmani, H., Kamali, K., & Faraji, F. (2010). Predatory mite fauna of Phytoseiidae of Northwest Iran (Acari: Meso-stigmata). *Turkish Journal of Zoology*, 34 (4): 497-508.
- Saruhan, İ., & Tuncer, C. (2001). Population densities and seasonal fluctuations of Hazelnut pests in Samsun, Turkey, Acta Horticulture vol. 556, pp. 495-502, 2001.
- Shanovich, H., Traband, S., Anderson, P. Bosio, G., & Aukema, B. (2022). Insect Management Guide for Hybrid Hazelnuts 2022. Upper Midwest Hazelnut Development Initiative (UMHDI) researchers. <https://www.midwesthazelnuts.org/publications.html>. (erişim tarihi: 01311.2024). 10s.
- Skoracka, A. & Dabert, M. (2009). The cereal rust mite *Abacarus hystrix* (Acari: Eriophyoidea) is a complex of species: evidence from mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Bulletin of Entomological Research* 100, 263-272.
- Snare, L. (2006). Pest and Disease Analysis in Hazelnuts. Horticultural Australia Ltd. Sydney NSW, Project Number: NT05002, 68 s., ISBN 0 7341 1390 0FF



- Stamenkovic, S., Milenkovic, S., Pesic, M., & Mitrovic, M. (1997). Population Dynamics, Harmfulness and Control of *Phytoptus avellanae* (Nalepa) in Western Serbia. Fourth Int. Sym. Hazelnut, Acta Hort., 445: 521-524.
- Sullivan S., Kazmierski A., & Cobanoglu, S. (2004). Alycina and eupodina mites in hazelnut orchards in Turkey. 6th International Congress on Hazelnut, Tarragona, İspanya, 14- 18 Haziran 2004, ss.401-406.
- Tavamaishvilli, L. E. (1990). The chief pests of hazelnut in subtropical western Georgis and their control. Subtropicheskie Ku'tury, 5: 119-125.
- Thompson, M. (1977). Inheritance of big bud mite susceptibility in filberts. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 102:39-42.
- Tsolakis, H., Ragusa, E., & Di Chiara, S.R. (2000). Distribution of Phytoseiid Mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) on Hazelnut at Two Different Altitudes in Sicily (italy). *Enviromental Entomology*, 29 (6): 1251-1257.
- TUİK, (2023). [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 06.10.2024).
- Tuncer, C. (2009). Arthropod pest management in organic hazelnut growing. *Acta Horticulturae*, 845: 571-578.
- Tuncer, C., Akça, İ. ve Saruhan, İ. (2001). Integrated pest management in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticulturae*, 556: 419-429.
- Tuncer, C., & Ecevit, O. (1997). Current status of hazelnut pest in Türkiye. *Acta Hortic*, 445: 545-552.
- Tuncer, C., Özdemir, I., ve Kushiyeve, R. (2018). Fındık Hastalık ve Zararlıları Mevcut Durum ve Riskler, TÜRKTOB, 27 (1): 14-17.
- Tuncer, C., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2002). Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarındaki önemli zararlılar. *Samsun Ticaret Borsası Dergisi*, 2: 43-54.
- Turco, S., Drais, M. I., Rossini, L., Di Sora, N., Brugneti, F., Speranza, S., Contarini, M., & Mazzaglia, A. (2024a). Genomic and Pathogenic Characterization of *Akanthomyces muscarius* Isolated from Living Mite Infesting Hazelnut Big Buds. *Genes*, 15, 993. <https://doi.org/10.3390/genes15080993>
- Turco, S., Brugneti, F., Giubilei, I., Silvestri, C., Petrovic, M., Drais, M.I., Cristofori, V., Speranza, S., Mazzaglia, A., Contarini, M. et al.

- (2024b). A bud's life: Metabarcoding analysis to characterise hazelnut big buds microbiome biodiversity. *Microbiol. Res.* 127851
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Satar, S. (2010). Biyolojik mücadele. *Türk. biyo. мүc. derg.*, 1 (1): 1-14, ISSN 2146-0035
- Ünver, H. (2024). Düzce İli Fındık Yetiştiriciliği. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(1): 28-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10613104>
- Vidal-Barraquer, R., Gil Moreno de Mora, J., de Sivatte, M., & Miquel, J. (1966). *Phytoptus avellanae* Nal. Y otras erifidos del avellano. *Boletin de Pathologia Vegetal d'Entomolgia*, 29: 133-235.
- Viggiani, G., & Bianco, M. (1974). Osservazioni ed esperienze per una lotta chimica razionale contro *Phytoptus avellanae* Nalepa (Acarina: Eriophyidea). *Boll. Lab. Entomol. Agrar Filippo Silvestri*. 31. 3-26.
- Villaronga, P., Garcia-Mari, F., & Garcia, F. (1988). The Tetranychid Mites and Their Natural enemies of Hazelnut Cultivation in Catalina. *Servei de Proteccio dels Vegetals, Av. Catalunya 50,3r.43071 Tarragona, Spain. Boletin-de- Sanidad-Vegetal,-Plagas*. 14 (1): 39-44.
- Villaronga, P., Garcia-Mari, F., & Ferragut, F. (1990). Observation on The Biology of The Mite *Tetranychopsis horridus* (Acari:Tetranychidae). *Laboratorio de Diagnostigo del Servicio de Proteccion de los Vegetales, Carretera de Vilasar de Mar a Cabrils, sin, Cabris (Barcelona), Spain. Boletin de SanidadVegetal, Plagas*. 16 (1): 297-303.
- Viggiani, G. (1994). Current Management of Hazelnut Diseases and Pests. *Dipartimento di Entomologia e Zoologia Agraria Dell'Universita di Napoli "Federico II", Potici (Na), italy. Acta Horticulturae*, 351: 531-541.
- Webber, J. D. (2007). Phenology of hazelnut big bud mites in Canterbury and implications for management. *Lincoln University Master of Applied Science, New Zealand*, 138 s.
- Webber, J. D., & Chapman, R. B. (2008). Timing of sulphur spray application for control of hazelnut big bud mites (*Phytoptus avellanae* and *Cecidophyopsis vermiformis*). *New Zealand Plant Protection* 61: 191-196.
- Webber, J., Chapman, R. B., & Worner, S. P. (2008) Forecasting emergence and movement of overwintering hazelnut big bud mites

- from big buds. *Exp Appl Acarol*, 45:39–51, DOI 10.1007/s10493-008-9163-9
- Wiman, N. G., Pscheidt, J. W., & Moretti, M. (2023). *Pest Management Guide For Hazelnuts*. Oregon State University E.Xtension Service. 19s.
- Zirek, A. (2019). *Yalova İlinde Park Bitkileri Üzerinde Görülen Eriophyoid (Acarina: Eriophyoidea) Akar Türlerinin ve Yaygınlıklarının Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye*, ss. 44.
- Xue, X. F., Guo, J. F., & Hong, X. Y. (2013). Eriophyoid mites from Northeast China (Acari: Eriophyoidea). *Zootaxa* 3689, 1-123.



# BÖCEKLERDE PARAZİTOİT-KONUKÇU İLİŞKİSİ

Celalettin GÖZÜAÇIK<sup>1</sup> - Abdurrahman YİĞİT<sup>2</sup>

## Giriş

Entomofag böcekler ile zararlı böcekler arasında beslenme bakımından ilişki “predatörlük”, “parazitlik” ve “parazitoitlik” olarak ayrılır. Entomofag böceklere besin olan organizmalara “konukçu” veya “av” adı verilir. Konukçular “mutlak” ve “ara konukçu” olarak ayrılırlar. Predatörler, birden fazla bireyle beslenerek biyolojilerini tamamlar. Parazitler, biyolojilerini tek bir konukçu bireyi üzerinde tamamlar ve konukçularını genellikle öldürmezler. Parazitoitler ise konukçularını genellikle aynı taksonomik sınıftan seçer, gelişimlerini bir konukçuda tamamlar, konukçularının sadece aynı biyolojik dönemlerine saldırırlar ve gelişimlerini tamamladıklarında konukçularını öldürmüş olurlar.

Parazitoit böceklerin davranışları konukçu türü ve saldırı şekline göre birçok alt kategorilere ayrılmıştır. Bunlar primer parazitoit ve hiperparazitoit (sekonder parazitoit, tersiyer parazitoit ve quarter parazitoit) adını alır. Parazitoitler konukçu içerisinde beslenerek gelişimi tamamlıyorsa “endoparazitoit” (iç parazitoit), dışında besleniyorsa ektoparazitoit (dış parazitoit) olarak adlandırılır. Saldırdıkları konukçu dönemlerine göre ise; “yumurta”, “yumurta-larva”, “larva”, “larva-pupa”, “pupa” ve “ergin” parazitoitleri olarak tanımlanırlar (Kılınçer ve ark., 2010).

Parazitoit böcekler konukçularını tesadüfi olarak aramazlar. Konukçularının yaşadığı ortamı, beslendiği bitkiyi ve bitkinin fenolojik dönemi ile konukçusunun biyolojik dönemini tanımak zorundadır. Bütün bunlar eş zamanlı olmalıdır. Aksi halde, ovipozisyonu süresince konukçu bulamaması neslinin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalması anlamına gelir. Biyolojik savaş çalışmalarında parazitoitlerin doğada etkinliğinin artırılmasında veya canlılığının sürdürülmesinde mutlak suretle parazitoit / konukçu ilişkilerinin yanında diğer davranışlarının da bilinmesi gerekmektedir.

---

<sup>1</sup>Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, egozuacik46@gmail.com

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, ayigit51@yahoo.com

## Parazitoit erginlerinin beslenme davranışları

Parazitoit erginlerinin beslenme davranışları farklıdır. Dişi parazitoitlerin biyolojik işlevlerini yerine getirebilmesi için proteine ihtiyaç duyarlar. Protein kaynağı olarak, aminoasit içeren ballı maddeler ve bitki nektarları önemlidir. Bunlar ergin böceklerin doğurganlık ve ömür sürelerinde rol oynamaktadır (Hagen 1953). Gündüz ve Gülel (2005), farklı besin tiplerinin *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinin iki konukçu türü olan *Galleria mellonella* (L.) ve *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) üzerinde ömür uzunluğuna etkisi üzerine yürüttükleri çalışmada, ergin parazitoitleri, konukçu (larva), bal çözeltisi (%50 bal+%50 saf su), ve konukçu (larva)+bal çözeltisi ile beslemişlerdir. Dişiler, her üç besin tipinde de erkeklerden daha uzun yaşamışlardır. *Galleria mellonella* üzerinde yetiştirilen ve denenen üç besinden, biri ile beslenen dişilerin ortalama ergin ömür uzunluğu sırasıyla 29.39, 49.78 ve 33.56 gün; erkeklerde ise 7.22, 25.56 ve 26.56 gün olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, *E. kuehniella* üzerinde yetiştirilen ve aynı üç besin tipi ile beslenen dişilerde, ortalama ergin ömür uzunluğu sırasıyla 27.44, 46.22 ve 32.56 gün, erkeklerde ise sırasıyla 5.56, 25.94 ve 25.17 gün olarak belirlenmiştir.

Parazitoit hymenopterlerden bir kısmı ise konukçularının sıvılarında beslenir. Marchal (1905), *Tetrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae) türlerinin konukçularını yaraladığı ve yaradan sızan sıvı ile beslendiğini bildirmiştir. Parazitoit larvalarının ise karnivor olduğu, konukçu vücudundaki sıvılarla veya organlarla beslendiğini de belirtmiştir. *Bracon hebetor* ve *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) gibi türlerin dişileri başlangıçta beslenme olmaksızın az sayıda da olsa yumurta bırakabildiği; bu ilk yumurtalar için gerekli kaynağı yağ doku rezervlerinden sağlandığı; buna karşın, *Exeristes comstockii* (Cress) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ve *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) (Hymenoptera.: Bethylidae) gibi türlerde dişileri, yumurta bırakmak için konukçuda beslenmek zorunda olduğu belirtilmiştir. Bu türlerde, büyük olasılıkla larva döneminde alınan metabolik kaynaklar yetersiz olduğu ve dişilerin besin ihtiyaçlarını gidermek, oogenezi başlatmak ve devam ettirmek için konukçu hemolimfi ile diğer dokularını tükettiği ifade edilmiştir. Ayrıca, konukçu ile beslenmenin, yumurta gelişimi için gerekli proteinleri, amino asitleri, tuzları ve vitaminleri sağlaması açısından önemli olduğu ve parazitoitin çoğunlukla anhidrofik (vitellüs bakımından zengin) yumurta üretimi, sınırlı yumurta depolama kapasitesine sahip olma ve konukçu bulunmadığında yumurtaları absorbe etme özelliği ile ilişkili

olduğu da belirtilmiştir (Jervis ve Kidd, 1986; Lauzière ve ark., 2000). Bütün otogen türler gibi, *B. hebetor* erginleri de sadece bal, sükröz, polen, protein ekstraktları ve bal özü gibi konukçu dışı besinlerle beslendiklerinde de yumurta üretebildiği, üretilen yumurtaların sayısının, verilen besin tipine bağlı olarak değiştiği, ancak, konukçu hemolimfi ile beslendiklerinde verimliliklerinin arttığını ifade etmişlerdir. (Jervis ve Kidd, 1986).

### Parazitoit Konukçu İlişkileri

Parazitoit böceklerin, konukçu bulma ve konukçu tercihi konusundaki bilgiler oldukça azdır. Parazitoitlerin konukçularını bulmalarında görsel, kimyasal, dokunsal ve işitsel uyarların hepsi olasıdır.

Erginlerin konukçularını bulması anten, tarsus ve ovipozitör üzerinde bulunan duyu organları ile olmaktadır. Ayrıca konukçularını arama ve bulmada koku da önemli bir unsurdur. Tachinidler (Diptera) konukçularını kokusu ve optik özelliklerine göre bulurlar. Bu durum tek başına besinle beslenen konukçularda ve yumurtalarını konukçularının beslediği bitkiye ya da toprağa yumurta bırakan türlerde görülse de bu türlerde konukçunun besindeki yeme izleri ya da başka izleri dişi sineğin yumurta bırakmasına uyarıcı bir etken olmaktadır. Sözelimi, Tachinidae (Diptera) familyasından *Eupeleteria magnicornis* Zett. yumurtalarını konukçu larvanın bulunduğu yapraklar üzerine bırakmaktadır. Parazitoitin bitkiye yumurta bırakmasını konukçu larvanın yapraklar üzerine bıraktığı ipek iplikler teşvik etmektedir. *Theresia* türleri ise, yumurtalarını konukçunun beslediği şeker kamışındaki giriş yerine bırakmaktadır (Bayram ve Kılınçer, 1996). *Lixophaga diatraeae* (Townsend)'de konukçusu *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera.: Crambidae)'in çıkardığı taze dışkıları hissettikleri an yumurta bıraktığı görülmüştür (Roth ve ark., 1978).

Hymenopter parazitoitlerden, *Pimpla bicolor* Brullé'un (Ichneumonidae) konukçusu olan güvenin kokonunun açılmasını uzak mesafelerden algıladığı bilinmektedir (Bouchard ve Cloutier, 1985). *Apanteles* sp. (Braconidae), konukçusunun kokusu ile onu takip eder. Öte yandan konukçusunun popülasyon yoğunluğu, hareketleri ve iriliği parazitoit erginlerinin konukçu seçimini etkilemektedir.

Herbivor böcekler ve bunların besini olan bitkiler arasında belirli bir ilişki söz konusudur. Aynı durum herbivor böceklerin konukçularının doğaya salgıladıkları kimyasal maddelerle birçok parazitoiti ve predatörü de çektiği bilinmektedir. Yazıcı böceklerin (Coleoptera: Scolytidae) hem predatörleri hem de parazitoitleri konukçularını ağaçlara saldırdıkları sırada

çıkarmış oldukları toplanma feromonu ve ağaçtan çıkan kokular sayesinde bulurlar (Payne, 1979).

Detheir (1954), entomofag böceklerin konukçu seçimi davranışlarını;

1. Konukçu habitatını bulma,
2. Konukçusunu bulma,
3. Konukçu kabulü,
4. Konukçu uygunluğu olarak 4 safhada incelenebileceğini bildirmiştir. Burada tanımlanan her bir safha genellikle farklı tipteki uyarıların görsel, kimyasal, dokunumsal davranışlar üzerinde etkilidir.

Ergin dişi parazitoit sağlıklı ve parazitli konukçularını ayırabilme özelliğine de sahiptirler. Bunu anten, tarsus ve ovipozitörleri üzerinde bulunan duyu organları ile gerçekleştirirler. Özellikle ovipozitör üzerindeki duyu organları bu konuda önemlidir. Parazitlenmiş konukçunun protein kompozisyonundaki değişimler, sağlıklı ve parazitlenmiş konukçuları ayırt etmede ovipozitörün sokulması sırasında önemli bir algılamadır. *Ephestia* larvaları parazitlenince, larva hemolimfinde bulunan phenylalanine 5. günde, leucine 8. günde yok olur. Bu değişme, ovipozitör konukçuya batırıldığında algılanarak konukçunun parazitlenmiş olduğu fark edilir ve yumurta bırakmaksızın geri çekilir (Brader, 1974).

Bazı parazitoitler konukçularına yumurta bıraktıktan sonra konukçuları üzerine belirli işaretler bırakır. *Telenomus* ve *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) türleri konukçularının yumurtalarını parazitledikten sonra, konukçusu olan yumurtanın üzerine ovipozitörü ile kazıyarak kendisinden sonra gelecek parazitoit erginlerine bir tür işaret bırakır. Bu yol ile tür içi rekabetten sakınılmış olur. Bu durum, biyolojik savaş çalışmalarında, parazitoitin aynı düzeyde enerji harcamak suretiyle daha yüksek oranda parazitlenme sağlaması ve daha önce parazitlenmiş konukçudaki parazit bireyin öldürülmemesi ile birlikte parazitoit popülasyonundaki sayısal artışla konukçusu olan böceğin daha kısa sürede baskı altına alınması anlamına gelir (Rossi ve ark., 2001).

Bazı parazitik Hymenopterler aynı zamanda konukçularını ararken geçmiş oldukları yerleri iz feromonu kullanarak işaretler ve bu yerlere konukçu ararken yeniden uğramazlar. Bu tür kimyasal haberleşme, aynı türün bireyleri arasında sınırlandırılmış değildir. Parazitoit böcekler konukçularına zarar vermeksizin yumurta bırakabilir. Konukçular yumurta döneminde savunmasız olduğundan parazitlenmeye açıktır. Ancak



parazitoit bazen yumurtanın korionunu delemeyebilir. *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türleri *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) gibi bazı lepidopterlerin yumurtalarını delemeyebilirler (Lee ve ark., 1988).

Bazı böcekler parazitoit saldırılarına karşı belirli savunma davranışları geliştirmişlerdir. Braconidae (Hymenoptera) familyası ergin dişileri önce ovipozitörleriyle hareketli dönemlerdeki konukçularını ani felç edici zehir salgırlar; daha sonra yumurtalarını bırakırlar. *Alphitobius diaperinus* Panz. (Coleoptera: Tenebrionidae) doğal düşmanlara karşı savunma olarak, oldukça reaktif benzokininler üretir (Tschinkel, 1975). Gruplar halinde yaşayan afitlere yumurta bırakmaya gelen ergin parazitoit koloni çevresindeki bireyleri yakaladığında, yakalanan birey tarafından salgılanan bir feromonun (alarm feromonu) uyarıtısı ile koloninin diğer bireyleri uyarılarak kendilerini yere atıp parazitoitin saldırısından korunmuş olurlar (Nault ve ark., 1973).

Parazitoitlerin konukçu tercihinde, konukçusunun üzerinde beslendiği bitki çeşidinin önemi büyüktür. Sphingidae (Lepidoptera) larvalarının parazitoiti olan *Apanteles congregatus* Say. (Braconidae), konukçuları domates ve diğer bitkilerle beslendiğinde gelişmesini tamamlayabilir, fakat konukçuları tütün ile beslendiğinde gelişmesini tamamlayamaz. Aynı şekilde kabuk bitlerin parazitoiti olan *Comperiella bifasciata* (How.) (Hymenoptera: Encyrtidae) turunçgillerdeki kabuklu bitlerde gelişimini tamamlarken, Sago palmiyesi (*Cycas revoluta* Stevenson)'ndeki kabuklu bitlerde gelişimini tamamlayamazlar (Öncür, 1997).

### **Konukçu Seçiminde Davranış**

Bess (1939) konukçuyu, parazitoitin gelişimi için uygun ve onu çekebilen böcekler olarak tanımlamıştır. Konukçu-parazitoit ilişkilerinde her iki tür de mutlaka bir coğrafyada, bir ekolojide, bir dönemde tesadüfi olarak da olsa karşılaşmak zorundadır. Bu parazitik ilişkide fiziksel, fizyolojik veya besinin etkisi hâlâ bilinmemektedir. Araştırmalarda parazitoitlerin konukçu seçiminde art arda birçok ayrı çalışma yapılmalı ve doğada parazitoitin konukçuları sınırlandırılmalıdır. Bu konuda Salt (1937)'in çalışmaları önem taşır. Salt, bunu 3 kategoride sıralamıştır. Bunlardan birincisi **ekolojik seçim** (konukçunun olması), **fizyolojik seçim** (uygun konukçu) ve **içgüdüsel seçim** (konukçu tercihi)'dir. Ayrıca bunların ortaya çıkarılmasında 4 aşama söz konusudur. Bunlar;

#### **1. Konukçunun yaşadığı ortamın olması,**

2. Konukçunun bulunması,
3. Konukçu kabulü
4. Konukçu uygunluğu gibi aşamalardır.

### **Konukçunun yaşadığı ortam**

Parazitoitler konukçularının bulunduğu habitata yerleşmek zorundadır. Parazitoitlerin davranışlarındaki farklılıklar, çeşitli bitkiler ve konukçularının beslendiği bitkiler ile yakından ilişkilidir. Smith (1957), *Aphytis* cinsine (Hymenoptera) ait iki türü küçük bir serada serbest bırakmış; bunların farklı bitkilerde beslenen *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hemiptera: Diaspididae)'ye karşı farklı tepkiler gösterdiğini bildirmiştir. *Yucca* (Avize ağacı)'da *Aphytis chrysomphali* (Mercet)'in *Aphytis lingnanensis* Comp.'e göre parazitlenme oranı 1/3 olmuş, Sago palmiyesinde ise bu oran 1/81 olmuştur (Doutt, 1959). Kıvan ve Kılıç (2005), *Eurygaster integriceps* Put. yumurtalarının *Trissolcus semistriatus* Nees tarafından parazitlenmesi üzerine bazı bitkilerin etkileri ile ilgili yaptıkları çalışmada, buğday (*Triticum vulgare*), arapbaklası (*Vaccaria pyramidata* var. *Grandiflora* (Ser.)), kokarot (*Bifora radians* (Gisbana)), fiğ (*Vicia sativa* L.) ve küçük turp (*Rapistrum rugosum* (L.)) bitkilerini kullanmışlar; en yüksek parazitlenme oranı %95.9 ile fiğde, en düşük oran ise % 68,9 ile Arap baklasında olduğunu tespit etmişler ve sonuçta, bazı bitkilerin bu parazitoite uzaklaştırıcı (repellent) etkiye sahip olabileceği kanısına varmışlardır.

Bazı parazitoitler ortam seçiciliğine sahiptir. *Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera: Cephidae) buğdayda beslenirken *Collyria calcitrator* Grav. (Hym.: Ichneumonidae) tarafından parazitlenir; arpada beslenirken parazitlenmez. *Trichogramma* türlerinde de ortam seçiciliği vardır. Bu konuda konukçularının salgıları yanında, konukçularının bulunduğu bitkilerin içerdiği kokular da önemli rol oynar. Sözelimi Meksika'da önemli bir turuncgil zararlısı olan *Aleurocanthus* sp. (Homoptera: Aleyrodidae)'yi *Eretmocrus serius* Silv. (Hymenoptera: Aphelinidae) ılık ve nemli kıyı bölgelerinde başarılı bir şekilde parazitlerken, daha serin ve kuru olan iç kısımlarda aynı faaliyeti göstermez (Öncüer, 1997).

Parazitoit ile konukçusunun aynı habitatta, aynı zamanda bulunmaması, parazitoitin birçok konukçusunun konukçu listesinden elenmesinin birinci unsurudur. Bir parazitoit başlangıçta esas olarak konukçusunun hazır olup olmadığına bakmaksızın konukçusunu bulmaya çalışır. Bazı parazitoitler yumurta bırakmaya hazır olduğu halde hemen

konukçusunu aramaz; konukçusunun uygun biyolojik döneme gelene kadar saldırmazlar (Laing, 1937). *Alysia manducator* Panz. (Hymenoptera: Braconidae) ise, konukçu larvalarının vücut segmentlerinin belirginleştiğinde saldırmaktadır. Jacobi (1939), Edwards (1954) ve Wylie (1958) bu durumun kesin bir davranış olmadığını, sadece konukçu vücut segmentlerinin belirginleşmesi değil, aynı zamanda konukçunun hareketlerinin de önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Bazı parazitoit türlerde pre-ovipozisyon döneminde ovarylerinin gelişiminde, habitatın uygunluğu da önemlidir. Nishida (1956), *Opius fletcheri* Silv. (Hymenoptera: Braconidae) konukçusu olan Kavun sineği, *Myiopardalis pardalina* Bigot. (Diptera: Tephritidae) larvalarının gelişimine bakmaksızın konukçusuna yönelir; ancak konukçusunun pre-ovipozisyon süresi 3 gün olmasına karşın *Opius* dişilerini sadece 4 ve 5'inci günlerde çektiğini bildirmiştir. Thorpe ve Caudle (1938), çam filizlerinde zararlı güvelerin (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) parazitoiti olan *Pimpla ruficollis* Grav. dişinin yaşam süresince ovarylerinin gelişiminde çam ağacının yağ kokusunun etkili olduğunu açıklamışlardır.

*Tortrix viridana* (L.) ve *Archips xylosteana* L. (Lepidoptera: Tortricidae) meşe yaprakları arasında pupa olmaktadır. *Apechthis rufata* Gmel. (Ichneumonidae) bu türlerin pupa parazitoitidir. Bu parazitoit, Tortricidae familyasına bağlı *Choristoneura murinana* Hb. (Kökner tomurcuk tırtılı)'ya köknarda beslenirken pupalarına saldırmazlar. Zwölfer ve Kraus (1957), laboratuvarda yaptıkları çalışmalarda, *A. rufata*'nın meşe yaprakları arasında pupa olmaları sağlanan *C. murinana*'nın pupalarına saldırdığını görmüşlerdir. Araştırmacılar bu durumu, *A. rufata*'yı gerek doğada gerekse laboratuvarda meşe yapraklarının çektiğini, Köknar ağaçları civarında *C. murinana* popülasyonu her zaman yüksek iken, *A. rufata* popülasyonu her zaman düşük olmasını, konukçularının beslendiği ve pupa olduğu bitkilerden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Varley (1941) doğada yaptığı çalışmalarda, *Eurytoma curta* Wlkr. (Hymenoptera: Eurytomidae) konukçularının bulunduğu bol çiçekli yerlerde yavaş uçtuğunu, konukçularının yerleştiği çiçeklere anteniyle dokunarak konukçularını aradığını ve burada konukçusunun bulunduğu çiçekleri tanıdığı için konukçusunu kolaylıkla bulduğunu bildirmiştir.

### **Konukçunun bulunuşu (Aranması)**

Parazitoitler konukçularını duyu organlarını kullanarak bulmaktadırlar. Bunlardan en yaygın olanları koklama ve dokunma duyuları ile olmaktadır. Bazen de parazitoitlerin konukçularını bulmasını

iki yönden (koklama ve dokunma) incelemek zordur. Wylie (1958) konukçuların çevredeki fiziksel yapılara benzemelerinde büyük değişiklikler gösterdiğini, parazitoitlerin konukçularını bulmada zorluk çekebileceğini, bu nedenle koku ile konukçularını bulabileceğini belirtmiştir. Edwards (1954) ve Wylie (1958), bir dişi parazitoitin konukçu pupasının kokusunu aynı ortama karışan diğer kokulardan ayırt edemeyeceğini, parazitoitin konukçu pupasını anteni ile dokununcaya kadar tespit edemeyeceğini bildirmişlerdir. Edwards (1954), ışıklal uyarı hareketleri ile konukçu bulmanın rolünü araştırmış, konukçu pupasının parazitoite 2-3 mm mesafedeyken bunu uygulamış ve ışıklal uyarıların çok önemli olmadığını bildirmiştir.

Wylie (1958) *Nasonia vitripennis* (Walk.)'in (Hymenoptera: Pteromalidae) konukçu olan pupayı bulma yeteneğinin, konukçusunun pupa olduğu yer ile yakından ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. *Nasonia* dişilerinin nemin yüksek olduğu yerlerden kaçındığını, nemin daha düşük olduğu yerleri tercih ettiğini ve buralarda larvalarının daha iyi geliştiğini bildirmiştir.

Bazen parazitoit böcekler konukçularını bulduklarında, onların etraflarında sert hareketler yaparlar. *Trichogramma evanescens* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) konukçularını aramadan önce düz; konukçularını bulduktan sonra ise dairesel hareketler yaparak uçarlar (Laing 1937).

*Diapetimorpha introita* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), ve *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın pupa parazitoitidir (Pair ve Gross, 1984). Pair (1995), *D. introita*'nın dişisi konukçusunun pupasını buluncaya kadar toprak yüzeyini aradığını, konukçu larvanın kokon oluştururken mandibulasından çıkardığı ipeksi madde ve kairomon ile birlikte parazitoitin kolaylıkla bulmasına neden olduğunu bildirmiştir. Burada, parazitoit pupa alanının sınırlarını belirler, toprak içerisine ovipozitörlerini batırarak konukçu pupasının yanına bir yumurta bırakırlar. Yumurtadan çıkan parazitoit larvası konukçu pupasının integumentini delerek beslenmeye başlar. Parazitoit konukçu pupası içerisinde gelişimini tamamlar ve pupa olur. Ergin olan parazitoitler toprağı delerek dışarı çıkar.

Bazı türlerde parazitoit dişisi konukçusunu aramaz. Konukçusunun bulunduğu habitat içine yumurta bırakır. Sözelimi mikrotip yumurta bırakan Tachinidae (Diptera) türleri (*Chaetogaedia monticola* (Bigot), *Zenillia pullata* Meigen ve *Gymnosoma* spp.), konukçuları olan tırtılların

beslendikleri bitki kısımları üzerine yumurtalarını bırakmakta ve daha sonra bu yumurtalar tırtıllar tarafından yeşil kısımlarla beraber yutulmakta ve parazitlenme bu şekilde başlamaktadır (Bayram ve Kılınçer, 1996).

### **Konukçu Kabulü**

Parazitoit uygun bir konukçu bulduğunda hemen saldırmaz. Bu durum parazitoit türlerin doğuştan gelen davranışlarının bir göstergesidir. Salt (1935)'a göre, bu davranış konukçunun içgüdüsel seçimidir. Edwards (1954); *Nasonia* (Hymenoptera: Pteromalidae) dişisinin konukçu kabulü davranışını belirlemek için yapmış olduğu bir araştırmada, parazitoitle birlikte *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) pupasını bir petriye yerleştirmiştir. Araştırma sonucunda, parazitoitin pupaya doğru yürüdüğünü, anteni ile dokunduğunu ve 5-10 saniye bekledikten sonra pupa üzerine tırmandığını bildirmiştir. Parazitoit dişi konukçu pupasına saldırdığında davranışında değişiklik olmaktadır. Bu harekette parazitoit öncelikle antenin flagellasını yavaşça ileriye doğru düşey yönde hareket ettirmekte ve sonra pupanın yüzeyine hafifçe vurur gibi aşağı yukarı bu hareketini devam ettirmektedir. Aniden oluşan bu davranış, bu aşamadan sonra değişmektedir. Parazitoitin vücudu bükülmede, pupanın yüzeyine eğilerek abdomeni ile vurmaya başlamaktadır. Bu vuruşlar; ovipozitörü ile konukçu pupasının yüzeyini delmek içindir. Hareketin devamında vücut, ovipozitörü eğik olacak şekilde pozisyon almakta ve ovipozitörü ile pupayı delmeye başlamaktadır. Pupanın duvarı yumurtaların bırakılacağı genişlikte delinmektedir. Eğer konukçu uygunsuzsa, delinen yere yumurtalar bırakılmakta ve pupada bir beslenme tüpü oluşturulmaktadır. Yumurtlama işlemi bittikten sonra dişi parazitoit ovipozitörünü çıkarmakta ve anteni ile bu açılan deliği kapatmak için konukçudan çıkan kanı kullanmaktadır (Doutt, 1959). Edwards (1954), bu davranışın genel bir değerlendirmesini yapmış, dişi parazitoitin yumurtlama davranışı gözlemi için bazı alternatif metotlar denemiş, ancak bu davranışının değişmediğini görmüştür. Bu davranış, parazitoitin konukçu pupasına dokunduğunda durduğunu, üzerine çıktığını ya da konukçu pupasına dokunmadan yürümesine devam ettiğini; ancak durur ve pupa üzerine çıkarsa sözkonusu davranışlarının değişmediğini bildirmiştir.

*Ephestia kuhniella* (Zell.) (Lepidoptera: Pyralidae), *Exidechthis canescens* (Grav.) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'in normal konukçusu olmasına karşın onu ancak koklama duyusunu kullanarak bulabilmektedir. Thorpe ve Jones (1937), olfactometre kullanarak yaptıkları çalışmada *Ephestia* ve *Meliphora* (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları üzerinde *Exidechthis*'in davranışlarını karşılaştırmışlardır. *Ephestia* üzerinde üretilen

böcekler *Meliphora*'nın kokusuna çok az ya da hiç tepki göstermemişlerdir. *Meliphora*'dan elde edilen parazitoitler yine *Ephestia* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'yı ve az sayıda da *Meliphora*'yı tercih etmişlerdir. Koklama duyusu, parazitoit böceklerin konukçu seçiminde karar verip vermemesinde kesin bir kriter olarak kullanılabilir.

*Exidechthis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) ölü veya paralize olmuş larvaya (hareket etmediği sürece) yumurtasını bırakmaz. Sağlıklı bir kelebek larvası parazitoit ovipozitörünü batırdığında, hızla irkilir; parazitoit larvayı bir süre izler ve ovipozitörünü yeniden batırarak yumurtasını bırakır (Doutt, 1959).

Williams (1951), ipe bağladığı hareketsiz (baygın) larvayı parazitoit ovipozitörü ile dokunduğunda ipi çekerek normal bir larva tepkisi gibi hareket ettirmiş, parazitoitin ise, bu durum karşısında normal larvaya gösterdiği davranışları gösterdiğini bildirmiştir.

Zararlılara uygulanan bazı kimyasal maddelerin parazitoit böceklerle repellent etkisi olduğu bilinmektedir. Beard (1952), *Galleria* larvaları üzerine DDT püskürttüğünde, *Bracon* dişilerinin larvaya yaklaşmadığını ve Gardjan ve ark. (2004)'da laboratuvar şartlarında Lambda-cyhalothrin (EC)'in süne'nin yumurta parazitoiti olan *Trissolcus* türlerine karşı kaçıracı etkiye sahip olduğu bildirmişlerdir.

### **Konukçu Uygunluğu**

Uygun konukçu yoğunluğuna sahip bir ortamda dişi parazitoit, ergin öncesi dönemdeki büyüme ve gelişme, ergin dönemdeki hayatta kalma, üreme gibi hayatsal işlevleri etkileyen konukçuları tercih eder (Ueno, 1997). Bu da hayatta kalma oranı ve uyum yeteneği fazla olan bir neslin elde edilmesine yol açar. Konukçu yoğunluğunun daha düşük olması durumunda ise, dişi parazitoit kendi uyum yeteneğini en üst düzeye çıkaracak konukçuları seçebilir (Ueno, 1997; Rolff ve Kraaijeveld, 2001). Ergin öncesi gelişimlerini, dişinin seçmiş olduğu konukçu üzerinde tamamlamak zorunda olan parazitoit larvalarının tek besini konukçudur. "İdiobiont" türlerde konukçu, gelişen parazitoit larvası için besin yönünden tamamlayıcı bileşenler içerdiğinden ve büyük konukçular küçüklere göre söz konusu maddelerin toplamı bakımından daha zengin olduklarından daha çok tercih edilmektedirler (Harvey ve ark., 1998). *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) dişilerine *Galleria mellonella* larvalarının konukçu olarak kullanılması durumunda ergin öncesi gelişim süresinin biraz daha kısa olması, bu konukçunun *Ephestia kuehniella*'ya oranla daha fazla tercih edilebileceği fikrini verebilir. Çünkü büyük olan ve toplam

madde miktarı fazla olan larvanın konukçu olarak seçilmesi, parazitoitin ergin öncesi gelişimini daha kısa sürede tamamlaması bakımından önemlidir (Gündüz ve Gülel, 2005). *Bracon hebetor* gregar, larval, idiobiont ve ektoparazitoit bir tür olup, konukçu olarak ekonomik yönden oldukça önemli zararlara neden olan lepidopter türlerinin olgun dönem larvalarını tercih etmektedir (Cline ve ark., 1984). *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) soliter, koinobiont bir endoparazitoittir. En fazla *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae)'in 3. dönem larvaları ve henüz çiftleşmemiş geçen dişileri tercih ettiği bilinmekte bununla birlikte, konukçusunun 1. ve 2. dönemlerini de parazitleyebilmektedir (Rosen ve Rössler 1966). *Leptomastix dactylopii* How. (Hymenoptera: Encyrtidae) *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae)'nin 3. dönem larvaları ve henüz çiftleşmemiş geçen dişilerini; *Leptomastix abnormis* (Gir.) (Hymenoptera: Encyrtidae) ise aynı türün 1. ve 2. dönemlerini parazitlemektedir (alışır ve ark., 2005).

Yumurta parazitoitleri, konukçularının yeni bıraktığı yumurtaları tercih ederler. Kıvan (1999), laboratuvar şartlarında *T. semistriatus*'un farklı yaştaki *E. integriceps* yumurtalarını parazitleme yeteneği üzerine yapmış olduğu araştırma sonucunda, parazitlenme oranının 1 ve 2 günlük *E. integriceps* yumurtalarında 3 gün ve daha yaşlı olanlara göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Parazitoit böceklerin zararlıyı kontrol amaçlı salımlar da salım zamanı hedef konukçunun çoğunlukla bulunduğu gelişme dönemine göre ayarlanması gerektiğini de ifade etmiştir.

Sonuç olarak; dişi parazitoit, ergin öncesi dönemdeki büyüme ve gelişme, ergin dönemdeki hayatta kalma, üreme gibi hayatsal işlevleri etkileyen uygun konukçuları tercih eder. Parazitoitler konukçularını en yaygın olarak koklama ve dokunma duyularını kullanarak bulurlar. Koklama, kutikuladaki porlar (trichoid, basiconic, plate/placoid ve coeloconic sensillalar) ile dokunma ise, anten, tibia, tarsus ve ovipozitör gibi duyu organlarındaki (sensilla) algılayıcı yapılar (kıllar) ile olmaktadır. Parazitoitin konukçu tercihinde, konukçusunun biyolojik dönemi, konukçusunun bulunduğu habitattaki bitki eşitleri ve konukçularının beslendiği bitkiler ile yakından bir ilişki vardır. Yaşadığımız çevrede biyolojik çeşitliliğin korunması ya da artırılması entomofag böceklerin etkinliğini artıracaktır. Biyolojik mücadele çalışmalarında parazitoitler ile konukçuları arasındaki davranışların dikkate alınması başarıyı kuşkusuz artıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Bayram, Ş., & Kılınçer, N. (1996). Tachinidlerin Biyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:1458. 35s.
- Beard, R. L. (1952). The toxicology of *Hablobracon* venom: a study of a natural insecticide. *Bulletin of the Agricultural Experiment Station of Nebraska*, 562.27 pp.
- Bess, H. A. (1939). Investigations on the resistance of mealybugs (Homoptera) to parasitization by internal hymenopterous parasites, with special reference to phagocytosis. *Annals of the Entomological Society of America*, 32: 189-226.
- Bouchard, Y. & C. Cloutier. 1985. Role of olfaction in host finding by aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *J. Chem. Ecol.* 11: 801-08.
- Brader, L. (1974). Les organismes. auxilliaires en verger de pommiers. OILB/SROP Brochure No:3, 242 s.
- Cline, L. D., Press, J. W., & Flaherty, B. R. (1984). Preventing the spread of the Almond Moth (Lepidoptera: Pyralidae) from infested food debris to adjacent uninfested packages, using the parasite *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 77 (2): 331-333.
- Çalışır, S., Kılınçer, A. N., Kaydan, M. B., & Ülgentürk, S. (2005). *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nin farklı yaştaki *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) üzerindeki bazı biyolojik özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (4), 434-441.
- Detheir, V. G. (1954). Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. *Evolution*, 8:33-54.
- Doutt, R. L. (1959). The biology of parasitic Hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, 4: 161-82.
- Edwards, R. L. (1954). The host-finding and oviposition behavior of *Mormoniella vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasite of muscoid flies. *Behaviour*, 7: 88-112.
- Gardjan, A. S., Mohammadipour, A., Amirmaafi, B. M., & Asgari. S. (2004). The influence of insecticide residues on the foraging behavior of the sunn pest egg parasitoid (*Trissolcus grandis*) in the laboratory. Second International Conference on Sunn Pest, 27. Icarda-Aleppo, Syria, 19-22 July, 2004.



- Gündüz Akman, N. E., & Gülel A. (2004). *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde konukçu türünün ve besin tipinin ömür uzunluğuna etkisi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28 (4): 275-282.
- Gündüz Akman, N. E., & Gülel A. (2005). Ergin Yaşı ve Konukçu Türünün Parazitoit *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un Gelişme Süresine Etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2):31-36.
- Harvey, J. A., Vet, L. E. M., Jiang, N., & Gols, R. (1998). Nutritional Ecology of the Interaction Between Larvae of the Gregarious Ectoparasitoid, *Muscidifurax raptellus* (Hymenoptera: Pteromalidae), and Their Pupal Host, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Physiological Entomology*, 23: 113-120.
- Jacobi, E. F. (1939). Ueber Lebensweise, Auffinden des Wirtes und Regulierung des Individuanzahl von *Mormoniella vitripennis* Walker. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 3: 197-282.
- Jervis, M. A., & Kidd, N. A. C. (1986). Host-feeding strategies in Hymenopteran parasitoids. *Biological Reviews*, 61: 395-434.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M. K., Kuruluş A. & Uygun N. (2016). Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 15-60.
- Kıvan, M. (1999). *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un Konukçusu *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) Yumurtasında Konukçu Yaşı Tercihi. Türkiye IV. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, (26-29 Ocak 1999) Ç. Ü. Zir. Fak. Bitki Koruma Böl. Ç. Ü. Basımevi, Adana, s: 377-385.
- Kıvan, M., & Kılıç, N. (2005). Effects of some plants on parasitization of *Eurygaster integriceps* eggs by *Trissolcus Semistriatus*. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 6(1): 41-44.
- Laing, J. (1937). Host-finding by insect parasites. Obsevation on the finding of hosts by *Alysia manducator*, *Mormoniella vitripennis*, and *Trichogramma evanescens*. *Journal of Animal Ecology*, 6: 298-317.
- Lauzière, I., Pérez-Lachaud, G., & Brodeur, J. (2000). Effect of female body size and adult feeding on the fecundity and longevity of the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyilidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 93 (1): 103-109.

- Lee, K. Q., Jiang F. L. & Guo J. J. (1988). Preliminary study of the reproductive behaviour of the parasitic wasps (*Trichogramma*). *Colloques de l'INRA* 43: 215-219.
- Marchal, P. A. (1905). Observations biologiques sur un parasite de la galeruque de L'orme, le *Tetrastichus xanthomelaenae* (Round.). *Bulletin de la Société entomologique de France*, (1905):64-8.
- Nault, L. R., Edwards, L. J., and Styer, W. E. (1973). Aphid alarm pheromones: secretion and reception. *Environmental entomology*, 2:101-105.
- Nishida, T. (1956). An experimental study of the ovipositional behavior of *Opius fletcheri* Silvestri, (Hymenoptera: Braconidae), a parasite of the melon fly. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 16: 126-34.
- Öncüer, C. (1997). Tarımsal Zararlılarla Biyolojik Savaş. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 1, 18 s.
- Pair, S. D. (1995). Biology and rearing of *Diapetimorpha introita* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) on host and non-host noctuid pupae. *Journal of Entomological Science* 30: 468- 480.
- Pair, S. D., & Gross. H. R. (1984). Field mortality of pupae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), by predators and a newly discovered parasitoid, *Diapetimorpha introita*. *Journal of Georgia Entomological Society* 19: 22-26.
- Payne, T. L. (1979). Pheromone and Host Odor Perception in Bark Beetles. In: Narahashi, T. (eds) *Neurotoxicology of Insecticides and Pheromones*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0970-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0970-3_3).
- Rolff, J., & Kraaijeveld, A. R. (2001). Host Preference and Survival in Selected Lines of a *Drosophila* parasitoid, *Asobara tabida*. *Journal of Evolutionary Biology*, 14: 742-745.
- Rosen, D., & Rössler, Y. (1966). Studies on an Israel Strain of *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Entomophaga*, II (3), 269-277.
- Rosi, M.C., Isidoro, N., Colazza, S., Bin, F. (2001). Source of the host marking pheromone in the egg parasitoid *Trissolcus basalıs* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of insect physiology*, 47(9):989-995.

- Roth, P. J., King, E. G., & Thompson, A. C. (1978). Host location behavior by the tachinid, *Lixophaga diatraeae*. *Environmental Entomology*, 7 (6): 794-798.
- Salt, G. (1935). Experimental studies in insect parasitism. III. Host selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 117: 413-35.
- Salt, G. (1937). The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized hosts. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 122: 57-75.
- Smith, J. M. (1957). Effect of the food plant of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.), on reproduction of its hymenopterous parasites. *Canadian Entomologist*, 89: 219-30.
- Thorpe, W. H., & Jones, F. G. W. (1937). Olfactory conditioning in a parasitic insect and its relation to the problem of host selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 124:56-81.
- Thorpe, W. H., & Caudle, H. B. (1938). A study of the olfactory responses of insect parasites to the food plant of their host. *Parasitology*, 30: 523-8.
- Tschinkel, W. R. (1975). A comparative study of the chemical defensive system of tenebrionid beetles: chemistry of the secretions. *Journal of Insect Physiology* 21: 753-783.
- Ueno, T. (1997a). Host Age Preference and Sex Allocation in the Pupal Parasitoid *Itopectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90 (5): 640-645.
- Ueno, T. (1997b). Effects of Superparasitism, Larval Competition, and Host Feeding on Offspring Fitness in the Parasitoid *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90: 682-688.
- Varley, G. C. (1941). On the search for hosts and the egg distribution of some chalcid parasites of the knappweed gall-fly. *Parasitology*, 33: 47-66.
- Williams, J. R. (1951). The factors which promote and influence the oviposition of *Nemeritis canescens* Grav. (Ichneumonidae, Ophionidae). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 26: 49-58.
- Wylie, H. G. (1958). Factors that affect host finding by *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym.:Pteromalidae). *Canadian Entomologist*, 90: 597-608.

Zwölfer, H., & Kraus, M. (1957). Biocoenotic studies on the parasites of two fir- and two oak-tortricids. *Entomophaga*, 2: 173-96.

# APHID (HEMIPTERA: APHIDIDAE) VE DİĞER OMURGASIZLARIN BİTKİ PATOJENİ VİRÜSLERİN TAŞINMASINDAKİ ÖNEMİ

Işıl ÖZDEMİR<sup>1</sup>

## Giriş

Omurgasızlar, vektör olarak bitki virüslerinin taşınmasında önemli bir rol oynar. Böcekler bu konuda çok yetenekli ve elverişli olup virüsleri bitkilere taşıyarak hastalıkların yayılmasına neden olurlar. Vektör böceklerin bitki virüslerini nakletmeleri mekanik ya da biyolojik yolla olmaktadır. Özellikle yaprak pireleri, yaprakbitleri, beyaz sinekler, thripsler ve kabuklu bitler gibi böcek türleri, bitki virüslerinin taşınmasında en etkili vektörler arasındadır. Omurgasızların bitki virüslerini taşıma mekanizması çoğunlukla böceklerin bitkilerin özsuyunu emmesiyle gerçekleşir. Virüsler, böceğin tükürük bezlerine veya bağırsağına yerleşerek böcek üzerinde taşınır ve böceğin başka bir bitkiyle beslenmesi sırasında virüs bu bitkiye bulaşır (Özdemir ve Toros, 1997; Bostan ve ark., 2006; İlhan ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2011; Blackman ve Eastop 2024). Yaprakbitleri, bitkilerin floem dokularından beslenirler ve beslenme esnasında bitkilerin hücre duvarlarını delerler. Bu işlem sırasında, virüs partiküllerini bir bitkiden diğerine mekanik olarak transfer edebilirler. Virüslerin taşınması, virüslerin yapısına ve aphid türlerinin taşıyıcı özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde gerçekleşebilir. Örneğin, bazı virüsler non-persistent taşınırken, bazıları persistent taşınabilir. Non-persistent taşınmada, virüsler kısa sürede aphid tarafından alınır ve kısa sürede başka bir bitkiye aktarılır. Persistent taşınmada ise virüsler yaprak bitinin sindirim sisteminde daha uzun süre kalarak daha geç dönemde diğer bitkilere bulaştırılır (Kennedy et al., 1962; İren, 1967). Bitki virüsleri omurgasızlar sayesinde hızla yayıldığından tarım alanlarında verim kaybına yol açabilir ve ciddi ekonomik zararlar oluşturabilir. Bu nedenle omurgasız vektörlerin kontrol altına alınması ve bitkilerin korunması, tarımsal ürün sağlığını korumak için oldukça önemlidir.

Yaprakbitlerinin tarımsal üretimdeki önemi, beslenme şekline kaynaklanmaktadır. Ağız parçaları bitki dokularını delme ve özsuyu almada

---

<sup>1</sup> Doç. Dr. Kocaeli Üniversitesi, isil.ozdemir@kocaeli.edu.tr

mükemmel bir uyum göstermiştir. Ayrıca, bitki virüslerini de doğrudan alıp nakledebilmektedirler. Virüsler ile vektörler arasındaki ilişkiler ise son derece karmaşık olup bu ilişki vektör, virüs, konukçu ve çevre gibi faktörlere bağlılık göstermekte ve taşınmanın gerçekleşmesi için virüslerin enfekteli bitkiden vektör tarafından alınması, vücudunda tutulması ve bitkiye nakledilmesi gerekmektedir. Taşınma şekli taşınan virüslerin enfekteli dokulardan alınma, taşınma, inaktifleşmeden kalma sürelerine, virüslerin vektörün dolaşım sistemine geçip geçmemesine ve vektör bünyesinde çoğalıp çoğalmamasına bağlı olarak farklı kategorilerde sınıflanmaktadır (Özdemir, 2013). Sokucu emici ağız parçalarına sahip ve sadece bitki özsuyu ile beslenen yaprakbitlerinin ince uzun styletlerini, dokuların derinliklerine hücreleri harap etmeksizin batırması, bunları virüslerin etkili vektörü haline getirmektedir (Toros, 1973). Yaprakbitinin virüsü nakledebilmesi için, virüsle bulaşık bitki üzerinde beslenmesi gerekir. Yaprakbiti tarafından bitki dokusundan virüsün alınması floemden olmaktadır. Styletlerin doku içine girişi 3 yolla olur; floeme hücreler arası giriş, floeme hücreler içi giriş, parankimaya hücreler arası giriş. Genellikle hücreler arası giriş olmaktadır. Virüsün alınma süresinin minimum değeri, genellikle yaprakbitinin, konukçunun floemine erişmesine kadar geçen süre olarak kabul edilir. Persistent viruslar mideye alınıp hemolimfe geçtikten sonra, bitki dokuları içine salgıda bulunan tükürük bezlerine gelmektedir. Yaprakbitlerinde boşaltma organı olan malpigi borucuklarının bulunmayışı, yaprakbitlerinin tükürük bezlerinin fonksiyonunun kısmen boşaltım organı olduğunu düşündürmüştür. Virüs partiküllerinin metabolik artıklarla beraber aktif olarak tükürük bezlerinde toplandığı ve tükürük ile salgılandığı da ayrıca tespit edilmiştir (Nault ve ark., 1964).

Aphidlerin yanı sıra, beyazsinekler, tripsler ve çekirgeler gibi diğer bazı omurgasızlar da bitki virüslerinin taşınmasında önemli bir role sahiptir. Beyazsinekler (Aleyrodidae) ve tripsler (Thysanoptera), özellikle tropikal ve subtropikal tarım alanlarında çeşitli bitki patojenlerinin yayılmasına sebep olabilmektedirler. Bu böceklerin taşıdıkları virüsler, bitki verimliliğini düşürerek ciddi ekonomik kayıplara yol açabilir. Örneğin, Çağlayan ve ark. (2022) Armut meyvesinde farklı çeşit kombinasyonlarının *Candidatus Phytoplasma pyri* Seemüller & Schneider (Acholeplasmatales: Acholeplasmataceae)'ye duyarlılığının değerlendirilmesi ve *Cacopsylla pyri* ile deneysel iletim çalışmaları yapmışlar ve nakilde *Cacopsylla pyri*'nin etkin olduğu sonucuna varmışlardır. Psillidler (Hemiptera: Psyllidae), yumuşak çekirdekli meyve

ağaçlarının önemli hastalıklarına neden olan fitoplazma vektörleridir (Ulubaş Serçe ve ark., 2016).

Omurgasız böceklerin bitki patojenlerini taşımaları, biyolojik kontrol ve entegre zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde ve bitki sağlığının korunmasında dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Kimyasal mücadele, biyolojik mücadele, kültürel önlemler ve dayanıklı bitki çeşitlerinin kullanılması, bitki virüsleri ile bulaşık olan alanlarda zararlı böceklerin kontrolünü sağlamak için yaygın kullanılan yöntemler arasındadır. Virüs naklinde ayrıntılı çalışmalar yapılabilmesi için, vektör böceklerin çok fazla sayıda üretilmesi ve istendiğinde temin edilmesi, kısaca sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Çoğu vektör özelliği olan tür, laboratuvar ortamında yetiştirilememekte olup uygun koşullar sağlansa dahi başarılı olunamamaktadır. Bununla beraber böcek davranışı ve biyolojisi ile ilgili birçok konu tam olarak açıklanabilmiş değildir.

### **Sirkülatif ve styletten geçen virüsler**

Aynı türlerdeki bireyler arasında virüs nakledebilme kabiliyetinde farklılıklar gözlenmiştir. Böcek grupları test bitkisinin etkileri ve eşit kaynak şartlarında denenmeli, nakledebilme kabiliyetinin ortalama değeri bulunmalıdır. Virüsten ari böcek yetiştirme embriyonun gelişmesinin ilk evreleri ve blastodermin oluşumu safhasında iken Cicadellidae familyası (Hemiptera) türlerinin yumurtaları bitkiden alınıp ıslak kurutma kağıdına konduğunda ve gözlemlendiğinde embriyoda yumurtanın posterior kısmından, anterior kısmına geçişine ait hareketleri takip edilebilir. Çıkan ergin öncesi dönem sağlam bitkiye aktarılır. Burada bazı sirkülatif virüslerin nesilden nesile geçmesi problemi vardır. O zaman da virüse hassas bitki üzerine alınan böceğin beslenmesi sonunda, denenilen böceğin virüsü nakledip naklemediği tespit edilir. Kesin karar vermek için birden fazla döl gerekir. Biyolojik yolla virüs naklinin görüldüğü bazı vektörlerde virüs, çoğalma organlarına yerleşerek bir sonraki döle taşınmakta ve yumurtalar yolu ile gerçekleşen bu nakil yolu “transovarial nakil” olarak tanımlanmaktadır. Bu tip nakil önemli vektör gruplarından yaprakpireleri’nde yüksek oranda, yaprakbitlerinde düşük oranda belirlenmiştir (Elmalı, 1995). Bazı böcekler nesilden nesile virüsü nakletmezler. Sadece birkaç Cicadellidae türü, transovarial olarak virüsü nakleder, fakat sirkülatif virüslerin çoğunluğu transovarial nakil yönüyle denenmemiştir.

### **Virüsten ari aphid kültürü**

Aphid kültürü, yavrulayacak vivipar dişilerin birkaç saat için, ıslak kurutma kağıdı bulunan petri kaplarının içine alınması ile başlar, sonra nimfler sağlam bitkiye alınır. Nimflerin fazla yaşamaları, doğumlarından kısa bir süre sonra beslenebilecekleri bir bitki üzerine dişilerin alınması ile daha iyi sonuçlar verebilir. Hatta eğer ebeveyn virüsten ari ve bitki hassas ise, yeni gelen dölün bitkiden virüsü kazanma yeteneği, süre 2-3 saat olarak sınırlandırıldığı zaman azalır ve bitki bu amaç için daha önceden kullanılamaz. Vivipar dişiden doğmamış aphid bireyini disekte etmişler ve nimfleri sağlam bitki üzerine almışlardır. Bu metot aynı zamanda tarladan toplanan aphid kültürlerinde daima bulunan parazitlerden temiz kültürlerin başlamasını güvence altına almaktadır (Elmalı, 1995). Bazı durumlarda, tarladan toplanan böcekler direkt kullanılabilir. Ancak bu durumda, bu örneklerin, virüsten ari olduklarını anlamak için test bitkileri üzerine alınmaları gerekir. Böyle bir koleksiyon içinde birden fazla türün olmaması için dikkat edilmelidir.

### **Böcek kültürlerinde genetik varyasyon**

Böcek kültürlerinde, özellikle virüs taşıma kapasitesi denemelerinde popülasyon içerisindeki bireylerin bu kapasitedeki farklılıkları istenmez. Bu farklılıkları en aza indirmek için, kültürler tek bir partenogenetik (döllemsiz üreyen) dişiyle başlatılabilir. Böyle durumlarda erkek bireyler oluşturulmaz ve kültürlerin daha kontrollü bir şekilde yönetilmesi sağlanabilir. Aphidlerde partenogenetik çoğalma genellikle ameiotik partenogenezi olan zorunlu partenogenetik çoğalma olarak sınıflandırılır ve bu durumda, genetik çeşitlilik en düşük seviyede oluşmaktadır. Lees (1961) 'in belirttiği gibi, aphidlerde partenogenetik çoğalma, çevresel şartlara bağlı olarak devam eder ve her nesil bir klon gibi davranır.

Buna karşın, Cognetti (1961) aphidlerde endosimbiyotik mikroorganizmaların varlığını ortaya koymuştur. Simbiyotik bakteriler çoğu böcek türünde yaygın olarak bulunur ve böceklerle ilişkilerine göre primer ve sekonder simbiyotik bakteri olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Primer simbiyotik bakterilerin böcekler ile obligat mutualist bir ilişkileri bulunmaktadır. Sekonder simbiyontlar ise konukçuda fakültatif olarak bulunurlar. Bakteriyel endosimbiyontlar genellikle anneden yavruya dikey aktarımla geçer ve yatay olarak bulaştıklarına dair çok az kanıt bulunmaktadır. Böceklerde yaygın olarak bulunan endosimbiyontlar *Buchnera*, *Wolbachia*, *Hamiltonella defensa*, *Regiella insecticola*, *Arsenophonus*, *Serratia*, *Rickettsia* bakterileridir. Endosimbiyotik



bakterilerin böcekler üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır (Bayram ve Özdemir, 2023a, b). Partenogenetik düzeyde genetik varyasyonun ortaya çıkışında mutasyonun önemi, aphidlerde mutasyon frekansı hakkında hiçbir şey bilinmemesinden dolayı yorumlanamamakla birlikte, ihtimal çok hafif görülmektedir. Laboratuvar kültürlerinde böcek popülasyonları üzerinde herhangi bir müdahale olmaksızın genetik varyasyonun azalması mümkündür. Kültürlerin yeni bitkilere aktarılması sırasında, gelecek nesil böceklerin eşit dağılımı her zaman sağlanamaz ve bazı durumlarda bu dağılım tamamen göz ardı edilebilir. Genetik varyasyonun azalması, belirli amaçlar için zararlı olabileceği gibi, özellikle virüs vektörleri üzerine yapılan araştırmalarda maksimum genetik çeşitlilik tercih edilebilir. Bu durumda, laboratuvar popülasyonlarının tarla popülasyonunu daha iyi temsil etmesi istenir. Bununla birlikte, çoğalmaları iki cinsiyet gerektiren böceklerin kültürde bulunması bazı olumsuz etkilere neden olabilir ve bunun sonucunda daha yavaş büyüme, daha kısa ömür ve döllememiş yumurta oranında artış gözlemlenebilir (Black, 1943). Buna karşılık, tek parhenogenetik çoğalan dışıdan başlatılan *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae) 'nin seksenyedinci partenogenetik dölünden sonra büyüklüğün ve çoğalma kabiliyetinin kaybolması görülmemiştir (Ewing, 1916). Son yıllarda bitki virüslerinin vektör böceklerle taşınması konusundaki araştırmalar, özellikle RNA interferans (RNAi) gibi genetik araçların ve çevresel faktörlerin etkilerini inceleyerek önemli gelişmeler göstermektedir. Vektör böcekler bitki patojeni virüslerinin %70'inden fazlasını taşır ve tarımsal ürünlerde önemli verim kayıplarına neden olur. Bu bitki patojeni virüslerin böcek vektörleri aracılığıyla yayılması, geleneksel pestisitlere karşı direnç geliştirmiş olanların kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, RNAi mekanizması aracılığıyla vektör böceklerin belirli genlerinin işlevlerinin devre dışı bırakılması, virüslerin taşınma kapasitesini azaltmak için umut verici bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Son araştırmalarda, RNAi teknolojisi kullanılarak belirli genlerin susturulmasıyla böceklerde ölüm oranlarının artırılması veya virüs taşıma yeteneklerinin azaltılması üzerinde durulmaktadır. Bu teknoloji, sadece böceklerin virüs taşıma kapasitesini kontrol etmekle kalmayıp, aynı zamanda çevresel olarak daha sürdürülebilir bir mücadele yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemin geniş çapta uygulanabilmesi, RNAi teknolojisinin farklı böcek türlerinde tutarlılık göstermesi gibi bazı konuların aydınlatılmasıyla ilişkili bulunmaktadır. Ek olarak, böceklerin mikrobiyal flora yapısının virüs taşıma yeteneklerini etkileyebileceği gösterilmiştir. Özellikle *Wolbachia* Hertig (Rickettsiales: Anaplasmataceae) gibi bakteriler, bazı böceklerde antiviral özellikler

sağlayarak bu türlerin vektörlük yeteneklerini azaltabilir. Bu bulgu, böceklerin doğal mikrobiyomunu modifiye etmenin bitki virüslerinin yayılımını kontrol etmede kullanılabileceğini göstermektedir. Virüs nakletme kabiliyeti için seleksiyon virüs nakleden böcekten daha yüksek derecede etkili vektör neslinin gelişmesiyle sonuçlandırılmıştır (Black, 1943). Diğer taraftan aphidlerden virüslerin belirlenmesinde, viral RNA'nın ekstraksiyonunda kullanılacak metodun seçimi oldukça önemlidir. Virüs yoğunluğunun düşük olması, bazı inhibitör maddelerin varlığı viral RNA'nın cDNA sentezi aşamasında inaktifleşmesine neden olmaktadır. Ülkemizin önemli patates üretim merkezlerinde Bostan ve ark. (2004), tarafından yapılan çalışmada Bolu, Erzurum, İzmir, Nevşehir ve Niğde illerinden çiftçilerin tohumluk olarak kullandıkları yumruların virüsle enfekteli olduğu saptanmıştır. Bu durumda PLRV (Patates Yaprak Kıvrılma Virüsü)'yi bünyesine almış olan aphidlere rastlamak her zaman mümkündür.

### **Sıcaklık**

Bitki gelişimi zayıfsa, böcek kültürlerinin gelişimi de beklenemez. Özellikle, aphidler oldukça özel bitki zararlılarıdır ve konukçu bitkilerdeki çevresel değişiklikler onların üreme hızını ve vücut gelişimini doğrudan etkiler. Örneğin, *Myzus persicae* (Sulzer) türü için optimum sıcaklık 25°C iken, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) için 20°C'dir. Bu aphid türleri için maksimum popülasyon gelişim sıcaklığı 25-30°C arasındadır (Barlow, 1962). Diğer bazı aphid türleri daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır; örneğin *Schizaphis graminum* (Rondani), 30°C'nin üzerinde daha iyi çoğalır, fakat bu sınırın üstüne çıktığında bu aphide zarar verici etkiler hızla ortaya çıkar (Wadley, 1936). Birçok virüs aktarım çalışması, yazın sıcaklığın 30°C'yi aştığı seralarda yapılmaktadır. Ancak, böcek kafeslerindeki bitkilerin bulunduğu ortamın sıcaklığı genellikle odanın genel sıcaklığından daha düşük kalmaktadır.

### **Fotoperiyodizm**

Kışın düşük sıcaklık dolayısıyla birçok böcek türleri uyuşuk olarak kalırlar. Yüksek sıcaklık ile hareketlilik tekrar sağlanır. Diğer türler fotoperiyoda karşı koyarak soğuk şartlara dayanıklıdır veya kışlamaya girerler ve özel çevre şartları yerine gelinceye kadar genellikle aktivitelerine kavuşamazlar. Bu şartlar diyapoz olarak isimlendirilir. Böyle böcekler için aktivite ve daha fazla gelişme, çevre şartlarından ziyade fizyolojik olarak mümkün değildir.

Üzerinde çalışılan birçok vektör, günlük fotoperiodizmi 14-18 saatlik şartlarda yetiştirildiğinde devamlı gelişme gösteren uzun gün böcekleri olarak tespit edilmiştir ve örnek olarak örneğin, *Acyrtosiphon pisum* Harris ve *Megoura viciae* Buckton türleri verilebilir (Kenten, 1955). Eğer *M. viciae* ve *A. pisum* viviparları 8-12 saatlik kısa-gün şartlarında yetiştirilirse erkekleri ve kışlık yumurta koyan ovipar dişileri meydana getirirler. Gelişme daha önce 15-18 saatlik günlük fotoperiyodizme tabi tutmak suretiyle sağlanabilir. *M. persicae*, *M. euphorbiae* ve *Aulocorthum* cinsi 16 saatlik günlük fotoperiyoda maruz bırakıldığı takdirde bütün yıl boyunca partenogenetik olarak yetiştirilebilir (Mac Gillivray, 1955). Bunun aksi olarak bazı böcekler de ışığı sevmezler, fazla ışıkta diyapozaya girerler.

### **Virüs Kaynağı Bitkiler**

#### **Stylet Borne Virüsler**

Non-persistent olarak taşınan (stiletle taşınma) virüsler semi-persistent ve persistent olarak taşınan virüslerden hem sayıca fazla hem de ekonomik olarak daha önemli olup, bu taşınma şekli virüslerin evrimleşmesinde de önemli bir role sahiptir. Non-persistent taşınma şeklinde virüslerin enfekteli bitki dokularından vektörler tarafından alınıp, taşınması birkaç saniye ile birkaç dakika içerisinde gerçekleşmekte ve taşınmanın gerçekleşebilmesi için herhangi bir latent periyot bulunmamaktadır. Virüs vektörün bitkide beslenmesi ve bitki dokusunu yoklaması esnasında alındığı için konukçu bitkide kolonize olmayan çok sayıda yaprakbiti türü tarafından da bu tip taşınma gerçekleşebilmektedir. Diğer taraftan, bu tip taşınan virüsler nispeten daha stabil olup, bitkilerin epidermis ve epidermis altı hücrelerinde daha yüksek konsantrasyonda bulunmaktadırlar (Bostan ve Güçlü, 2005). İnokülasyondan sonra bir süre bekletilen kaynak bitkinin kullanımı da bazı özel şartlara bağlıdır. Stylet borne virüslerin daha etkili olmaları bu özel şartlara yani kaynak bitkiye bulaştırma yaptıktan sonra bekleme süresine bağlıdır. Virüsler arasında konukçu virüs ilişkilerinin 2 örneği kendini belli eder. Bir grup virüs bir kere inkübasyon periyodu tamamlandıktan sonra ve belirti gösterdikten sonra konukçu bitkinin yeni meydana gelen yapraklarında kısmen sabit konsantrasyonda aktif virüs barındırır. Bean yellow mozaik ve potato X virüslerinin ırkları ve karnabahar mozaik virüsleri bu gruba dahildir. Diğer grup virüs, enfekte edilmiş bitkilerde azami bir seviyeden aktif bir konsantrasyon teşkil eder ve bu konsantrasyon daha sonra süratle azalır. Salatalık mozaik virüsü böyle bir virüştür. Virüsün maksimum konsantrasyonu sadece bir yaprakta görülebilir, bu aphid nakli olarak kararlaştırılır ve nakil hızı eğer kaynak bitkiler, bu yapraklarda en az 2 gün

önce veya maksimumun görünmesinden sonra kullanılırsa çok fazla azalabilir.

Diğer birçok faktör, kaynak bitkilerden virüsün tekrar vücuda alınma imkânı da etkili olabilir. Konukçu bitki türleri, böcek nakli için virüsün kaynağı olarak farklı olabilir (Özdemir, 2013). Aynı bitki üzerinde, farklı yaşlardaki yapraklar, virüs kaynağı gibi farklı değerlerde olabilirler. Genellikle genç yapraklar, patates Y (Bradley, 1962) ve karnabahar mozaik virüsünde olduğu şekilde virüs kaynağının en iyisi gibi hizmet eder, aslında lahana black ring spot virüsü esas olarak yaşlı yapraklarda görünür (Broadbent, 1954). Aphidler, patates Y virüsü (Bradley, 1962; Akbaş ve ark., 2012) ve fasulye sarı mozaik virüsünü, enfekte olmuş yaprağın klorotik yerinden aynı yaprağın koyu yeşil kısmındakinden çok daha hızlı vücutlarına alırlar. Aynı türlerin denenen bitkileri veya kültür varyeteleri de virüs kaynakları olarak belki farklıdır (Swenson, 1963). Böyle testler yapıldığında diğer metotlar tarafından belirtildiği gibi, virüslerin aphidler tarafından hastalıklı bitkilerden nakledilmeleri, virüs konsantrasyonu ile ilgilidir (Bradley, 1962; Swenson ve ark., 1964). Çoğu çevre şartı ve besleme ile ilgili denemeler, bitkideki virüs konsantrasyonunu değiştirmiştir. Genel olarak virüslerle ilgili çalışmalar arasında, iyi bitki kültürü, yüksek virüs konsantrasyonunu sağlar ve böcekler tarafından virüsün elde edilmesinin kolaylaştırılması olarak açılabilir. Sirkülatif patates leaf roll virüsü istisnadır (Kassanis, 1952). Virüs, patatesi enfekte etmenin yanı sıra diğer patlıcangilleri ve yabancı otları da enfekte eder. Semptomlar yüksek azot seviyesinde yetiştirilen bitkilerde maskelenir ve nakil daha az uygun şartlarda beslenen bitkilerden daha az olur.

Stylet borne virüslerin elverişli nakli farklı metotlar tarafından bulunabilir. Normal miktarda çoğalma gösteren popülasyonlardan aphidler kullanılabilir. Aphidleri koloni kurduğu bitkilerinden alarak, küçük şişe veya küçük yassı şişe içine 15 dakika veya daha uzun zaman için bırakılmalıdır. Genellikle en çok kullanılan tür, *Myzus persicae*'nin çoğaltıldığı kültürlerden alınan ergin dönemi kullanılmadan önce, akşam koloni oluşmuş bitkiden alınır kısa periyotlar için ve çok daha istekli beslenecektir. Bu periyot müddetince yüksek oda sıcaklığına maruz bırakılmayacaktır. 10-15 saniyelik süre ile vücuda alınma sokup emmesi olduğunda kullanılmalı, virüsü kazanma beslenmesinin durdurulması sebebiyle nakil hızı azalmayacaktır. Salatalık mozayik virüsü (Simons, 1956) gibi birçok virüsler için kaynak olan bitkiler virüs böceğin hortumunda olduğu zaman kısa periyot süresince kullanılmalıdır, bunun dışında nakil hızı çok düşük olabilir. Aphidler vektör kültürünün yapıldığı

kaynak bitkilerinden test bitkisine nakledilmelidir. Aphidlerin test bitkileri üzerinde 30 dakikadan daha fazla süre için bırakılışında bu süre içinde geçmesine müsaade etmeyecek aphidler böyle yaymaya uygun değildirler.

### **Tipik Olmayan Stylet-Borne Virüsler**

Bu grup birkaç aphid-borne virüslerini içerir. Pseudococcidae'ler tarafından nakil de bu grupta görülür. Bu virüslere aynı zamanda semipersistent virüsler olarak bakılır. 10-60 saniyelik süre ile vücuda alınma sokup/emmesi nakil için optimal değildir ve nakletme imkânı, kazanma beslenmesinin 12-24 saatin üstünde bir uzunlukla çoğalır. Hastalıklı bitkiler ile uzun uzun beslenme, sonraki nakli çoğaltmaz. Nakletme imkânı, aphidler hastalıklı bitkiler üzerinde beslenmeden önce bir süre için beslenmeden bırakılırlarsa çoğalmaz. Bu virüslerin naklinde latent periyod görülmez.

Genel olarak bu virüsler aphidler tarafından 1-3 gün tutulurlar. Enfekte edebilmenin kaybı, eğer denemeye alınanlar ağırlıklı olarak ergin olmayanlar ise virüs inaktivasyonunun refleksiyonu kadar iyi bir şekilde, gömlek değiştirmenin bir sonucu olabilir. Bu virüslerden üçü; karnabahar mozayik virüsü, pancar sarılık virüsü ve çilek damar bandlaşması virüsü, virüs, gömlek değiştirmeye kadar kalır ve bunu öğrenmek için çalışılmıştır. Bu 3 virüsle vektör ilişkilerinden ergin aphid kullanılması için denemenin kısıtlanması mecburiyeti görülmemiştir

### **Sirkülatif Virüsler**

Hastalıklı bitkilerden sirkülatif virüslerin tekrar vücuda alınması hakkında bilgiler daha azdır ve stylet-borne virüsler için olandan çok daha eksik kalmıştır. Nitekim Stylet-borne virüsler ile, konukçu bitki türleri ve kültür varyeteleri virüs kaynağı olarak farklı olacaklardır.

Enfekte edilmiş bitkilerden ayrılmış yapraklar bazen aphid ile nakletme denemelerinde virüs kaynağı olarak kullanılmıştır. Ayrılmış olan tek yaprak birkaç kısma ayrılabilir. Böylece virüs kaynağının değişkenliği, farklı türler tarafından denemede veya virüsü elde edilmiş beslenme periyodlarındaki farklılıklarla karşılaştırıldığında zaman azalır. Aphidlerin el ile dokunulması kolaylaştırılmış olur ve virüsü vücuda alma şartlarının çoğaltılması düzeltilmiş olur. Ayrılmış yapraklar, nemli kurutma kağıtları üzerinde kapalı bir yerde muhafaza edilir. Muhafaza edilen yaprakları, yeşil kalması için kinetin ve benzimidazole ile uygulama yapılır, sonra kurutma kâğıdı sadece su ile kullanılır, fakat aphidler barley yellow dwarf virüsü herbir gruptan çok daha sık olarak naklederler. *M. persicae*, dokunulmamış

yapraklar üzerinde daha çok, ayrılmış olan *Physalis floridana* Rydb. (Solanales: Solanaceae) yaprakları üzerinde beslenir (Mackinnon, 1961) ve bu başlıca esas üzerinde, patates leaf roll virüsünün ayrılmış, yapraklardan çok daha kolaylıkla vücuda alındığı şeklinde açıklanabilir. Yaprakbitleri ile taşınabilen bazı patates virüslerinin doğal taşınma oranlarının ve yetiştiricilik alanlarındaki doğal konukçularının belirlenmesi hakkında yürütülen bir araştırmada, *Sinapis arvensis* L. (Brassicales: Brassicaceae), *Solanum nigrum* L. ve *Phalaris brachystachys* L. (Solanales: Solanaceae) yabancı otlarının virüsle enfekteli bitkileri gözlenmiş ve bu enfekteli bitkilere yapılan ELISA testinde *S. arvensis*'te PVY tespit edilmiştir (Sertkaya ve ark., 2007). Hazır ve ark. (2021), *Prunus* ve yabancı otlarda tespit edilen toplam 19 yaprak bitki türünden, *Prunus* üzerinde yedi yaprak biti türünden altısının ve yabancı otlardaki on iki yaprak biti türünden dördünün PPV vektörleri olduğu belirlemişlerdir. Sadece *Prunus*'u tercih eden yaprak biti değil, tesadüfi olarak bitkiye konanların da hastalığın yayılmasında önemli bir rol oynadığını kaydetmişlerdir. Buna göre, PPV ile enfekte *Prunus* sp. veya otsu bitkilerde olan vektör yaprakbitlerinin, sağlıklı meyve ağaçları için PPV inokulum rezervuarları olarak yüksek risk taşıdığı sonucuna varılabilir. Araştırmacılar bölgede taş çekirdekli meyve bahçelerinde PPV'nin doğal olarak yayılması için uygun koşulların mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Güner ve ark. (2006) Bolu ilinde patates alanlarında yabancı otlar üzerinde de PVY bulmuş ve kaydetmişlerdir.

Virüsün vücuda alınmasından sonraki naklin genellikle bütün böceklerin hastalıklı bitkiler üzerinde virüsü bünyelerine almalarına kadar geçen süre kadar artar. Aphidin çoğalma hızı çok çeşitli olabilir. Virüsün vücuda alınması 2 şeye bağlı görünür. Hastalıklı bitkideki virüs konsantrasyonu ve böceğin virüse karşı hassasiyeti, örneğin; yense de yenmese de virüs orta barsak duvarına geçer ve böcek içinde tutulur. Bu 2 etki daima birbirinden ayrılmayabilir. Diğer taraftan virüsü bünyelerine alacak ayrı ayrı farklı böcekler ile vektör türleri içinde hazır olma bakımından çok geniş farklılıklar olabilir. Hepsini nakletmeyen bağımsız böcekler olabilir, böylece bütün böceklerin virüsü nakledecekleri bir noktaya kadar kazanma beslenmesinin periyodunun uzun olması çok etkili olmamaktadır.

Böceklerin yaşı, virüsün kazanılmasında önemli bir faktör olabilir. Thripsler spotted wilt virüsünü, ergin oluncaya kadar hastalıklı bitki üzerinde beslenmedikçe naklemez (Sakimura, 1947), ergin olmayan Planthopper, erginlerden çok daha kolaylıkla wheat striate mozaik virüsünü kazanır. Ergin olmayan leaf-hopper wound timor virüsünü kazanır (Sinha,

1960). Bu virüslerin hepsi için çalışmalar göstermiştir ki virüs için mide duvarının geçirgenliği ergin böceklerde, ergin olmayanlardan çok daha düşüktür. Bezelye aphidi nimfleri erginlerden çok daha iyi vektördürler (Simons, 1954). Diğer taraftan, ergin olmayan *Piesna quadrata* (Fieber) (Hemiptera: Piesmatidae) mide duvarının geçirgen olmaması sebebiyle pancar yaprak kıvrıcıklığı virüsünü alamaz, halbuki virüs ergin böcekler tarafından kolaylıkla nakledilmektedir (Schmutterer and Ehrhardt, 1964). *A. gossypii*, *A. craccivora*, *M. persicae* ve *M. euphorbiae* yaprakbiti vektörlerinde ve konukçuluk yaptığı patates, biber ve domates bitkilerinde DAS-ELISA testi sonucunda PVY ile birlikte bazı diğer virüsler tespit edilmiştir (Güner ve ark. 2016, 2028; Raboudi ve ark. 2002).

### **Test Bitkileri**

Mekanik inokülasyon tarafından virüs enfeksiyonuna bitki hassasiyeti, eğer bitkiler inokülasyondan önce orantılı yüksek sıcaklık ve azaltılmış ışık şiddetinde tutulursa ve beslenme seviyesi yüksek ise genellikle çoğalırlar. Aynı işlemlerin, böcek nakli ile enfeksiyona hassasiyetin artacağına dair bir kanıt bulunmamaktadır.

Işık şiddetinin azaltılması veya karanlık aphid nakli tarafından birçok virüsle bitkilerin enfekte olma hassasiyetini arttırmaz (Bradley, 1962; Swenson, 1966). Salatalık mozaik virüsünde bitkilerin hassasiyeti inokülasyondan 24-48 saat önce bitkilerin karanlıkta tutulmaları ile artmıştır (Sylvester, 1955). Bitkilerin fasulye sarı mozaik virüsü ile enfeksiyona olan hassasiyetleri ön inokülasyon sıcaklığı çok düşük iken artmıştır, fakat enfekte olmuş bitkilerin sayısı, yüksek post inokülasyon sıcaklığında daha fazladır (Welton ve ark., 1964). Fasulye sarı mozaik virüsünün aphidler tarafından nakli ile enfeksiyonda, sıcaklığın etkisi henüz anlaşılamamıştır.

### **Bitkilerin İnokülasyonu**

Birçok virüs nakli çalışmalarında sadece bir böcek sağlıklı bitkiye nakledilmiştir. Bazı zamanlarda bilhassa naklin çok az olduğu zaman ve hız kontrolünün sağlandığı zamanlarda, birden fazla böcek hasta bitkiden sağlam bitkiye alınabilir. Bitkinin enfeksiyonu böceklerin birikmiş dozlarına bağlı olabilir, aslında bir böcek tarafından enfekte edilen virüs, enfeksiyona sebep olmayabilir. Örneğin, Tristeza virüs ile enfeksiyona sebep olmak için 5000 üzerinde aphide ihtiyaç vardır. Yani ortalama olarak virüs 5000 test edilmiş aphid arasından sadece bir aphid tarafından nakledilir. Mevcut bilgiler göstermektedir ki "herbivor" (otobur) ve "viliferous" (tohum veya meyve taşıyan gibi) kelimelerinin kombinasyonu

olarak, bitki yiyen hayvanların (otoburların) belirli bitkilerle ilişkisinde böcek tarafından nakletme ihtimali aynı bitki üzerinde diğer böceklerin bulunuşu ile naklin başlı başına olmasıdır (Bindra ve Sylvester, 1961). Bu, mikroorganizmalar tarafından enfeksiyonda bağlı olmayan hareketlerin teorisi ile uyuşmaktadır. Bununla birlikte, nakil etkili veya etkili olmayan diğer böceklerin bulunmasından etkilenmiş olabilir, böyle enfekte edilmiş bitkilerin sayısı, beklenilenden daha azdır (Dickson ve ark., 1956). Böceklerin beslenmesi bitki hassasiyetindeki değişiklik sonucunda olabilmektedir.

Birkaç böceğin bir bitki üzerine alınması çok aşamalı nakil metodlarının şekli açısından önemlidir (Gibbs ve Gower, 1960). Böyle hallerde virüs nakleden böceklerin oranı maksimum ihtimal hesabı tarafından hesaplanabilir. Bu aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P = 1 - (1-R/N)^{1/I}$$

N= Kullanılan test bitkisi sayısı

İ= Her bir test bitkisinden aktarılan böcek sayısı

R= Enfekte olan test bitkisi sayısı

P= Çalışılmaya başlanılan popülasyonda vektör böceklerin oranı

p= p nin maksimum ihtimal hesabı.

Bu metodun P düşük olduğu zaman iyi sonuç vermesi ümit edilebilir, çünkü test bitkisi üzerine alınan böceklerin olasılığında sadece bir tanesi bitkiye virüsü nakleder. P yüksek olduğu zaman, birden fazla böcek her bir test bitkisine virüsü nakledebilir. P' nin düşük değerleri için, "İ" yüksek olacaktır, fakat P' nin yüksek değerlerinde "İ" düşük olacaktır. Birçok böcek nakil çalışmaları için, P yüksek olursa çok aşamalı transfer metodlarının kullanılmasında küçük bir amaç vardır. Test bitkisi üzerine tek aphidin transferinde P yükselirse çok aşamalı nakil metodunu düzenlemek gerekir. Stylet-borne virüsünü taşıyan tek aphid test bitkisi üzerinde birkaç deneme beslenmesi yapabilir ve herhangi bir denemede enfeksiyon ihtimali diğer yerlerdeki deneme beslenmelerine bağlı değildir. Bitkilerin sistemik enfeksiyonu herhangi bir yerdeki enfeksiyondan meydana gelebilir (Bindra ve Sylvester, 1961). Bu mikroorganizmalar tarafından enfeksiyonda bağlı olmayan hareketlerin teorisi ile uyuşmaktadır. Bununla birlikte, nakil etkili veya etkili olmayan diğer böceklerin bulunmasından etkilenebilir. Böylece enfekte edilmiş bitkilerin sayısı, bağlı olmayan hareketin başlıca prensibinde beklenilenden daha azdır (Dickson ve ark., 1956). Bu,



böceklerin beslenmesi olayı dolayısıyla bitki hassasiyetindeki değişiklik sonucunda olabilmektedir.

### **Aç Bırakma veya Besinin Kesilmesinin Etkisi**

Aphidler bitkilerden petri kutularına 30 dakika veya daha fazla süre için alınırlarsa, hastalıklı bitki üzerine alındıklarında çok daha hazır bir durumda beslenmeye karar vereceklerdir. Araştırmacılar bu yolla uygulama yapılan aphidlerin doğrudan doğruya hastalıklı bitki üzerine alınanlardan çok daha çabucak hastalığı naklettiğini öğrenmiştir. Aç bırakılmayan aphidler, aç bırakılan aphidlerin etkisi kadar nakil yapabilmişlerdir. Aphidler bazen, konukçu bitki üzerinden alınarak beslenmeleri durdurulduğu zaman labium içerisine styelerini geri çekmek isterler her ne kadar hastalıklı bitki üzerinde hemen beslenme veya sokup emiyor gibi görünürse de styletlerini geri çekinceye kadar böyle yapmazlar ve böylece virüsü elde etmezler. Beslenme olmayan bir zaman aralığı, aphidlerin styletlerini tekrar içeri çekmelerini ayarlamalarına izin verir. Sonuç olarak türün açlık etkisi genellikle 15 dakika veya daha az zamanda kazanılır. Virüsün kazanılması için 10-60 saniyelik sokup emme optimaldir. Meydana gelecek naklin ihtimali, sokup emme süresi 60 saniyeden daha uzun olursa şiddetle azalır. Aphidler her zaman, hasta bitkiler üzerine alındıktan hemen sonra sokup emmeye başlamazlar, emmenin süresinin optimal periyodu geçmemesi için izleme dikkatle yapılmalı ve zaman dikkatle ayarlanmalıdır. Stereo mikroskop altında 10'luk büyütme genellikle yeterlidir. Aphidlerin rostrumlarının ucu yaprağa değince emmeye başladıkları kabul edilir, bununla beraber bu büyütme ile eğer styletler yaprak yüzeyine direk nüfuz etmişse bu zor görülür. Günlük kullanmalarda daha fazla büyütme gerekli değildir. Genel değerlendirmeye göre aphid styletleri, değişmeksizin labium ile temasa geçtiği zaman bitki yüzeyine ulaşır.

Virüsün elde edilebilmesinin karşılaştırılması mümkün birçok şartı bazen belirli bir zaman aralığı olabilir, örneğin 20 saniyenin sonunda bütün elde ediş beslenmesinin durdurulması ile araştırılmıştır. Bazı hallerde, aphidlerin elde etme beslenmelerini normal olarak sonlandırmaları ile nakletme hızlarından aşağı düşürülmüştür. Bunun sebebi açık değildir. Bu, sadece bazı aphidlerin virüsü almalarından önce sokup emmeye son verişleri sebebiyle olabilir. Simons (1956), daha önceleri böyle kısa sokup emmeler durdurulduğunda çok muhtemel olarak naklin azaldığını bulmuştur. Bunun için, sadece kendi virüsü kazanma sokup emmelerini kendi istekleri ile sonlandıran aphidlerin kullanılması çok daha iyidir, örneğin 10-15 saniyelik süre ile beslenmesini sonlandıran aphidler (*M.*

*persicae*) tarafından fasulye sarı mozayik virüsünün nakledilme ihtimalinde bu farklılık yoktur (Swenson, 1960). Aphidlerin %90'ı kendi ilk kazanma emmelerini bu süre içinde sonlandırırlar, çok uzun süre sokup emen aphidlerin çıkarılması sebebiyle zamanda az bir kayıp vardır. Bununla birlikte bu, kullanılan aphid türleri ile epeyce değişik olabilir. 10'dan 45 saniyeye kadar olan sırada kazanma emmelerinin devamında naklin sonucu daima fasulye sarı mozaik virüsü için aynı şekilde değildir (Sylvester, 1955).

### **Virüsün Tutulması**

Virüsün tutulması; sirkülatif virüsler birkaç gün veya hafta kadar tutulabilir. Tutulma periyodu, kazanma beslenmesinin süresi ile orantılı olabilir (Simons, 1956) ve farklı sirkülatif virüsler tutulması için birbiri ile karşılaştırılabilir. Virüsün tutulması, denemeye alınan böceklerin günlük olarak bir seri test bitkilerine transfer edilmesi ile kararlaştırılabilir. Standart kazanma beslenmesi kullanılır fakat bunun süresini belirlemek zordur, 24 saat hepsi için değil fakat birçok virüs için yeterli olabilecektir. Yetersiz kazanılan virüsler için aynı denemelerde çok kısa latent periyoda sahip virüslerin tutulması ve latent periyodunun kararlaştırılması için çok uzundur. Biri, nakleden böceklerin popülasyonlarının karakteristiği gibi ortalama tutulmasıyla, extremler ile olanlardan çok daha önemli olacaktır. Uzun periyodun üzerinde bir virüsü nakleden bir böcek virüsü kazanabilmesi için çok daha iyi fırsatlara sahip olabilir. Düzgün konukçu bitkiler ve kazanma beslenmesi temin etmek çabaları şüphesiz olarak çok daha iyi bir şekilde virüs tutulmasının hesaplanmasını mümkün kılacaktır. Denemeye alınan böcek bireylerinin tutulmasının tam periyoduna ilaveten zamanın bir periyodu üzerinde naklin şiddetindeki sapmanın hızı önemlidir.

Stylet-borne virüsler alındıklarından hemen sonra nakledilebilirler, çünkü aphidin içinde latent periyot yoktur. Bu virüsler beslenmeyen aphidler tarafından sadece birkaç saat tutulabilirler, fakat bazen daha fazla tutuldukları ile ilgili kayıtlar vardır; örneğin pancar mozaik virüsü 20 saat tutulmuştur (Watson, 1946). Virüsün beslenmeyen aphid tarafından tutulması, beslenen aphidden daha uzundur. Aphidlerin nakletmesi 30 dakikadan sonra nadirdir.

Herbir bitki üzerinde sınırlandırılan aphid tek sokup emme müddeti ile seri bir şekilde bitkilere nakledilmesi sonucunda denenen aphidlerin etkili olmalarındaki kayıpları takip etmek için çalışmalar yapılmıştır. Böyle denemeler, aphid davranışındaki farklılık tarafından fazlasıyla etkili olmaktadır. Herbir bitki üzerinde aphidlerin sokup emmeleri için

beklemelidir ve aynı sayıdaki bitkiler üzerinde farklı aphidlerin sokup emmeleri için ihtiyaç gösterilen zaman epeyce farklı olabilir. Beslenen aphidler tarafından virüsün tutulması hakkında bilgiler için bulunan en uygun metotlar fasulye sarı mozaik virüsü ile Welton (1963) tarafından kullanılmıştır. Hastalıklı bitki üzerinde aphidlerin tabii olarak 10-60 saniyelik süre ile sokup emme işlemini sonlandırmalarına izin verilmiş ve sonra herbir aphid bir bitkiye olmak üzere sağlam bitkiler üzerine nakledilmişlerdir. Naklin başlangıç seviyesine karar vermek için kullanılan aphidler, kendi tüm etkili olma periyodları için bir sağlıklı bitki üzerine bırakılmışlardır. Diğer aphidler 2. bitki üzerine 1 dakika aralarla nakledilmişlerdir; örneğin virüsün alınmasından 5 dakika sonra virüsün tutulmasını temsil eden aphidler 5 dakika için birinci sağlıklı bitki üzerine bırakılmıştır. Sonra 2. sağlıklı bitkilere transfer edilmiştir ki orada enfekte ettiği sürece kalmıştır. Sonuçlar naklin başlangıç seviyesini kararlaştırmakta kullanılan aphidlerden başka 2. sağlıklı bitkiye nakli üzerine dayanmıştır.

### **Latent Periyod**

Latent periyod, böcekler tarafından virüsün alınması ve ilk nakli arasında geçen zamandır. Bitki virolojisinde "İnkübasyon periyodu" yerine "latent periyodu" terimi tercih edilir, çünkü "İnkübasyon periyodu" terimi, bitkinin inokülasyonundan semptomların görünmesine kadar olan periyodu göstermek için kullanılır. İnkübasyon periyodu, başka bir yorumla böcek içinde, sonradan hiçbir ispatı olmayan virüs çoğalmasını ifade eder. Böcek vektörleri içinde farklı bitki virüslerinin latent periyodu birkaç saatten 6 haftaya kadar farklı olabilir. Latent periyot süresi (Duffus, 1963) alınan virüs miktarı (Maramorosch, 1951) ve bağımsız böcekler arasında çeşitli olabilir. Latent periyot bir virüsün farklı vektör türleri için aynı olmayabilir. *Gyponana octolineata* (Say) (Hemiptera: Cicadellidae)'da aster sarılık virüsünün latent periyodu 19-35 gün iken *Macrostoteles fascifrons* (Stål) (Hemiptera: Cicadellidae)'da takriben 10 gündür (Severin, 1946).

Latent periyot, herhangi bir virüs vektör kombinasyonu için bir karakteristik müddete sahiptir. Bu müddetin kararlaştırılması için düzenli uygulamalar yapılmamıştır. Araştırmacılar minimum latent periyodunun ısrarla üzerinde durmuşlardır. Böyle bir kıymet sadece bir özel bir durum için verilir ve muhtemelen virüs nakleden böceklerin çoğunluğu için tipik değildir. Standart bir kazanma beslenmesi kullanmış ve birkaç tane bezelye aphidi de bezelye enation mozaik virüsünün ortalama latent periyodunun kararlaştırılmasına uygulamıştır. Sonraki birçok olaylarla, ortalama latent periyodunun minimum latent periyottan çok daha kullanışlı ve realist bir

kıymet olarak ortaya çıkmıştır. Latent periyodun kararlaştırılması için farklı virüsler için bulunan bilgiler karşılaştırılabilir olmuştur. Standart kazanma beslenmesi ve transfer aralıklarının bitki üzerinde bir grubu olacaktır. 24 saatlik kazanma beslenmesi, 24 saat aralıklarla birbiri ardından gelen nakiller tarafından takip edilmesiyle test bitkilerinin bir serisi hakkında birçok virüs için yeterli olacak bilgi edinilebilir. Ancak bazı virüsler sadece birkaç saatlik latent periyoda sahiptirler. Bunun için kazanma beslenmesi kısa bir süre belki 4 saat kadar durdurulacaktır. Aksi takdirde, latent periyot, böcekler kültürü yapılan kolonilerin üzerinde olduğu bitkiler üzerinde iken geçecektir. Latent periyodun, böcekler konukçu bitkiyi bırakıncaya kadar başlamayacağına dair deliller iptal edilmiş ve bırakılmıştır. Test beslenmeleri 24 saatten de daha kısa olacaktır. Bilgiler sıcaklık kontrol edilir ve denemedeki böceklerin hepsi aynı yaşta olurlarsa çok verimli olacaktır.

Sirkülâtif virüsler, stilet borne virüsler gibi, üzerinde vektörün çoğalmadığı veya uzun süre kalmadığı bitkilere tarlada doğal ortamda nakledilebilir. Vektör virüsü kazanabilir ve latent periyodu, böyle bir bitkiye geçmeden önce uygun konukçu bitki üzerinde harcayabilir. Böyle bitkiler üzerinde naklin az vektör kalması sebebiyle laboratuvarında çok zordur. Böyle sebeplerle böcekler konukçu bitkiden uygun konukçu bitkiye transfer edilebilir ve latent ince periyot geceye kadar orada bırakılır (Jensen, 1957). Bir bitki virüsünün vektörünü öğrenmede bunun sirkülâtif olması gerektiğini gösteren durumlarla karşılaşmıştır. Endişenin kaynağı vektör türleri, latent periyodun geçmesi için yeterli sürede, böcekleri canlı olarak tutmadaki başarısızlık sebebiyle olumsuz neticelerle denenmiş olabilir. Böceklerin konukçu bitkilerden, nakil denemeleri için aralıklarla alınabileceği uygun konukçuya transferi, uygun uygulama şeklidir.

### **Virüsün Çoğalması**

Birçok araştırmacı uzun latent periyodun oluşu ve böceğin hayatı boyunca yüksek nakil şiddetinin devamı gibi delillerle virüsün böcek vektörü içinde çoğaldığına düşünmüşlerdir. Bununla ilgili deney sivrisinekler üzerinde yapılmıştır ve kullanılan teknik, bitki virüsleri çalışmalarında uygun değildir.

Vektörler içinde virüsün çoğalması için açık ispatları veren 2 metot vardır (Black, 1959). Birincisi, birbirini takip eden inokülasyonların yapılabildiği başlangıç materyalinin maksimum sulandırılması ile sulandırma kadar enjekte etme tekniği ile böcekten, böceğe virüsün seri olarak geçmesidir. İkinci metot, böcek içerisinde çoğalma olmaksızın

maksimum ihtimal ile sulandırmaya ulaşıncaya kadar jenerasyondan jenerasyona virüsün transovarial olarak geçmesidir.

Örneğin Leaf roll virüsünün vektör tarafından alınması ve nakledilmesinde virüsün vektör tarafından nakledilmesinde 3 faz ayırt edilebilir.

a) Kazanma (alınma) süresi (beslenme veya bulaşma beslenmesi zamanı)

b) Sükülasyon süresi (=latent periyod)

c) Inokulasyon (aşılama) süresi

Kazanma süresi, etkili olmayan periyod anlamındadır, aphid nakletmeye etkin olabileceği virüsü çok sayıda toplayabilmek için hastalıklı bitki üzerinde beslenmelidir. Smith (1931), leafroll virüsü için kazanma süresini en az 6 saat olabileceğini tekrarlamıştır. Aphidin enfekte edebilecek hale gelebilmesi için bulaşma beslenme süresinin en az 2 saat olmasının gerekliliği gerçektir.

Sonuç olarak, bitki virüslerinin yayılmasında omurgasız canlılar, özellikle böcekler, kritik bir rol oynamaktadır. Bu organizmalar, virüsleri bitkiden bitkiye naklederken, tarım ürünlerinde ciddi hastalıklara neden olabilecek enfeksiyonların yayılmasına yol açar. Böcek türlerinden yaprakbitleri, beyaz sinekler, tripsler ve kabuklu bitler, birçok bitki virüsünün ana taşıyıcılarıdır ve virüslerin yayılmasında temel aracı olarak görev yaparlar.

Virüslerin taşınma şekilleri farklılık gösterebilir. Bazı virüsler omurgasız taşıyıcının vücuduna girdikten sonra birkaç dakika içinde başka bir bitkiye aktarılabilirken, bazıları böceğin sindirim sistemi veya tükürük bezlerinde çoğalır ve daha uzun süre taşınabilir. Bu taşıma mekanizmaları, virüslerin bitkiler arasında hızla yayılmasına sebep olur. Bitki virüslerinin taşınması, tarımsal üretim ve gıda güvenliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Virüslerin bitkiden bitkiye taşınması, özellikle verimlilik ve kalite kaybına yol açarak ekonomik açıdan ciddi zararlara neden olur. Bitki virüsleri, bulaştıkları bitkilerde büyüme geriliği, yaprak sararması, meyve deformasyonları ve verim düşüklüğüne neden olur. Virüsler doğrudan tohum, toprak veya temas yoluyla taşınabildiği gibi, omurgasızlar aracılığıyla da hızlıca yayılabilir. Bu omurgasız taşıyıcılar, virüsleri sağlıklı bitkilere bulaştırarak salgınların oluşmasına ve geniş alanlara yayılmasına neden olur. Bu durum özellikle yoğun tarım yapılan bölgelerde zararın boyutunu artırır. Virüs taşınmasının önemi, küresel gıda güvenliği

açısından da kritiktir. Salgınlar hem küçük ölçekli çiftçiler hem de büyük tarım işletmeleri için büyük bir tehdit oluşturur. Bu nedenle, bitki virüslerinin taşınmasını önlemek için zararlı böceklerin kontrolü, dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi ve entegre zararlı yönetim stratejilerinin uygulanması önem taşır. Böylece, bitki sağlığı korunarak sürdürülebilir tarım ve yüksek verim sağlanabilir.

Bitki virüslerinin yayılmasında omurgasız canlılar, özellikle böcekler, kritik bir rol oynamaktadır. Bu organizmalar, virüsleri bitkiden bitkiye naklederken, tarım ürünlerinde ciddi hastalıklara neden olabilecek enfeksiyonların yayılmasına yol açar. Böcek türlerinden yaprakbitleri, beyaz sinekler, tripsler ve kabuklu bitler, birçok bitki virüsünün ana taşıyıcılarıdır ve virüslerin yayılmasında temel aracı olarak görev yaparlar.

Virüslerin taşınma şekilleri farklılık gösterebilir. Bazı virüsler omurgasız taşıyıcının vücuduna girdikten sonra birkaç dakika içinde başka bir bitkiye aktarılabilirken, bazıları böceğin sindirim sistemi veya tükürük bezlerinde çoğalır ve daha uzun süre taşınabilir. Bu taşıma mekanizmaları, virüslerin bitkiler arasında hızla yayılmasına olanak sağlar.

Sonuç olarak, bitki virüslerinin taşınmasında omurgasızların rolü, tarımsal verimliliği doğrudan etkiler ve bitki sağlığı yönetiminde omurgasız zararlılara karşı etkili kontrol stratejileri geliştirilmesini zorunlu kılar.

## KAYNAKLAR

- Akbaş, B. Özdemir, I. Değirmenci, K. ve Başaran, M.S. (2012). Movement and Dispersal of Plum Pox Virus in Turkey. VIII. International Conference on Integrated Fruit Production, 07-12 Ekim, Kuşadası/Aydın.
- Bayram S. ve Özdemir, I. (2023a). Physiological Effects of Endosymbiotic Bacteria on Aphids. V. Balkan Agricultural Congress, Edirne, Türkiye, 20-23 Eylül 2023, ss.142.
- Bayram, S. ve Özdemir, I. (2023b). The Significant Endosymbiotic Bacteria in Entomology. VI. Uluslararası Çukurova Agriculture and Veterinary Congress, 22-24 December, Adana.
- Bindra, O. S. ve Sylvester, E. S. (1961). Effect of insect numbers on aphid transmission of potato leafroll virus. *Hilgardia* 31: 279-325.
- Black, L.M., (1943). Some properties of aster yellow virüs. *Phytopathology*, 33:2.

- Blackman, R.L. ve Eastop, V.F. (2024). Aphids on the World's Plants. An Online Identification and Information Guide. Available from: <http://www.aphidsonworldsplants.info> (accessed 22 July 2024).
- Bostan, H. ve Güçlü, C. (2005). "Afitlerle Taşınan Patates Virüsleri, Afitlerden Virüslerin Belirlenmesi ve Mücadele Yöntemleri", *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36 (1), 89-96.
- Bostan, H. Güçlü, C. Öztürk, E. Özdemir, I. ve Ilbagi, H. (2006). Influence of Aphids on the Epidemiology of Potato Virus Diseases (PVY, PVS and PLRV) in the High Altitude Areas of Turkey, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (4): 759-765.
- Bradley, G.A. (1962). Three new species of *Cinara* from central Canada. *Canad. Ent.* 94: 1175-1182
- Broadbent, L. (1954). The different distribution of two brassica viruses in the plant and its influence on spread in the field. *Annals of Applied Biology*, 41:174-182.
- Cognetti, G. (1961). Endomeiosis in parthenogenetic lines of aphids. *Experientia* 17: 168-169.
- Çağlayan, K, Gazel, M. Serçe, Ç.U. ve Kaya, K. (2022). Assessment of susceptibility of different rootstock/variety combinations of pear to Candidatus *Phytoplasma pyri* and experimental transmission studies by *Cacopsylla pyri*. *European Journal of Plant Pathology*. 163 (3), 615-623.
- Dickson, R. C., Metta, McD. Johnson, R. A. Flock ve E. F. Laird, J.R. (1956). Flying aphid populations in southern California citrus groves and their relation to the transmission of the tristeza virus. *Phytopathology*. 46:205-209.
- Duffus, J.E. (1963). Possible multiplication in the aphid vector of sowthistle yellow vein virus, a virus with an extremely long insect latent period. *Virology* 21, 194-202.
- Elmalı, M. (1995). Bitki patojeni virusların transovarial nakli. *Türk Entomoloji Dergisi*, ISSN 1010-6960. 19 (4), 309-317.
- Gibbs, A. J., ve Gower, J. C. (1960). The use of a multiple-transfer method in plant virus transmission studies – some statistical points arising in the analysis of results. *Ann. Appl. Biol.* 48:75-83.
- Güner, Ü. Özdemir, I. Elibüyük, E.A. Erilmez, S. Güz, N. Çanda, R. A. ve Sipahioğlu, H.M. (2016). Screening of Potato Virus Y (PVY) Strains in Potato, Weeds and Aphid Samples in Bolu Province (Turkey).

- 16th triennial meeting of the Virology Section of the European Association of Potato Research (EAPR), May 31st- June 3rd 2016, Ljubljana, Slovenia. p.67.
- Güner, Ü. Özdemir, I. Elibüyük, E.A. Çandar, A. Erilmez S. ve Sipahioğlu, H.M. (2018). The Role of Aphids (Hemiptera: Aphididae) and Weeds on the Spread of Potato Y potyvirus (PVY) Strains on Potatoes in Central Anatolia Region, Turkey. Proceedings of International Agricultural Science Congress. 9-12 May 2018, Van/Turkey.
- Hazır, A., Yurtmen M., ve Fidan, H. (2021). Potential Aphid (Hemiptera: Aphididae) Vectors of Plum-pox Virus (Virus: Potyviridae) and Status of Sharka Disease in Stone Fruit Orchards in the East Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi)*, e-ISSN: 2148-9297, DOI: 10.15832/ankutbd.722483. 27(4): 484-492.
- İlhan, D. Özdemir, I. ve Akbaş, B. (2006). Patates alanlarında sorun olan virüs hastalıkları ve vektörü olan yaprakbitleri ile ilişkileri. IV. Ulusal Patates Kongresi, 6-8 Eylül, Niğde.
- İren, S. (1967). Artropod'larla geçen Bitki Virüs Hastalıklarının Memleketimizdeki Durumu. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt: 7, No.: 3.
- Jensen, D.D. (1957). Parasites of the Psyllidae. *Hilgardia* 27, 71–99.
- Kassanis, B. (1952). Some effects of high temperature on the susceptibility of plants to infection with viruses. *Ann. Appl. Biol.* 39:358-369.
- Kenten, S. (1955). The effect of photoperiod and temperature on reproduction in *Acyrtosiphon pisum* Harris and on the form produced. *Bull. Entomol. Res.* 46, 599-624.
- Lees, A.D. (1961). Clonal polymorphism in aphids. *Insect Polymorphism* (ed.J. S. Kennedy). Symposium of the Royal Entomological Society of London, 1, 68–79.
- MacGillivray, M.E. (1955). Further aphids of the maritime provinces. *Canad. Ent.* 87: 331-337.
- MacKinnon, J.P. (1961). Preference of aphids for excised leaves to whole plants. *Canadian Journal of Zoology.* 39, 445–447.
- Maramorosch, K. (1951). Handy insect-vector cage. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 59: 49–50.



- Nault, L. R., Gyrisco G.G. ve Rochow, W. F. (1964). Biological relationship between pea enation mosaic virus and its vector the pea aphid. *Phytopath.*, 54, 1269-1272.
- Özdemir, I. ve Toros, S. (1997). Ankara parklarında mevsimlik süs bitkilerinde zararlı Aphidoidea (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21 (4): 283-298.
- Özdemir, I. Güner, Ü. Oksal, H. D. Başaran, M. S. ve Kepenekci, İ. (2011). Tohumluk Patates Ekiliş Alanlarında Tespit Edilen Yaprakbiti Türleri ile Virüs Vektör ve Yabancı Ot İlişkileri, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri 28-30 Haziran, Kahramanmaraş.
- Özdemir, I. (2013). Vektör yaprakbitlerinin beslenme şeklinin patatesteki virüs naklindeki rolü. Patates Zararlı Organizmaları Sempozyumu, 4-7 Kasım, Ankara.
- Raboudi, F., Ben Moussa, A., Makni, H., Marrakchi, M. ve Makni, M. (2002). Serological detection of plant viruses in their aphid vectors and host plants in Tunisia. *EPPO Bulletin*, 32, 495-498.
- Sakimura, K. (1947). Virus transmission by *Cuscuta sandichiana*. *Phytopathology* 87: 66-67.
- Sertkaya, G., Martini, M., Musetti, R. ve Osler, R. (2007). Detection and molecular characterization of phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. *Bulletin of Insectology* 60: 141-142.
- Severin, H. H. P. (1946). *Acinopterus angulatus*, a newly discovered leafhopper vector of California aster yellows virus. *Hilgardia*. 17(5):197-209. DOI: 10.3733/hilg.v17n05p197
- Smith, K. M. (1931). Studies on potato virus diseases. VIII. On a ringspot virus affecting solanaceous plants. *Ann. Appl. Biol.* 18:1-15.
- Simons, J.N. (1956). The Pepper veinbanding mosaic virus in the Everglades area of South Florida. *Phytopathology*. 46:53-57.
- Sinha, R.C. (1960). Red clover mottle virus. *Ann Appl Biol.* 60: 1566-1569.
- Sinha, J.G. (1963). Stored product Acarology in Canada, in Naegele (Edi.) *Adv. In Acarol.*, 1: 70-88.
- Swenson, K. G. (1960). Aphid-virus relationships in the transmission of bean yellow mosaic virus by *Myzus persicae*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 53, 521.

- Swenson, K. G. (1963). Effects of insect and virus host plants on transmission of viruses by insects. *Annals of the New York Academy of Sciences* 105:730-740
- Swenson, C.F., Le Tourneau, D. ve Erickson, L.C. (1964). Silica in medusahead. *Weeds* 12:16–18. doi:10.2307/4040629.
- Sylvester, E.S. (1955). Lettuce mosaic virus transmission by the green peach aphid. *Phytopathology* 45: 357-370.
- Toros, S. (1973). Bitki Patojen Virüslerinin Aphidlerle Nakil Mekanizması. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt: 13, No.: 2.
- Ulubas Serce, Ç., Gazel, M. Caglayan, K. ve Sauvion, N. (2016). Potential psyllid vectors of Candidatus *Phytoplasma mali* and Candidatus *Phytoplasma pyri* in Turkey. *Journal Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. (53): 2, 3-11. DOI:10.21162/PAKJAS/16.3804
- Wadley, F. M. (1936). Development-temperature correlation in the green bug, *Toxoptera graminum*. *J. Agric. Res.* 53: 0259Ð0266.
- Welton, R. E. (1963). Susceptibility of peas to aphid inoculation with bean yellow mosaic virus. Ph.D. dissertation, Oregon State University, 130 pp.
- Welton, R. E., Swenson, K. G. ve Sohi, S. S. (1964). Effect of temperature on plant susceptibility to infection with bean yellow mosaic virus by aphid transmission. *Virology*, 23:504-510.

# BÖCEKLERDE KONUKÇU SEÇİMİ VE BESLENME DAVRANIŞLARI

Eda BUDAK AKBAL<sup>1</sup>  
Erol BAYHAN<sup>2</sup>

## Giriş

Hayvanlar aleminde teşhis edilmiş dünyada yaklaşık 1250000 tür ile hayvanların yaklaşık 3/4'ünü böcekler oluşturmaktadır (Kansu, 2000, Gullan and Cranston, 2010; Ulusoy ve ark., 2022). Böcekler birçok yaşam ortamında bulunabilir. Boyutları, şekilleri, renkleri, biyolojileri ve ömürleri açısından kıyaslandıklarında böceklerin dünyası büyüleyici olduğu görülmektedir. Böceklerin doğaya ve insanlığa katkısı sayılmayacak kadar fazla olduğu bilinmektedir. Böceklerin tarımsal alanlarda oluşturdukları zararları önlemek için ilk düşünülen ve uygulanan yöntem Kimyasal mücadeledir. Bu yöntem çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri oldukça fazladır. Bu sebeple dünyada olduğu gibi ülkemizde de birçok araştırma yürütülmüştür (Sener ve ark., 2009; Demirel ve Erdogan, 2017; Kaplan, 2019; Yiğit ve ark., 2021; Budak ve ark., 2022; Baş ve ark., 2023; Saifi ve ark., 2023).

Böcekler ve konukçusu olan besinler uzun yıllar doğal ayıklanma tarafından düzenlenmiştir. Konukçu türler böcek saldırılarına karşı canlı kalabilmek için korunma ve savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir (Painter, 1951; Maxell ve ark., 1972; Norris ve ark., 1980). Aynı zamanda doğada diğer türlerle rekabet halindedirler. Tüm bu durumlar konukçu türlerin zararına görülen işler olarak düşünülebilir. Bir konukçu tür böceklerle ilgili böcek beslenmesini engelleyici bazı yöntemler geliştirdiğinde esasta kendi besin kaynağının azalmasıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Çünkü eğer canlı kalırsa böcekte kendisinin geliştirdiği mekanizmalar ile ayarlama yapabilir. Böylece sonuçta geçici olarak konukçu savunması kırılabilir. Bu devam eden saldırı ve karşı savunma durumu böcekler ile konukçularının evriminde esas rol oynar (Clark ve ark., 2007). Bu işlevin önemli bir sonucu genel besin ilişkilerinin sayısında azalma ve besin özelleşmesi ile tercihinde belli bir oranda artış olması sonucunu doğurmaktadır. İlişkilerinde bazı değişikliklerin oluşmasıyla ilgili olarak konukçu türler ve böceklerin özellikleri kalıtsal olmakta böylece ayırt edici

---

<sup>1</sup> Öğretim Görevlisi, Dicle Üniversitesi, edaabudak@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Dicle Üniversitesi, erolbayhan@gmail.com

özellikler bir dölden diğer döle geçebilmekte ve geçirmiş oldukları yararlılığın derecesi doğal ayıklanma ile test edilmektedir. Çoğunlukla bu değişiklikler enzimatik ve fizyolojik olmaktadır. Fakat bunun yanında davranışsal uyarılarda meydana gelir. Burada konukçu bitkiye yerleşme periyodu boyunca ilişkinin kaybolması böceğin şansını azaltır.

Böcekler canlı ve ölü birçok organik madde üzerinde beslenebilmekte ve doğada birincil veya ikincil ayrıştırıcılar olarak çok önem kazanmaktadır. Atıkları parçalamaya ve atmaya yardımcı olan böcekler olmadan, ölü hayvanlar ve bitkiler çevremizde birikir ve bunların doğada dekompoze olmaları çok güç olabilir. Bazı böcekler çok farklı türler ile beslenir. Genel olarak beslenenlere örnek hamamböcekleri verilebilir. Birçok böcek, bitkiler veya insanlar da dahil olmak üzere diğer böcekler veya hayvanlar üzerinde avcı veya parazitoit olarak yaşarlar. Bu tür böcekler, zararlı popülasyonlarını (böcekler veya yabancı otlar) tolere edilebilir bir seviyede tutmaya yardımcı olmak için doğada önemlidir. Buna doğal denge diyoruz. Avcı ve parazitoit böcekler, zararlı olarak kabul ettiğimiz diğer hayvanlara veya bitkilere saldırdıklarında bunlarla mücadelede çok önemli bir yere sahiptirler (Rosenheim ve ark., 1993). Böcekler görünüşte sonsuz çeşitlilikte yiyeceklerle beslenirler. Birçok böcek omnivordur, yani bitkiler, mantarlar, ölü hayvanlar, çürüyen organik maddeler ve çevrelerinde karşılaştıkları hemen hemen her şey dahil olmak üzere çeşitli yiyecekleri yiyebilirler. Çöpçül böceklerin birçoğu sayısız kaynaktan hem bitki hem de hayvanların bozulmakta olan atıklarıyla beslenir. Bunlara omnivor denir. Bununla beraber pek çok böcek besin ilişkileri açısından çok spesifiktir. Kendilerini bitki dokusu, bitki özsuğu, nektar, hayvan eti, hayvan kanı gibi besinlerin özel tiplerine sınırlandırmışlardır. Çoğunlukla besin tipiyle ilgili olarak sınırlı sayıdaki tür konukçu olarak kabul edilmektedir. Hayvanların besin alışkanlıklarına göre tanımlamada genellikle monofag, oligofag ve polifag gibi terimler kullanılır. Polifag türler normalde bitki ve hayvanların bazı familyalarında geniş bir besin dizisi üzerinde beslenirler. Oligofag türler daha dar bir besin dizisine sahiptirler. Çoğunlukla tek bir familya üzerinde beslenme özelliğindedirler. Monofag beslenme ise bir tek türle sınırlandırılmıştır. Monofaglar besin seçiminde yani diyetlerinde uzmandır, hayatta kalmak için yalnızca belirli bir bitkiye veya belirli bir bitkinin belirli bir bölümüne güvenebilirler. Böcekler arasında besin tercihlerini gözden geçirdiğimizde böceklerin besin kaynaklarının yararlılığı ile ilgili olarak ayırabiliriz. Canlı türler üzerinde beslenen böcekler ele alındığında en önemli mekanizma Koevaluasyondur. Bitki ve hayvanların çok hücreli karasal ve tatlı su

türlerinin pek azı böceklerin saldırısına karşı bağışıklık sistemine sahiptir. Koevaluasyon ve rekabet gibi diğer ekolojik faktörler bir ekosistemde türler arası farklı besin kaynaklarının paylaşılmasında etkili bir yoldur. Bu durum her çeşit besin ilişkileri için genelde aynıdır. Bununla beraber konukçu seçimine uyan cevap tiplerinin detayları örneğin otçullar için bitki, parazit ve predatörler için konukçu böcek, av ve kanla beslenenler için omurgalı konukçu seçimi birbirinden belli noktada farklıdır (Futuyma ve Moreno, 1988; Whiteman ve Jander, 2010; Matsubayashi ve ark., 2010; Yao ve ark., 2016; Aşkın ve Akça, 2023).

Böceklerin konukçu seçimi davranışları, besin alışkanlıkları davranışlarındaki ergin larva farklılığından dolayı birçok türde bu durum karışıktır (Yao ve ark., 2016). Çekirgeler ve bazı Hemipterlerden pek çok türde erginler ve yavruları bir arada beslenirler. Bunlar konukçu bitki tercihinde aynı uyarı şeklinde tepki gösterirler. Bununla beraber diğer birçok böcekte erginler yavrularının beslendiğinden tamamen farklı olan besinler üzerinde beslenirler. Buna örnek olarak kan emen böcekler, bir grup sucul türle, Lepidopterlerin birçoğu, birçok Hymenopter türü özellikle böceklerde parazit olanlar ve bazı Coleopteralardır. Bu türlerin hem erginleri hem de yavruları besin bulmanın veya besin tanınmanın farklı tiplerini göstermektedirler veya dişiler yumurta bırakma davranışlarının bir bölümü olarak yavruları için gerekli olan besinleri seçmektedir. Sonraki grupta eğer dişiler etrafındaki uygun besinlere yumurta koyarak görevini yapmış ise yavruları için, besin bulma problemi olmayacaktır. Eğer dişi yumurtalarını bırakırken hata yaparsa yavruları açlıktan ölür ve zararlı genlerin temizlenmesi işleminde türlerin besin ilişkisinin kurulmasında zararlı olacaktır (Lehane, 1991). Bununla beraber larvalar tarafından çevredeki besinlerin araştırılması başarıya ulaşabilir veya ulaşamaz. Sucul larvalar besinlerini süzerek bulduklarından daha az seçici beslenirler. Bunlarda az hatta hiç problem yoktur. Bazı bitkiyle beslenenlerde larvalar yaşlı olanlardan daha çok genç olan bitki kısımlarını seçer ve uygun beslenme bölgelerine yerleşirler. Konukçu seçiminin önemi, böceklerin yaşam döngüsünün devamı için kritik olmasından kaynaklanır. Doğru konukçu seçimi, yavruların başarılı bir şekilde gelişebilmesi ve nesillerini sürdürebilmesi için gereklidir (Yao ve ark., 2016). Ayrıca, konukçu seçimi, parazitoidlerin veya yavruların doğal düşmanlarının etkilerinden korunmalarına veya beslenmelerinin sağlanmasına da yardımcı olabilir. Parazitoid böcekler, konukçularının vücut sıvılarını veya dokularını besin olarak kullanırlar. Sindirim sistemleri, bu tür besinleri işlemek üzere özel adaptasyonlar göstermiştir. Örneğin, bazı parazitik böcekler, konukçunun kanını veya dokularını

sindirebilecek özel enzimler üretir. Örneğin, Sineklerin larvaları veya bit parazitleri, konukçularının vücut sıvılarını sindirebilecek özel sindirim enzimlerine sahip olabilirler.

### **Konukçu Seçimini Etkileyen Faktörler**

Böcekler dünyasında konukçu seçimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar içerisinde önemli olan faktörleri Kimyasal iletişim, Fizyolojik, Ekolojik, Genetik ve Davranışsal faktörler olarak sıralayabiliriz (Futuyma and Moreno, 1988; Gardiner ve ark., 2008; Matsubayashi ve ark., 2010; Whiteman and Jander, 2010; Forister ve ark., 2012; Yao ve ark., 2016).

#### **A. Kimyasal İletişim**

Böceklerin konukçu bitkileri tespitinde feromonlar ve bitkilerin sahip olduğu kimyasallar önemli şekilde rol oynamaktadır? Bitkilerin yaydığı belirli uçucu bileşenlerin böceklerin konukçu seçimini nasıl etkilediği kimyasal iletişim içerisinde yer almaktadır. Böcekler beslenecekleri bitkinin tanınmasında yerlerinin belirlenmesinde görsel, kimyasal koku, tat ve dokunumsal işaretleri kullanırlar. Koku alma böcekler arasında uzaktan haberleşmede etkilidir (Demirel, 2007a; De Bruyne and Baker, 2008; Cengiz et al., 2010; Vieira and Rozas, 2011; Leal, 2013; Benoit ve ark., 2014; Demirel, 2016). Ama görsel işaretler ve diğer yerleşme mekanizmalarını da göz ardı etmemek gerekir. Çünkü konukçu kokusunun rüzgâra karşı olduğu durumlarda uygun uzaklıkta uçan böcekler ile ilgili tarlalarda yapılmış saptamalar vardır (De Bruyne and Baker, 2008). Vejetasyon renginin böcekler tarafından algılanması besinin derecelenmesinde önemli bir rol oynar. Fakat konukçu türün ayırt edilmesinde etkili değildir. Afitler leafhopperlar (Demirel ve Yıldırım, 2008) ve Coleopterler sarı ve sarı yeşil renkler tarafından kuvvetli cezbedilirler. Çiçeklerin renkleri arıları uzaktan cezbetmelerine rağmen yakın mesafede seçim esas olarak koku ile olmaktadır (De Bruyne and Baker, 2008; Leal, 2013; Yao ve ark., 2016). Bir grup araştırmacı Gottfried ve Fraenkel (1959) tarafından önerilen besin değeri olmayan alkaloid, glikosid ve aromatik yağlar gibi bitkinin ikincil bileşenlerinin seçici algılanması ile konukçu bitkinin yalnızca bu yolla seçildiği fikrini benimsemişlerdir. Gottfried ve Fraenkel (1959) teorisini şu sekile açıklamıştır. Böceklerin besin özellikleri esas olarak bitkilerde bu bileşenlerin bulunuşu veya bulunmayışı ile ilgilidir. Genel olarak böceklere karşı repellent veya atraktant olarak görev görür. Frakolin teorisi herbivor böceklerin ve bitkilerin koevaluasyon kavramı ile iyi uyuşmasıdır. Herbivorların beslenmesinde bazı bitkiler tarafından yönlendirilen seçici bir baskı olduğu

ileri sürülür. Özellikle angiospermiler (kapalı tohum) metabolik formda ürettikleri savunma kimyasallarına gereksinimleri vardır. Herbivorlar sırasıyla besin gereksinimini azaltma özelliğindedir ve bazı türler bazı karşıt mekanizmalar ile bu seçici baskıyı aldıkları düşünülür. Herhangi bir türün bitkilerinin savunma mekanizmasını bir anda yenmesi ile herbivorların rekabetine karşı geçici olarak avantaj sağlar. Herhangi bir kimse böcek davranışlarındaki bu değişiklikleri bitkilerin savunma stratejilerinin yenilmesine yalnızca yardımcı olmamakta aynı zamanda konukçunun tanınması anlamındaki bu garip maddeleri kullanarak onu sömürmekte olduğunu düşünebilir. Başka çalışmacılar böceklerin besin bitkilerini onların besin değerlerini esas alarak ve şeker, yağ aminoasit gibi bazı uyarıcılarına cevap verdiklerini ileri sürmüşlerdir. Bu bileşikler çok yaygın olmasına karşın kimyasal alıcılar hariç bunlar kolayca tanınmazlar ve konukçu bitkide bulunan rolleri ne olabilir konusu ortaya çıkar. Açık olarak bazı uzlaşma teorilerine gereksinim vardır. Bununla beraber böcek konukçu ilişkilerinde büyük değişiklikler genelleme yapmayı engeller. Yaprakbiti gibi bazı böcekler yalnızca konukçu bitkileri değil aynı zamanda türler arasında bunların yapraklarını tanıma ve ayırma kabiliyetindedirler. Bunlar aynı zamanda yılın farklı zamanlarında alternatif konukçuları ayırt etme özelliği de mevcuttur. *Lymanthria dispar* L. (Lepidoptera: Erebidae) gibileri ise geniş bir konukçu bitki üzerinde beslenme kabiliyetindedir. Bunlar ayırt etme kabiliyetine sahip olmadıklarından değil çok geniş bir tat alma özelliğine sahip olmalarından 1. dönem larvalarında olduğu gibi habitatlarına iyi bir şekilde uyma ve yayılma özelliğindedirler. Diğer taraftan içermiş oldukları maddeler ile konukçu bitkilerinin sayısını sınırlandırma özelliğinde olan böceklerde vardır. Lahana kelebeğinin de dahil olduğu bazı böcek türleri hardal yağı glikozitlerinin varlığı ile Crucifera bitkilerine cebzolurlar (Demirel, 2007b). Fakat burada esas besin elementleri konukçu seçiminde eşit oranda gereklidir. Özellikle Crucifereae familyasına bağlı bitkilerin içerdiği sinigrin ve sinelbin gibi glikozitler Lahana kelebeği için cezbedici olduklarından bu bitkilerde zararları önemlidir. Bazen de bitkilerin içerdiği bazı zehirli maddelerin bulunuşu dayanıklılığın oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin *Solanum demissum* L. isimli bitkinin içeriğinde demisin ve tomisin bulunduğu için *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)'ya karşı dayanıklı olduğu saptanmıştır. Konukçu bitki özelliğine örnek olarak diğer türler belirlenmiş ikincil bileşenlerin hiçbirine olumlu bir cevap vermemiştir. Örneğin patates böceği *L. decemlineata* Solanaceae familyasından patatesler ile beslenir. Diğer türlere engelleyici olarak etki eden alkaloidlere karşı bir yanıt vermediği gibi açıkça onları algılamazlar, ikinci bileşikler ile beraber şeker, aminoasit gibi birinci

bileşiklerde bu böceklerin öncelikli ve devamlı beslenmesinde sinerjistik olarak etki yaparlar. Scolytidlerin (Kabuklu böcekler) hem predatörleri hem de parazitleri kabuklu böceklerinin ağaca saldırıları sırasında salgılanan feromonlar ve aynı zamanda kabuklu böcekleri cezbeden konukçular tarafından çıkarılan kokular tarafından cezbedilirler. *Pimpla bicolor* Brulle (Hymenoptera: Ichneumonidae) (konukçu kelebek) konukçusu olan güvenin kokununun açılmasına uzak mesafeden cezbedildiği belirlenmiştir. Dethier (1959) fitofag böcekler tarafından gösterilen beslenme habitatlarının farklılığını belirten esas olaylar sonucunda beslenebilirler. Davranış değişimleri hem çabuk hem de tersinedir (fizyolojik ve morfolojik değişimlere benzer) ve herhangi yeni değişik bitkiyi deneme etkisi güçlenerek ortaya çıkacaktır. Dethier (1959) aynı zamanda böcek ve bitkileri birlikte evrime saldırı ve karşı saldırı zinciri sonucunda değil fakat hem böceklerin sinir sisteminde hem de bitkilerin kimyasal sisteminde tesadüfen oluşacak değişikliklere gereksinim olduğunu ileri sürer. Bu durumda bazı bitkiler fitofag böcekler geliştirmeden önce böcek beslenme engelleyicilerini geliştirmişlerdir. Bazı bitkiler birçok böcek için iyi bir besin oldukları halde diğerleri için olmamasının nedeninin bu olabileceği ileri sürülmüştür. Meyve sinekleri, fermente olmuş meyvelerin kokusuna tepki vererek konukçu seçimini yapar. Fermente olmuş meyveler, sinekler için uygun bir besin kaynağı ve yumurta bırakma ortamı oluşturur (Lange ve ark., 2023). Yaprakbitleri, bitkilerin salgıladığı sekonder metabolitlere tepki vererek konukçu bitkilerini seçer. Bu bitkiler, yaprak bitlerinin beslenme sırasında bitki özsuyunu emmelerine izin veren belirli kimyasal bileşikler içerir (Hatfield ve ark., 1983). Pamuk kurdu, tarımsal zararlıların en bilinen örneklerinden biridir. Bu böcek, konukçu bitkilerini seçerken uçucu organik bileşiklere (VOCs) tepki verir. Pamuk bitkisi tarafından yayılan belirli bileşikler, dişi pamuk kurtlarının yumurta bırakma davranışını tetikler (Lange ve ark., 2023). Monarch kelebekleri (*Danaus plexippus* L. (Lepidoptera: Nymphalidae)), yumurtalarını sütleğen (*Asclepias*) bitkilerinin yapraklarına bırakır. Bu bitkiler, kelebek larvaları için gerekli olan kardiyak glikozitleri içerir. Larvalar, bu kimyasalları yutarak kendilerini avcılardan korur (Melissa and Singer, 2017). Bu örnekler, böceklerin konukçu bitkilerini seçerken kimyasal sinyaller ve çevresel uyaranlara nasıl tepki verdiklerini göstermektedir. Bu seçimler, böceklerin hayatta kalma, üreme ve adaptasyon süreçlerinde önemli rol oynar.

Kan emen sineklerin çoğu yüksek düzeyde konukçu özelleşmesini göstermezler. Kana ilave olarak sık sık nektar ve su ile beslenirler. Genel olarak uygun konukçudan kan alan bazı böceklerin eğilimi yanıltıcı



olmaktadır. İnsanlar kanla beslenenler için uygun ve bazen en çok tercih edilen konukçulardır. Belki de her zaman hazır çıplak yüzeylere sahip olmalarından kaynaklanır (Chahine ve Sokolowski, 2015). Böcek ısırılmalarının oldukça rahatsız edici olması ve çoğunlukla hastalıkları taşımaları nedeniyle bir konukçudan diğerine oranla daha fazla tercih edilmesine etki eden faktörler üzerinde araştırmaların yapılmasını teşvik etmiştir. Bazı kimselerin böcekler tarafından diğerlerine oranla çok sık ısırıldıklarına ait bilgiler duyulmuştur. Araştırmacılar bu olayları anlamak ve konukçu seçiminin başlangıç noktasını araştırmak için bu durumu kullanmışlardır (Klassen ve Hocking, 1964; Hocking, 1971). Sivrisineklerin konukçu seçimi ile ilgili olarak Hocking (1971) şunları belirtmektedir: İnsan vücudunun her bir kısmını araştırmak için en uygun şekilde özel kimyasal cezbedici ile küçük parçalar halinde sürülebilir. Aminoasitler, seks hormonları ve bazı metabolik ürünleri içeren birçok bileşik sivrisinekleri cezbettikleri belirlenmiştir. Hiçbirisi bir şey sürülmemiş vücut yüzeyi kadar cezbedici olmamıştır. Brown ve ark. (2023) rutubetin sivrisinekleri cezbetmekte en kuvvetli etki olduğunu bulmuştur. Bu olaya ikinci önemli etki ise sıcaklıktır. CO<sup>2</sup> önemli bir uyarıcı olarak görülür. Aynı zamanda bazı östrojenler ve test edilen 26 aminoasitte cezbedicidirler. Bununla birlikte son grup maddeler özellikle uçucu olmadıklarından ve doğada saf olarak bulunmadıklarından bunların oynadıkları rollerle ilgili bazı belirsizlikler mevcuttur. Sivrisineklerin konukçuya yerleşmesindeki son uyarının önemi bazı araştırmacılar tarafından deneysel olarak gösterilmiştir. Fakat Gaaboub ve ark. (1971), yayılan sıcaklık ve yayıcı akımları belirlemek ve bunları destekleyen olayları ortaya çıkartmak üzere çalışmışlardır. Yayıcı akımların cezbediciliği taşımış olduğu kokuları arttırabilir. Rhodnius, Triatoma ve Cimex'de son algılama muhtemelen sıcaklık derecesidir.

## **B. Fizyolojik Faktörler**

Böceklerin metabolik ihtiyaçları, besin maddesi içeriği açısından uygun olan bitki veya hayvanları seçmeye iten faktörler olarak belirtilebilir. Burada beslenme fizyolojisi, sindirim enzimleri gibi konuları fizyolojik faktörler içerisinde önem arz etmektedir. Böcekler, yüksek besin değeri sunan bitkileri tercih ederler. Bitkinin içerdiği protein, karbonhidrat ve diğer besin maddeleri, böceğin büyüme ve üreme başarısını doğrudan etkiler. Bitkilerin besin içeriği (protein, karbonhidrat ve diğer besin maddeleri) ile böceklerin tercihleri arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Araştırmalar, yüksek besin değeri sunan bitkilerin böcekler tarafından daha çok tercih edildiğini ve bu bitkilerin böceklerin büyüme ve üreme başarılarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle,

bitkilerin protein içeriği, böceklerin gelişimini ve üreme yeteneğini destekleyen kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Atsatt ve Rausher, 1998). Böceklerin besin değeri yüksek bitkileri tercih ettiği ve bu tercihin böceklerin büyüme, gelişim ve üreme başarısını doğrudan etkilediği detaylandırılmıştır. Protein ve karbonhidrat gibi besin maddelerinin böceklerin sağlığı üzerindeki etkileri açıklanmıştır (Bernays ve Chapman, 1994).

### C. Ekolojik Faktörler

Çevresel koşulların (sıcaklık, nem, ışık) konukçu seçiminde etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin, farklı iklimlerde yaşayan böcek türlerinin konukçu seçiminde gösterdikleri varyasyonları ekolojik faktörler içerisinde gösterilebilir. Çevresel faktörler, böceklerin yaşam döngüsünü, davranışlarını ve dağılımını etkileyen unsurlardır (Futuyma ve Moreno, 1988; Matsubayashi ve ark., 2010; Whiteman ve Jander, 2010; Forister ve ark., 2012).

**1. Işık:** Işık, böceklerin aktivitelerini ve davranışlarını etkiler. Gece aktif (nokturnal) veya gündüz aktif (diurnal) olan böcekler, ışık seviyesine göre hareket ederler (Both ve Visser, 2001; Marra ve ark., 2005).

- **Fotoperiyodizm:** Gün ışığı süresinin değişimi, böceklerin üreme ve gelişim döngülerini etkileyebilir. Örneğin, bazı böcekler, gün ışığının uzunluğuna göre mevsimsel göç veya üreme davranışlarını ayarlar. Büyük Mor kelebek (*Vanessa atalanta* L. (Lepidoptera: Nymphalidae)), gün ışığının uzunluğuna göre üreme döngüsünü düzenler. Kuzey Yarımküre'de, günler kısaldığında (kışın yaklaşmasıyla) bu kelebekler üreme faaliyetlerini azaltır ve kış uykusuna geçer. Yaz aylarında, gün ışığının uzunluğu arttığında, üreme davranışları tekrar başlar. Kısacası, bu tür fotoperiyodizmi kullanarak üreme zamanlamasını mevsimsel ışık değişikliklerine göre ayarlar (Gwinner, 1996; Both ve Visser, 2001; Coppack ve Both, 2002; Marra ve ark., 2005). Yerli çekirge (*Schistocerca gregaria* Forskal (Orthoptera: Acrididae)), gün ışığının uzunluğunu kullanarak göç döngülerini düzenler. Özellikle kuraklık veya gıda kıtlığı gibi çevresel koşullara yanıt olarak, fotoperiyodik değişiklikler göç davranışlarını tetikleyebilir. Gündüz süresinin değişimi, bu çekirgelerin sürü halinde göç etmelerine ve habitatlarını değiştirmelerine neden olabilir (Harris, 2001; Harris ve ark., 2003; Harris ve ark., 2006). Ev sineği (*Musca domestica* De Geer (Diptera: Fanniidae)), gün ışığının süresine göre gelişim döngüsünü ayarlar. Fotoperiyodik sinyaller, sineklerin yumurta bırakma zamanlamalarını ve larva gelişimini etkiler. Gündüz süresinin değişmesi,

sineklerin popülasyon dinamiklerini ve üreme davranışlarını doğrudan etkileyebilir (Roley ve Graham, 1968).

**2. Sıcaklık:** Sıcaklık, böceklerin metabolizma hızını ve yaşam döngüsünü doğrudan etkiler. Çoğu böcek, sıcaklık değişimlerine karşı hassastır ve belirli sıcaklık aralıklarında en iyi şekilde gelişir (Gaaboub ve ark., 1971).

- **Soğukkanlılık (Poikilotermi):** Böcekler soğukkanlıdır, yani vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığına bağlı olarak değişir. Soğukkanlı böcekler, vücut sıcaklıklarını çevre sıcaklıklarına göre düzenler. Bu, böceklerin vücut sıcaklıklarının çevresel koşullara bağlı olarak değiştiği anlamına gelir. Örneğin, çevre sıcaklığı düştüğünde, böceklerin vücut sıcaklıkları da düşer, bu da metabolik hızlarını ve aktivitelerini etkiler. Vücut sıcaklığı, böceklerin fizyolojik süreçlerini, örneğin sindirim, üreme ve gelişim döngülerini etkiler. Düşük sıcaklıklar böceklerin metabolizma hızını yavaşlatabilir ve bu da gelişim sürelerini uzatabilir. Bunun yanı sıra, düşük sıcaklıklar böceklerin kış uykusuna geçmelerine neden olabilirken, yüksek sıcaklıklar ise hızla gelişmeleri teşvik edebilir (Nation, 2008).

**3. Nem:** Nem, böceklerin su dengesini korumaları için kritik bir faktördür. Yüksek nem, su kaybını azaltırken, düşük nem, böceklerin kurummasına neden olabilir (Gullan ve Cranston, 2010).

- **Hygroreception:** Böcekler, nem seviyesini algılayabilen hygroreceptörlere sahiptir ve bu sayede uygun yaşam alanlarını bulabilirler. Hygroreceptörler, böceklerin vücutlarında bulunan ve çevresel nem seviyelerini algılayabilen özel sensörlerdir. Bu sensörler, nem değişikliklerini tespit ederek böceklere çevrelerinin nemli veya kuru olup olmadığını bildirir. Hygroreceptörler genellikle antenlerde, bacaklarda veya diğer vücut bölgelerinde bulunur. Böceklerin uygun yaşam alanlarını bulmalarına yardımcı olur. Örneğin, nemli ortamlarda yaşamayı tercih eden böcekler, yüksek nem seviyelerini algılayarak bu tür ortamları bulabilir ve bu ortamlarda kalabilirler. Aynı şekilde, kuru ortamlardan kaçınmak için nem seviyelerini algılayan böcekler, bu tür alanlardan uzak durabilirler. Bu süreç, böceklerin hayatta kalma ve üreme başarılarını artırmalarına yardımcı olur. Nem algılama, böceklerin davranışsal tepkilerini de yönlendirir. Nem seviyelerindeki değişiklikler, böceklerin hareket etme, beslenme ve üreme davranışlarını etkileyebilir. Örneğin, bazı böcekler yumurtalarını nemli zeminlere bırakırken, diğerleri nemli alanlarda üreme davranışlarını gerçekleştirir (Roley ve Graham, 1968; Gaaboub ve ark., 1971; Gullan ve Cranston, 2010).

**4. Besin Kaynakları:** Besin kaynaklarının bolluğu ve dağılımı, böceklerin yerleşim alanlarını ve hareketlerini belirler. Besin arayışı, birçok böceğin davranışlarını şekillendirir (Gullan ve Cranston, 2010).

- **Konukçu Bitkiler:** Özellikle bitki parazitoidleri olan böcekler, uygun konukçu bitkiyi bulmak için özel adaptasyonlara sahiptir. Bu adaptasyonlar arasında kimyasal sinyallerin algılanması, bitki yüzey özelliklerine duyarlılık ve bitki dokularındaki özel özelliklere tepki verme gibi özellikler bulunur. Örneğin, birçok böcek türü, bitkilerin salgıladığı kimyasal bileşenlere duyarlıdır ve bu kimyasal sinyalleri kullanarak uygun bitkileri bulur (Vieira ve Rozas, 2011).

**5. Predatörler ve Parazitoidler:** Böcekler, predatör ve parazitoidleri tarafından saldırıya uğrarlar. Bu nedenle, savunma mekanizmaları ve kaçınma davranışları geliştirmişlerdir (Hassan ve Müller, 2020). Bu savunma mekanizmaları şunları içerir:

**Kimyasal Savunma:** Bazı böcekler, predatörleri caydırmak için toksik veya kötü kokulu kimyasallar üretir (De Bruyne and Baker, 2008). Örneğin, bazı böcek türleri, avcılarını uzak tutmak için asidik veya zehirli sıvılar salgılar (Eisner, 2003; Eisner ve ark., 2005). Böcekler, bitkilerin yaydığı uçucu organik bileşenler (VOC) gibi kimyasal sinyalleri algılayarak konukçularını seçerler. Bu kimyasal bileşikler, bitkinin türüne, sağlığına ve fenolojik durumuna bağlı olarak değişir. Uçucu organik bileşenler (VOC'ler), bitkilerin çevresel stresler veya herbivor zararlılara karşı verdikleri tepki olarak salgıladıkları kimyasal sinyallerdir. Bu bileşenler, böceklerin bitkileri tanımlamasına ve bu bitkiler üzerinde beslenecek uygun konukçuları seçmelerine yardımcı olur (Vieira ve Rozas, 2011). Bitkilerin VOC profili, bitkinin türüne, sağlık durumuna ve fenolojik aşamasına bağlı olarak değişir; bu nedenle böcekler bu değişiklikleri algılayarak, bitkinin sağlığı veya besin değeri hakkında bilgi edinirler (Turlings ve Erb, 2018).

**Fiziksel Savunma:** Bazı konukçularda beslenme, sığınma, yumurta bırakma gibi davranışlar açısından zararlılar tarafından tercih edilmemektedir. Bunun sonucunda da zararlıya karşı dayanıklılık ortaya çıkar (Bonaventure ve ark., 2011). Örneğin bitkinin iç ve dış yapısı, tüylü veya tüysüz olması, yaprakların mumsu veya mumsu olmaması, bitki rengi, konukçunun kokusu ve tadı gibi özellikler bazı zararlılar tarafından tercih edilmez veya edilebilir. Tercih edilmeyen konukçular çoğaltılarak o zararlılara karşı dayanıklı çeşitler olarak kullanılabilir. Örneğin pamukta yaprakların tüylü olması beyazsinekler tarafından sevilirken, Thripsler ve

Yaprak pireleri tarafından tercih edilmezler (Demirel ve Yıldırım, 2008). Böcekler, sert dış iskeletler, dikenler veya kıllar gibi fiziksel savunma özelliklerine sahip olabilir. Bu yapılar, predatörlerin böceklere zarar vermesini zorlaştırır veya ağzını yaralayabilir (Pasteels ve ark., 1995). Bitkinin yaprak yapısı, sertliği ve tüylenme durumu gibi fiziksel özellikler de böceklerin konukçu seçimini etkiler. Örneğin, bazı böcek türleri yumuşak yapraklı bitkileri tercih ederken, diğerleri dikenli veya tüylenmiş yapraklara sahip bitkilerden kaçınır. Bitki yapraklarının sertliğinin, tüylenmesinin ve diğer fiziksel özelliklerinin böceklerin bitki seçimini etkilediğini görülmüştür. Bazı böcek türlerinin yumuşak yapraklı bitkileri tercih etmesi, bu bitkilerin daha kolay tüketilebilmesi veya daha besleyici olmasıyla ilişkilidir. Diğer taraftan, dikenli veya tüylenmiş yapraklara sahip bitkiler böcekler için daha az cazip olabilir, çünkü bu özellikler bitkileri savunmasız bırakmakla birlikte, aynı zamanda böceklere karşı fiziksel engeller oluşturmaktadır (Coley, 1983).

**Hızlı Hareket ve Kaçınma Davranışları:** Böcekler, predatörlerden ve parazitoitlerden kaçınmak için çeşitli davranışsal stratejiler geliştirir (Rosenheim ve ark., 1993; Hassan ve Müller, 2020; Jansson ve Stenberg, 2020). Böcekler, çevrelerine uyum sağlamak için renk ve desenlerini değiştirirler ve bu durum onları predatörlerin gözünden gizler. Örneğin, bazı böcekler yaprak benzeri görünümüne geliştirebilirler (Poulton, 1890). Böcekler, predatörlere yakalanmaktan kaçınmak için hızlı hareket edebilir veya ani yön değişiklikleri yapabilirler. Bu tür davranışlar, predatörlerin böceği yakalamasını zorlaştırır (Bernays ve Chapman, 1994).

**Parazitoidin Savunması:** Parazitoitler, genellikle böceklerin iç organlarına yumurta bırakır. Bu tehditlere karşı bazı böcekler, parazitoitlerin yumurtlayacağı alanlardan kaçınmak için davranışsal adaptasyonlar geliştirmiştir. Örneğin, bazı böcekler, yumurtlama riskini azaltmak için belirli bitkilerde yumurtlar veya parazitoitlerin etkisini azaltmak için sosyal yapılar geliştirir (Rosenheim ve ark., 1993; Godfray, 1994).

#### **D. Genetik Faktörler**

Böceklerin belirli bitkilerle uzun süreli evrimsel ilişkiler geliştirmiş olmaları, bu ilişkilerin kalıtsal özellikler taşıması ve konukçu seçiminde genetik olarak sabitlenmiş davranışlar Genetik faktörler içerisinde ele alınmaktadır. Konukçu bitkinin böcek yerleşimine karşı direncini belirleyen faktörler arasında yapısal bariyerlerin varlığı, allelokimyasallar ve besin yetersizliği ile dengesizliği yer alır (Panda ve Khush, 1195; Gardiner ve

ark., 2008). Bu direnç nitelikleri kalıtsaldır ve bitkiyi böcek kullanımına uygunsuz hale getirme eğiliminde uyumlu bir şekilde çalışır.

Genetik dayanıklılığı kendi içerisinde aşağıdaki gibi gruplara ayrılır.

A. Gen sayısına göre;

a) Monogenik dayanıklılık: Meydana gelen dayanıklılık tek bir gen tarafından ortaya çıkmışsa bu duruma Monogenik dayanıklılık denir.

b) Oligogenik dayanıklılık: Meydana gelen dayanıklılık birkaç gen tarafından ortaya çıkmışsa bu duruma Oligogenik dayanıklılık denir.

c) Polygenik dayanıklılık: Meydana gelen dayanıklılık birçok gen tarafından ortaya çıkmışsa bu duruma Polygenik dayanıklılık denir. Bu duruma aynı zamanda Yatay dayanıklılık adı da verilir.

B. Majör ve Minör genlere göre;

a) Majör dayanıklılık: Direnç bir veya birkaç majör gen tarafından kontrol edildiğinde ortaya çıkan dayanıklılığa Majör dayanıklılık ismi verilir. Majör genlerin güçlü bir etkisi vardır ve bunlar kolayca tanımlanabilir. Dikey direnç olarak da adlandırılır.

b) Minör dayanıklılık: Meydana gelen dayanıklılık küçük bir gen tarafından ortaya çıkmışsa bu duruma Minör dayanıklılık denir.

C. Biotip reaksiyonuna göre;

a) Dikey (Vertikal) dayanıklılık: Ekolojik dirençte genetikten ziyade çevresel değişkenler rol oynamaktadır. Bazı bitki türleri, böcek zararından kaçınarak en savunmasız aşamayı hızla aşabilir. Tarımda, erken olgunlaşan bitki çeşitlerinin (erkenci çeşit kullanımı) etkili bir böcek mücadelesinde etkili olduğu kanıtlanmıştır. Böcek saldırısından kaçınmak için bu tekniği kullanan bitkilerin, böcek popülasyonları çok hızlı bir şekilde artması ve salgın yapması durumunda ortaya çıkacak böcek zararı çok daha büyük olur (Gardiner ve ark., 2008; Matsubayashi ve ark., 2010; Whiteman ve Jander, 2010; Forister ve ark., 2012). Birçok zararlıya karşı günümüzde erkenci çeşit kullanımı etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

b) Yatay (Horizontal) dayanıklılık: Yatay direnç, bir bitki türünün farklı çeşitlerinde farklı böcekler tarafından saldırıya uğradığı ve farklı bir etkileşimin olmadığı durumu tanımlamaktadır. Tüm dirençli çeşitler, tüm böcek biyotiplere karşı aynı direnç seviyesine sahiptir. Bu tür bir direnç, biyotipe özgü olmayan direnç, genel direnç veya kantitatif direnç olarak da adlandırılır. Yatay direnç sıklıkla, her biri direnç özelliğine çok az miktarda

katkıda bulunan bir grup poli gen veya minör gen tarafından düzenlenir. Yatay direnç orta düzeydedir, böcek üzerinde yüksek bir seçim baskısı oluşturmaz ve bu nedenle daha dayanıklı veya istikrarlıdır.

### **E. Davranışsal Faktörler**

Böceklerin yaşam döngüsüne bağlı olarak farklı dönemlerde farklı konukçulara yönelmesi davranışsal faktörler olarak belirtilmektedir. Örneğin, bazı böcek türlerinin larval dönemlerinde farklı, ergin dönemlerinde farklı konukçular kullanması. Entomofag predatör ve parazitoitlerin besin alışkanlıkları çok değişkendir (Rosenheim ve ark., 1993). Genellikle predatörler parazitlerden daha az seçicidir. Fakat *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) gibi yalnızca *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera: Margarodidae)'ye özelleşmiş predatörlerde vardır ve bunlar ava özelleşmişlerdir. Predatörler avlarının hem larva hem ergin dönemlerini tüketme eğilimindedirler. Bununla beraber farklı kombinasyonlar meydana gelir. Örneğin türlerin larvaları aktif predatör olmasına karşın Syrpbidlerin erginleri esas olarak nektar ile beslenirler. Diğer familyalardan bazı sineklerin larvaları çöpçül, ergin dönemde ise predatördürler. Diğer taraftan parazitler çok benzer şekilde büyük konukçu özelleşmesi gösterirler. Ergin larva beslenme ayrılıkları yaygındır. Örneğin parazit hymenopteranın çoğunluğu larva olarak parazitik, ergin olarak nektar polenle beslenirler (Gullan ve Cranston, 2010).

### **Besin Ediniminin Davranışsal Mekanizması**

Böceklerin besin bulması ve besinleri tanınması bu konuda yapılan çeşitli araştırma ve literatüre göre çok karışıktır. Bununla birlikte aynı besin tipinden yararlanma ile ilgili konukçu seçimi açıkça birbirleriyle ilişkili bir zincir işleminden ibaret olduğu ileri sürülmektedir (Dethier, 1954). Fitofag ve zoofag beslenen böceklerin davranışı benzer şekilde olduğu ve bunların üç safhanın bileşiminden oluştuğu belirtilmektedir (Dethier, 1954; Dethier, 1959; Dethier ve ark., 1960; Dethier ve ark., 1968; Dethier, 1982; Dethier, 1989). Araştırmacılar tarafından bu dönemler, 1. Besine doğru yönelme, 2. İlk yeme yanıtı ve 3. ise Beslenmenin devamı olarak belirtilmektedir. Ayrıca entomofag böceklerin konukçu seçim davranışları; 1. Konukçu habitatını bulma, 2. Konukçuyu bulma, 3. Konukçu kabulü ve 4. ise Konukçu uygunluğu olarak dörde ayrılır. Fakat ilk iki safha Dethieer'in 1. safhasının alt bölümleri olarak ortaya çıkabilmesine karşın geri kalan iki safha ise her iki durumda birbirine, paralellik gösterir. Dethier tarafından tanımlanan her bir safha genellikle farklı tipte uyarıların görsel, kimyasal, dokunumsal bir sıra dahilinde yanıtlanması sonucudur ve bunların mutlaka kırılması gerekir.

Konukçu bulma iki esas tip davranışı gerektirir. 1- Rastgele dönüşlerin sıklığının değişimi sonucunda yönelme davranışları (klinokinesis) konukçu ile temas olasılığını artırır ve Ortokinesis rastgele araştırmalar ile tutulur. 2- Yönelme davranışında doğrudan davranış yani taksis özel konukçu uyarılarına veya bir grup uyarıya yönelme sonucudur. Konukçu cezbedicileri ile yerleşme ve uyarı kaynağına yönelme özellikle kimyasal uyarılar sonucunda olur (Pelosi ve ark., 2006). Bu konu ile ilgili laboratuvar denemesi sınırlı alan içerisinde Olfactometer (bir kokunun yoğunluğunu ve hassasiyetini ölçen bir alet) ile koku taşıyan hava akınlarıyla gerçekleştirilir. Doğrudan doğruya ve doğrudan olmayan davranışların her ikisini de gerektiren davranışlar tarla denemelerinin bir araya getirilmesi sonucu uygun ve geçerli olaylar meydana gelir. Farklı besinler ile böceklerin ilişkisi aynı zamanda üreme amacı ile toplanmada feromonların kullanılması Anemotaksis (hava akımına cevap) ile koku uyarılması veya koku salınmasını en iyi şekilde tanımlayan örneklerdir. Bu durumda *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) güvesinin erkeklerinin çiftini bulma davranışları sivrisineklerin konukçu seçimlerinin erken dönemde uyarılması bazı fitofag böceklerde ve muhtemelen leş yiyen böceklerde görülür. Bunlar havada ara sıra bulunurlar ve en küçük bir hava akımıyla çevredeki objelere yayılırlar. Klinokinesisin konukçu bulmada önemli rol oynadığı tahmin edilmektedir. Böcek uygun bir kimyasal tarafından uygun miktar ve sürede uyarıldığında uçmaya başlayarak araştırır ve hemen hemen düz bir çizgide uçar. Eğer koku kaybolursa kokuyu tekrar buluncaya kadar ileri geri uçmaya devam eder ve koku kümesini bulur. Konukçunun kabul edilişi ve beslenmenin devamlılığı sonucundaki yanıtların sırası açıkça gözlenir. Yakın mesafede görsel, dokunumsal ve kontakt kimyasal uyarılar böcekle konukçusu arasında ilişkinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Scriber, 1983). Sokmayı başlatma veya keşif beslenmesi ve sonucunda beslenmenin sağlanması gereklidir. Eğer böcek rahatsız edilmeden kalırsa sindirim sistemi ile ilişkili (proprio, receptörlerden) yanıt oluşması ile beslenme son bulur. Bir böceğin beslenip beslenmeyeceğini belirleyen son uyarıyı çok yaygın olarak kimyasal yapı belirler. Besin elementlerinden şeker çoğunlukla beslenme uyarıcısıdır. Beslenme değeri olmayan maddeler bazı türlerin beslenme davranışlarında önemli rol oynar. Örneğin lahanaya yaprakbiti, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae) hardalgillerde yaygın olan sineğin beslenme uyarıcısını alarak gereksinim duyar ve sinerji bulunduğu takdirde yaprakbiti normal olmayan bir konukçu üzerinde de beslenir. *Phormia regina* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae)'nın beslenme yanıtı sırası pek çok böcek için tipiktir. Tarsiste bulunan kimyasal alıcıların uyarılması hortumunun



(proboskisinin) uzatılmasını sağlar. Uzatmanın olduğu yerlerde labellumdaki kimyasal uyarı alıcı kıllar besinle teması geçirir. Labella toplamın açılmasına neden olur. Bunlar besin ile ilişkide görev gören tat papillalarını içerir. Papillaların uyarılması beslenmenin başlamasında görev görür. Sonuçta, herhangi bir böceğin beslenme davranışı yalnızca kendisini içgüdüsel ritimleri ile geliştirmiş fizyolojileri değil aynı zamanda bunların konukçu türlerinin aktivite ritimleri ve hayat döngüleri ile düzenlenir. Bunlardan başka birçok türün fonksiyonu fotoperiyot, sıcaklık ve diğerleri gibi çevresel faktörler tarafından yönetilir ve kontrol edilir.

### **Sonuç**

Böceklerin konukçu seçim süreçleri, kimyasal sinyaller ve çevresel faktörler gibi çeşitli uyarılara dayanmaktadır. Örneğin, pamuk kurdu (*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)) ve yaprakbitleri (Aphididae) gibi zararlı böcekler, konukçu bitkilerini seçerken uçucu organik bileşiklere tepki verirken, monarch kelebekleri (*Danaus plexippus* (Linnaeus) (Lepidoptera: Nymphalidae)) ve meyve sinekleri (*Drosophila* spp.) gibi türler, belirli bitkilerde bulunan kimyasal bileşenlere dayanarak seçim yapmaktadır. Son araştırmalar, böceklerin mikrobiyomlarının konukçu seçiminde oynadığı rolü vurgulamaktadır. Bağırsak mikrobiyotaları, böceklerin bitki savunma mekanizmalarına karşı dayanıklılığını artırarak, böceklerin belirli konukçu bitkileri tercih etmesini etkileyebilir. Ayrıca, parazitoid böceklerin beslenme davranışlarını manipüle edebilme yeteneği, bu davranışların evrimsel adaptasyonlar olarak nasıl şekillendiğini göstermektedir. Bu bulgular, zararlı yönetimi ve tarımsal uygulamalarda böceklerin konukçu seçimi ve beslenme davranışlarının daha iyi anlaşılmasının önemini ortaya koymaktadır. Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) stratejilerinin geliştirilmesi, böceklerin davranışlarını hedef alarak, kimyasal kullanımını minimize edebilir ve sürdürülebilir tarımsal uygulamaları destekleyebilir. Gelecekteki araştırmalar, böceklerin konukçu seçim mekanizmalarını daha derinlemesine inceleyerek, ekosistem sağlığı ve tarımsal verimlilik açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Böceklerin konukçu seçimi hem ekolojik hem de tarımsal açıdan büyük bir öneme sahiptir. Bu sürecin iyi anlaşılması, zararlılarla mücadelede daha etkin ve çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aşkın, A.K., & Akça, İ. (2023). "The relationship between soil and insects in the ecosystem". Kızılkaya, R., Gülser, C. & Dengiz, O. (Eds.). in: 9th International Soil Science and Plant Nutrition Congress Proceedings Book (s. 6-10). Samsun.
- Atsatt, P. R., & Rausher, M. D. (1998). "Genetic variation in the nutritional quality of a host plant and its effect on herbivorous insects." *Ecology*, 79(3), 838-845. doi:10.1890/0012-9658(1998)079[0838]
- Baş, Ş. Y., Aşkın, A. K., Saruhan, İ., Akça, İ., Küçüktopçu, Y., Bayhan, E., Ölmez Bayhan, S. & Tekin, F. (2023). Determining the Toxicity of Thyme Essential Oils against *Sitophilus granarius* L. and *Sitophilus oryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae) Adults. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 80(2), 1-7, 10.15835/buasvmcn-ag:2023.0001. (Diğer Uluslararası).
- Benoit, J. B., Lopez-Martinez, G., & Aksoy, S. (2014). Chemical cues and host-finding behavior in parasitic insects. *Journal of Chemical Ecology*, 40(11), 1245-1254. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0533-7>.
- Bernardo, M. A. & Singer, M. S. (2017). Parasite-altered feeding behavior in insects: integrating functional and mechanistic research frontiers. *J Exp Biol* 15 August 2017; 220 (16): 2848–2857.
- Bernays, E. A., & Chapman, R. F. (1994). "Host-Plant Selection by Phytophagous Insects." *CRC Press*.
- Bonaventure G, VanDoorn A, & Baldwin IT. (2011). Herbivore-associated elicitors: FAC signaling and metabolism. *Trends Plant Sci.*, 2011;16:294–9.
- Both C., & Visser M.E. (2001). Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature*. 411, 296–298.
- Brown JJ, Pascual M, Wimberly MC, Johnson LR, & Murdock CC. (2023). Humidity - The overlooked variable in the thermal biology of mosquito-borne disease. *Ecol Lett*. 2023 Jul;26(7):1029-1049. doi: 10.1111/ele.14228. Epub 2023 May 10. PMID: 37349261; PMCID: PMC10299817.
- Budak, E., Yiğit, Ş., Aşkın, A.K., Akça, İ., & Saruhan, İ. (2022). Bazı uçucu yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemitera: Aphididae)'ya

- insektisidal etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 101-107.
- Cengiz, F.C., Demirel, N., Sagioglu, E.I., Toshova, T., and Subchev, M. (2010). Employing Pheromone Traps to Establish the Distribution and Seasonal Activity of *Theresimima Ampellophaga* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 217-222.
- Chahine, M., & Sokolowski, M. B. (2015). Visual cues in host selection by blood-feeding insects. *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev086>.
- Clark A.G., Eisen MB, Smith DR, et al. (2007). Evolution of genes and genomes on the *Drosophila* phylogeny. *Nature* 2007; 450: 203–18.
- Coley, P. D. (1983). "Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest." *Ecology*, 64(4), 817-831. doi:10.2307/1937232
- Coppack Tand Both C. (2002). Predicting life-cycle adaptation of migratory birds to global climate change. *Ardea*. 90, 369–378.
- De Bruyne M, & Baker TC. (2008). Odor detection in insects: volatile codes. *J Chem Ecol* 2008;34: 882–97.
- Dethier VG (1954). Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. *Evolution (Lawrence, Kans)* 8:32–54.
- Dethier, V.G. (1982). Mechanisms of host plant recognition. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31, 49–56.
- Dethier, V.G. (1959). Foodplant distribution and density and larval dispersal as factors affecting insect populations. *Canadian Entomologist*, 91, 581–96.
- Dethier, V.G., Barton Browne, L., & Smith, C.N. (1960). The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *Journal of Economic Entomology*, 53, 134–6.
- Dethier, V.G. (1989). Patterns of locomotion of polyphagous arctiid caterpillars in relation to foraging. *Ecological Entomology*, 14, 375–86.
- Dethier, V.G. & Schoonhoven, L.M. (1968). Evaluation of evaporation by cold and humidity receptors in caterpillars. *Journal of Insect Physiology*, 14, 1049–54.
- Demirel, N. (2007a). Infochemical Pattern for True Bugs. *Journal of Entomology*, 4(4), 267-274.

- Demirel, N. (2007b). Attraction of color cups and plant compounds to Thrips species on organic napa cabbage. *Journal of Entomology*, 4(3), 263-266.
- Demirel, N., & Yıldırım, A.E. (2008). Attraction of various sticky color traps to Thrips tabaci Lindeman Thysanoptera Thripidae and Empoasca decipiens Paoli Homoptera Cicadellidae in cotton. *Journal of Entomology*, 5(6), 389-394.
- Demirel, N. (2016). A study on occurrence and population trends of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller Lepidoptera Pyralidae in pomegranate orchards by using pheromone traps. *Entomology and Applied Science Letters*, 3(1), 26-31.
- Demirel, N., & Erdogan, C. (2017). Insecticidal effects of essential oils from Labiatae and Lauraceae families against cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored pea seeds. *Entomology and Applied Science Letters*, 4(1), 13-19.
- Eisner, T. (2003). *For Love of Insects*. Cambridge MA: Harvard University Press
- Eisner, T., Eisner, M. & Siegler, M. (2005). *Secret weapons: defenses of insects, spiders, scorpions, and other many-legged creatures: 372*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Forister M, Dyer LA, Singer MS, et al. (2012). Revisiting the evolution of ecological specialization, with emphasis on insect-plant interactions. *Ecology* 2012; 93:981–91.
- Futuyma DJ, & Moreno G. (1988). The evolution of ecological specialization. *Ann Rev Ecol Syst*, 19:207–33.
- Gaaboub IA, El-Sawaf S.K. & El-Latif M.A. (1971) Effect of different relative Humidities and temperatures on egg-production and longevity of adults of anopheles (*Myzomyia*) pharoensis Theob.1. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 67, 88–94.
- Gardiner A, Barker D, Butlin RK, et al. (2008). *Drosophila* chemo-receptor gene evolution: selection, specialization and genome size. *Mol Ecol* 2008; 17:1648–57.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology*. Princeton University Press.
- Gottfried S. Fraenkel, (1959). The Raison d'Être of Secondary Plant Substances, *Science*, 129, no. 3361 (1959): 1466–70, on 1466.

- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2010). *The insects: An outline of entomology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Gwinner E. (1996). Circannual clocks in avian reproduction and migration. *Ibis*. 138, 47–63.
- Harris, M. O., Anderson, K. G., Anderson K. M. & Kanno, H. (2006). Proximate cues for reduced oviposition by Hessian fly on wheat plants attacked by conspecific larvae. *Environ. Entomol.* 35, 83–93.
- Harris, M. O., Sandanayaka, M., & Griffin, W. (2001). Oviposition preferences of the Hessian fly and their consequences for the survival and reproductive potential of offspring. *Ecol. Entomol.* 26, 473–486.
- Harris, M. O., Stuart, J. J., Mohan, M., Nair, S., Lamb, R. J., & Rohfritsch, O. (2003). Grasses and gall midges: plant defense and insect adaptation. *Annu. Rev. Entomol.* 48, 549–577.
- Hassan, S. A. & Müller, C. B. (2020). Host selection in parasitoids. In *Insect Physiology and Ecology* (pp. 49-65). CRC Press.
- Hatfield, L. D., Ferreira, J. & Frazier, J. L. (1983). Host Selection and Feeding Behavior by the Tarnished Plant Bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae), *Annals of the Entomological Society of America*, Volume 76, Issue 4, 1 July 1983, Pages 688–691.
- Hocking, B. (1971). Blood-sucking behavior of terrestrial arthropods.- *A. Rev. Ent.* 16, 1-26.
- Jansson, R., & Stenberg, J. A. (2020). Host-parasite interactions in insects. *Journal of Insect Physiology*, 116(2), 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103728>.
- Kansu, İ.A. (2000). *Genel Entomoloji*. Birlik Matbaacılık-Yayıncılık, 430s, Ankara.
- Kaplan, M., 2019. Determining the Criterion and Biotechnical Struggle Methods against *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae) Harming in Apricot Orchards in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 28-No. 9/2019 pages 6701-6706.
- Klassen, W. & Hocking, B. (1964). The influence of a deep river valley system on the dispersal of *Aedes* mosquitos.-*Bull. ent. Res.* 55, 2S9-304,
- Lange, C., Stéphane, B., Bezemer, M., Lefort, M., Dhami, M., Biggs, E., Groenteman, R., Fowler, S., Paynter, Q., Mogen, A. & Kaltenpoth,

- M. (2023). Impact of intraspecific variation in insect microbiomes on host phenotype and evolution, *The ISME Journal*, Volume 17, Issue 11, November 2023, Pages 1798–1807.
- Leal W.S. (2013). Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annu Rev Entomol*, 2013;58:373–91.
- Lehane, M. J. (1991). *The biology of blood-sucking in insects*. Cambridge University Press.
- Marra P.P, Francis C.M, Mulvihill R.S. & Moore F.R. (2005). The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia*. 142, 307–315.
- Matsubayashi KW, Ohshima I, & Nosil P. (2010). Ecological speciation in phytophagous insects. *Entomol Exp Appl* 2010;134:1–27.
- Maxwell FG, Jenkins JN, & Parrott WL. (1972). Resistance of plants to insects. In *Advances in agronomy*. Academic Press. 24:187-265.
- Nation, J.L. (2008). *Insect Physiology and Biochemistry* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420061789>
- Norris D.M., Kogan M., Maxwell F.G, & Jennings P.R. (1980). *Breeding plants resistant to insects*, 1980.
- Painter R.H. (1951). Insect resistance in crop plants. *LWW*. 1951; 72(6):481.
- Panda, N., & Khush, G. S. (1995). *Host Plant Resistance to Insects*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, in association with International Rice Research Institute. p. 431.
- Pasteels J. M., S. Dobler, M. Rowell-Rahier, A. Ehmke, L. Witte, & Hartmann, T. (1995). Distribution of autogenous and host-derived chemical defenses in *Oreina* leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae). *Journal of Chemical Ecology* 21:1163-1179.
- Pelosi P., Zhou J.J., Ban L.P., et al. (2006). Soluble proteins in insect chemical communication. *Cell Mol Life Sci* 2006;63: 1658–76.
- Poulton, E.B. (1890). *The Colours of Animals: Their Meaning and Use, Especially Considered in the Case of Insects*. Kegan Paul, London.
- Rosenheim, J. A., Wilhoit, L. R., & Armer, C. A. (1993). Influence of host behavior on the efficacy of parasitic wasps. *Ecological Entomology*, 18(2), 112-119. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1993.tb00955.x>

- Rowley, W.A., & Graham C.L. (1968). The effect of temperature and relative humidity on the flight performance of female *Aedes aegypti*. *Journal of Insect Physiology*, 14, 1251–1257.
- Saifi, R., Saifi, H., Akca, İ., Benabadelkader, M., Askın, A. K., & Belghoul, M. (2023). Insecticidal and repellent effects of *Mentha longifolia* L. essential oil against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1), 18. DOI: 10.1186/s40538-023-00395-7.
- Sener, O., Arslan, M., Demirel, N., & Uremiş, I. (2009). Insecticidal Effects of Some Essential Oils Against the Confused Flour Beetle *Tribolium confusum* du Val Col Tenebrinoidea in Stored Wheat. *Asian Journal of Chemistry*, 21(5), 3995-4000.
- Turlings, T. C. J., & Erb, M. (2018). "How specific should a chemical signal be to attract an enemy?" *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 84. doi:10.3389/feco.2018.00084
- Ulusoy M. R., Kazak C., Karut K., & Çalışkan Keçe A. F. (2022). Genel Entomoloji (tarımsal). Karahan Kitabevi Yayınları, Adana, 2022, 310 s.
- Vieira F.G., Rozas J. (2011). Comparative genomics of the odorant binding and chemosensory protein gene families across the Arthropoda: origin and evolutionary history of the chemo-sensory system. *Genome Biol Evol* 2011; 3:476–90.
- Whiteman NK, & Jander G. (2010). Genome-enabled research on the ecology of plant-insect interactions. *Plant Physiol* 2010;154: 475–8.
- Yao, H., Zheng, L., & Liu, Z. (2016). Mechanosensory pathways in insect host location. *Frontiers in Physiology*, 7, 123-135. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00123>.
- Yiğit, Ş., Aşkın, A.K., Saruhan, İ., Akça, İ., Budak, E., Bayhan, E., Ölmez Bayhan, S., & Tekin, F. (2021). Bazı kekik yağlarının *Tribolium confusum* Duv (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı etkilerinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 285-290.





# HETEROPTERA (INSECTA: HEMIPTERA) ZEHİRLERİ

Ahmet DURSUN<sup>1</sup> - Meral FENT<sup>2</sup>

## Giriş

Zehir, yutulduğunda, solunduğunda ya da deri yoluyla soğurulduğunda bir organizmaya zarar veren veya yaralanmaya neden olabilen herhangi doğal veya sentetik maddedir. Zehir, toksin ve venom terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da Biyoloji ve Toksikoloji'deki anlamları birbirinden farklıdır. Toksin, bir canlı organizma (bitkiler, hayvanlar, bakteriler veya mantarlar) tarafından üretilen belirli bir zehir türüne denir. Örneğin, yılan zehiri, bakteriler tarafından üretilen *Botulinum* toksini ve hint yağı bitkisinden elde edilen risin gibi maddeler toksindir. Hayvan toksinleri, hayvanın özelleşmiş bir bezinden üretilir ve sokma, püskürtme veya yara açılması yoluyla hedef canlıya iletilir, böylece canlının hastalanmasına ve/veya ölümüne neden olurlar (Anonim, 2024a).

Venom ise onu sentezleyen hayvan tarafından vücuda enjekte edilen zehirli bir maddedir. Venomlar, içerdikleri toksinler yoluyla biyolojik etkilerini meydana getirirler. Venomlar genellikle birden fazla toksinin kompleks bir karışımıdır ve bir venomdaki toksinler başlıca, karşılaştıkları hücrelerde nekroza neden olan nekrotoksinler, öncelikle hayvanların sinir sistemlerini etkileyen nörotoksinler, bir reseptöre bağlanarak kaslara zarar veren miyotoksinler ve tek tek hücreleri öldüren sitotoksinler şeklinde gruplandırılır (Anonim, 2024a). Zehir enjekte edildiği canlıda normal biyokimyasal veya fizyolojik süreçleri bozan moleküller içermektedir. Zehir, su ve karasal ekosistemlerdeki tüm omurgalı ve omurgasız hayvanların hem av hem de avcılarında bulunabilir. Böceklerde zehir, ağız parçaları ile veya bal arısı ve yaban arılarında olduğu gibi yumurta bırakma borusu (ovipozitör) ile aktarılır. Zehir üreten canlılar bunu savunma ve avlanma işlevini kolaylaştırmak için kullanırlar. Savunma ve avlanma dışında *Polistes fuscatu*s (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Vespidae) taksonuna ait dişi bireylerin, erkeklerin çiftleşme davranışını teşvik etmek için içeriğinde eşey feromonu içeren zehir salgıladıkları da belirlenmiştir

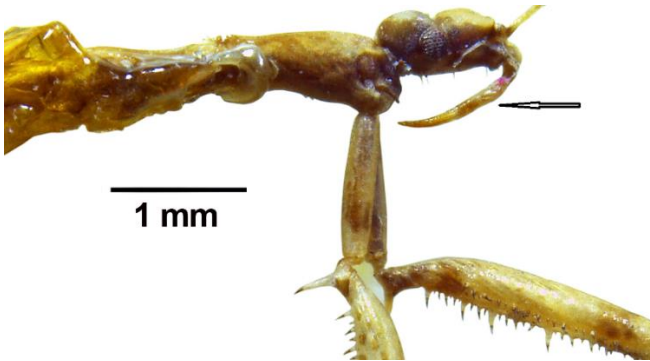
---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Amasya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü.  
[ahmet.dursun@amasya.edu.tr](mailto:ahmet.dursun@amasya.edu.tr)

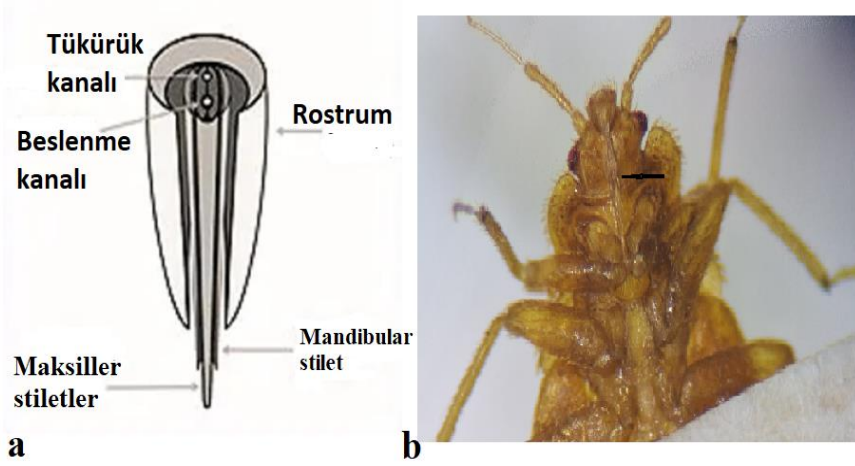
<sup>2</sup> Prof. Dr. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü.  
[m\\_fent@hotmail.com](mailto:m_fent@hotmail.com)

(Post ve Jeanne, 1983). Karnivor ve kan emerek beslenen Heteroptera (Insecta: Hemiptera) türleri zehirli böcekler olarak bilinmektedir (Fry ve ark., 2009).

Heteroptera alttakımı, Hemiptera takımının morfolojik ve ekolojik açıdan oldukça çeşitlilik gösteren en kalabalık grubudur. Heteroptera üyeleri 4 iğneli delici-emici ağız tipine sahiptir. Hortum şeklindeki ağız aygıtına “Rostrum” denilmektedir (Şekil 1). Rostrum dinlenme esnasında vücudun ventralinde, koksalar arasında uzatılır. Predatör türlerde 1. ve 2. rostrum segmentleri diğerlerinden daha kalındır. Heteroptera üyelerinin rostrumunda hipofarinks ve labrum iğneleri bulunmaz. Rostrumun büyük kısmı labium tarafından oluşturulur, büyük ölçüde uzamış ve dorsal olarak içbükeydir, böylece içi boş bir tüp kılıfı oluşturur, konağı delme esnasında labiumun oluşturduğu bu kılıf dışarıda kalır. Bu kılıfın içinde mandibula ve maksilla yer alır ve bunlar da stilet olarak bilinen yapılar halinde büyük ölçüde uzamıştır. Mandibular stiletler kanalsızdır ve maksiller çiftin dışında yer alır, birbirine kenetlenmez ve genellikle dikenlerle veya tırtıklı kenarlarla sonlanır. Konağı delmede kullanılan ve içte yer alan maksiller stiletler asimetriktir ve karşılıklı gelerek kenetlenir ve içte iki ayrı kanal oluşturur (Şekil 2a). Üst kanal emme işlevini yerine getirmeye (beslenme kanalı), alt kanal ise herbivor türlerde besini akıcı hale getiren tükürük salgısını akıtmaya (tükürük kanalı), predatör türlerde ise tükürük ile birlikte konağı hızlı felce uğratmak ve sıvılaşmayı sağlamak için zehirleri de salgılamaya yarar (Şekil 3, a1, a2, a3). İğnelerin uzunluğu labiumdan, bazı türlerde ise vücuttan daha uzun olabilir (Demirsoy, 1992; Walker ve ark., 2016).



Şekil 1. *Tinna schoenitzeri* Fent & Dursun, 2021(Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Emesinae: Leistarchini) rostrum (Fent & Dursun, 2021).



Şekil 2. a) Delici-emici ağız parçalarının temel morfolojisi (Bethke, 2024). b) *Cimex lectularius* rostrum ventral görünüşü (A. Dursun).

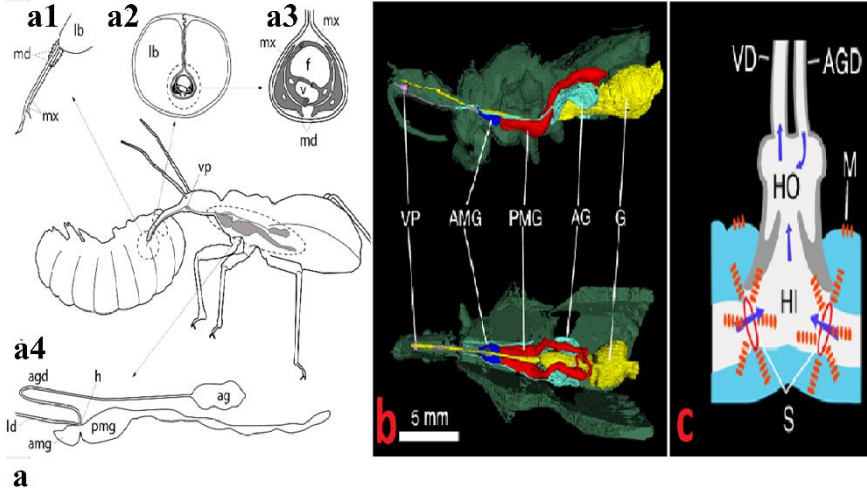
## Heteroptera Zehir Bezlerinin Yapısı

Avcı ve ektoparazit Heteroptera üyelerinde öne doğru yatay ve kavisli bir rostrum bulunur (Şekil 1; 2b). Rostrumda ağız üyelerinden maxillalar içinde yer alan her iki kanaldan (beslenme kanalı ve tükürük kanalı) sıvı iletimini sağlayan kaslar özel bir pompa görevi yapar. Maksiller tükürük kanalının yakınında bulunan tükürük pompası, Diyafram-Piston ilkesine göre çalışır ve sıvıyı labial bezlerden besin kaynağına pompalar. Bu pompa “cupula” adı verilen çan şeklinde bir gövde kısmından oluşur. Cupula kenarları esnek bir zar ile “pistil” denilen pistonla bağlıdır. Pistil tentoriuma (başın iç iskeleti) bağlanmış bir kas tarafından cupuladan çekilir. Bu şekilde düşük bir basınç oluşur ve tükürük bezden cupulaya akar. Kas gevşemesi ile pistil pompa gövdesine geri çekilir ve oluşan basınç ile tükürük rostrumun alt kanalından akıtılır. Tükürük ile karışmış besin yutak pompası etkisi ile emilir (Demirsoy, 1992). Herbivor Heteroptera türlerinde vücuda 90 derecelik açı ile düşey olarak bağlanmış rostrum bulunur. Labial bezler bitki dokusunu parçalamaya yarayan tükürük salgılar. Predatör Heteroptera türlerinde labial bezler, zehirler ile avını felç ederler ve sıvılaştırırlar, Ektoparazit türler ise konağın hemostatik sistemi ile savaşan zehiri salgılar. Yapılan çalışmalarda, Heteroptera türlerinin zehirlerinin yalnızca labial bezlerden üretildiği sonucuna varılmıştır. Labial bezler baştan başlar ve abdomene kadar uzanır, bağırsağa yakın konumlanmıştır. Labial bezler 2-4 loblu bir ana salgı bezinden ve ek bir kanal aracılığıyla ana beze bağlanan bir aksesuar bezden

(Yardımcı bez-AG) oluşur. Zehir pompası ise böceğin baş kısmında konumlanmıştır, ön ana bez (AMG) göğüste (thoraks) yer alır, arka ana bez (PMG) abdomene kadar uzanır ve Aksesuar bez ise bağırsağın dorsaline doğru uzanır (Şekil 3a, b). Yardımcı bezin hemolenften labial bezleri beslemek için su taşımada bir rolü olduğu ve bazı türlerde salgı rolü olduğu belirlenmiştir (Walker ve ark., 2016, 2018). Ancak su taşıma mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır. Bazı araştırmalar hemolenf proteinlerinin ve diğer çözünen maddelerin bez lümenine birlikte taşınabildiğini göstermektedir. Labial bezlerdeki ana bezler, yan ve ortak tükürük kanalları aracılığıyla tükürük pompasına bağlanır. Ana bezin ön ve arka lobları, aksesuar bez ve zehir/tükürük pompasına giden kanallar “hilus” adı verilen karmaşık bir bağlantı ile birbirine bağlıdır. Hilus, kas kontrollü valflerle birbirinden, ana bezden ve eferent kanaldan tükürük pompasına ayrılmış bir dış ve iç karıştırma odası içerir (Şekil 3c). Bu şekilde hilus Heteroptera türlerinde ana bezin ve yardımcı bezin her bir lobunun içeriğini ayrı ayrı enjekte etmesini sağlar. Ana bez, büyük bir bez lümenini çevreleyen, kese benzeri yapıda düzenlenmiş tek katmanlı Kolumnar (sütun gibi dizilmiş) salgı epitelinden oluşmuştur. Kolumnar hücrelerde geniş endoplazmik retikulum bulunur ve genellikle yoğun salgı granülleriyle doludur, bu da bunların merokrin bir mekanizma yoluyla protein üretiminin ve salgılanmasının ana yeri olduğunu göstermektedir. Salgı hücreleri, hiposerebral gangliondan innervasyon alan kas lifleri içeren bir bazal lamina ile sarılmıştır. Aksesuar bezin genellikle akışkan bir salgı içerdiği ve özel bir trakeal sistem ile iyi oksijenlendiği ancak innerve edilmediği belirlenmiştir (Baptist, 1941; Azevedo ve ark., 2007; Walker ve ark., 2016, 2018).

Avcı türler olan *Peirates affinis* [Roewer](#), 1960 ve *Haematorrhophus nigroviolaceus* (Reuter, 1881) (Reduviidae) ile yapılan çalışmalarda ana bezin ön loblarının özütü av olan böceğe enjekte edilmiş ve hızlı bir felç durumu gerçekleşirken, arka lob özütünün enjekte edilmesi hemen etki göstermemiş fakat birkaç saat sonra av konumunda olan böceklerin ölümüne neden olmuştur. Sonuç olarak ön lobdan nörotoksin, arka lobdan ise sindirim enzimleri salgılandığı belirlenmiştir (Haridass ve Ananthkrishnan, 1981). Walker ve ark. (2017) tarafından Avustralya fauna elemanı olan *Pristhesancus plagipennis* Walker, 1873 (Reduviidae) ile yapılan çalışmada, birleşik transkriptomik/proteomik yaklaşım kullanarak bu taksonun zehir bezinden gelen zehirin protein bileşiminde, varsayılan nörotoksinler, sitolitik toksinler, sindirim enzimleri ve sekiz yeni protein ailesinin üyeleri dahil olmak üzere yüzlerce ayrı bileşen içerdiğini

göstermişlerdir. Bu veriler suikastçı böcekler ve diğer zehirli hayvanlar arasındaki yakınsak evrimi ve aynı zamanda suikastçı böcek zehrinin hem avı felç etme hem de sıvılaştırma gereksinimiyle ilişkili olabilecek reduviid zehrindeki benzersiz farklılıkları ortaya koymaktadır.



Şekil 3. a) Heteroptera zehir aygıtı. a1: Rostrum- Ağız parçalarının avın içine sokulması. a2: Stilet demetini çevreleyen labium'u gösteren hortumun enine kesiti; a3: Mandibular ve maksiller stiletlerin büyütülmüş enine kesiti. a4: Zehir bezi bölümleri (Walker ve ark., 2016). b) Reduviidae türlerinde zehir aygıtının vücut bölümlerindeki morfolojisi (Walker ve ark., 2018). c) Hilus (Walker ve ark., 2018) (AG: Aksesuar bez; AGD: Aksesuar bezini bağırısağa bağlayan kanal; AMD: Aksesuar bezini ana beze bağlayan kanal; AMG: Ön ana bez; G, bağırsak; HI: hilus iç oda; HO: hilus dış oda; lb: Labium; ld: Tükürük pompasına ve hortuma giden lateral kanal; md: Mandibular stilet; mx: Maxillar stilet; PMG: arka ana bez; VD: zehir kanalı; VP: zehir pompası).

### Heteroptera Taksonunda Beslenme Düzeyleri ve Zehir Bezleri

Heteroptera dışındaki Hemiptera türlerinde sadece fitofag beslenme varken, Heteroptera türleri diğer eklembacaklıları ve küçük hayvanları avlayacak şekilde ve omurgalılarda kan emici ektoparazitleri oluşturacak şekilde evrimleşmiştir. Ektoparazit ve avcı türlerde trofik stratejilerin başarılı olması için zehir enjeksiyonu önemli bir unsurdur. Aslında envenomasyon (sokularak veya ısırılarak zehirlenme), diğer bazı herbivor Hemiptera türleri tarafından da sokulan canlıda gelişen bir zehirlenme durumu olmakla birlikte, daha çok predatör ve ektoparazit Heteroptera türleri tarafından meydana getirilir.

Heteroptera türlerinde zehir bezinden salgılanan zehirlerin trofik düzeye bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Walker ve ark., 2016). Heteroptera türleri trofik düzeye göre bitkiyle beslenen (fitofag) mantar ile beslenen (misetofag), kan emici (hematofag) ve predatör (zoofag) türler olarak gruplandırılmıştır. Zehirlilik, ilk kez günümüz heteropterlerinin atası olan bir böcekte trofik bir strateji olarak geliştiğinden beri, heteropterler yedi infraordoya bağlı 89 familya ve 42.000 türe kadar çeşitlenmişlerdir ve bugün çok çeşitli ekosistemleri işgal etmektedirler (Walker ve ark., 2016). Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Gerromorpha ve Leptopodomorpha infraordo üyeleri tamamen avcı böceklerdir. Nepomorpha infraordosunda farklı tipte beslenme görülmektedir. Corixidae dışındaki diğer familyalarda avcılık söz konusuysen, Corixidae familyası içinde farklı beslenme şekilleri mevcuttur. Örneğin, Cymatiainae alt familyasına ait türler tamamen avcı olarak bilinirler diğer Corixidae üyeleri ise avcı, detritivor, herbivor ve omnivor beslenme gösterirler. Cimicomorpha infraordosunda Cimicidae familyası türleri ve Reduviidae familyasına bağlı Triatominae altfamilyası üyeleri kan emici türlerdir, Triatominae dışındaki Reduidler ve Nabidae familyası üyeleri ise avcı türlerdir. Miridae familyası üyelerinde çok farklı beslenme tipleri görülmektedir. Tüm Deraeocorinae ve Pilophorini türleri, afitler, coccoidler ve diğer böcekleri avlayarak beslenen avcı türlerdir. Bazı türler zoofitofag beslenmeye sahiptirler. Bunların dışında çok sayıda Miridae üyesi fitofag beslenmeye sahiptir. Pentatomomorpha familyalarına ait türlerde de tıpkı Cimicomorpha üyelerinde olduğu gibi farklı tipte beslenme görülür. Asopinae (Pentatomidae), Geocoridae, bazı Rhyparochromidae ve Pyrrhocoridae türleri avcıdır. Bunların dışındaki türler ise herbivor beslenmeye sahiptir (Aukema ve Rieger, 1995-2006; Walker ve ark., 2016). Bir hayvanın ürettiği venomda bir veya çok sayıda toksin bulunabilir. Örneğin, Avustralya'da dağılım gösteren Kırmızı Kaplan Suikast Böceği olarak bilinen *Havithus rufovarius* Bergroth, 1895 (Heteroptera: Reduviidae) venomunda dört farklı toksin tespit edilmiştir (Wait ve ark., 2021). Bu durum bir zehir bezinin farklı bölümlerinden iki veya daha fazla zehir salgılanmasıyla gerçekleşmektedir. Pentatomidae familyasına ait avcı türleri ihtiva eden Asopinae türleri ve dev su böcekleri olan Belostomatidae türleri olmak üzere tüm predatör Heteroptera türlerine ait böceklerin her bez bölgesinden (anterior ve posterior labial bezler ve yardımcı bez) farklı salgılar ürettiği bildirilmiştir (Azevedo ve ark., 2007; Walker ve ark., 2018). Suikastçı böcek *Pristhesancus plagipennis* Walker, 1873 (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) zehir bezi ile yapılan çalışmalarda ana zehir bezinin iki bölmesinin birbirinden belirgin şekilde

farklı zehirler ürettiği belirlenmiştir (Walker ve ark., 2017). *P. plagipennis*'in zehir bezinden salgılanan venomda çok sayıda enzim, toksinler ve peptitler tespit edilmiştir. Arka ana bezden (Posterior Main Gland- PMG), sindirim enzimlerinin üretildiği belirlenmiştir. Daha küçük olan ön ana bezden (Anterior Main Gland- AMG) ise böcek öldürücü nörotoksinler üretilir. AMG'de üretilen zehirin taciz sonucu salgılandığı ve saldırganı caydırmada rol aldığı, av olan böcekleri felç etmediği, alternatif olarak antimikrobiyal veya antikoagülan aktivitelere sahip olabileceği belirlenmiştir (Walker ve ark., 2018). Ancak *Rhodnius prolixus* (Reduviidae: Triatominae) ve *Cimex lectularius* (Cimicidae) taksonlarına ait böceklerde ana zehir bezinin tek bir loba indirgeniği belirlenmiştir (Baptist, 1941).

Heteroptera zehirleri avı sindirmek için kullanıldığı gibi aynı zamanda savunma, avını felç etme ve/veya öldürme amacıyla da kullanılmaktadır. Avcı böcek *Holotrichius innesi Horváth, 1910* (Heteroptera: Reduviidae) tarafından sokulan farelerde vücuda giren zehir 15-30 saniye sonra solunum felcine neden olmakta ve envenomasyonla farenin ölümü gerçekleşmektedir (Zerachia ve ark., 1973). Suikast böceği olarak bilinen *Rhynocoris carmelita* (Stål, 1859) taksonuna ait 1. evredeki nimf kendi ağırlığının 400 katından daha büyük olan *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) (Akdeniz un güvesi)'nın 1. evre larvasını 10 saniyeden kısa sürede felç edebilmektedir (Edwards, 1961).

Suikastçı böcekler veya öpücük böceği (Reduviidae) olarak bilinen böcekler ve sırt yüzücüler veya su arıları olarak bilinen Notonectidae türleri gibi avcı Heteroptera türleri insanları ısırarak ağrıya, uyuşukluğa, solunum bozukluklarına, doku nekrozuna ve aşırı durumlarda ölüme neden olabilir. İnsanlarda bu hasarların nedeni zehirlemedir. Bu nedenle, Heteroptera türlerinin zehir sistemlerini anlamak hem günümüzdeki durumlarını anlamada hem de evrimsel geçmişlerini anlamada önemli bir özelliktir (Walker ve ark., 2016).

Predatör ve parazit Heteroptera türlerinin zehir bileşenleri ve işlevi yeterince anlaşılmamıştır (Walker ve ark., 2019). Ancak bazı türlerin zehirleri iyi bilinmektedir. Örneğin tehdit altındayken zehri fıskırtan, zehiri bir silah olarak kullanan Afrika kökenli bir tür olan kırmızı benekli suikast böceği *Platyeris rhadamanthus* Gerstaecker, 1873 (Heteroptera: Reduviidae) 'un zehir sistemi iyi çalışmıştır. *Platyeris rhadamanthus* zehir bezlerinde 166 polipeptitten oluşan bir protein profili göstermektedir (Walker ve ark., 2019). Heteroptera türleri zehiri konağa rostrumu ile enjekte ettiği gibi *Platyeris rhadamanthus* ve bazı yakın akraba türlerinde

olduğu gibi, tehdit edildiğinde savunma silahı olarak zehiri belli bir mesafeye kadar püskürtebilirler. Bunun, yavaş hareket eden suikastçı böcekleri böcekçil memelilerden, kuşlardan ve sürüngenlerden koruyan bir savunma adaptasyonu olduğu düşünülmektedir. *Platyeris* sp. fiziksel rahatsızlık durumunda veya gelen ışıktaki değişikliklere bağlı olarak tehdit algıladığında, vücudunun bir tarafını kaldırarak ve rostrumu belirli bir noktaya doğru bükerek bir savunma davranışı gösterir. Savunma olarak, birkaç zehir karışımından oluşan 2 mg kadar kuru ağırlıktaki zehirini rostrumu ile 30 cm kadar mesafeye fıskırtabilir. Spreylenen zehirin memelilere topikal (deri yüzeyine) olarak uygulandığında bir etkisi olmadığı, ancak gözlere veya mukoza zarlarına uygulandığında şiddetli ağrıya neden olduğu bilinmektedir. Histolojik inceleme sonunda zehirin enjekte edilen omurgasız hayvanın dokusundaki lipid membranlarını hızla parçaladığı ve omurgalı avcılara karşı bir savunma mekanizması olarak fıskırtılarak da kullanıldığı belirlenmiştir (Walker ve ark., 2019).

Karma zehir örnekleri, memeli nöronlarına uygulandığında, potansiyel avcıların gözlerine veya mukus zarlarına püskürtüldüğünde ağrıya neden olma yetenekleri sayesinde membran parçalanması nedeni ile kalsiyum akışına neden olmaktadır. Aynı zehir, meyve sineklerine enjekte edildiğinde hızlı felç ve ölüme neden olmaktadır. Bu veriler, Reduviidae türlerinin avlarını yakalamak için kullandıkları sitolitik-böcek öldürücü zehirin, avcılarına püskürtüldüğünde de oldukça etkili bir savunma mekanizması olduğunu göstermektedir. Predatör türlerde zehirler böceklere enjekte edildiğinde onların hızlıca ölümüne sebep olduğu gibi omurgalılarda da felce veya ölüme neden olabilir. Disülfid bağı açısından zengin peptitler, biyoaktif fosfolipitler, N, N-dimetilanilin ve 1,2,5-tritriyepan gibi küçük moleküller ve fosfolipaz gibi toksik enzimler predatörlerin tükürük salgısı içinde bulunur (Walker ve ark., 2019).

Avcı Heteroptera türlerinin aksine ektoparazit türler konaklarını felç etmezler. Bunun yerine, konağın kan kaybını ve kan emicinin fark edilmesini önleyen hemostatik ve duyuşal süreçlerini engelle (Ribeiro, 2012). Bir böcek tarafından ısırılan veya sokulan konakta yaralanma durumlarında olduğu gibi kanamayı durdurmaya yönelik bazı fizyolojik reaksiyonlar meydana gelir. Bu fizyolojik sürece "hemostaz" adı verilir. Hemostaz, kan damarlarının bütünlüğünü korumak için kanamayı durdurmaya yardımcı bir protein olan fibrin pıhtısının oluşumunu ve/veya çözünmesini düzenleyerek kan damarlarındaki kanamanın durmasını sağlayan bir mekanizmadır (Anonim, 2024b). Ancak böceğin ihtiyacı olan beslenme sürecinde kanın pıhtılaşmasını engellemektir. Ektoparazit



Heteroptera türlerinin zehirleri, konağın hemostatik sistemlerini aynı anda birden fazla noktada devre dışı bırakan farmakolojik modülatörlerin bir karışımını da içerirler (Walker ve ark., 2016).

Ektoparazit ve avcı Heteroptera türleri insanlara hastalık etkeni bulaştırmak suretiyle iş gücü kaybına, böylece de ekonomik kayba neden olurlar. Örneğin evleri istila eden en yaygın tahtakurusu olarak bilinen *Cimex lectularius* Linnaeus, 1758 (Heteroptera: Cimicidae) taksonuna ait ergin ve nimfler ışıktaki yataklarda, döşemede ve duvar boşluklarında saklanırlar ve geceleri uyuyan insanlardan kan emerler (Şekil 4). *Cimex lectularius*, Türkiye'de yaygın bir zoonotik hastalık olan Tularemia'nın vektörleri arasında bulunur (Dursun ve Fent, 2024). Öpücük böceği olarak bilinen kan emici (hematofaj) *Panstrongylus megistus* ve *Triatoma* türleri (*T. infestans*, *T. sordida*, *T. brasiliensis* ve *T. pseudomaculata*) (Heteroptera: Reduviidae: Triatominae) insanlar dahil olmak üzere çok sayıda omurgalıdan kan emerek beslenir ve bu süreçte Chagas hastalığından sorumlu olan *Trypanosoma cruzi* protozoonunu yayarlar. Yılda 45000'den fazla ölüme, etkilenen bireylerin yaşam kalitesinde önemli düşüşe ve anafilaksi dahil alerjik tepkilere neden olurlar (Pereira ve ark., 2006).



Şekil 4. *Cimex lectularius* (♂-Dorsal görünüm) (A. Dursun).

### **Heteroptera Zehir Aygıtının Evrimi**

Heteroptera altordosu biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin bir gruptur ve bitkiyle beslenen trofik stratejilerini değiştiren bir ata soydan predator türlere evrilmiştir. Heteroptera türlerinin temel trofik stratejileri 200 milyon yıldan uzun süre önce avlanmaya başlayan atalarından

kaynaklanmaktadır. Evrimsel süreç, Heteroptera zehirinin güçlü, hızlı ve etkili böcek öldürücü bileşenler içerecek şekilde gelişmesini sağlamıştır (Bernard ve ark., 2001; Walker ve ark., 2016).

Günümüzde zehirli heteropterler sucul, su altı, denizel, karasal, arboreal ve kozmopolit dahil olmak üzere çok çeşitli habitatları işgal eder (Walker ve ark., 2016). Heteroptera türlerinde labial bezlerden salgılanan zehirler, herbivorlarda bitki dokusunu parçalamada, predatör türlerde avı felç etmede ve sıvılaştırmada, kan ile beslenenlerde ise konağın hemostatik sistemini bloke etmede rol oynarlar. Predatör ve kan emen Heteroptera türlerinde evrimsel süreçte, bu yaşam tarzlarına özgü kısa ve kavisli rostrum, yırtıcı ve kavrayıcı bacaklar, avını felç etme, öldürme, önceden sindirme ve düşmanlara karşı savunmada kullanılan zehirli tükürük içeriği salgılanması gibi adaptasyonlar meydana gelmiştir (Fischer ve ark., 2023). Tükürük içeriğindeki amilaz ile proteaz aktivitesi oranı incelendiğinde; zoofag türlerde yüksek proteaz ve düşük amilaz aktivitesi, fitofag türlerde ise düşük proteaz ve yüksek amilaz aktivitesi olduğu belirlenmiştir (Zeng ve Cohen, 2020).

Heteroptera zehirleri de, çok farklı olan yaşam şekillerine uyum sağlamış ve büyük ölçüde farklı fizyolojik etkilere sahip olacak şekilde evrimleşmiştir. Predatör olanların hızlı felç ve sıvılaşmaya neden olan zehirlerin bileşenlerinde nörotoksik disülfür açısından zengin peptitler, biyolojik olarak aktif fosfolipitler, sitolitik ajanlar ve enzimler bulunur. Kan emicilerde, özellikle Triatominae'de (Reduviidae) omurgalıların hemostatik ve duyuusal sistemlerini hedef alan birçok biyoaktif bileşen tanımlanmış ve karakterize edilmiştir (Walker ve ark., 2016).

Sucul böceklerin aynı mikrohabitatlara adaptasyonu ve farklı ekolojik nişlere sahip olmaları, zehirlerinin farklı etki yapmaları sonucunda gerçekleşmektedir. Bu özellik mikrohabitatlarda çok sayıda böceğin bir arada yaşamasına olanak tanımaktadır. Örneğin, Sucul Nepomorpha ve suyun yüzey geriliminde asılı kalarak avlanan yarısucul Gerromorpha türleri sucul kabuklular, böcekler, salyangozlar, solucanlar, kurbağa yavruları, özellikle hastalık taşıyıcı sivrisineklerin larvaları ile beslenirler ve su ekosistemlerinin biyokontrol ajanları olarak kabul edilmektedirler. Zehirlerin biyoaktivitesi türe bağlı farklılıklar göstermektedir. Örneğin sucul böcek *Nepa cinerea* Linnaeus, 1758 (Nepidae) PMG özütü, atlarda eritrositlere ve Sf9 hücrelerine (genellikle çeşitli tıbbi proteinler ve virüsler üretmek için veya temel araştırmalar için kullanılan *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) hücreleridir) karşı güçlü toksisite göstermekte ve *E. coli*'nin büyümesini engellemektedir. Fakat *Ilyocoris*

*cimicoides* (Linnaeus, 1758) (Naucoridae)'in PMG özütleri atlarda eritrositlere karşı çok az toksisite gösterirken, *Notonecta glauca* (Linnaeus, 1758) (Notonectidae) özütleri ise hiç aktivite göstermemiştir ve her iki türün özütünün Sf9 hücrelerine karşı hafif toksisite gösterdiği belirlenmiştir. *Corixa punctata* (Illiger, 1807) (Corixidae) türüne ait bireylerden alınan AMG ve PMG özütleri bahsi geçen hücrelerin hiçbirine karşı toksisite göstermemiştir. *N. cinerea* ve *C. punctata* PMG özütlerinin nişasta ve glikojeni parçalama yeteneği olduğu ancak *N. glauca* PMG özütünün her iki polisakkariti de sindiremediği belirlenmiştir (Fischer ve ark., 2023). Bu çalışma, zehirlerin biyoaktivitelerinin türlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Belostomatidae üyeleri uzunlukları 10-12 cm'ye kadar ulaşabilen büyük türlerdir ve kurbağalar, kaplumbağalar, yılanlar ve kuşlar gibi omurgalıları öldürebilirler. Belostomatidae türlerinin zehirlerinde proteinler arasında proteazlar, hemolizin benzeri proteinler, proteaz inhibitörleri, hiyaluronidazlar, fosfolipazlar, amilazlar ve çok sayıda peptitler tespit edilmiştir (Swart ve ark., 2006; Walker ve ark., 2018; Fischer ve ark., 2023) ve Belostomatidae türlerinin zehiri omurgalı hedeflere karşı biyoaktivite için seçilen toksinleri içermektedir. Belostomatidae türlerinin zehiri memelilerde özellikle hipoesteziye (dokunma duyusunun azalması veya kaybolması) neden olmaktadır. *Belostoma* (Heteroptera: Belostomatidae) taksonuna ait 3 türün salyangoz popülasyonlarını kontrol etmede etkili bir biyolojik kontrol ajanı olduğu bilinmektedir (Swart ve Taylor, 2004).

Belostomatidae türleri ile yapılan çalışmada farklı türlerin tükürük içeriğinin farklı olduğu gözlenmiştir. Örneğin; *Lethocerus uhleri* (Montandon 1896) ve *Belostoma lutarium* (Stål, 1856) tükürük içeriği incelenmiş ve *L. uhleri*'nin tükürüğünde 3 proteolitik enzim tespit edilirken amilaz olmadığı gözlemlenmiş, *B. lutarium*'un tükürük içeriğinde ise 2 proteolitik enzim ve amilaz ürettiği belirlenmiştir (Swart ve ark., 2006). Bu farkın Lethocerinae ve Belostomatinae altfamilyası üyelerinin diyet tercihlerindeki farklılıklara bağlı olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu sistematikte ve biyolojik mücadele araştırmalarında önemlidir. Bu veri ile teşhis işlemi ve biyolojik kontrol ajanı olarak seçilecek türlerin belirlenmesi yapılabilir.

*Belostoma anurum* (Herrich-Schäffer, 1848) örnekleri ile yapılan “Tükürük toksisitesi” çalışmasında insanlarda ve hayvanlarda kan pıhtılaşmasında artış olduğu ve tavşanlarda yılan zehrinden daha fazla hemolize neden olduğu ayrıca balıklarda nekroz ve kanamaya neden olduğu

belirtilmiştir (Picado, 1936). Bir başka çalışmada *Belostoma anurum* tükürüğünde lizofosfolipidlerin varlığını tespit edilmiştir, bu da avda nöromüsküler kavşak felcine neden olduğunu göstermektedir (Haddad ve ark., 2010).

Reduviidae (Heteroptera) zehirleri örümcek zehirlerine benzer bir yol izler. Örümcek zehirleri disülfür bakımından zengin peptit nörotoksinler içermektedir ve bu nörotoksinler presinaptik veya postsinaptik nöronal iyon kanallarına bağlanır ve uyarılabilir hücrelerin yüzeyindeki iyon kanallarının işlevine etki ederek avın felcine neden olur. Reduviidae üyelerinin zehirleri ayrıca Ptu1 gibi disülfür açısından zengin peptit nörotoksinleri de içerir ve voltaj kapılı N tipi kalsiyum kanallarına geri dönüşümlü olarak bağlanarak etki ederler, Ptu1, bağımsız olarak yeniden üretilen bir inhibitör sistin düğümüne sahiptir (Bernard ve ark., 2001; Wait ve ark., 2021). Avcı böceklerde farklı Ptu 1 türevleri bulunmaktadır, örneğin Güneydoğu Asya (Hindiçin), Çin, ve Hindistan'ın (Oriental bölge) yerel fauna elemanı olan, 1930'lu yıllardan sonra Japonya'da (Palearktik bölge) dağılım gösteren *Agriosphodrus dohrni* (Signoret, 1862) (Heteroptera: Reduviidae) toksini ADO1 olarak, Güneydoğu Asya ve Japonya'da dağılım gösteren *Isyndus obscurus* (Dallas, 1850) (Heteroptera: Reduviidae) toksini LOB1 olarak adlandırılmaktadır (Bernard ve ark., 2001).

## Sonuç

Heteroptera türleri avlanma, beslenme ve kendilerini savunma durumuna adapte olmuş zehirlere sahiptir. Zehir toksinlerinin evrimi yanında zehir salgılayan labial bezlerin yapısındaki evrimsel yenilikler, yeni nişlerin ve habitatların istilasına olanak tanımış evrimin aktif itici güçleri olmuşlardır.

Heteroptera zehirlerinin bileşiminin ortaya çıkarılması, bu zehirlerin işleyişinin, konağa veya tehdit olarak görülen canlılara aktarım mekanizmalarının bilinmesi, biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılma metodlarının araştırılması, zararlı ile daha etkili mücadele etme ve sağlık alanında yaşanabilecek olumsuz etkileri yok etmek için oldukça önemlidir.

Heteroptera türlerinin labial bezlerinden üretilen zehirin zararlı böceklerin kontrol altına alınması için biyoinsektisit olarak kullanılması dışında insanlarda meydana gelen çeşitli hastalıkları tedavi edici farmakolojik araçlar olarak kullanılması da mümkün olabilir. Aynı zamanda Heteroptera zehirlerinin, diğer böcek takımlarına ait türlerin ve omurgalı-omurgasız hayvan zehirlerinin bileşenlerinin belirlenmesi

hayvanlar arasındaki konvergent evrimin belirlenmesi bakımından da önemli olacaktır. Bunun için çok çeşitli biyoaktivitelere sahip farklı böcek türlerinin zehir bileşenlerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2024a). <https://www.quora.com/In-the-English-language-what-exactly-is-the-difference-between-a-toxin-a-poison-and-a-venom> (erişim tarihi: 07.10.2024).
- Anonim (2024b). <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/hemostaz-nedir> (erişim tarihi: 24.07.2024).
- Aukema, B. & Rieger, C. (1995-2006). Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Nederlandse Entomologische Vereniging. Publisher: Netherlands Entomological Society, Amsterdam.
- Azevedo, D. O., Zanuncio, J.C., Zanuncio, J. S. J., Martins, G. F., Marques-Silva, S., Sossai, M. F. & Serrão, J. E. (2007). Biochemical and morphological aspects of salivary glands of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). Braz. Arch. Biol. Technol. 50, n:3, 469–477.
- Baptist, B. A. (1941). The morphology and physiology of the salivary glands of Hemiptera-Heteroptera. Q. J. Microsc. Sci., 91–139.
- Bernard, C., Corzo, G., Mosbah, A., Nakajima, T. & Darbon, H. (2001). Solution structure of Ptu1, a toxin from the assassin bug *Peirates turpis* that blocks the voltage-sensitive calcium channel N-type. Biochemistry. 40 (43): 12795–12800.
- Bethke, A. J. THE BUG MAN: What is a Piercing Sucking Insect? <https://www.sdhortnews.org/post/the-bug-man-what-is-a-piercing-sucking-insect>. (erişim tarihi: 04.12.2024).
- Demirsoy, A. (1992). Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar / Böcekler: Entomoloji. Cilt: II / Kısım: II –Meteksan A. Ş. Ankara. Pp. 941. ISBN. 975-7746-02-9.
- Dursun, A. & Fent, M. (2024). First record of *Cimex lectularius* Linnaeus, 1758 (Cimicidae: Heteroptera) for Amasya, J. Het.Turk., 6 (1): 35-38.
- Edwards, J. S. (1961). The action and composition of the saliva of an assassin bug *Platymeris rhadamanthus* Gaerst. (Hemiptera, Reduviidae). J. Exp. Biol. 38 (1): 61–77.

- Fent, M. & Dursun, A. (2021). A new species of *Tinna* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) from Nigeria. *Zootaxa* 5004 (1): 193–199.
- Fischer, M. L., Yepes, Vivas, S. A., Wielsch, N., Kirsch, R., Vilcinskas, A. & Vogel, H. (2023). You are what you eat-ecological niche and microhabitat influence venom activity and composition in aquatic bugs. *Proc Biol Sci.* 29: B 290: 1-10.
- Fry, B. G., Roelants, K., Champagne, D. E., Scheib, H., Tyndall, J. D., King, G. F., Nevalainen, T. J., Norman, J. A., Lewis, R. J. & Norton, R. S. (2009). The toxicogenomic multiverse: Convergent recruitment of proteins into animal venoms. *Annu. Rev. Genom. Hum. Genet.* 10, 483–511.
- Haddad, V., Schwartz, E. F., Schwartz, C. A. & Carvalho, L. N. (2010). Bites Caused by Giant Water Bugs Belonging to Belostomatidae Family (Hemiptera, Heteroptera) in Humans: A Report of Seven Cases. *Wilderness & Environmental Medicine*, 21(2): 130–133.
- Haridass, E. T. & Ananthkrishnan, T. N. (1981). Functional morphology of the salivary system in some Reduviidae (Insecta: Heteroptera). *Proc. Ani. Sci.* 90, 483–493.
- Pereira, M. H., Gontijo, N. F., Guarneri, A. A., Sant'Anna, M. R. V. & Diotaiuti, L. (2006). Competitive displacement in Triatominae: the *Triatoma infestans* success. *Trends Parasitol. Cell Press.* 22 (11): 516-520.
- Picado, C. (1936). Estudo experimental sobre o veneno de *Lethocerus deponteii* (De Carlo) (Hemiptera, Belostomatidae). *Mem Inst. Butantan.* 10: 303–310.
- Post, D. C. & Jeanne, R. L. (1983). Relatedness and mate selection in *Polistes fuscatus* (Hymenoptera: Vespidae), *An. Beha.*, 31 (4): 1260-1261.
- Ribeiro, J. M. C., Assumpção, T. C. & Francischetti, I. M. B. (2012). An insight into the sialomes of bloodsucking Heteroptera. *Psyche* (Stuttg.), 1–16.
- Swart, C. C. & Taylor, R. C. (2004). Behavioral interactions between the giant water bug (*Belostoma lutarium*) and tadpoles of *Bufo woodhousii*. *Southeast Nat.* 3:13–24.
- Swart, C. C., Deaton, L. E. & Felgenhauer, B. E. (2006). The salivary gland and salivary enzymes of the giant waterbugs (Heteroptera; Belostomatidae). *Comp Biochem Physiol.* 45: 14–122.

- Wait, L. C., Walker, A. A. & King, G. F. (2021). Crouching Tiger, Hidden Protein: Searching for Insecticidal Toxins in Venom of the Red Tiger Assassin Bug (*Havinthus rufovarius*). *Toxins*, 13, 3.
- Walker, A. A., Weirauch, C., Bryan, G. Fry, B. G. & King, F. G. (2016). Venoms of Heteropteran Insects: A Treasure Trove of Diverse Pharmacological Toolkits. *Toxins*, 8: 43, 1-32.
- Walker, A. A., Madio, B., Jin, J., Undheim, E. A., Fry, B. G. & King, G. F. (2017). Melt with this kiss: Paralyzing and liquefying venom of the assassin bug *Pristhesancus plagipennis* (Hemiptera: Reduviidae). *Mol. Cell. Proteomics*, 16, 552–566.
- Walker, Andrew A., Mayhew, Mark L., Jin, Jiayi, Herzig, Volker, Undheim, Eivind A. B., Sombke, Andy, Fry, Bryan G., Meritt, David J. & King, G. F. (2018). The assassin bug *Pristhesancus plagipennis* produces two distinct venoms in separate gland lumens. *Nature Communications* 9 (1) 1-10.
- Walker, A. A., Robinson, S. D., Undheim, E. A. B., Jin, J., Han, X., Fry, B. G., Vetter, I. & King, G. F. (2019). Missiles of Mass Disruption: Composition and Glandular Origin of Venom Used as a Projectile Defensive Weapon by the Assassin Bug *Platyeris rhadamanthus*. *Toxins*, 11, 673.
- Zeng, F. & Cohen, A. (2000). Comparison of  $\alpha$ -amylase and protease activities of a zoophytophagous and two phytozoophagous Heteroptera. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 126, 101–106.
- Zerachia, T., Bergmann, F. & Shulov, A. (1973). Pharmacological activities of the venom of the predaceous bug *Holotrichius innesi* (Het.Reduviidae). In: *Animal and Plant Toxins*, (ed.) Kaiser, E., pp. 143-146.





# IMPORTANCE OF PLANT PARASITIC NEMATODES IN BANANA PLANTATIONS

Refik BOZBUĞA<sup>1</sup>- Mustafa İMREN<sup>2</sup>

## Introduction

Bananas and plantains are produced in 135 countries, where they rank as high-value global agricultural commodities; though generating over \$8.9 billion in export revenue, exported varieties such as Cavendish comprise less than 15% of the 145 million tonnes produced annually, as most are cultivated with minimal inputs by local farmers for local markets, both local and export production face challenges from abiotic factors and significant diseases which, despite some having limited regional distributions, continue to spread and collectively threaten global banana sustainability (Ploetz and Evans, 2015). Bananas (*Musa* spp.), perennial plants well-suited to humid tropical and subtropical regions, have a long history and are believed to have originated in Southeast Asia's jungles in Malaysia, Indonesia, and the Philippines, where their primary ancestors *Musa acuminata* and *M. balbisiana* are native; from Southeast Asia, domesticated bananas spread globally through human migration, moving eastward to develop distinct varieties in the Pacific, and later reaching Africa via 15th-century traders through Madagascar, leading to a rich diversity of banana types across sub-Saharan Africa, West and Central Africa, East African highlands (Pillay and Tripathi, 2007). Bananas, which can be seeded or parthenocarpic, show variations in seed fertility due to complex genetics; parthenocarpic varieties have edible pulp filling the fruit, while seeded types surround seeds with pulp from the loculus lining; seeded bananas follow a sigmoid growth pattern, whereas parthenocarpic types display varied growth shapes affected by ovule behavior, seed content, and ploidy;  $\alpha$ -Naphthylacetic acid promotes parthenocarpy in seeded and weakly parthenocarpic types, while coumarin inhibits it in strongly parthenocarpic types, indicating that fruit development is hormone-regulated in two phases and highlighting the importance of distinguishing "seedless" from "parthenocarpic" fruits (Simmonds, 1953). Banana is grown in Türkiye that production of banana in Türkiye has

---

<sup>1</sup>Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, refikbozbuga@gmail.com

<sup>2</sup>Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi., m.imren37@gmail.com

increased rapidly over the last 24 years, with the production amount rising from 6000 tons in 2000 to 997244 tons in 2023 (TUİK, 2024).

The banana plant is affected by numerous diseases and pests, among which nematodes hold a significant role. Plant-parasitic nematodes, including burrowing, lesion, spiral, and root-knot species, are widespread and highly damaging to bananas and plantains, causing up to 20% annual crop loss, with the burrowing nematode being the most destructive, yet limited research has focused on the interactions between different nematode species in banana roots (Marin et al., 1998). A survey of plant and soil nematodes in banana plantations across West Bengal, India, identified 17 species of plant-parasitic nematodes, including *Pratylenchus coffeae*, *P. similis*, *P. brachyurus*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Helicotylenchus multicinctus*, *H. incises*, *H. gratus*, *H. abunaamai*, *H. dihystra*, *Tylenchorhynchus nudus*, *T. coffeae*, *T. mashhoodi*, *Rotylenchulus reniformis*, *Hirschmanniella mucronata*, and *Criconemoides* sp.; of these, *M. incognita*, *P. coffeae*, *H. multicinctus*, *P. brachyurus*, and *R. reniformis* are significant pests of banana, and cultivar differences influenced nematode populations, with high densities of *P. coffeae* and *R. reniformis* observed across various cultivars (Khan and Hasan, 2010). Plant-parasitic nematode incidence, population densities, and root damage in 153 smallholder banana and plantain gardens in Democratic Republic of Congo, identifying *Helicotylenchus multicinctus* (89%), *Meloidogyne* spp. (54%), and *Radopholus similis* (30%) as the most prevalent, with altitude influencing nematode distributions: *R. similis* declined above 1.300 m, *P. goodeyi* is uncommon below 1.200 m, while *H. multicinctus* and *Meloidogyne* spp. are widespread; damage levels are moderate to high across all elevations and banana types (Kamira et al., 2013).

Banana nematodes are important biotic stress therefore this book chapter provides a comprehensive review of some plant-parasitic nematodes that cause damage to banana plants.

### **Burrowing nematode *Radopholus similis***

The burrowing nematode, *Radopholus similis*, which affects over 250 plant species, including agronomic and horticultural crops, as well as many weeds, has two recognized races, one attacking citrus and the other not but both are morphologically similar, with the citrus race currently found only in Florida, USA, at the same time, *R. similis* is most widely distributed on bananas worldwide, causing significant yield losses, including up to 12.5 tons per hectare in bananas and 70-80% yield

reduction in oranges and grapefruits, spreading globally through the movement of parasitized plants, prompting the development of control measures such as prevention, cultural practices, resistant varieties, and chemical pesticides (O'Bannon, 1977). *R. similis* is one of the most damaging nematode in banana plantations (Gowen et al., 2005). Rapid spread of *R. similis* in Uganda's Lake Victoria region since the 1960s is considered a major factor in the severe production challenges facing banana cultivation (Price, 2006). Among the plant parasitic nematodes, *H. multicinctus* (88% occurrence), *R. similis* (74%), and *P. goodeyi* (50%) are present on East African Highland cooking bananas and Pisang Awak, with higher densities of *H. multicinctus* and *R. similis* on the former, and *R. similis* being strongly linked to root necrosis and extensive damage in Central Uganda (Speijer and De Waele, 2001). The EU's pest risk assessment of *R. similis* found that it can enter through infested ornamental plants, with possible establishment in citrus production systems under certain conditions, particularly in southern regions, but climate limits its spread and impact; currently, it is most damaging to ornamental greenhouse production, though its overall impact in the EU is considered low, and future temperature increases may allow it to reach damaging levels in a few outdoor areas (Jeger et al., 2017). The potential distribution of *R. similis* is predicted to be limited to southern China, including provinces like Hainan, Guangdong, Guangxi, Fujian, and Yunnan, with Taiwan also at risk, and the pest can be introduced via international flower and nursery stock shipments, necessitating stringent quarantine measures at key ports (Wang et al., 2007). The burrowing nematode, a severe threat to intensive banana cultivation due to its root-damaging impact leading to toppling disease, shows reduced reproduction when soaked in dsRNA targeting specific genes (*Rps13*, *Chs-2*, *Unc-87*, *Pat-10*, and *Eng1a*), and when the East African Highland Banana cultivar Nakitembe is genetically engineered to express dsRNA against these genes, infected plants demonstrated reduced nematode multiplication and root damage compared to nontransformed controls, indicating RNAi as a promising method for managing this pest in bananas (Mwaka et al., 2023).

Several recent studies have been conducted by various researchers focusing on the management and control of this nematode species. The role of its cathepsin S protease (*Rs-cps*) a gene related to similar genes in other nematodes and expressed in various organs and developmental stages, notably in females finding that while octopamine did not enhance dsRNA uptake for RNA interference, dsRNA effectively entered *R. similis* through

multiple body openings, significantly reducing Rs-cps expression, reproduction, and pathogenicity, thus positioning Rs-cps as a promising target for nematode control (Wang et al., 2016). The Rs-far-1 protein, a fatty acid- and retinoid-binding protein in *R. similis*, plays a crucial role in nematode growth, reproduction, and infection by suppressing plant defenses, showing 75% homology to Mj-FAR-1 in *M. javanica*, with the highest expression in females and in highly pathogenic populations, while RNA interference (RNAi) targeting Rs-far-1 significantly reduces *R. similis* reproduction and pathogenicity, regulates allene oxide synthase (AOS) expression in *Arabidopsis thaliana* during infection, and presents potential for controlling *R. similis* by enhancing plant defenses (Zhang et al., 2015). The RsVAP gene from *R. similis*, expresses mainly in juvenile nematodes and the esophageal gland, was cloned, and its silencing in tomato reduced nematode pathogenicity and reproduction, while transient expression in tobacco suppressed plant immunity and cell death, with RsVAP interacting with the tomato protein LeRabA1d to facilitate nematode infection (Li et al., 2021). A total of 64,761 unigenes are identified from different life stages of *R. similis*, with 11,443 showing significant expression differences; the analysis predicted genes related to host parasitism, defense suppression, and other biological functions, including 86 genes for cell wall degrading enzymes and 102 for antioxidases, revealing differences in parasitic gene profiles between sedentary and migratory nematodes, and although no effector genes related to feeding site formation are found (Huang et al., 2019).

### **Root knot nematodes *Meloidogyne* spp.**

As a polyphagous nematode group, root-knot nematodes encompass approximately 100 species globally, with the four primary *Meloidogyne* species being *M. hapla*, and *M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. incognita* (predominantly in tropical regions), while emerging species include *M. enterolobii*, *M. minor*, *M. paranaensis*, *M. chitwoodi*, and *M. fallax* (Moens et al., 2009). They infect several plants including banana (Onkendi et al., 2014). *Meloidogyne* spp. are sedentary endoparasites, with mobile second-stage juveniles (J2) that penetrate roots at tips or wounds, inducing the formation of multinucleate giant cells from vascular parenchyma, disrupting xylem vessels, stimulating cortical cell multiplication to form galls, and eventually molting into adult females that enlarge and reproduce parthenogenetically (De Waele and Davide, 1998). In a controlled greenhouse study, *M. incognita* demonstrated a strong pathogenic effect on banana plants, significantly impairing growth parameters—including plant

height, leaf number, leaf area, and both root length and weight particularly at inoculum levels of 1,000 and 10,000 juveniles per kilogram of soil, where it not only caused the highest gall indices (4.6 and 5.0) but also showed a decrease in its multiplication rate as nematode density increase (Jonathan and Rajendran, 2000).

Eco-friendly nematocidal potential of *Moringa oleifera* seed protein extracts against *Meloidogyne incognita* in banana plants, revealing that the first protein fraction obtained at 50% ammonium sulphate saturation effectively reduced nematode juveniles in soil (63.51%) and root galls (73.24%), and, along with *Ulva lactuca*, promoted plant growth, although the growth increase was independent of nematode control (El-Ansary and Al-Saman, 2018). Morphological, morphometric, and molecular analyses confirmed *M. enterolobii* identification in banana plants in Brazil, showing esterase phenotype bands and symptoms in inoculated greenhouse plants similar to field cases; after 90 days, all inoculated plants developed galls with a high reproduction factor of 24.2, marking the first report of *M. enterolobii* infecting *Musa* species in Brazil (Luqini et al., 2019). *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, and occasionally *M. arenaria*, are commonly found on banana and plantain roots worldwide, yet are not considered major pathogens compared to *R. similis* and *Pratylenchus* spp., which cause severe damage like root necrosis and toppling, although *Meloidogyne* spp. can exploit damaged roots for feeding and may be underestimated in areas where *R. similis* is absent (De Waele and Davide, 1998). *Meloidogyne* spp. lay their eggs in a gelatinous mass containing several hundred eggs on banana roots, and their life cycle lasts four to six weeks, causing swollen, galled roots, with root tip growth ceasing and new roots forming above the infection, and above-ground symptoms like yellowing, stunted growth, and reduced plant vigor, particularly due to *M. javanica* in Pakistan, while they may also colonize the corm up to 7 cm deep (De Waele and Davide, 1998).

A field experiment in the Philippines on Giant Cavendish bananas shows that *M. incognita* caused significant yield losses, with 1.000 J2 per plant resulting in 26.4% loss, 10,000 J2 causing 45.4% loss, and 20.000 J2 leading to 57.1% loss compared to uninoculated plants. *Meloidogyne* spp. are often found with soil-borne fungi like *Fusarium* and *Rhizoctonia* in banana and plantain roots, with combined infections in Yemen increasing root rot severity (De Waele and Davide, 1998). South Africa's banana industry, concentrated in frost-free areas of KwaZulu-Natal, Limpopo, and Mpumalanga, primarily grows Cavendish cultivars and faces significant

nematode threats from *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus multicinctus*, *Radopholus similis*, and *Pratylenchus coffeae*; surveys indicate *Meloidogyne* and *Helicotylenchus* dominate, accounting for 72% of nematodes, with control strategies including regulated planting material, cultural practices, and biological and chemical control methods (Daneel and De Waele, 2017).

In India, research on 25 banana varieties reveals varying levels of resistance to *M. incognita*, identifying SH-3640 and SH-3436-6 as resistant due to their low root-knot indices, while other varieties ranged from moderately resistant to highly susceptible; biochemical analysis showed that higher concentrations of phenolic compounds, polyphenol oxidase, peroxidase, and phenylalanine ammonia lyase were associated with increased resistance, as these biochemical factors exhibited a significant inverse relationship with root-knot count, root-knot index, and nematode density in both roots and soil (Quénéhervé et al., 2009). *Meloidogyne* species threaten crop production in Africa by causing yield losses and reduced quality, with resistance-breaking populations undermining pest management strategies, and this review emphasizes the need for accurate species identification through traditional and molecular methods, advocating for a polyphasic approach to address the potential risks posed by emerging, highly damaging *Meloidogyne* populations (Onkendi et al., 2014). The production of phenolic compounds in banana roots infected by *P. coffeae*, *M. incognita*, and *R. similis*, using 59 banana genotypes (10 diploids, 49 triploids) in glasshouse trials; histological analysis shows that resistant varieties like ‘Karthobiumtham’ (ABB) and ‘Bhimkol’ (BB) has more phenol-producing and lignified cells than susceptible ones like ‘Therahaw-1164’ (ABB) and ‘Jahaji’ (AAA) (Nithya Devi et al., 2007). *Pochonia chlamydosporia* to control *M. javanica*, promote banana growth, and colonize the root system by applying various concentrations (2,000, 3,000, 4,000, and 5,000 chlamydospores/g substrate) of a commercial product based on the *P. chlamydosporia* Pc-10 isolate to micropropagated banana plants during acclimatization and planting, with the highest concentration (5,000 chlamydospores/g) resulting in a 67% reduction in nematode egg numbers, as well as significant improvements in shoot height, dry shoot mass, pseudostem diameter, and root mass compared to the control, while the fungus was detected in both the roots and substrate at the end of the experiment, demonstrating its ability to establish, multiply, and survive in the seedlings, thus proving its effectiveness in controlling *M. javanica* and enhancing banana seedling

growth (Barbosa et al. 2019). The nematocidal effects of three microalgae *Scenedesmus obliquus* (SO), *Chlorella vulgaris* (CV), and *Anabaena oryzae* (AO)—alone or in combinations, against *Meloidogyne incognita* on banana plants, showing that all algae treatments significantly reduced the number of nematode juveniles (J2s) in soil, with the AO + CV combination being the most effective; additionally, the algae treatments enhanced plant growth, improving shoot weight, root weight, and other growth parameters, increased levels of total phenolics and antioxidant activity, indicating the algae's protective and growth-promoting potential (Hamouda and El-Ansary, 2017). Mersin Province, Türkiye, assessed the impact of plant-parasitic nematodes, including *H. multicinctus*, *M. incognita*, and *M. javanica*, on banana crops in greenhouses, where three nematicides (oxamyl, fenamiphos, ethoprophos) applied in varying frequencies, revealing yield increases of 34% to 117% in treated plots, but indicating that relying on a single control method is insufficient, and an integrated pest management approach is necessary for effective nematode control (Özarslandan et al., 2020).

### **Root lesion nematodes *Pratylenchus* spp**

*Pratylenchus coffeae* and *P. goodeyi* are significant pests of bananas, causing similar damage to *R. similis*, with *P. coffeae* widely distributed globally, especially in regions like South East Asia, Central and South America, and parts of Africa, while *P. goodeyi* is restricted to higher elevation areas in Central, Eastern, and West Africa, and both nematodes also affect other crops like yams, coffee, and ginger (Bridge et al., 1997). *Pratylenchus coffeae* is among the few *P.* species recognized as a banana pathogen, causing lesions on roots (Gowen et al., 2005). Another *Pratylenchus* nematode *P. goodeyi* complete its life cycle 24-30 days in banana roots and lay eggs per female 18,8 to 29.8 eggs in 35 days (Prasad et al., 1999). *Pratylenchus coffeae* and *P. goodeyi* are migratory endoparasites of banana, plantain, and abaca that feed and reproduce in the root cortex and corms, causing symptoms similar to *R. similis*, including black necrosis, lesions, root snapping, stunted growth, reduced bunch weight, delayed production, and toppling, with their presence often correlated with fungal infections like *Fusarium* spp. and *R. solani*, and *P. goodeyi* also contributes to the spread of bacterial wilt in Ensete caused by *Xanthomonas campestris* (Bridge et al., 1997).

In Kenya, banana production by smallholder farmers has declined, largely due to plant-parasitic nematodes, yet farmer awareness of nematode damage is low, with only 2.3% recognizing symptoms and none applying

control measures; a survey across 180 farms found nematode incidence highest at 1601-2000 m altitude, especially on cooking bananas, with *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, and *Helicotylenchus* as prevalent genera, while pathogenicity testing showed *P. goodeyi* from higher altitudes to be more aggressive, affecting cooking bananas more severely than dessert varieties (Nyang'au et al., 2021). *P. coffeae* on five banana cultivars in North Vietnam, showing that infection did not alter crop cycle length, plant height, pseudostem girth, or leaf count but significantly reduced bunch weight by 13-20% in 'Ngu Tien,' 'Tay Tia,' and 'Grand Naine'; additionally, it decreased the number of fingers in 'Grand Naine' by 34%, suggesting *P. coffeae* can notably impact yield despite minimal effects on plant structure (Van den Bergh et al., 2006). A survey of banana-growing regions in Tanzania revealed *P. coffeae* in approximately 80% of areas surveyed, with incidences exceeding 50% in Unguja North, Mbeya, and Ruvuma, and population densities on Unguja Island increasing from 74 to 2996 nematodes per 100 g of fresh roots; this study also marked the first detection of *P. coffeae* on mainland Tanzania, with particularly high densities found on banana roots grown at 500–1000 m above sea level key findings for future nematode management strategies in Tanzania (Luambano et al., 2019). *P. coffeae*-infected banana rhizomes by exposing solarisation to sunlight for 0, 2, 6, and 8 hours during the dry season, with rhizome temperatures reaching 27.0, 36.9, 54.3, and 51.8°C, respectively; after three months in pots, results showed no effect on sucker emergence but significant reductions in nematode populations at 6 and 8 hours of exposure, suggesting solarisation as an effective method for controlling plant-parasitic nematodes in banana seedlings (Araújo et al., 2018). Various plant-parasitic nematodes, particularly *P. goodeyi*, cause economic damage to bananas in subtropical regions, with losses varying based on cultivar, agronomic practices, rhizosphere interactions, and agro-ecological factors, especially in highland Africa and the Canary Islands, at the same time, nematicides have traditionally been used for export production, recent efforts to identify resistant banana cultivars have revealed variable resistance levels, with Yangambi Km 5 showing poor susceptibility to *P. goodeyi*, although resistance has been observed in Africa but not in the Canary Islands, indicating possible pathogenic differences among nematode populations (Pinochet, 1997). The effects of different soil types (alluvial, sandy loam, silty clay, black soil, laterite, and red soil) on *P. coffeae* multiplication and banana growth showed that alluvial soil held the best plant growth, followed by sandy loam, while red soil resulted in the poorest growth; silty clay and alluvial soils had the highest root-lesion



indices and nematode populations, while red soil has the lowest (Sundararaju and Jeyabaskaran, 2003).

### **Spiral nematode *Helicotylenchus multicinctus***

*Helicotylenchus multicinctus*, a spiral nematode found globally on bananas and plantains, causes damage, particularly in subtropical regions lacking *R. similis*, by feeding on the outer root cortex, leading to lesions, root decay, toppling, and decreased yields, with management typically involving nematicides, though their effectiveness varies, and its spread can be controlled through treatment of planting material using methods like paring, hot water, or chemicals (McSorley and Parrado, 1986). *Helicotylenchus multicinctus* is most prevalent in Kanavaipatty (72.7%), followed by Siluvampatty (63.6%) and Kondarasampalayam (62.5%), significantly affecting banana yields; *Helicotylenchus* species, known for causing substantial agricultural damage, were identified through morphological analysis and molecular characterization, with phylogenetic analysis of the 18S rDNA segment confirming the presence of *H. multicinctus*, which, despite morphological similarity, exhibited genetic variations in its nucleotide sequences, highlighting the importance of accurate species identification for effective management strategies (Tharani et al., 2021). The life cycle and mating behaviour of *H. multicinctus* in vitro using excised *Musa cavendishii* roots, revealing that after hatching, juveniles resembled adults and undergoes four juvenile stages, with the first molt occurring outside the egg; after the final molt, they matured into male and female adults, with mating required for reproduction, and females subsequently laid eggs, completing the cycle from second-stage juvenile to second-stage juvenile in 39 days (Karakas, 2007).

In an in vitro study with plantain seedlings cv. 'Horne I,' inoculated with varying densities of *H. multicinctus*, plant growth parameters such as height, pseudostem girth, leaf area, and top/root dry weight has altered; however, at densities below 10000, growth is similar to the control, and photosynthetic activity mirrored these trends, indicating that *H. multicinctus* is a minor parasite in humid tropics (Adiko, 2005). *H. multicinctus*, damaging roots and impeding nutrient and water uptake, leading to growth and fruit production issues; in breeding trials at TNAU, India, various diploids and hybrids are crossed with commercial triploids to develop tetraploids and improved diploids, with the hybrid H 531 showing resistance to the nematode, while others demonstrated tolerance, with resistant and tolerant genotypes exhibiting higher biochemical activities,

and H 531 taking 213 days to shoot and producing a moderate bunch weight of 13.5 kg (Das et al., 2014).

### Conclusion

This book chapter provides a comprehensive review of the current understanding and management strategies for nematode pests in banana and plantain production. Bananas and plantains are significant global crops. While bananas are grown in over numerous countries, including Türkiye, plant-parasitic nematodes are major pests in banana plantations. These nematodes, including burrowing, lesion, spiral, and root-knot species, cause to high levels of crop loss. The burrowing nematode is particularly destructive and is found in banana crops worldwide and can cause severe yield reductions, similarly, root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) are also prevalent in banana plantations, causing galls on roots and reducing plant vigour. Previous researches highlights that while these nematodes are not always the primary pathogens, they exploit damaged roots and contribute to overall plant stress, often in combination with other pathogens. In Türkiye, the banana production has seen rapid growth in recent years; however, the challenge of nematode infestations persists. Effective measures such as integrated pest management and biological control, including nematicides and biocontrol agents, are crucial for reducing nematode damage and improving banana yield and quality. More sustainable and integrated nematode management strategies should be developed for banana and plantain production, combining resistant varieties, biocontrol agents, and advanced monitoring techniques to reduce nematode-related losses and improve crop productivity.

### REFERENCES

- Adiko, A. (2005). Pathogenicity of *Helicotylenchus multicinctus* on plantains, Musa (AAB). *Russian Journal of Nematology*, 13(1), 55.
- Araújo, J. J. S., Muniz, M. F. S., Lima, S. S., Souza, J. L., & Junior, R. F. (2018). Management of *Pratylenchus coffeae* on Banana Plantlets by Solarization. *Nematopica*, 48(1), 21-26.
- Barbosa, R. T., Monteiro, T. S. A., Coutinho, R. R., Silva, J. G., & Freitas, L. G. (2019). *Pochonia chlamydosporia* for controlling root-knot nematode in banana. 99-106.
- Bridge, J., Fogain, R., Speijer, P. (1997). The root lesion nematodes of banana. 4-pp.

- Daneel, M. S., De Waele, D. (2017). Nematode pests of banana. *Nematology in South Africa: A view from the 21st century*, 359-371.
- Das, S. C., Balamohan, T. N., Poornima, K., Velalazan, R., Seenivasan, N., Van den Bergh, I., & De Waele, D. (2014). Screening of Banana Hybrids (Phase II) Resistant to *Helicotylenchus multicinctus*. *Indian Journal of Nematology*, 44(1), 9-16.
- De Waele, D., Davide, R. G. (1998). The root-knot nematodes of banana. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantain.
- El-Ansary, M. S., Al-Saman, M. A. (2018). Appraisal of *Moringa oleifera* crude proteins for the control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in banana. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 29, 631-637.
- Gowen, S. R., Quénéhervé, P., & Fogain, R. (2005). Nematode parasites of bananas and plantains. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 611-643). Wallingford UK: CABI publishing.
- Hamouda, R. A., & El-Ansary, M. S. M. (2017). Potential of Plant-Parasitic Nematode Control in Banana Plants by Microalgae as a New Approach Towards Resistance. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(2).
- Huang, X., Xu, C. L., Yang, S. H., Li, J. Y., Wang, H. L., Zhang, Z. X., ... & Xie, H. (2019). Life-stage specific transcriptomes of a migratory endoparasitic plant nematode, *Radopholus similis* elucidate a different parasitic and life strategy of plant parasitic nematodes. *Scientific reports*, 9(1), 6277.
- Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., ... & Urek, G. (2017). Pest risk assessment of *Radopholus similis* for the EU territory. *EFSA Journal*, 15(8), e04879.
- Jonathan, E. I., Rajendran, G. (2000). Pathogenic effect of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on banana, *Musa* sp. *Indian Journal of Nematology*, 30(1), 13-15.
- Kamira, M., Hauser, S., Van Asten, P., Coyne, D., & Talwana, H. L. (2013). Plant Parasitic Nematodes Associated with Banana and Plantain in Eastern and Western Democratic Republic of Congo [Nematodos Fitoparásitos Asociados A Los Cultivos De Banano Y Plátano En El Este Y Oeste De La República Democrática Del Congo]. *Nematropica*, 43(2), 216-225.

- Karakaş, M. (2007). Life cycle and mating behavior of *Helicotylenchus multincinctus* (Nematoda: Hoplolaimidae) on excised *Musa cavendishii* roots. *Biologia*, 62(3), 320-322.
- Khan, M. R., Hasan, M. A. (2010). Nematode diversity in banana rhizosphere from West Bengal, India. *Journal of plant protection research*.50 (3), 263-268.
- Li, J., Xu, C., Yang, S., Chen, C., Tang, S., Wang, J., & Xie, H. (2021). A venom allergen-like protein, RsVAP, the first discovered effector protein of *Radopholus similis* that inhibits plant defense and facilitates parasitism. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4782.
- Luambano, N. D., Kashando, B. E., Masunga, M. M., Mwenisongole, A. E., Mziray, M. F., Mbaga, J. E., ... & Mgonja, D. M. (2019). Status of *Pratylenchus coffeae* in banana-growing areas of Tanzania. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 105, 102-109.
- Luquini, L., Barbosa, D., Ferreira, C., Rocha, L., Haddad, F., & Amorim, E. (2019). First report of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on bananas in Brazil. *Plant Disease*, 103(2), 377-377.
- Marin, D. H., Sutton, T. B., & Barker, K. R. (1998). Dissemination of bananas in Latin America and the Caribbean and its relationship to the occurrence of *Radopholus similis*. *Plant disease*, 82(9), 964-974.
- McSorley, R., Parrado, J. L. (1986). Nematological reviews: *Helicotylenchus multincinctus* on bananas: An international problem. *Nematologica*, 73-91.
- Moens, M., Perry, R. N., & Starr, J. L. (2009). *Meloidogyne* species-a diverse group of novel and important plant parasites. In *Root-knot nematodes* (pp. 1-17). Wallingford UK: CABI.
- Mwaka, H. S., Bauters, L., Namaganda, J., Marcou, S., Bwesigye, P. N., Kubiriba, J., ... & Gheysen, G. (2023). Transgenic East African highland banana plants are protected against *Radopholus similis* through host-delivered RNAi. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(15), 12126.
- Nithya Devi, A., Ponnuswami, V., Sundararaju, P., Van den Bergh, I., & Kavino, M. (2007, September). Histopathological changes in banana roots caused by *Pratylenchus coffeae*, *Meloidogyne incognita* and *Radopholus similis*, and identification of RAPD markers associated with *P. coffeae* resistance. In III International Symposium on

- Banana: ISHS-ProMusa Symposium on Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable 828 (pp. 283-290).
- Nyang'au, D., Atandi, J., Cortada, L., Nchore, S., Mwangi, M., & Coyne, D. (2021). Diversity of nematodes on banana (*Musa* spp.) in Kenya linked to altitude and with a focus on the pathogenicity of *Pratylenchus goodeyi*. *Nematology*, 24(2), 137-147.
- O'Bannon, J. H. (1977). Worldwide dissemination of *Radopholus similis* and its importance in crop production. *Journal of nematology*, 9(1), 16.
- Onkendi, E. M., Kariuki, G. M., Marais, M., & Moleleki, L. N. (2014). The threat of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Africa: a review. *Plant pathology*, 63(4), 727-737.
- Özarslandan, A., Dinçer, D., & Ünlü, M. (2020). Nematode damage and management in banana in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 44(1), 3-12.
- Pillay, M., Tripathi, L. (2007). Banana. In *Fruits and nuts*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. pp. 281-301
- Pinochet, J. (1997). A review of banana attacking nematodes in the subtropics with emphasis on *Pratylenchus goodeyi* in the Canary Islands. In *II International Symposium on Banana: I International Symposium on Banana in the Subtropics 490* (pp. 353-360).
- Ploetz, R. C., Evans, E. A. (2015). The future of global banana production. *Horticultural Reviews: Volume 43*, 311-352.
- Prasad, J. S., Seshu Reddy, K. V., Sikora, R. A. (1999). Life cycle of *Pratylenchus goodeyi* in banana roots. *Nematologia Mediterranea*, 27, 111-114.
- Price, N. (2006). The banana burrowing nematode, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, in the Lake Victoria region of East Africa: its introduction, spread and impact. *Nematology*, 8(6), 801-817
- Quénéhervé, P., Valette, C., Topart, P., Tézenas Du Montcel, H., & Salmon, F. (2009). Nematode resistance in bananas: screening results on some wild and cultivated accessions of *Musa* spp. *Euphytica*, 165(1), 123-136.
- Simmonds, N. W. (1953). The development of the banana fruit. *Journal of Experimental Botany*, 4(1), 87-105.

- Speijer, P. R., & De Waele, D. (2001). Nematodes associated with East African highland cooking bananas and cv. Pisang Awak (*Musa* spp.) in Central Uganda. *Nematology*, 3(6), 535-541.
- Sundararaju, P., Jeyabaskaran, K. J. (2003). Evaluation of different soil types on multiplication of *Pratylenchus coffeae* and growth of banana seedlings var. Nendran. *Nematologia Mediterranea*, 31: 151-153.
- Tharani, G., Alagesan, A., Jawahar, S., Saranya, S., Balakrishnan, A., Padmanaban, B., & Manivannan, S. (2021). Distribution and molecular characterization of *Helicotylenchus multicinctus* (Tylenchida: Hoplolaimidae) from banana roots in Namakkal region, Tamil Nadu. *Int J Bot Stud*, 6, 965-971.
- TÜİK, 2024. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 05.11.2024)
- Van den Bergh, I., Nguyet, D. T. M., Tuyet, N. T., Nhi, H. H., & De Waele, D. (2006). Influence of *Pratylenchus coffeae* and *Meloidogyne* spp. on plant growth and yield of banana (*Musa* spp.) in Vietnam. *Nematology*, 8(2), 265-271.
- Wang, K., Li, Y., Huang, X., Wang, D. W., Xu, C. L., & Xie, H. (2016). The cathepsin S cysteine proteinase of the burrowing nematode *Radopholus similis* is essential for the reproduction and invasion. *Cell & bioscience*, 6, 1-15.
- Wang, Y. S., Xie, B. Y., Wan, F. H., Xiao, Q. M., & Dai, L. Y. (2007). The potential geographic distribution of *Radopholus similis* in China. *Agricultural Sciences in China*, 6(12), 1444-1449.
- Zhang, C., Xie, H., Cheng, X., Wang, D. W., Li, Y., Xu, C. L., & Huang, X. (2015). Molecular identification and functional characterization of the fatty acid-and retinoid-binding protein gene Rs-far-1 in the burrowing nematode *Radopholus similis* (Tylenchida: Pratylenchidae). *PloS one*, 10(3), e0118414.

# KÜRESEL ISINMA VE BÖCEKLER

İzzet AKÇA<sup>1</sup>

## Giriş

Küresel ısınma, dünya genelindeki iklim değişikliklerinin en belirgin sonuçlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan faaliyetlerinin, özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi etkenlerin atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu artırması, doğada ortalama sıcaklıklarının yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum, iklim dengelerini bozarak, ekosistemlerin dengesini tehdit etmekte, doğal afetlerin sıklığını ve şiddetini artırmakta ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. İklimdeki bu değişiklikler pek çok canlı türü üzerinde belirgin etkiler yaratmaktadır (Sable ve Rana, 2016; Dash, 2020; Skendži ve ark., 2021; Bhairavi ve Sravanthi 2023; Eickermann ve ark., 2023). Kısaca Küresel ısınma “atmosfer, okyanuslar ve kara kütleleri yüzeyindeki sıcaklıktaki yükselme” olarak tanımlanabilir (Öğür ve Tuncer, 2011).

Küresel ısınma, güneş ışığının Dünya'ya ulaşmasıyla başlar. Bulutlar, atmosferik parçacıklar, yansıtıcı yer yüzeyleri ve okyanusların yüzeyi daha sonra güneş ışığının yaklaşık %30'unu uzaya geri gönderirken, geri kalanı okyanuslar, hava ve kara tarafından emilir. Bu da sonuç olarak gezegenin ve atmosferin yüzeyini ısıtır ve yaşamı mümkün kılar. Dünya ısındıkça, bu güneş enerjisi termal radyasyon ve kızılötesi ışınlarla yayılır ve doğrudan uzaya yayılarak Dünya'yı soğutur. Ancak, giden radyasyonun bir kısmı atmosferdeki karbondioksit, su buharı, ozon, metan ve diğer gazlar tarafından yeniden emilir ve Dünya'nın yüzeyine geri yansıtılır. Bu gazlar, ısı tutma kapasiteleri nedeniyle genellikle sera gazları olarak bilinir. Bu yeniden emilim sürecinin aslında iyi olduğu, sera gazları olmasaydı Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının çok soğuk olacağı bilinmektedir. Ancak, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun son yıllarda endişe verici bir oranda artırılması ekosistemde olumsuzluklara neden olduğu görülmektedir.

Atmosfere salınan sera gazı miktarındaki artış küresel ısınmanın önemli sebebidir. Karbondioksit bu gazların en önemlisidir. Sera gazları ısıyı tutma özelliğine sahiptir. Bu nedenle yeryüzüne gelen ve yansımaya gereken güneş ışınlarının bir bölümü tutulmakta ve böylece yeryüzünün

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, iakca@omu.edu.tr

ısının nedeni olmaktadır (Johansen, 2002; Karl ve Trenbeth, 2003; Collins ve ark., 2007; Öğür ve Tuncer, 2011). Dünyada sıcaklıkların gelecek zaman içerisinde artmaya devam edeceği, 2050 yılına kadar Orta Avrupa genelinde 1.6°C ile 2.4°C artması ve 2100 yılında ise bu artışın 5.8°C'ye kadar çıkacağını öngörülmektedir (Houghton ve ark., 2001; Shukla ve ark., 2022; Eickermann ve ark., 2023). Küresel ısınma sıcaklık değişimi (Sıcaklığın artması) yağış, havadaki karbondioksik gazının değişimi gibi birçok ekosistemde rol oynayan faktörleri etkilemektedir (Bhairavi ve Sravanthi, 2023). Küresel ısınma bitkisel üretim başta olmak üzere doğadaki birçok biyotik ve abiyotik etmenlere etkisi vardır (Ciaris ve ark., 2005; Parry, 2019; Dash, 2020; Masson ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Küresel ısınma; böcekler de dahil birçok hayvanın biyolojisi ve davranışı etkilebileceği gibi onların yaşam alanlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişimler ortaya çıkabilmektedir (Bale ve ark., 2002; Bhairavi ve Sravanthi, 2023).

Böcekler yeryüzünde bulunan canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturması nedeniyle küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenmesi beklenen canlı gruplarının başında gelmektedir (Menendez, 2007). Özellikle çok döl veren, üreme potansiyeli yüksek olan ve bir bölgeye yeni giriş yapan istilacı böcekler küresel ısınmadan en çok etkilenen böceklerdir (Zhou ve ark., 1995, Harrington, 2007; Kannan ve James, 2009; Stoeckli ve ark., 2012; Gutierrez ve ark., 2017; Aşkın ve ark., 2022; Aşkın ve Akça 2023a; Bhairavi ve Sravanthi, 2023; Milenovic ve ark., 2023). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaprak bitleri, beyaz sinekler, thripsler, kırmızı örümcekler tarımsal üretimde önemli zararlara neden olmaktadır (Demirel ve Cranshaw, 2005a; Demirel, 2007; Demirel ve Yıldırım, 2008; Demirel ve Çabuk, 2008; Bayhan ve ark., 2014; Ölmez-Bayhan ve ark., 2016; Koca ve ark., 2018; Kaçar ve Dursun, 2022; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022; Koca ve Kaçar, 2024). Bu türler yaşadığı bölge, beslendiği konukçu ve türüne göre çok sayıda döl verirler ve üretimi önemli derecede olumsuz etkilerler. Bu nedenle küresel ısınmadan dolayı daha çok etkilenen birçok zararlı türe karşı kimyasal mücadele uygulamalarının yanında son yıllarda alternatif mücadele yöntemleri üzerine de birçok çalışmalar yapılmaktadır (Demirel ve Cranshaw, 2005b; Demirel ve Cranshaw, 2006; Demirel ve Erdogan, 2017; Yiğit ve ark., 2021; Budak ve ark., 2022; Baş ve ark., 2023; Saifi ve ark., 2023). Son yıllarda süs bitkilerinde de yukarıda bahsedilen böceklerin zararlı olduğu bilinmektedir (Aşkın ve Akça, 2023b). Küresel ısınma sadece tarımsal üretim alanındaki böcekler yaptığı olumsuzluklar ile kalmayıp, insan yaşam alanlarında önemli zararlı olan



sivrisinek, karasinek gibi kentsel zararlılar ve orman alanlarındaki Çam kese tırtılı gibi orman zararlılarını da direk etkilemektedir (Aşkın ve Akça, 2023c; Küçüktopçu ve ark., 2023).

Bu kitap bölümünde küresel ısınmanın böcekler etkileri üzerinde durulacaktır. Özellikle küresel ısınma sebebiyle oluşan sıcaklığın artması, Havadaki karbondioksit oranındaki değişim ve yağışların böcekler üzerine etkisi tartışılacaktır.

### **Artan Sıcaklığın Böcekler Üzerine Etkisi**

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, dünya üzerindeki birçok canlı türü üzerinde derin etkiler yaratmaktadır. Bu etkilerden biri de böceklerdir. Böcekler, ekosistemlerin vazgeçilmez parçaları olarak polinasyon, besin döngüleri ve doğal denge gibi önemli işlevler üstlenirler. Artan sıcaklıklar, böceklerin biyolojilerini, morfolojilerini, üreme oranlarını, beslenme alışkanlıklarını ve dağılımlarını etkileyerek ekosistem dengesini tehdit etmektedir (Hill ve Dymork, 1989; Bale ve ark., 2002; Jamieson ve ark., 2017; Dash, 2020; Skendži ve ark., 2021; Bhairavi ve Sravanthi 2023; Eichermann ve ark., 2023; Kumar ve ark., 2024). Özellikle son yıllarda gözlemlenen sıcaklık artışları, böcek türlerinin davranışlarını ve ekolojik rolleri üzerindeki etkilerini daha da belirgin hale getirmiştir. Bu bölümde, artan sıcaklığın böcekler üzerindeki etkileri incelenecek; biyoloji, üreme, renklenme, zararı, popülasyonu, doğal düşmanları gibi bazı özelliklerine direk ve dolaylı etkileri üzerinde durularak, ekosistem üzerindeki sonuçları ele alınacaktır. Böceklerin bu değişimlere nasıl adapte oldukları ve gelecekteki potansiyel senaryolar üzerinde durulacaktır.

#### **1. Böceklerin Biyolojisine etkisi**

Artan sıcaklık, böceklerin metabolizma hızını ve biyolojisini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Ellis ve ark., 1997; Ölmez Bayhan ve ark., 2003; Bayhan ve ark., 2005; Bayhan ve ark., 2006; Menendez, 2007; Scott ve ark., 2010; Dash, 2020; Bhairavi ve Sravanthi, 2023; Eichermann ve ark., 2023). Böcekler vücut sıcaklıklarını çevrelerindeki ortama göre ayarladıkları için, sıcaklık değişiklikleri onların enerji tüketimlerini ve biyolojik aktivitelerini etkiler. Genel olarak, sıcaklık arttıkça böceklerin metabolizma hızı da yükselir (Sable ve Rana, 2016; Jamieson ve ark., 2017; Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Bu durum, birkaç önemli sonucu beraberinde getirir:

**Enerji Tüketimi:** Sıcaklığa bağlı olarak böceklerdeki metabolizma hızının artması, böceklerin besin gereksinimlerini de artırır. Bu nedenle de

yüksek sıcaklıklar, böceklerin daha fazla enerji harcamasına neden olur. Tabii bu durum böceğin biyolojisine bağlı olarak sıcaklığın belli bir dereceye kadar artmasında söz konusudur (Sable ve Rana, 2016).

**Büyüme ve Gelişim:** Sıcaklık, böceklerin gelişim sürelerini etkileyerek yaşam döngülerini kısaltabilir (Sable ve Rana, 2016; Skendži ve ark., 2021). Doğada sıcaklığın belli oranda artması böceğin gelişme süresi dediğimiz ergin öncesi biyolojik dönemlerin daha hızlı ve kısa sürede tamamlayıp ergin olmasında neden olmaktadır. Bu durumda, popülasyonların daha kısa sürede artmasına yol açabilmektedir. Ancak aşırı sıcaklıklar, gelişim sürecinde stres yaratabilir ve bazı bireylerin gelişimini olumsuz da etkileyebilir.

**Üreme Dinamikleri:** Artan sıcaklık, böceklerin üreme oranlarını artırabilmektedir (Sable ve Rana, 2016; Biron ve ark., 2000; Dash, 2020; Skendži ve ark., 2021). Ancak bu durum, sadece belirli sıcaklık aralıklarında geçerlidir; aşırı sıcaklıklar, üreme başarısını olumsuz etkileyebilir. Dişi böceklerin yumurta bırakma verimliliği, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak farklılık gösterebilir. Her böceğin belirli bir sıcaklık istekleri vardır. Bu sıcaklık isteğinin minimum, optimum ve maksimum değerleri bulunmaktadır. Bu sınırlar içerisinde minimumdan optimum seviyeye doğru sıcaklığın artması böceğin beslenme, yumurta bırakma, döl sayısı gibi biyolojik parametrelerini artırır (Dash, 2020). Bu nedenle farklı ülkelerde ve bölgelerde özellikle çok döl veren böceklerin döl sayıları ve gelişme süreleri birbirinden farklıdır.

**Stres Tepkileri:** Aşırı sıcaklıklar, böceklerde stres tepkilerini tetikleyebilmektedir. Stres, enerji kaynaklarının azalmasına ve bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olabilir ve bu durum, hastalıklara karşı duyarlılığı artırarak popülasyonları bazen tehdit edebilir. Böylece bazı türlerin azalmasına neden olabilmektedir (Thomas ve ark., 2004; Butchart ve ark., 2005; Franco ve ark., 2006; Bhairavi ve Sravanthi, 2023)

Sonuç olarak, artan sıcaklıkların böceklerin metabolizması üzerindeki etkileri, ekosistem dengeleri için kritik öneme sahiptir. Bu değişimler, yalnızca bireysel böcek türlerinin yaşamlarını değil, aynı zamanda bu türlerin buldukları ekosistemlerin işleyişini de etkileyebilir. Bu nedenle, sıcaklık artışlarının böcek biyolojisi üzerindeki etkilerini anlamak, gelecekteki çevresel değişikliklere karşı hazırlıklı olabilmek açısından son derece önemlidir.

## 2. Böceklerin Fenolojisine Etkisi

Sıcaklığın böcek fenolojisi üzerindeki etkileri oldukça belirgindir. Fenoloji, canlıların yaşam döngüsü olaylarının (örneğin, yumurtlama, erginleşme, göç) zamana bağlı olarak değişimini inceler. İşte sıcaklığın böcek fenolojisine etkileri; yumurta gelişimi, larva pupa dönemi, göç, üreme dönemi, yaşam süresi ve doğal düşman popülasyonları olarak sınıflandırabiliriz (Sable ve Rana, 2016; Dhillon ve Sharma, 2007; Menendez, 2007; Dash, 2020; Eichermann ve ark., 2023). Yüksek sıcaklıklar, birçok böceğin yumurtalarının daha hızlı olgunlaşmasına neden olabilir. Bu, popülasyonların artmasına ve yeni nesillerin daha erken ortaya çıkmasına yol açar (Sharma, 2010; Wu ve ark., 2014). Sıcaklık, larva ve pupa döneminin süresini etkileyebilir. Sıcak havalarda larva ve pupa biyolojik dönemleri kısalabilir, bu da ergin bireylerin daha hızlı ortaya çıkmasına sebep olur (Collier ve ark., 1991; Sharma, 2010; Kumar ve ark., 2024). Ayrıca sıcaklık değişimleri, böceklerin göç davranışlarını ve genel aktivitelerini etkileyebilir (Houghton ve ark., 2001). Örneğin, bazı türler daha sıcak havalarda daha aktif hale gelirken, aşırı sıcaklar bazı türlerin göç etmesine neden olabilir. İklim değişikliği ve artan sıcaklıklar, böceklerin üreme dönemlerini etkileyebilir. Bazı türler, sıcaklık artışına bağlı olarak daha erken üreme döngüleri geliştirebilir. Sıcaklığın artması, bazı böcek türlerinin yaşam sürelerini kısaltabilirken, diğerleri için uzatabilir. Bu durum, türler arası rekabeti de etkileyebilir. Sıcaklık değişiklikleri, böceklerin parazit ve avcılarla olan etkileşimlerini de etkiler. Örneğin, bazı parazitler daha sıcak ortamlarda daha hızlı yayılabilir. Ayrıca iklim değişikliği bazı böceklerde renk değişimine de sebep olmaktadır (Ellis ve ark., 1997; Roy ve Sparks, 2000; Stefanescu ve ark., 2003).

## 3. Böcek Popülasyonuna Etkisi

İklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar böcek popülasyonları için önemli sonuçlar doğurur ve ekosistemlerdeki dinamiklerini, dağılımlarını ve etkileşimlerini etkiler (Parmesan, 1996; Konvicka ve ark., 2003; Wilson ve ark., 2005; Sable ve Rana, 2016; Eichermann ve ark., 2023; Regnier ve ark., 2023). Daha yüksek sıcaklıklar genellikle böceklerin gelişimini hızlandırır ve daha kısa yaşam döngülerine yol açar. Birçok tür daha hızlı üreyebilir ve bu da popülasyon patlamalarına neden olur (Demirel ve Yıldırım, 2008; Demirel ve Çabuk, 2008; Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Örneğin, daha sıcak koşullar yumurta üretiminin artmasına ve larvaların ve nimflerin daha hızlı olgunlaşmasına yol açabilir. Ancak aşırı yüksek sıcaklıklar strese neden olabilir, potansiyel olarak ölüm oranlarını artırabilir ve daha hızlı üremenin faydalarını ortadan

kaldırabilir. Ayrıca sıcaklıklar arttıkça böcekler coğrafi aralıklarını genişletebilir ve daha önce uygun olmayan habitatlara taşınabilir (Wilson ve ark., 2005). Bu değişim yeni alanların popülasyon artışına yol açabilir, ancak bazı türler değişen koşullara uyum sağlamakta zorlanırken yeni alandaki yerel türlerin yok oluşlarına da neden olabilir. Böcek popülasyonları ekosistemlerine karmaşık bir şekilde bağlıdır ve sıcaklık değişiklikleri bu ilişkileri bozabilir. Örneğin, sıcaklıklar arttıkça avcı ve av dinamikleri değişebilir. Bazı avcılar avlarından daha hızlı üreyebilir ve bu da besin ağlarında potansiyel dengesizliklere yol açabilir. Bu değişiklikler ekosistem boyunca kademeli etkilere yol açarak bitki sağlığını ve diğer türlerin hayatta kalmasını etkileyebilir. Bazı durumlarda artan sıcaklıklar böceklerde fizyolojik strese neden olarak büyümelerini, üremelerini ve hayatta kalmalarını etkileyebilir. Isı stresi bağışıklık tepkilerini zayıflatabilir ve böcekleri hastalıklara ve parazitlere karşı daha duyarlı hale getirebilir. Aşırı durumlarda bu, popülasyon düşüşlerine yol açabilir. Tersine, bazı türler daha yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılık geliştirebilir ve bu da böcek topluluklarının yapısını potansiyel olarak değiştirebilir. Ayrıca artan sıcaklıklarda yeterince hızlı uyum sağlayamayan türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilirken, daha uyumlu türler gelişebilir ve böcek topluluklarının homojenleşmesine yol açabilir. Bu çeşitlilik kaybı, tozlaşma, besin döngüsü ve haşere kontrolü gibi ekosistem işlevleri üzerinde derin etkilere sahip olabilir. Kısaca, artan sıcaklıkların böcek popülasyonları üzerindeki etkisi çok yönlü ve derindir (Thomas ve ark., 2004; Franco ve ark., 2006).

#### **4. Böcek Feromonlarına Etkisi**

Böcekler iletişim, çiftleşme, yiyecek arama ve diğer hayati davranışlar için feromona büyük ölçüde yararlanmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle sıcaklıklar arttıkça, bu kimyasal sinyallerin üretimi, salınımı ve etkinliği önemli ölçüde etkilenebilmektedir (Sable ve Rana, 2016). Sıcaklık, feromon üretiminde yer alan fizyolojik süreçleri etkiler. Daha yüksek sıcaklıklar böceklerin metabolik oranlarını artırabilir ve potansiyel olarak feromon sentezini artırabilir. Örneğin, birçok tür daha sıcak koşullarda daha hızlı feromon üretebilir ve bu da daha erken çiftleşme sezonlarına veya bireyler arasındaki çekiciliğin artmasına yol açabilir. Ancak, bazen de aşırı sıcaklıklar böcekleri strese sokabilir, potansiyel olarak feromon üretimini bozabilir ve iletişim etkinliğini azaltabilir. Feromonların çevreye salınımı da sıcaklığa bağlıdır. Daha sıcak koşullar bu kimyasal sinyallerin daha hızlı uçmasına ve daha hızlı dağılmasına neden olabilir. Bu hızlı salınım, feromonların etkili olduğu mesafeyi etkileyebilir

ve potansiyel olarak çiftleşme davranışlarını ve yiyecek arama modellerini değiştirebilir. Örneğin, daha hızlı salınan bir feromon, daha kısa bir zaman diliminde daha fazla bireyi çekebilir ve kaynaklar için artan rekabete yol açabilir (Sable ve Rana, 2016).

Böcekler, feromonları algılayan özel reseptörlere sahiptir ve sıcaklık bu reseptörlerin hassasiyetini etkileyebilir. Daha yüksek sıcaklıklar, belirli türlerin duyuusal yeteneklerini artırarak, feromonları daha uzak mesafelerden veya daha düşük konsantrasyonlarda algılamalarına olanak tanıyabilir. Bazen de böceklerin feromon sinyallerine uygun şekilde yanıt verme yeteneğini bozabilir.

### **5. Böcekler İle Taşınan Hastalıklara Etkisi**

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ekosistemleri direk etkilediği için; bitkiler, böcekler ve patojenler arasındaki etkileşimlerde bu durumdan etkilenmektedir (Skendži ve ark., 2021; Prasad ve ark., 2022; Bhairavi ve Sravanthi, 2023). Sıcaklıklar arttıkça iklimdeki değişiklikler bitki hastalıklarının yaygınlığını artırabilmekte ve patojenleri taşıyan vektör böceklerin davranışlarını etkileyebilmektedir. Belirli düzeyde sıcaklık arttıkça mantarlar, bakteriler ve virüsler gibi birçok bitki patojeni için elverişli koşullar meydana gelebilmektedir. Böcekler, çeşitli patojenler için vektör görevi görerek bitki hastalıklarının bulaşmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Küresel ısınma, bu böceklerin davranışını, üremesini ve dağılımını etkileyebilmektedir. Örneğin, daha sıcak sıcaklıklar yaprak bitlerinin, beyaz sineklerin ve diğer özsu emen böceklerin aktivite sürelerini uzatabilir ve hastalıkları daha etkili bir şekilde ve daha uzun mesafelere yaymalarına olanak tanıyabilmektedir. Sıcaklıklar arttıkça, birçok böcek vektörünün coğrafi yayılımı değişebilmektedir. Sıcaklık artışıyla yaşam alanını genişleten vektör böcekler, beraberinde taşıdıkları hastalıkları yeni bölgelere de bulaştırabilmektedirler. Sıcaklığın artması insanlara sıtma gibi hastalıkları taşıyan vektör böcekleri de direk etkilemektedir (Alto ve Juliano, 2001; Nabi ve ark., 2009; Brozak ve ark., 2022).

### **6. Arılara Etkisi**

İklim değişikliği, arı popülasyonları için dünya çapında önemli zorluklar ortaya çıkararak davranışlarını, yaşam alanlarını ve genel sağlıklarını etkiler (Sable ve Rana, 2016; Hosni ve ark., 2022; Bhairavi ve Sravanthi, 2023). Artan sıcaklıklar arı davranışını ve fizyolojisini bozabilir. Sıcaklık değişimi ile arıların yiyecek arama zamanları değiştirebilir ve günün daha serin saatlerinde daha aktif hale gelebilirler. Bu değişim,

tozlaşma ve kaynak toplamadaki verimliliklerini etkileyebilir. Yüksek sıcaklıklar arılarda çiftleşmeyi ve üreme başarısını etkileyebilir ve bu nedenle, ısı stresi erkek arılarda sperm canlılığını azaltabilir ve dişilerde yumurta üretimini etkileyebilir. Sıcaklık değişiklikleri nedeniyle çiçekli bitkiler normalden daha erken veya daha geç çiçek açarsa, arılar yiyecek sıkıntısıyla karşı karşıya kalabilir. Zamanlamadaki uyumsuzluklar, yiyecek arama başarısının azalmasına neden olabilir.

**Habitat Kalitesini Değiştirir:** Arazi kullanımındaki ve habitat parçalanmasındaki değişiklikler, arıların çeşitli yiyecek arama kaynaklarına erişimini sınırlayabilir ve genel sağlıklarını ve dayanıklılıklarını azaltabilir. Ayrıca, bitkiler ve tozlayıcıları yaşam döngülerini senkronize bir şekilde ayarlamazlarsa, bu durum bitki üremesini olumsuz yönde etkileyen tozlaşma verimliliğinin azalmasına neden olabilir. Bunlara ek olarak İklim değişikliği, arıları etkileyen hastalıkların ve parazitlerin yayılmasını artırabilir.

## **7. Sivrisinekler Etkisi**

Küresel ısınma sivrisinek popülasyonlarını ve davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir ve bu durum halk sağlığı ve ekosistemler için derin sonuçlar doğurmaktadır. Sıcaklıklar arttıkça, iklimdeki değişiklikler bu böceklerin dağılımını, yaşam döngüsünü ve hastalık bulaştırma yeteneklerini etkileyebilmektedir (Singh ve Purohit, 2014). Artan sıcaklıklar sivrisineklerin daha önce hayatta kalmaları için uygun olmayan bölgelerde gelişmelerine olanak tanır. Böylece Sıtma, dang humması ve Zika virüsü gibi sivrisinek kaynaklı hastalıklar yeni bölgelere yayılmasına neden olabilir. Artan sıcaklıklarda sivrisinek üreme mevsimini uzatabilir ve bu da daha uzun hastalık bulaşma dönemlerine yol açabilir. Daha yüksek sıcaklıklar sivri sinek larva ve pupa evrelerini hızlandırabilir ve bu da yetişkin sivrisineklerin daha hızlı ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu hızlı yaşam döngüsü popülasyon yoğunluklarını artırabilir (Singh ve Purohit, 2014).

## **8. Doğal Düşmanlara Etkisi**

Küresel ısınma, predatör, parazitoit ve entomopatojenler gibi doğal düşmanlarının yaşamını direkt ve dolaylı yoldan önemli derecede etkileyebilmektedir (Harrington ve ark., 2001; Dhillon ve Sharma 2009; Thomson ve ark., 2010; Sable ve Rana, 2016; Dash, 2020; Eickermann ve ark., 2023; Gao ve ark., 2023; Soliman ve ark., 2023). Artan sıcaklıklar birçok doğal düşmanın yaşam döngülerini hızlandırabilir ve zararlı salgınlarına daha hızlı yanıt vermelerini sağlayabilir. Ancak, koşullar aşırı

hale gelirse bu hızlı gelişim uzun ömürlülüğü ve genel etkinliğini de azaltabilir (Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark, 2024). Artan sıcaklıklar bazı türlerde üreme oranlarını artırabilirken, diğerleri stres yaşayabilir ve bu da doğurganlığın azalmasına neden olabilir. Zararlı doğal düşmanları ile zararlı hedefleri arasındaki ilişki iklim değişikliğinden değişen yaşam döngülerinden dolayı bazen olumsuz etkilenebilir. Bu durumda biyolojik mücadelenin başarısını azaltır. Örneğin, bir zararlı doğal düşmanlarından daha erken ortaya çıkarsa, geç ortaya çıkan doğal düşman zararlıyı baskı altına alamaz. Ayrıca çevresel koşullardaki değişiklikler beslenme davranışını ve verimliliğini etkileyebilir, potansiyel olarak avlanma oranlarını azaltabilir ve zararlı popülasyonlarının artmasına izin verebilir. İklimdeki değişiklikler, belirli doğal düşman türlerinin azalmasına veya yok olmasına yol açarak biyolojik çeşitliliği ve ekosistemlerin dayanıklılığını azaltabilir (Skendži ve ark., 2021).

### **9. Böceklerin İnsektisitlere Dayanıklılıklarına Etkisi**

Küresel ısınma ekolojik dinamikleri ve çevre koşullarını değiştiriyor ve bu da böceklerin böcek ilaçlarına karşı direncinin gelişmesini etkileyebilmektedir (Sable ve Rana, 2016; Ma ve ark., 2021; Bhairavi ve Sravanthi, 2023). Artan sıcaklık böceklerin daha hızlı gelişmelerine ve daha hızlı üremelerine sebep olmaktadır. Daha hızlı üreyen böcekler ayrıca daha hızlı direnç geliştirme kabiliyetine sahiptirler. Daha sıcak koşullar böceklerin metabolik oranları yükseltmekte ve potansiyel olarak bazı türlerde mutasyon oranlarını artırabilmektedir. Bu, böceklerde direnç özelliklerinin ortaya çıkmasını hızlandırabilmektedir. Sıcaklık dalgalanmaları ve kuraklık gibi çevresel stres faktörleri böcek fizyolojisini zayıflatabilir. Buna karşılık, böcekler yalnızca bu streslere değil aynı zamanda böcek ilaçlarının etkilerine karşı da direnç mekanizmaları geliştirebilirler. Stres altındaki böcekler, etki şekli farklı olan böcek ilaçlarına karşı çapraz direnç gösterebilir (Bhairavi ve Sravanthi, 2023).

Küresel ısınma, zararlı popülasyonlarının dağılımını ve bileşimini değiştirerek direnç dinamiklerini etkileyebilir. Ayrıca yüksek sıcaklıklar belirli böcek ilaçlarının stabilitesini ve bozunma oranlarını etkileyerek etkinliklerini değiştirebilir.

### **10. Zararlı Mücadelesine Etkisi**

Küresel ısınma ekosistemleri yeniden şekillendiriyor ve böcek popülasyonlarının dinamiklerini değiştiriyor, bu da tarımsal ve kentsel ortamlarda böcek kontrolü için önemli zorluklar yaratıyor. Artan sıcaklıklar böcek zararlılarının dağılımında, bolluğunda ve davranışlarında

değişikliklere yol açabilmektedir. Sıcaklıklar arttıkça birçok böcek türü yeni coğrafi alanlara taşınabilmektedir. Böylece bu zararlıdan etkilenmeyen daha önce etkilenmeyen bölgeler, yeni zararlı türlerine maruz bırakarak bölgede zararlı mücadelesini zorlaştırabilmektedir. Daha sıcak koşullar böceklerin yaşam döngülerini hızlandırabilir, daha büyük popülasyonlara ve daha sık salgınlara yol açabilir. Bu nedenle bu bölgelerde mücadele şekli ve sıklığı değişebilmektedir (Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Örneğin, yaprak bitleri ve sivrisinekler gibi zararlılar daha sıcak iklimlerde daha hızlı üreyebilir. İklim değişikliği böceklerin beslenme, çiftleşme ve üreme davranışlarını etkileyebilir. Artan sıcaklıktan dolayı birçok böcek ilkbaharda daha erken aktif hale gelebilir ve sonbaharda daha uzun süre aktif kalabilirler. Bu uzun dönem zararlının yapacağı zarar oranını artırır ve kontrol zamanlamasında yeni ayarlamalara gerek duyulabilir. İklimdeki değişiklikler konakçı bitkilerin bulunabilirliğini ve kalitesini etkileyebilir, zararlıların beslenme tercihlerini değiştirmesine ve kontrolü daha zor hale getirmesine neden olabilir. Ayrıca geleneksel böcek kontrol yöntemlerinin etkinliği, değişen çevre koşulları nedeniyle tehlikeye girebilir.

### **Karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) Böcekler Üzerine Etkisi**

Küresel ısınma, insan faaliyetlerinin sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının artışıyla meydana gelen, dünya iklim sistemini önemli ölçüde etkileyen bir durumdur. Bu süreç, özellikle karbondioksit (CO<sub>2</sub>) seviyelerinin yükselmesiyle karakterizedir. Karbondioksit, bitkilerin fotosentez sürecinde temel bir bileşen olmasına rağmen, artan konsantrasyonları ekosistem dengelerini bozmakta ve iklim değişikliği ile birlikte doğal yaşam alanlarını dönüştürmektedir. Böcekler, ekosistemlerin kritik bileşenleri olup, polinasyon, besin döngüsü ve zararlı kontrolü gibi birçok önemli işlevi yerine getirmektedir. Ancak, yükselen CO<sub>2</sub> seviyeleri ve iklim değişikliği, böceklerin fizyolojik, davranışsal ve ekolojik dinamiklerini etkileyerek bu işlevlerin yerine getirilmesini zorlaştırabilmektedir (Kiritani, 2005; Das ve ark., 2011; Abdul Khadar ve ark., 2014; Sable ve Rana, 2016; Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Karbondioksit seviyelerindeki artış, böceklerin fizyolojik yapıları üzerinde önemli değişiklikler yaratmaktadır. Birçok böcek türü, yükselen CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına tepki olarak büyüme hızlarını artırabilir. Bu durum, özellikle otçul böceklerde belirginleşir; daha hızlı gelişim süreleri ve artan üreme oranları, popülasyon patlamalarına neden olabilir. Örneğin, bazı araştırmalar, artan CO<sub>2</sub> seviyeleriyle birlikte zararlı böceklerin (örneğin, yaprakbiti) daha hızlı çoğaldığını göstermektedir. Metabolizma üzerindeki etkiler de dikkate değerdir. Artan CO<sub>2</sub>, böceklerin enerji



kullanımı ve besin gereksinimlerini etkileyerek, hayatta kalma ve üreme yeteneklerini değiştirebilir. Bazı türlerde bu durum, stres ve hastalıklara karşı duyarlılığın artmasına neden olabilir.

Artan karbondioksit, bitkilerin kimyasında da değişikliklere yol açmaktadır. Yüksek CO<sub>2</sub> seviyeleri, genellikle bitkilerin karbonhidrat içeriğini artırırken, protein ve diğer besin öğelerinin miktarını azaltır. Bu değişiklik, otçul böceklerin beslenme kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Besin kalitesindeki düşüş, böceklerin gelişim süresini ve üreme başarısını etkilemektedir. CO<sub>2</sub> gübreleme etkisi, bitki büyümesini artırarak otçul böcekler için daha fazla besin kaynağı sağlar. Bu durum, böcek popülasyonlarının artmasına ve zararlıların daha yaygın hale gelmesine yol açabilir. Örneğin, tahıl bitkilerindeki otçul böcekler, bu koşullarda daha hızlı büyüebilir ve daha fazla zarar verebilir. Artan CO<sub>2</sub> seviyeleri, böceklerin davranışlarını da etkileyebilir. Otçul böcekler, bitkilerin besin kalitesindeki değişikliklere yanıt olarak beslenme alışkanlıklarını değiştirebilir. Bu durum, böceklerin daha fazla besin tüketme ihtiyacı hissetmesine yol açabilir (Kumar ve ark., 2024).

### **Yağışların Böcekler Üzerine Etkisi**

Küresel ısınma, iklim değişikliği ile birlikte yağış düzenlerinde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişiklikler, böcek popülasyonları ve ekosistem dinamikleri üzerinde doğrudan etkilere yol açabilmektedir (Cengiz ve ark., 2010; Demirel, 2016; Chen ve ark., 2019; Das, 2020; Skendži ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2024). Artan yağış miktarı, yağışların zamanlaması ve yoğunluğu, böceklerin yaşam döngülerini, davranışlarını ve dağılımlarını etkileyen önemli faktörlerdir. Yağışlardaki değişimler, böceklerin yaşadığı habitatları doğrudan etkileyebilmektedir (Zhang ve ark., 2019). Özellikle aşırı yağışlar, sulak alanların ve diğer nemli habitatların genişlemesine neden olabilmekte ve bu durum, sucul ve yarı sucul böcek türleri için yeni yaşam alanları yaratırken, bazı kara böcekleri için habitat kaybına yol açabilmektedir. Ayrıca, su seviyelerinin yükselmesi, böcek türlerinin coğrafi dağılımını değiştirebilir. Yağış düzenlerindeki değişiklikler, böceklerin üreme ve gelişim süreçlerini etkileyebilir (Saini ve ark., 2010; Das, 2020). Artan yağış, nem seviyelerini artırarak, bazı böcek türlerinin gelişim hızını olumlu yönde etkileyebilir. Örneğin, sıcak ve nemli koşullar altında gelişen bazı otçul böcek türleri, hızlı bir şekilde çoğalabilir. Ancak, aşırı yağışlar ve su baskınları, yumurta ve larva aşamalarında olan böcekleri olumsuz etkileyebilir, bu da popülasyonlarda azalmaya yol açabilir.

Yağışlar, bitki örtüsünü ve dolayısıyla böceklerin besin kaynaklarını da etkiler. Yağış miktarındaki artış, bitkilerin büyümesini teşvik edebilir, bu da otçul böcekler için daha fazla besin kaynağı sağlar. Ancak, aşırı yağışlar, bazı bitki türlerinin kök çürümesine veya hastalıklara yakalanmasına neden olarak, besin kaynaklarını azaltabilir. Bu durumda, otçul böceklerin besin bulma stratejileri olumsuz etkilenebilir. Yağışların artması, böceklerin doğal düşmanlarını da etkileyebilir. Yağışların fazla olduğu dönemlerde, predatörlerin ve parazitlerin üreme ve yaşam döngüleri de etkilenir. Örneğin, nemli koşullar altında yırtıcı böcekler ve parazitler daha iyi gelişebilirken, bu durum otçul böceklerin popülasyonlarını baskılayabilir. Ancak, aşırı yağışlar, bazı yırtıcı türlerin yaşam alanlarını olumsuz etkileyerek, zararlılar üzerinde yeterli baskı oluşturamayabilir. Aşırı yağışlar, böceklerin hastalıklara karşı duyarlılığını artırabilir. Nemli ortamlar, patojenlerin yayılmasını kolaylaştırarak, hastalıkların bulaşma riskini artırır. Özellikle sivrisinekler gibi hastalık vektörleri, su birikintileri nedeniyle daha fazla üreyebilir ve bu durum, vektör kaynaklı hastalıkların yayılma riskini artırabilir (Saini ve ark., 2010; Das, 2020).

## **Sonuç**

Küresel ısınma, ekosistemler üzerinde derin ve çok yönlü etkiler yaratan bir olgudur. Bu süreç, özellikle böcek popülasyonları üzerinde belirgin değişikliklere yol açmaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen iklim koşulları, böceklerin yaşam döngüleri, dağılım alanları ve üreme davranışları üzerinde doğrudan etkiler oluşturmaktadır. Özellikle sıcak iklimlerden daha soğuk bölgelere doğru yayılma eğilimindeki türler, biyoçeşitliliği tehdit etmekte ve ekosistem dengelerini bozmakta, insan sağlığını tehdit eden hastalıkların yayılma riskini artırmaktadır.

Böceklerin rolü, yalnızca ekosistemlerin sağlığı için değil, aynı zamanda tarım, gıda güvenliği ve insan sağlığı açısından da kritik öneme sahiptir. Küresel ısınma ile birlikte böceklerin besin zincirindeki yerinin değişmesi, polinatörlerin azalması ve zararlılarla mücadelede yaşanan zorluklar, sürdürülebilir tarım uygulamalarını zorlaştırmaktadır. Bu durum, toplumların ekolojik dengeyi koruma ve iklim değişikliği ile mücadele etme çabalarını daha da önemli hale getirmektedir.

Sonuç olarak, küresel ısınmanın böcekler üzerindeki etkilerini anlamak, gelecekteki çevresel stratejilerin belirlenmesi için hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliği ile mücadele politikalarının geliştirilmesi, böcek çeşitliliğinin korunması ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bilim insanları, karar

vericiler ve toplumlar olarak birlikte hareket etmek hem doğal dengeyi korumak hem de insanlık için hayati öneme sahip kaynakları sürdürülebilir kılmak adına kritik bir adım olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Alto, B. W., & Juliano, S. A. (2001). Temperature effects on the dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) populations in the laboratory. *Journal of medical entomology*, 38(4), 548-556.
- Aşkın, A. K. & Akça, İ. (2023a). A New Invasive Polyphagous Pest, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Biology And Control Methods". Alisherovich, D. B. (Eds.). in: *Materials Of The International Scientific And Practical Conference: Phytosanitary Safety: Threats And Solutions Congress Book* (s. 22-25). Almaty.
- Aşkın, A.K. & Akça, İ. (2023b). Samsun İli Süs Bitkileri Yetiştiricilik Alanlarında Sorun Olan Önemli Zararlılar. In: G. Kaçar (Ed), Böcek ve Nematodlarda Davranış Şekilleri ve Mücadele Olanakları. Çanakkale, Türkiye: Paradigma Akademi, pp 283-318.
- Aşkın, A.K., Akça, İ., Saruhan, İ. & Altaş, K. (2022). Karadeniz Bölgesindeki Önemli İstilacı Böcek Türleri. In: G. Kaçar (Ed), İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar. Çanakkale, Türkiye: Paradigma Akademi, pp 171-205.
- Aşkın, A.K. & Akça, İ. (2023c). Önemli Kentsel Zararlılardan *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)'nin Tanınması, Biyolojisi ve Mücadele Yöntemleri. In: G. Kaçar (Ed), Böcek ve Nematodlarda Davranış Şekilleri ve Mücadele Olanakları. Çanakkale, Türkiye: Paradigma Akademi, pp 228-281.
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... & Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology*, 8(1), 1-16.
- Baş, Ş. Y., Aşkın, A. K., Saruhan, İ., Akça, İ., Küçüktopçu, Y., Bayhan, E., ... & Tekin, F. (2023). Determining the Toxicity of Thyme Essential Oils against *Sitophilus granarius* L. and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) Adults. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 80(2), 1-7, 10.15835/buasvmcn-ag:2023.0001.

- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2022). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar. In: G. Kaçar (Ed), İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar. Çanakkale, Türkiye: Paradigma Akademi Yayınevi, pp 1-20.
- Bayhan, E., S. Ölmez Bayhan & Özdemir, I. (2014). Aphid species (Hemiptera: Aphididae) of South Eastern Anatolia Region (Turkey) and their host plants. V *International Scientific Agricultural Symposium. 23-26 October*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Bayhan, E., S. Ölmez-Bayhan, M. R. Ulusoy & Chi H., (2006). Effect of Temperature on Development, Mortality, Fecundity, and Reproduction of *Aphis rumicis* L. (Homoptera: Aphididae) on Broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*) and Swiss chard (*Beta vulgaris vulgaris* var. cida). *Journal of Pest Science*, 79 (1): 57-61.
- Bayhan, E., S. Ölmez-Bayhan, M. R. Ulusoy, & Brown J. K. (2005). Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate. *Environ. Entomol*, 34: 22-26.
- Bhairavi, K.S. & Sravanthi, E. (2023). Global Warming and Effect on Insect Pests. *Advances in entomology*. Editors: Saai Vignesh B., Rajan Kamboj, B. Sujatha, Dr. Shrawan Kumar Sahani and Kapil Attri. Vol. 3, Chapter 5. 251-267. Book DOI: <https://doi.org/10.22271/int.book.298>
- Biron, D. G., Landry, B. S., Nénon, J. P., Coderre, D., & Boivin, G. (2000). Geographical origin of an introduced pest species, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae), determined by RAPD analysis and egg micromorphology. *Bulletin of entomological Research*, 90(1), 23-32.
- Brozak, S. J., Mohammed-Awel, J., & Gumel, A.B. (2022). Mathematics of a single-locus model for assessing the impacts of pyrethroid resistance and temperature on population abundance of malaria mosquitoes. *Infectious Disease Modelling*, 7(3), 277-316.
- Budak, E., Yiğit, Ş., Aşkın, A.K., Akça, İ. & Saruhan, İ. (2022). Bazı uçucu yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ya insektisidal etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 101-107.
- Butchart, S.H.M., A.J. Stattersfield, L.A. Bennun, H.R. Akcakaya, J.E.M. Baillie, S.N. Stuart, C. Hilton-Taylor & Mace, G. M. (2005). Using red list indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Philos. Trans. R. Soc. London*. 1454:255–268.

- Cengiz, F.C., Demirel, N., Sagirolu, E.I., Toshova, T. & Subchev, M. (2010). Employing Pheromone Traps to Establish the Distribution and Seasonal Activity of *Theresimima Ampellophaga* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 217-222.
- Chen, H., Changi X.L., Wang, Y.P., Lu, M.H., Liu, W.C., Zhai, B.P. et al., (2019). The early northward migration of the white-backed planthopper (*Sogatella furcifera*) is often hindered by heavy precipitation in southern China during the pre-flood season in May and June. *Insects*. 10:158.
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., ... & Valentini, R. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437(7058), 529-533.
- Collier, R.H., Finch, S., Phelps, K. & Thompson, A.R. (1991). Possible impact of global warming on cabbage root fly (*Delia radicum*) activity in the UK. *Ann. Appl. Biol.* 118:261–271.
- Collins, W., Colman, R., Haywood, J., Manning, M. R., & Mote, P. (2007). The physical science behind climate change. *Scientific American*, 297(2), 64-73.
- Das, D. K., Singh, J., & Vennila, S. (2011). Emerging crop pest scenario under the impact of climate change—a brief review. *Journal of Agricultural Physics*, 11, 13-20.
- Dash, L. (2020). Effect of Climate Change on Insect Behaviour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9(2): 1667-1672
- Demirel, N. (2007). Attraction of color cups and plant compounds to Thrips species on organic napa cabbage. *Journal of Entomology*, 4(3), 263-266.
- Demirel, N. (2016). A study on occurrence and population trends of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller Lepidoptera Pyralidae in pomegranate orchards by using pheromone traps. *Entomology and Applied Science Letters*, 3(1), 26-31.
- Demirel, N., Cranshaw, W. (2005a). Attraction of Color Traps to Thrips Species Thysanoptera Thripidae on Brassica Crops in Colorado. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(9), 1247-1249.
- Demirel, N. & Cranshaw, W. (2005b). Colonization of Cabbage by the Western Black Flea Beetle *Phyllotreta pusilla* as Affected by Mulch and Time of Day. *Phytoparasitica*, 33(3), 309-313.

- Demirel, N. & Cranshaw, W. (2006). Relative Effect of Color Mulches to Potato tomato psyllid *Paratrioza cockerelli* Sulc Homoptera Psyllidae on Garden Tomato Plant. *Journal of Entomology*, 3(2), 189-193.
- Demirel, N. & Çabuk, F. (2008). Population trends of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch Acari Tetranychidae on cotton nearby soil and asphalt road. *Journal of Entomology*, 5(2), 122-127.
- Demirel, N. & Erdogan, C. (2017). Insecticidal effects of essential oils from Labiatae and Lauraceae families against cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored pea seeds. *Entomology and Applied Science Letters*, 4(1), 13-19.
- Demirel, N. & Yıldırım, A.E. (2008). Attraction of various sticky color traps to *Thrips tabaci* Lindeman Thysanoptera Thripidae and *Empoasca decipiens* Paoli Homoptera Cicadellidae in cotton. *Journal of Entomology*, 5(6), 389-394.
- Dhillon, M. K., & Sharma, H. C. (2007). Effect of storage temperature and duration on viability of eggs of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin of entomological research*, 97(1), 55-59.
- Dhillon, M. K., & Sharma, H. C. (2009). Temperature influences the performance and effectiveness of field and laboratory strains of the ichneumonid parasitoid, *Campoletis chloridae*. *BioControl*, 54, 743-750.
- Eickermann, M., Junk, J., & Rapisarda, C. (2023). Climate change and insects. *Insects*, 14(8), 678.
- Ellis, W. N., Donner, J. H., & Küchlein, J. H. (1997). Recent shifts in phenology of Microlepidoptera, related to climatic change (Lepidoptera). *Entomologische Berichten*, 57(4), 66-72.
- Franco, A. M., Hill, J. K., Kitschke, C., Collingham, Y. C., Roy, D. B., Fox, R., .. & Thomas, C. D. (2006). Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. *Global Change Biology*, 12(8), 1545-1553.
- Gao, H., Qian, Q., Liu, L., & Xu, D. (2023). Predicting the distribution of *Sclerodermus sichuanensis* (Hymenoptera: Bethyridae) under climate change in China. *Insects*, 14(5), 475.
- Gutierrez, A. P., Ponti, L., Gilioli, G., & Baumgärtner, J. (2018). Climate warming effects on grape and grapevine moth (*Lobesia botrana*) in

- the Palearctic region. *Agricultural and Forest Entomology*, 20(2), 255-271.
- Harrington, R., Clark, S. J., Welham, S. J., Verrier, P. J., Denholm, C. H., Hulle, M., ... & European Union Examine Consortium. (2007). Environmental change and the phenology of European aphids. *Global change biology*, 13(8), 1550-1564.
- Hill, M. G., & Dymock, J. J. (1989). Impact of climate change: agricultural/horticultural systems. DSIR Entomology Division Submission to the New Zealand Climate Change Program. Department of Scientific and Industrial Research, Auckland, New Zealand, 16.
- Hosni, E. M., Al-Khalaf, A. A., Nasser, M. G., Abou-Shaara, H. F., & Radwan, M. H. (2022). Modeling the potential global distribution of honeybee pest, *Galleria mellonella* under changing climate. *Insects*, 13(5), 484.
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguera, M., Van der Linden, M. J., Xiaosu, D., Maskell, K. & Johnson, C. A. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. – Cambridge University Press, Cambridge, 892 pp.
- Jamieson, M. A., Burkle, L. A., Manson, J. S., Runyon, J. B., Trowbridge, A. M., & Zientek, J. (2017). Global change effects on plant–insect interactions: the role of phytochemistry. *Current opinion in insect science*, 23, 70-80.
- Johansen, B. E. (2002). *The Global Warming Desk Reference* Greenwood Press. Westport, CT.
- Kaçar G., Dursun, A., (2022). Comparative diversity of Heteroptera (Hemiptera) in fruit orchards. *Turkish Journal of Zoology*. 46(3): 289-297 Doi:10.3906/zoo-2103-24
- Kannan, R., & James, D. A. (2009). Effects of climate change on global biodiversity: a review of key literature. *Tropical Ecology*, 50(1), 31.
- Karl, T. R., & Trenberth, K. E. (2003). Modern global climate change. *Science*, 302 (5651), 1719-1723.
- Khadar, B. A., Prabhuraj, A., Rao, M. S., Sreenivas, A., & Naganagoud, A. (2014). Influence of elevated CO<sub>2</sub> associated with chickpea on growth performance of gram caterpillar, *Helicoverpa armigera* (Hüb.). *Applied ecology and Environmental research*. 12(2):345-353.

- Kiritani, K. (2006). Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. *Population Ecology*, 48(1), 5-12.
- Koca, A. S., & Kaçar, G. Maize Pests and Their Natural Enemies in the North-West of Türkiye. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(Ek Sayı 1 (Suppl 1)), 59-73.
- Koca, A. S., İmren, M., Kacar, G., Kutuk, H. (2018). Pest and Beneficial Insect Species on Collard (*Brassica oleracea* var. *acephala*) in Düzce Province, Turkey. *International Agriculture Congress, May, Moldova*.
- Konvicka, M., Maradova, M., Benes, J., Fric, Z., & Kepka, P. (2003). Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global ecology and biogeography*, 12(5), 403-410.
- Kumar S., Kumar P., Suryawanshi D. and Omar V. (2024). Effect of Global Warming on the Insect-Pest of Agricultural Crops. *Advances in Agricultural Entomology*. Chief Editor Dr. Karem Ghoneim Volume – 26, Chapter 5. 69-83.
- Küçüktopçu, Y., Aşkın, A.K, Saruhan, İ., Akça, İ. (2023). “An investigation of the effectiveness of different doses of azadirachtin against the adults of housefly [*Musca domestica* (Diptera: Muscidae)]”. In: Çiner, F.& Ramesh, R. (Eds.), *International "Başkent" Congress On Physical, Engineering, And Applied Sciences Proceedings Book*, pp 160-169. Ankara: Bzt Academy Publishing House.
- Ma, C. S., Zhang, W., Peng, Y., Zhao, F., Chang, X. Q., Xing, K., ... & Rudolf, V. H. (2021). Climate warming promotes pesticide resistance through expanding overwintering range of a global pest. *Nature communications*, 12(1), 5351.
- Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Pe' an C, Berger S et al., (2021). *Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Menéndez, R. (2007). How are insects responding to global warming? *Tijdschrift voor entomologie*, 150(2), 355.
- Milenovic, M., Eickermann, M., Junk, J., & Rapisarda, C. (2023). Life history parameters under current and future climate and spreading



- risks of *Bemisia tabaci* MED in central Europe, predicted by physically realistic climatic chamber simulation. *Environ. Entomol.*, 52, 502-509.
- Nabi, S. A., & Qader, S. S. (2009). Is Global Warming likely to cause an increased incidence of Malaria?. *Libyan Journal of Medicine*, 4(1), 9-16.
- Öğür, E., & Tuncer, C. (2011). Küresel ısınmanın böceklere etkileri. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences (Turkey)*, 26(1).
- Ölmez, S., Bayhan, E., & Ulusoy, M.R., (2003). Effect of different temperatures on the biological parameters of *Macrosiphum rosae* (L.) (Homoptera: Aphididae). *J. Plant Disease Protect.* 110, 203–208.
- Ölmez-Bayhan, S., Ulusoy, M.R., Bayhan, E. (2006). Aphids and Their Predators in Malatya Region and Around, Turkey. *Journal of Biological Sciences*, 6 (5): 954-957
- Parmesan, C. (1996). Climate and species' range. *Nature*. 382:765–766.
- Parry, M. L. (2019). *Climate Change and World Agriculture*. Routledge.
- Prasad C.R, Prasad K.H, Panduranga G.S, & Kumar A.R.N. (2022). Seasonal incidence of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and yellow mosaic disease (YMD) on blackgram in Southern zone of Andhra Pradesh. *The Pharma Innovation Journal*, 11(12), 2459-2464.
- Régnier, B., Legrand, J., Calatayud, P. A., & Rebaudo, F. (2023). Developmental differentiations of major maize stemborers due to global warming in temperate and tropical climates. *Insects*, 14(1), 51.
- Roy, D. B., & Sparks, T. H. (2000). Phenology of British butterflies and climate change. *Global change biology*, 6(4), 407-416.
- Sable, M. G., & Rana, D. K. (2016). Impact of global warming on insect behavior-A review. *Agricultural Reviews*, 37(1), 81-84.
- Saifi, R., Saifi, H., Akca, İ., Benabadelkader, M., Askın, A. K., & Belghoul, M. (2023). Insecticidal and repellent effects of *Mentha longifolia* L. essential oil against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1), 18. DOI: 10.1186/s40538-023-00395-7.

- Saini, T. M., Patel, G. M., & Jat, M. K. (2010). Efficacy of Farmers innovative plant protection practices against some pests of cotton. *Pestology*, 34, 46-51.
- Scott, N.J., Gregory, P.J., Mcnicol, J.W., Oodally, Y., Zhang, X. and Murray, P.J. (2010). Effects of soil conditions and drought on egg hatching and larval survival of the clover root weevil (*Sitona lepidus*). *Appl. S. Ecol.*, 44: 75–79.
- Sharma, H. C. (2010). Global Warming and Climate Change: Impact on Arthropod Biodiversity, Pest Management, and Food Security Global Warming and Climate Change: Impact on Arthropod Biodiversity, Pest Management, and Food Security. *In: National Symposium on Perspectives and Challenges of Integrated Pest Management for Sustainable Agriculture*, 19-21 Nov 2010, Solan.
- Shukla, P. R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., Van Diemen, R., McCollum, D., ... & Malley, J. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 10, 9781009157926.
- Singh, A., & Purohit, B. M. (2014). Public health impacts of global warming and climate change. *Peace Review*, 26(1), 112-120.
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440.
- Soliman, M. M., Al-Khalaf, A. A., & El-Hawagry, M. S. (2023). Effects of climatic change on potential distribution of *Spogostylum ocyale* (Diptera: Bombyliidae) in the Middle East using Maxent modelling. *Insects*, 14(2), 120.
- Stefanescu, C., Penuelas, J., & Filella, I. (2003). Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global change biology*, 9(10), 1494-1506.
- Stoekli, S., Hirschi, M., Spirig, C., Calanca, P., Rotach, M. W., & Samietz, J. (2012). Impact of climate change on voltinism and prospective diapause induction of a global pest insect—*Cydia pomonella* (L.). *PLoS one*, 7(4), e35723.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., ... & Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148.

- Thomson, L. J., Macfadyen, S., & Hoffmann, A. A. (2010). Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological control*, 52(3), 296-306.
- Wilson, R. J., Gutiérrez, D., Gutiérrez, J., Martínez, D., Agudo, R., & Monserrat, V. J. (2005). Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology letters*, 8(11), 1138-1146.
- Wu, Y., Li, J., Liu, H., Qiao, G., & Huang, X. (2020). Investigating the impact of climate warming on phenology of aphid pests in China using long-term historical data. *Insects*, 11(3), 167.
- Yiğit, Ş., Aşkın, A.K., Saruhan, İ., Akça, İ., Budak, E., Bayhan, E., Ölmez Bayhan, S., Tekin, F. (2021). Bazı kekik yağlarının *Tribolium confusum* Duv (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı etkilerinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 285-290.
- Zhang, L., Lecoq, M., Latchininsky, A., & Hunter, D. (2019). Locust and grasshopper management. *Annual review of entomology*, 64(1), 15-34.
- Zhou, X., Harrington, R., Woiwod, I. P., Perry, J. N., Bale, J. S., & Clark, S. J. (1995). Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology*, 1(4), 303-313.



# ŞEKER PANCARINDA RHIZOMANIA HASTALIĞININ DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE GÜNCEL DURUMU

Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ<sup>1</sup> - Miray ARLI-SÖKMEN<sup>2</sup>

## Giriş

Amaranthaceae familyasına ait olan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), ilk yıl toprak altında gövde oluşturan, ikinci yıl ise sapa kalkarak tohum veren iki yıllık bir endüstri bitkisidir (Elçi ve ark., 1994; Monteiro ve ark., 2013). Türkiye'de şeker sanayinin hammaddesi olarak üretilen şeker pancarı, yan ürünleri ile de öneme sahiptir. Küspe ve melas hayvan yemi olarak kullanılmakta; maya, bio-etanol gibi yan ürünler ise ekonomik olarak değer taşımaktadır (Şiray, 1990; Sunulu ve Sunulu, 2016).

Türkiye'nin birçok bölgesi şeker pancarı tarımı için uygundur. Türkiye 19 milyon ton üretimi ile dünya şeker pancarı üretiminde önemli bir paya sahip (TÜİK, 2022) olup Rusya, ABD, Fransa ve Almanya'nın ardından 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Dünyada şeker pancarı üretim alanlarında problem olan fungal, bakteriyel ve viral kaynaklı 82 hastalıktan 51'i Türkiye'de sorun oluşturmaktadır (Özgür, 2003). Özellikle toprak kökenli viral etmenler şeker pancarında verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Bunlar arasında en önemlilerinden birisi beet necrotic yellow vein virus (BNYVV; şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü) adıyla bilinen virüs türü *Benyvirus necrobetae* (ICTV, 2024)'dir. BNYVV, "rhizomania" olarak bilinen hastalığa neden olmakta ve toprak kökenli protozoa *Polymyxa betae* Keskin ile taşınmaktadır. Virüs, vektörün dinlenme sporlarında yıllarca enfeksiyon yeteneğini kaybetmeden kalabilmektedir. Ayrıca, aynı vektör tür tarafından taşınan beet soil-borne virus (Meunier ve ark., 2003; Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a) ve beet virus Q'da ülkemiz şeker pancarı üretim alanlarında yaygın olarak görülmektedir (Erkan ve Kutluk Yılmaz, 2017).

---

<sup>1</sup>Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, nazlik@omu.edu.tr

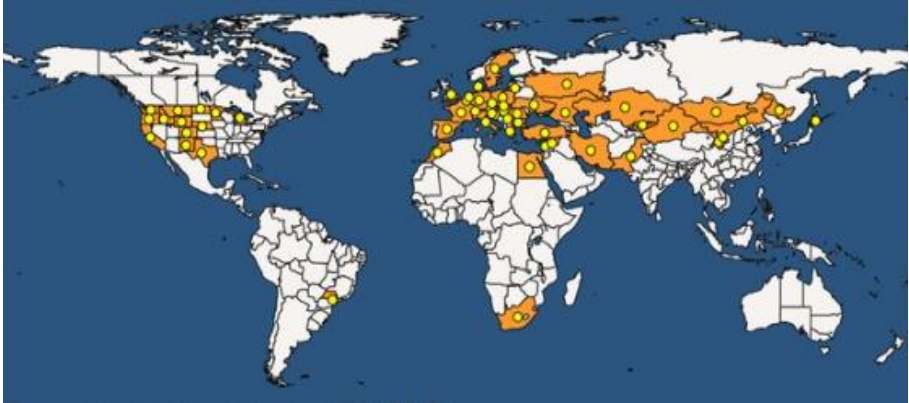
<sup>2</sup>Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, mirays@omu.edu.tr

## Rhizomania Hastalığının ve Etmeni Beet necrotic yellow virus'ün Dünyada İlk Tespiti

İtalya'da 1950'li yıllarda Po nehri kıyısında yer alan Padan Ovası'nda üretilen pancarların şeker miktarında önemli miktarda kayıp olduğu saptanmış (Dona Dalle Rosa, 1954, 1956) ve bu durum 'low sugar content syndrome' (LSCS) (düşük şeker sendromu) ya da 'soil sickness' (SS) (toprak hastalığı) olarak adlandırılmıştır. Hastalık ile ilgili bu tespitin rhizomania hastalığının ilk raporu olduğu tahmin edilmektedir (Piolanti ve ark., 1957). Ardından Canova (1959), LSCS'nin belirtilerini açık bir şekilde tanımlamış ve bu hastalığa aşırı lateral kök gelişimine sebep olmasından dolayı, İtalyanca'da kök azmanlığı anlamına gelen 'rizomania' adını vermiştir (Canova, 1966). Hastalığın adı, 1966 yılından sonra İngilizce versiyonu olan 'rhizomania' olarak kabul edilmiştir. Daha sonra 1970'lerin başında, Japon araştırmacılar tarafından rhizomania hastalığı belirtisi gösteren şeker pancarı bitkilerinin köklerinden çubuk şekilli virüs partikülleri izole edilmiş ve bu virüs beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) olarak isimlendirilmiştir (Tamada ve ark., 1971).

### Coğrafi Yayılmı

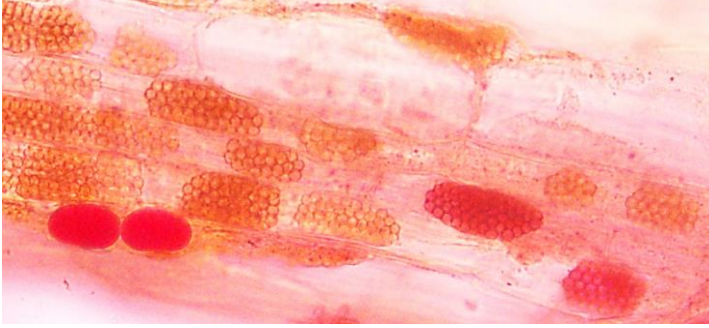
Günümüzde BNYVV'ye, Avrupa, Asya ve ABD'de şeker pancarı üretim alanlarında yaygın olarak rastlanılmaktadır (Asher, 1993; Tamada, 1999; McGrann ve ark., 2009). Virüs, 2000'li yıllardan sonra İran, Mısır, Suriye ve Pakistan'daki şeker pancarı alanlarında (Arif ve ark., 2015); 2015 yılından sonra ise Afrika ve Güney Amerika kıtalarında lokal olarak kırmızı pancar üretim alanlarında tespit edilmiştir (Rezende ve ark., 2015; Roberts ve ark., 2016) (Şekil 1).



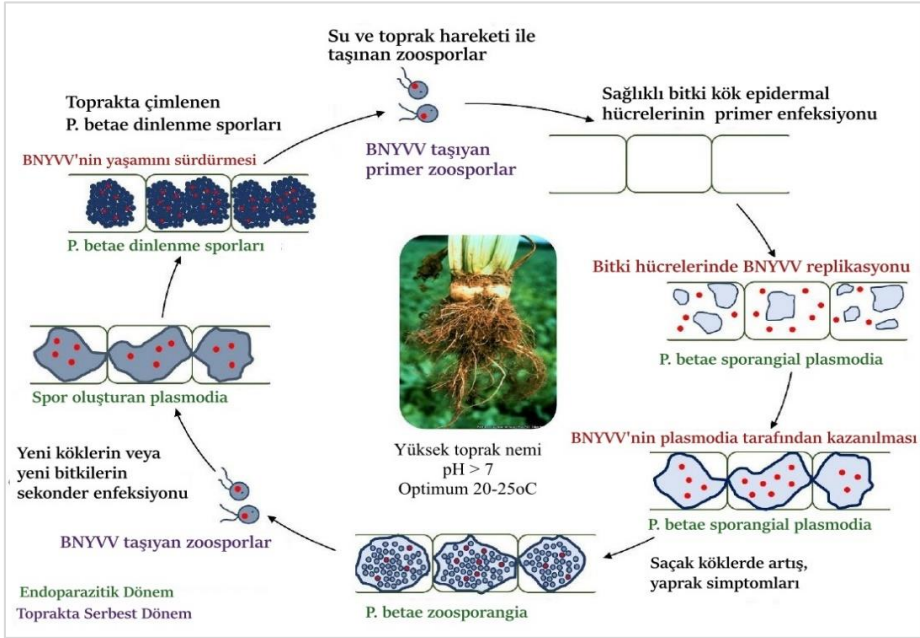
Şekil 1. Rhizomania hastalığının coğrafi yayılımı (EPPO, 2024)

## Hayat Devri

Beet necrotic yellow vein virus, doğada şeker pancarını enfekte eden, obligat parazit özellikteki plasmodiophorid tür *P. betae* Keskin (Keskin, 1964) tarafından taşınmaktadır (Abe ve Tamada, 1986). Vejetasyon dönemi sonunda virüs, konukçu bitkinin köklerinin parçalanması sonucu toprağa karışan ve sporosori (sistosori) olarak adlandırılan vektörünün kalın duvarlı dinlenme sporları (Şekil 2) içerisinde 15 yıldan fazla süre yaşayabilmektedir (Abe ve Tamada, 1986; EFSA, 2020). Ayrıca, virüse duyarlı yabancı otların köklerinde de yaşamını sürdürebilmektedir (Barr ve Asher, 1996). Viral enfeksiyon, sporosori'den çimlenen iki kamçılı primer zoosporlar tarafından başlatılmaktadır (Webb ve ark., 1999) (Şekil 3). Bu zoosporlar toprak suyunda hareket ederek konukçu bitkiye ulaşır (EFSA, 2020) ve bitkinin lateral köklerinin epidermal hücrelerine giriş yaptıktan sonra sporangial plasmodium (çoğulu plasmodia) oluşturur (Barr ve Asher, 1996; Webb ve ark., 1999) (Şekil 3). Plasmodium daha sonra sekonder (ikincil) zoosporları üretecek olan zoosporangium (çoğulu zoosporangia)'a dönüşür (Barr ve Asher, 1996). Zoosporlar, bitişik kökleri veya başka bir konukçuyu enfekte etmek için toprağa geçmekte ve böylece *P. betae*'nin ikincil enfeksiyonuna yol açmaktadır (Webb ve ark., 1999). Daha sonra zoosporlar köklerde sporosori'ye dönüşecek olan sporojenik plasmodium oluşturmaktadırlar (Desoignies, 2012) (Şekil 3).



Şekil 2. Şeker pancarı köklerinde *Polymyxa betae*'nin oluşturduğu dayanıklı spor yapıları (sporosori/ sistosori) (N.D. Kutluk Yılmaz)



Şekil 3. Beet necrotic yellow vein virus'un vektörü *Polymyxa betae*'nin yaşam döngüsü (EFSA, 2020'den modifiye edilmiştir)

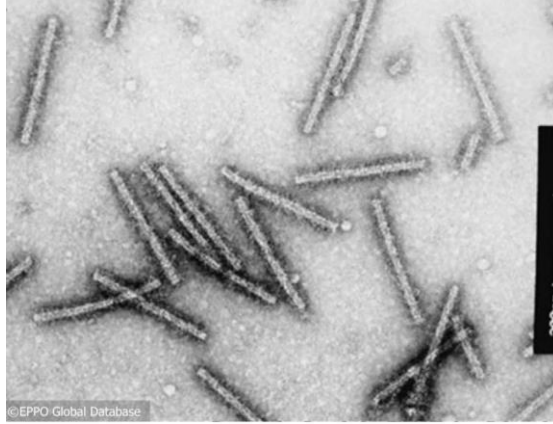
Beet necrotic yellow vein virus; doğal koşullarda *P. betae*'nin zoosporları tarafından bitkiye bulaştırılmakta ve bu taşınma şekli aktif taşınma olarak adlandırılmaktadır. Ancak, zoosporların aktif hareketi ile yayılımı çok kısa mesafelerle sınırlı kalmaktadır (Tuitert, 1994). Öte yandan virüs, toprak yüzeyindeki su akıntıları ile pasif olarak da yayılabilmektedir (Tuitert, 1994). Vektörün virüs içeren dayanıklı dinlenme spor yapıları pancar, patates gibi yumrulu bitkilere ya da tarım makinelerine yapışarak, sulama yoluyla ve hatta rüzgar vasıtası ile daha uzak mesafelere de taşınabilmektedir (Asher, 1993; Tuitert, 1994). BNYVV, toprak işleme yapılan pancar ekili bir tarlada iki yıl sonra inokulum kaynağından 2 m ve üç yıl sonra ise 8 m uzaklıktaki bitkilerde tespit edilmiştir (Tuitert, 1994). İlave olarak, BNYVV'nin toprakta bulunan *P. betae*'ya ait dinlenme sporlarının tamamı tarafından taşınmadığı, ancak bu sporların %10-20'sinin taşınmayı gerçekleştirdiği tespit edilmiştir (McGrann ve ark., 2009). Diğer taraftan, virüsün bütün proteinleri *P. betae*'nin bu sporlarında ve zoosporlarında tespit edilebilmiştir. Ancak, BNYVV'nin vektörü içinde çoğalıp çoğalamadığı henüz kesin olarak belirlenememiştir (Lubicz ve ark., 2007).



Hem *P. betae* enfeksiyonu, hem de BNYVV replikasyonu ve taşınması için en uygun sıcaklık aralığı 20-25°C'dir. Enfeksiyon için maksimum sıcaklık değeri 30°C'dir (Blunt ve ark., 1991). Buna karşılık, 10°C'nin altında virüs enfeksiyon oluşturmamaktadır (Asher, 1993). Sıcaklığa ek olarak, dinlenme sporlarının çimlenmesi ve zoosporların köke ulaşması için suya ihtiyaç duyulduğundan, yüksek toprak nemi virüsün ve vektörünün yaşam döngüsü için gereklidir (Asher, 1993). Ayrıca, bazik topraklar (pH > 7) rhizomania hastalığının gelişimi için elverişlidir (EFSA, 2020).

### Virüsün Taksonomisi, Morfolojisi ve Genomik Özellikleri

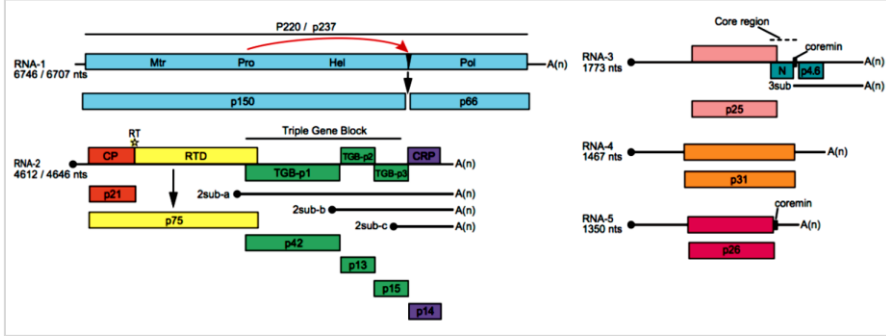
Beet necrotic yellow vein virus, Benyviridae familyasına ait *Benyvirus* cinsinin tipik bir üyesi olup (Gilmer ve ark., 2013), düz çubuk şeklinde partiküllerden oluşmaktadır (Şekil 4). Virüs partikülleri dört adet pozitif polaritede tek sarmal (ss) RNA içermektedir (Tamada ve ark., 1989) (Şekil 5). Doğal olarak enfekteli bazı şeker pancarı bitkilerinin köklerinde dört genom segmentine (RNA-1-RNA-4) ilave olarak beşinci bir genom segmenti (RNA-5) daha saptanabilmektedir (Koenig ve ark., 1986).



Şekil 4. Beet necrotic yellow vein virus partiküllerinin elektron mikroskop altında görünümü (Bar 200 nm'yi ifade etmektedir) (EPPO, 2015)

Genel olarak, *Beta* türlerinde BNYVV'nin vektör *P. betae* ile doğal bir enfeksiyonu için dört genom segmentinin tamamı (RNA-1, RNA-2, RNA-3, RNA-4) gereklidir (Koenig ve ark., 1986). Bu genomik segmentlerden RNA-1; replikasyonda görev alan tek açık okuma çerçevesi (Open reading frame; ORF) içermektedir (Van Regenmortel ve ark., 2000). RNA-2 segmentinde yer alan ilk iki ORF kılıf protein-readthrough (CP-RT) proteinlerini kodlamakta ve bu proteinler virüs partiküllerinin vektör

*P. betae* ile taşınmasında etkili olmaktadır. Bu bölgenin ardında bulunan üçlü gen bloğu (TGB) bölgesi ise P42, P13 ve P15 proteinlerini kodlamakta ve BNYVV partiküllerinin hücreden hücreye taşınmasında rol oynamaktadır (Tamada, 2002). RNA-2'nin 3'ucunda bulunan son ORF'den ise, viral RNA'nın bitki tarafından susturulmasını yani RNAi (RNA interferans) mekanizmasını baskılayıcı olarak görev yapan P14 proteinini sentezlenmektedir (Dunoyer ve ark., 2002) (Şekil 5).



Şekil 5. Beet necrotic yellow vein virus'ün genom organizasyonu (ICTV, 2024)

RNA-3 segmenti üzerinden 25 kDa'lık P25 proteini sentezlenmekte; bu protein ise şeker pancarı köklerinde rhizomania hastalığının tipik simptomsu olan kök sakallanması oluşumunu teşvik etmektedir. Aynı zamanda, P25 proteini virüsün *Tetragonia expansa* (Yeni Zelanda ıspanağı) ve Amaranthaceae familyasına ait konukçularındaki şiddetli symptom oluşumundan sorumludur (Tamada ve ark., 1989; Jupin ve ark., 1992). Öte yandan, P25 proteini patojenitede etkili olmaktadır. Bu proteinin özellikle 67-70. amino asitlerinde farklılık gözlenmektedir (Koenig ve ark., 1991). Bu bölgede en fazla değişimin 68. pozisyonda olduğu belirlenmiştir (Schirmer ve ark., 2005). RNA-4 tarafından oluşturulan P31 proteini ise virüsün *P. betae* ile taşınmasında rol oynamaktadır (Tamada ve Abe, 1989; Rahim ve ark., 2007). Ayrıca, P31 proteini şeker pancarı köklerinde transkripsiyon sonrası gen susturulmasının (PTGS) bastırılması ve patojeniteden de sorumludur (Rahim ve ark., 2007). RNA-5 tarafından kodlanan P26 proteini ise, şeker pancarında kökteki belirtilerin şiddeti üzerine etkili olmaktadır (Tamada ve ark., 1996) (Şekil 5).

### BNYVV Populasyonlarının Genetik Çeşitliliği ve Streyin Tipleri

Beet necrotic yellow vein virus'un doğal populasyonları genetik bakımından çok heterojen olabilmektedir. Bu özellik tüm bitki virüslerinde yaygın olarak rastlanan bir durum olmayıp, BNYVV'nin çok parçalı

genomuna, toprak kaynaklı bir vektör tarafından taşınmasına ve ana konukçu şeker pancarı tarafından verilen seçim baskısına bağlanmaktadır. Kapsid protein (CP) bölgesi, farklı BNYVV popülasyonları arasında en çok korunmuş olan bölgedir. Bu nedenle, farklı coğrafik kökenlerden gelen diğer virüs popülasyonlarını sınıflandırmak için kullanılmaktadır (Schirmer ve ark., 2005). Farklı CP dizilerinin filogenetik analizi, 1990'lı yılların ortalarına kadar A ve B tip olmak üzere BNYVV'nin iki ana grubunun tanımlanmasını sağlamıştır (Kruse ve ark., 1994; Saito ve ark., 1996; Schirmer ve ark., 2005). Bu ayırım, CP'de meydana gelen sadece birkaç amino asit değişikliğine [A tipi (T<sub>62</sub>, S<sub>103</sub>, L<sub>17</sub>) ve B tipi (S<sub>62</sub>, N<sub>103</sub>, F<sub>172</sub>)] dayanmaktadır (Schirmer ve ark., 2005). Daha sonra; A tip ile yakın ilişkili, ancak ilave bir RNA segmenti daha içeren (RNA-5) izolat, Fransa'nın Pithiviers bölgesinde tanımlanmış ve P tipi olarak adlandırılmıştır (Koenig ve ark., 1997). Ayrıca daha sonraki yıllarda, bazı A ve B tip özelliğindeki Japon ve Çin izolatlarında farklı bir RNA-5 çeşidi bulunmuştur (Schirmer ve ark., 2005), ancak bu RNA-5 filogenetik olarak P tipi RNA-5'ten farklı olduğu için J tipi RNA-5 olarak adlandırılmıştır (Miyanişi ve ark., 1999). Avrupa ve Japon RNA-5 türleri arasında 37 nokta mutasyonu ve 20 ekleme/çıkarma mutasyonu belirlenmiştir. Ardından, J tip P26 BNYVV izolatları Almanya'da tek bir tarlada (Koenig ve ark., 2008) ve Türkiye'de ise yaygın olarak saptanmıştır (Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a; 2019). RNA-5 içeren BNYVV izolatları Avrupa'da sınırlı olup; Çin, Japonya ve Türkiye'de ise geniş alanlara yayılmıştır (Koenig ve Lennefors, 2000; Li ve ark., 2008; Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a). Bazı araştırmacılar (Tamada ve ark., 2003) A tip karakterdeki BNYVV izolatlarının 5. RNA segmentini sonradan kazanarak P tip streyne dönüştüklerini belirtmiş olmakla birlikte; bazıları ise (Chiba ve ark., 2011), atadan kalma (ancestral) bir BNYVV popülasyonunun beş RNA segmenti içerdiğini, RNA-5 içermeyen varyantların virüsün evrimi ve yayılma sürecinde oluşmuş olabileceğini ve RNA-5'in BNYVV'nin enfeksiyon oluşturması için gerekli olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, aynı araştırmacılar BNYVV'nin kökeninin Doğu Asya olduğunu, genetik varyasyonun en fazla Çin ve Japon izolatlarında görüldüğünü belirtmişlerdir.

Farklı BNYVV streyn tipleri serolojik olarak ayırt edilememektedir. Farklı RNA'lar tarafından %1-5 arasında dizi değişikliği göstermektedir (Benjes ve ark., 2024). CP amino asit dizisine dayalı olarak BNYVV izolatları farklı virüs tiplerine ayrılabilmesine rağmen, saha çalışmaları tüm virüs tiplerinin karışık enfeksiyonlar şeklinde ortaya çıkabileceğini göstermiştir (Galein ve ark., 2018; Özmen ve ark., 2020). Bununla ilişkili

olarak, A ve P tiplerine ait bulaşıcı cDNA klonlarının şeker pancarında enfektif genom karışımları (reassortantlar) oluşturabildiği gösterilmiştir (Müllender ve ark., 2022).

### Konukçu Çevresi ve Simptomları

Beet necrotic yellow vein virus'un doğal konukçularının büyük bir kısmı Amaranthaceae (eskiden Chenopodiaceae) familyasının üyeleridir (Çizelge 1). Virüs doğada bu familyaya ait şeker pancarı, ıspanak, pazı, hayvan pancarı ve kırmızı pancarı enfekte edebilmektedir (Rezende ve ark., 2015; Tamada, 2016).

Şeker pancarında BNYVV'nin karakteristik belirtisi bitkinin kök kısmında görülmektedir. Erken enfeksiyon kökteki belirtilerin daha belirgin oluşumuna sebep olmaktadır (Rush ve Hiedel, 1995). Ana kök ucu ölmekte, aşırı kılcal kök gelişiminden dolayı köklerde çoğalma artmakta ve hastalığa adını veren kök sakallanması belirtisi oluşmaktadır (Şekil 6a-c). Ayrıca, yumrular küce kalmakta ve bu yumruların boyuna ve enine kesitinde ise iletim demeti halkalarının sarı-kahverengi renk aldığı (Şekil 6d-e) görülmektedir. Öte yandan virüse hassas çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması durumunda tarlalarda yer yer renk açılımı gösteren bitki toplulukları dikkat çekmektedir (Şekil 6f). Bu alanlarda, genellikle mevsim sonuna doğru BNYVV ile enfekteli bitkilerin yaprakları donuk sarı bir renk almakta, yaprak sapları uzamakta ve yapraklar daha dik bir gelişim göstermektedir. Nadiren, yapraklarda özellikle damarlar boyunca yayılan belirgin sarı alanlar oluşabilmektedir (Tamada, 2016) (Şekil 6g-h).

Çizelge 1. Doğal veya deneysel koşullarda BNYVV'nin konukçusu olabilecek yabancı otların/yabani bitki türlerinin listesi\*

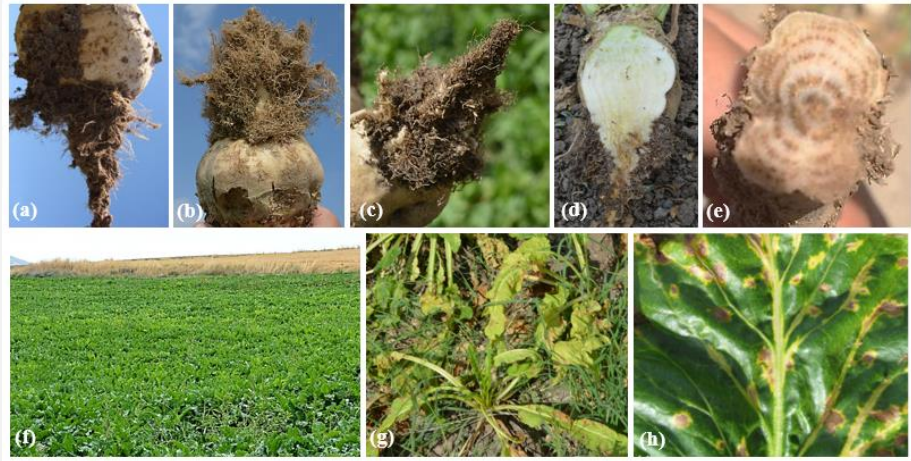
Familya	Yabancı otlar/ Yabani bitki türleri	Familya	Yabancı otlar/ Yabani bitki türleri
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> <i>A. bouchonii</i> <i>A. mitchellii</i> <i>A. quitensis</i> <i>Atriplex patula</i> <i>A. hortensis</i>	Boraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>
		Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> <i>Descurainia sophia</i> <i>Raphanus raphanistrum</i>
		Caryophyllaceae	<i>Silene alba</i> <i>S. vulgaris</i>

	<i>Axyris</i> sp.		<i>S. noctiflora</i>
	<i>Acroglochin</i> sp.		<i>Stellaria media</i>
	<i>B. macrocarpa</i>		<i>S. graminea</i>
	<i>B. vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i>	Convolvulaceae	<i>Calystegia sepium</i>
	<i>Patellifolia</i> <i>procumbens</i>		<i>Convolvulus</i> <i>arvensis</i>
	<i>Chenopodium</i> <i>album</i>	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>
	<i>C. amaranticolor</i>		<i>Veronica</i> <i>hederifolia</i>
	<i>C. bonus-henricus</i>	Poaceae	<i>Alopecurus</i> <i>myosuroides</i>
	<i>C. capitatum</i>		<i>Apera spica-venti</i>
	<i>C. hybridum</i>		<i>Lolium</i> <i>multiflorum</i>
	<i>C. murale</i>		<i>Poa pratensis</i>
	<i>C. quinoa</i>		<i>Sorghum</i> <i>halepense</i>
	<i>C. polyspermum</i>		<i>S. vulgare</i>
	<i>Ragodia</i> sp.	Polygonaceae	<i>Polygonum</i> <i>aviculare</i>
	<i>Spinacia</i> <i>turkestanica</i>	Solanaceae	<i>Datura</i> <i>stramonium</i>
Asteraceae	<i>Matricaria inodora</i>		<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Chamomilla</i> <i>recutita</i>		<i>Nicotiana</i> <i>benthamiana</i>
	<i>Cichorium intybus</i>		<i>N. clevelandii</i>
	<i>Cirsium arvense</i>		<i>N. tabacum</i> H423
	<i>Centaurea cyanus</i>		<i>N. tabacum</i> var: <i>Xanthi</i>
	<i>Galinsorga</i> <i>parviflora</i>		<i>N. glutinosa</i>
	<i>Xanthium</i> <i>strumarium</i>	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>

\* Tamada ve Baba, 1973; Brunt ve ark., 1996; Horvath, 1994; Hugo ve ark., 1996; Kutluk ve ark., 2000; Legreve ve ark., 2005; Yanar ve ark., 2010; Yılmaz ve ark., 2016b; Mouhanna ve ark., 2008

Şeker pancarında olduğu gibi, BNYVV kırmızı pancar bitkisinin yumrusunda da lateral köklerin aşırı çoğalması sonucu kök sakallanmasına neden olmaktadır (Şekil 7a). İlave olarak, sağlıklı kırmızı pancarlarda yaprak sapları küçük bir boyundan çıkarak yumru yuvarlak bir görünüm oluşturmaya rağmen; BNYVV ile enfekteli bitkilerin yumrularının boyun bölgesi kalınlaşmakta ve yaprak sapları yumrunun tepe ve yan kısmından çıkarak yumruda belirgin şekil bozukluklarına neden olmaktadır (Şekil 7b). Ayrıca, virüs ile enfekteli yumruların enine kesiti incelendiğinde, iletim demeti halkalarının renginin açılarak beyaz renk alması dikkat çekmektedir (Şekil 7c) (Werling ve Housbeck, 2019).

Öte yandan, rhizomania hastalığı ile enfekteli ıspanak bitkilerinin yapraklarında damar açılması ve klorotik lezyonlar oluşmakta; bu yapraklar zamanla daha sert, buruşuk ve nekrotik hale gelmekte ve hatta bitkide bodurlaşma, solma ve ölüm de gözlenebilmektedir (Mou ve ark., 2012) (Şekil 7d). Virüsün bir diğer doğal konukçusu olarak belirlenen *Raphanus raphanistrum* (Yabani turp)'ta ise, sarı damar bantlaşması şeklinde belirti oluşturduğu tespit edilmiştir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2016b) (Şekil 7e).



Şekil 6. Beet necrotic yellow vein virus ile enfekteli şeker pancarı bitkilerinin köklerinde oluşan sakallanma (a, b ve c), yumrunun boyuna kesitinde görülen iletim demeti renk değişiklikleri (d) ile enine kesitinde görülen nekrotik halkalar (e), hastalığına hassas çeşit ekili şeker pancarı tarlasında lokal renk açılmaları (f), bitkinin yapraklarında gözlenen kloroz (g) (N. D. Kutluk Yılmaz) ve nekrotik sarı damar belirtilerinin görünümleri (h) (Benjes ve ark., 2024)

Beet necrotic yellow vein virus'ün deneysel konukçu çevresi sınırlı olup, Amaranthaceae familyasındaki birçok bitki türü ile Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Poaceae ve Solanaceae gibi familyalardaki bazı türlere mekanik inokulasyon yöntemi ile taşınmaktadır (Tamada ve Baba, 1973; Tamada, 1975; 2002; Kuszala ve Putz, 1977; Horváth, 1994; Hugo ve ark., 1996) (Çizelge 1). Bu konukçular aynı zamanda *P. betae* tarafından da enfekte edilebilmektedir (Abe ve Tamada, 1986; Abe ve Ui, 1986; Hugo ve ark., 1996). BNYVV, bahsedilen bu konukçu bitkilerin inokule edilen yapraklarında lokal olarak kalmakta; *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, ıspanak ve *Nicotiana benthamiana* gibi bazı bitki türlerinde ise sistemik olarak yayılabilmektedir (Tamada, 1975; 2002; 2007). Virüsün sistemik olarak bitki bünyesinde uzun mesafeye hareketi konukçu bitki türü ve viral genom segmentleri ile ilişkilidir. Örneğin *N. benthamiana* ve *Spinacia oleracea* bitkilerinde BNYVV'nin sistemik enfeksiyonu için virüsün genom segmentlerinden RNA-1 ve RNA-2'nin bulunması yeterli olurken, *Beta macrocarpa*'da RNA-1 ve RNA-2'ye ilave olarak RNA-3 veya RNA-5' de yer alan ve "coremin" olarak adlandırılan bir bölge sistemik hareket için gereklidir (Gilmer, 2016) (Çizelge 2).



Şekil 7. Beet necrotic yellow vein virus ile enfekteli kırmızı pancar bitkilerinin köklerinde oluşan sakallanma belirtisi (a ve b) ile yumrunun enine kesitinde görülen beyaz renkli halkalar (c) (Werling ve Housbeck, 2019), BNYVV ile enfekteli ıspanak bitkilerinin yapraklarında damar açılmaları ve deformasyonlar (d; Karanfil ve ark., 2024) ve doğada *Raphanus raphanistrum* bitkisinin yapraklarında oluşan sarı damar bantlaşması belirtisinin (e; Kutluk Yılmaz ve ark., 2016b) görünüşleri

Çizelge 2. Beet necrotic yellow vein virus'un sistemik hareketinin konukçu türü ve genom kompozisyonu ile ilişkisi (Gilmer, 2016)

Konukçu Tür	Sistemik Hareket	Gerekli BNYVV Genom Segmenti
<i>Chenopodium quinoa</i>	Yok	Lokal lezyon için RNA-1+RNA-2
<i>Tetragonia expansa</i>	Yok	Lokal lezyon için RNA-1+RNA-2
<i>Chenopodium murale</i>	Var	RNA-1+RNA-2
<i>Spinacia oleracea</i>	Var	RNA-1+RNA-2
<i>Nicotina benthamiana</i>	Var	RNA-1+RNA-2
<i>Beta macrocarpa</i>	Var	RNA-1+RNA-2+RNA-3 <sup>a</sup> /RNA-5 <sup>a</sup>
<i>Beta vulgaris</i>	Var	RNA-1+RNA-2+RNA-3 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Coremin motif gerekliliği

Yabani şeker pancarı (*Beta vulgaris* subsp. *maritima*), BNYVV ya da vektör *P. betae*'nin doğal konukçusu olarak tespit edilmemiştir (Chiba ve ark., 2011). Bununla birlikte hem virüsün hem de vektörünün daha geniş konukçu çevresine sahip olabileceği ileri sürülmüştür (Legreve ve ark., 2005; Mouhanna ve ark., 2008). Nitekim; ABD'de tropik ve subtropikal alanlarda yaygın bir yabancı ot türü olan *Gomphrena globosa* (Hanım düğmesi)'nin deneysel olarak tuzak bitki testi yöntemi ile BNYVV tarafından enfekte edildiği bildirilmiştir (Al Musa ve Mink, 1981).

### Zararı ve Ekonomik Önemi

Beet necrotic yellow vein virus, şeker pancarında önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu virüsün etkisiyle dünya çapında pancar üretiminin her yıl %10'luk kayba sebep olduğu tahmin edilmektedir (Biancardi ve Lewellen, 2016). Vejetasyon dönemi başında oluşan enfeksiyonlarda, kök verimi ve şeker içeriği düşmekte; melas oluşumunda rol oynayan sodyum ve potasyum oranının artması sebebiyle de fabrikada işleme özelliğinin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir (Kajiyama ve ark., 1990). Hastalığın etkisiyle; kök ağırlığında %50, şeker oranında ise %50-%80'lere varan oranlarda kayıplar oluşabilmektedir (Henry, 1996). Ayrıca, rhizomania hastalığında kılcal köklerin aşırı artışı ve köklere tutunan toprak partiküllerinin yoğunluğu sebebiyle ürünün hasadı zorlaşmaktadır. Öte yandan, BNYVV ile enfekteli pancar bitkilerinin düşük sıcaklıklara toleransının azaldığı (Strausbaugh ve Eujayle, 2018) ve enfekteli yumrulara ise depo koşullarında sükröz kayıplarının arttığı bildirilmiştir (Strausbaugh, 2018).



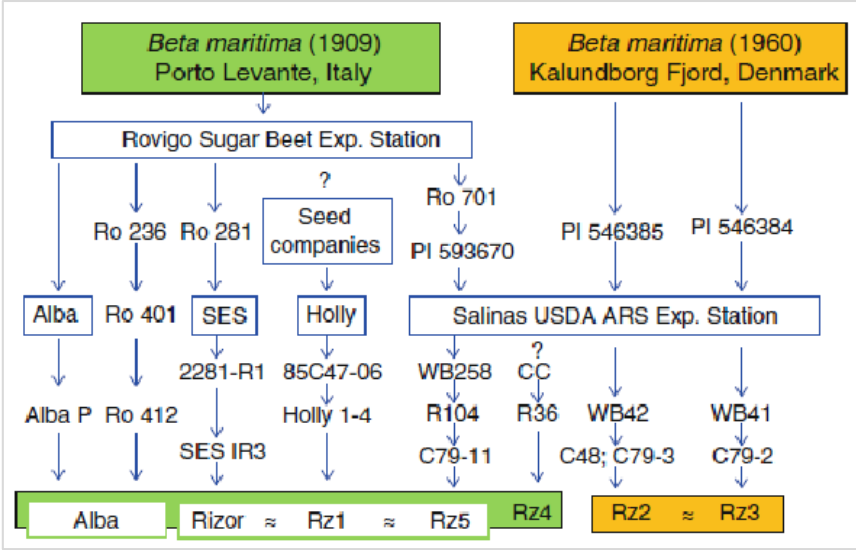
## Kontrolü

Pestisit kullanımı ile vektör *P. betae*'nin kontrolü sağlanamamaktadır. Toprak fümigasyonu vektör popülasyonunu bir miktar düşürmekle birlikte, maliyet ve çevresel problemler nedeniyle şeker pancarı yetiştiriciliğinde tercih edilmemektedir. Öte yandan, *P. betae*'ya dayanıklılık *Beta patellaris* ve *Beta procumbens*'te saptanmış (Paul ve ark., 1992), ancak dayanıklılığın ticari pancar çeşitlerine aktarımından başarılı sonuçlar elde edilememiştir (Wetzel ve ark., 2019).

Günümüzde BNYVV'nin en etkili ve en ekonomik kontrolü dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile sağlanmaktadır (Lewellen, 1995). Dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarına 1970'lerde İtalya'da başlanmıştır. İlk multigenik dayanıklılık kaynağı *Beta maritima*'da tespit edilmiş olup, 'Alba tipi dayanıklılık' olarak adlandırılmıştır (Biancardi ve ark., 2002). Etmenin ABD'de rapor edilmesini takiben, dayanıklılık ıslahı çalışmalarına başlanılmış ve 1983'de Holly Şeker Şirketi üretim programı sırasında 'Holly Geni' olarak da adlandırılan ve virüse kısmi dayanıklılık sağlayan dominant gen (*Rz1*) saptanmıştır (Lewellen ve ark., 1987). *Rz1* geni, şeker pancarının 3. kromozomunda bulunmakta ve virüsün çoğalması ve translokasyonunu olumsuz etkilemektedir (Scholten ve ark., 1994). 'Rizor', geliştirilen ilk dayanıklı ticari çeşittir (De Biaggi, 1986) ve Avrupa ülkelerinde BNYVV ile bulaşık alanlarda 1990'ların başlarına kadar bu çeşidin yetiştiriciliği yapılmıştır (Asher, 1993). Şu an dünyada rhizomania'ya dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin büyük bir kısmı *Rz1* genini içermektedir (Asher, 1993; Wetzel ve ark., 2019). Takiben, farklı bir dayanıklılık geni (*Rz2*) *Beta vulgaris* subsp. *maritima* WB42'de saptanmıştır (Scholten ve ark., 1996). Bu gen de, kromozom 3 üzerinde yer almaktadır. *Rz2*'nin, dayanıklılık mekanizmasının *Rz1*'den farklı olduğu ve BNYVV'ye karşı daha etkili olduğu belirtilmektedir (Scholten ve ark., 1994). Bu nedenle, BNYVV'nin kontrolünde yüksek etkinliğe sahip *Rz2* geni de ticari çeşitlere entegre edilmiş bulunmaktadır. Nitekim; *Rz2* gen ürünü, çeşitli bitkilerde patojenlere karşı dayanıklılık sağlayan bir protein ailesine aittir. Bu proteinler, sarmal-bobin (coiled-coil) ve Lösin açısından zengin (LRR) tekrar alanları içermektedir. Farklı bitki türlerinde patojen savunmasında rol oynayan diğer dominant dayanıklılık genlerinde olduğu gibi, şeker pancarında da bitki tarafından savunma sisteminin harekete geçirilmesi için viral *avr* gen ürünü ile dominant dayanıklılık gen ürünlerinin aralarında etkileşim olması gereklidir. BNYVV'nin üçlü gen bloğu 1 proteininin (TGB-1), *Rz2* gen ürünü ile etkileşim içinde olarak dayanıklılıkta rol oynadığı belirlenmiştir (Wetzel ve ark., 2021). Ancak, *Rz2* geninin şeker pancarı kök bölgesinde ifade edilmesi ve protein

oluşturması sebebiyle, bu etkileşimin direkt ya da dolaylı olup olmadığı belirlenememiştir (Ross ve ark., 2021).

*Rz1* ve *Rz2* genleri dışında, *Rz3*, *Rz4* ve *Rz5* dayanıklılık genleri de şeker pancarında kromozom 3 üzerinde belirlenmiştir (Grimmer ve ark., 2007; McGrann ve ark., 2009) (Şekil 8). Ancak, bu genler ticari çeşitlere henüz entegre edilememiştir (Wetzel ve ark., 2019). Diğer taraftan; viral çift sarmallı RNA'nın ifadesine dayanan transgenik bitki geliştirmeye dayanan yaklaşımın da yüksek düzeyde dayanıklılık sağladığı kanıtlanmış (Lennfors ve ark., 2008; Pavli ve ark., 2011), ancak bu özelliğe sahip çeşitler piyasaya sürülmemiştir.



Şekil 8. Beet necrotic yellow vein virus'un mücadelesinde kullanılan (Alba, Rizor, Holly, *Rz2*) ve halen üzerinde çalışmaların devam ettiği dayanıklılık genleri (*Rz3*, *Rz4* ve *Rz5*) (Panella ve Biancardi, 2016)

### Dayanıklılık Kırılması

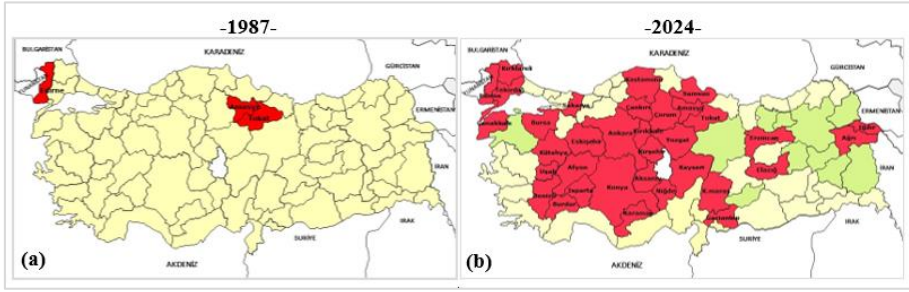
Dünyada son yıllarda *Rz1* dayanıklılık geni taşıyan ticari şeker pancarı çeşitlerinde Amerika (Liu ve ark., 2005), İspanya (Pferdmenges ve ark., 2009), Fransa (Koenig ve ark., 2009; Galein ve ark., 2018), İran (Mehrvar ve ark., 2009), Almanya, İngiltere, Hollanda (Bornemann ve Varrelmann, 2013), Türkiye (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018a, b) ve Japonya (Tamada ve ark., 2021) gibi bazı ülkelerde dayanıklılığın kırıldığı rapor edilmiştir. ABD'de North Dakota ve Minnesota şeker pancarı üretim alanlarına ait BNYVV ile bulaşık toprak örnekleri ile yürütülen çalışmalarda; BNYVV izolatları tarafından oluşturulan hastalık oranının

*Rz1* genine sahip şeker pancarı çeşitlerinde %4.2, *Rz2*'de %1 ve *Rz1+Rz2*'de ise %0.8 olduğu tespit edilmiştir (Weiland ve ark., 2019).

Şeker pancarında dayanıklılık kırılma olayının, RNA-3 tarafından kodlanan P25 proteinine ait 67-70. pozisyonlarındaki amino asitler ile ilgili olduğu ve bazı amino asit dizilerine sahip izolatların daha şiddetli hastalık oluşturdıkları belirtilmiştir. Özellikle 67. pozisyonda Valin (V) ve 68. pozisyonda Lösin (L) bulunan BNYVV izolatlarının daha agrasif oldukları tespit edilmiştir (Schirmer ve ark., 2005; Rush ve ark., 2006). Acosta-Leal ve ark. (2010), P25'in 67-70. pozisyonlarında AYPR, VCHG ve VLHG gibi bazı amino asit tetratlarını içeren BNYVV populasyonlarının *Rz1* dayanıklılığını kırdığını bildirmişlerdir. Yakın zamanda ise, TFPR, TYPR, VHHG, VHPG ve VFHG gibi tetrat motifleri içeren A tip BNYVV izolatlarının *Rz1* genotipinde dayanıklılığı kırdığı rapor edilmiştir (Liebe ve ark., 2023). Üstelik, bu tetrat motiflerinde en fazla değişkenliğin görüldüğü streyn tipinin ise, A tip olduğu bildirilmiştir. Diğer taraftan; dayanıklılık kırılması olayının P25'teki tetrad motif dışında, RNA-5'in bulunma durumu ile de ilişkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte; Liebe ve ark. (2023) yürüttükleri bir ters (reverse) genetik çalışması ile hem P tip hem de J tip özellikte RNA-5 içeren BNYVV izolatlarının *Rz1* dayanıklılığını kırdığını kanıtlamışlardır. Ayrıca, son yıllarda *Rz1* dayanıklılığını kırabilen B tip BNYVV populasyonlarının da bulunduğu gözlenmiştir (Liebe ve Varrelmann, 2022). Ancak, B tipi BNYVV için şu ana kadar bir ters genetik çalışması ile P25'teki bir tetrad mutasyonunun dayanıklılık kırılmasından sorumlu olup olmadığı gösterilememiştir. A tipi BNYVV populasyonlarda dayanıklılık kırılmasından sorumlu tetratlar, B tipi populasyonlarda görülmediğinden, bu durumun daha gelecekteki çalışmalarda detaylı incelenmesi gerekmektedir (Benjes ve ark., 2024).

### **Türkiye'de Rhizomania Hastalığının İlk Tespiti ve Güncel Durumu**

Türkiye'de, BNYVV ilk olarak 1987 yılında Alpullu Şeker Fabrikası'nın Keşan ve Uzunköprü bölgeleri ile Amasya Şeker Fabrikası'nın Erbaa ve Taşova bölgelerinde rapor edilmiştir (Koch, 1987) (Şekil 9a). Takiben, Türkiye şeker pancarı üretim alanlarının önemli bir bölümünün rhizomania hastalığı ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Şekil 9b) (Özer ve Ertunç, 2005; Kaya, 2009; Kutluk Yılmaz ve ark., 2010, 2016a, 2019; Yardımcı ve Çulal Kılıç, 2011; Özdemir, 2014; Özmen ve ark., 2020). Ayrıca, BNYVV Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde ıspanakta da enfeksiyona sebep olmaktadır (Gümüş ve ark., 2014; Güngör ve ark., 2017; Bağlan ve Korkmaz, 2019; Karanfil ve ark., 2024).



Şekil 9. Türkiye şeker pancarı üretim alanlarında rhizomania hastalığının saptandığı iller (kırmızı renk ile gösterilen alanlar) (Kaya, 2009; Yardımcı ve Çulal Kılıç, 2011; Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a; Kutluk Yılmaz ve ark., 2019). Şekil b'de şeker pancarı yetiştirilen ve virüs yönünden testlenmeyen iller yeşil renk ile gösterilmiştir.

Şu ana kadar yürütülen çalışmalarda Türkiye'de, A ve J tip BNYVV izolatlarının yaygın olduğu belirlenmiştir (Kruise ve ark., 1994; Kutluk Yılmaz ve ark., 2007; 2016a) (Şekil 10).

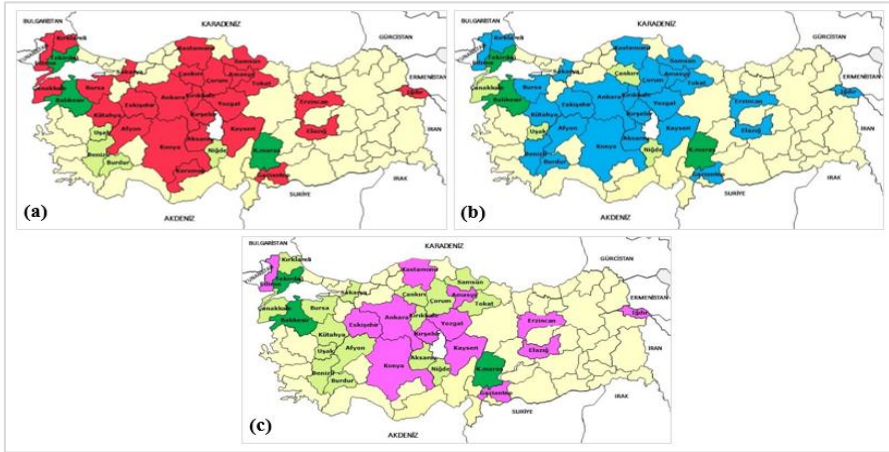


Şekil 10. Türkiye şeker pancarı üretiminde öneme sahip illeri kapsayan bir çalışmada, RNA-5 genom segmentini içerdiği saptanan beet necrotic yellow vein virus izolatlarının dağılımı (mor renk ile gösterilen iller) (Kutluk Yılmaz ve ark., 2016a). Virüsün saptanmadığı iller (koyu yeşil), RNA-5 saptanmayan iller (açık yeşil)

Türkiye'de 1993 yılından itibaren BNYVV'e dayanıklı çeşitlerin önce kısmen, 2008 yılından itibaren ise ülkenin tamamında yetiştirilmesine başlanmıştır. Bu çeşitler genellikle *Rz1* geni içermektedir Türkiye'de dayanıklı çeşitler (*Rz1*) ekilmesine rağmen, son yıllarda bu alanlarda şiddetli rhizomania benzeri belirtiler gözlenmiş ve dayanıklılığın kırıldığı rapor edilmiştir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018a, 2018b). Bununla

birlikte; son yıllarda Türkiye’de  $Rz1+Rz2$  genlerini içeren şeker pancarı çeşitlerinin yetiştiriciliğine başlanılmıştır.

Türkiye’de 2010-2011 yıllarında 29 ile ait BNYVV ile bulaşık şeker pancarı alanlarından alınan 235 toprak örneğinde, farklı genotiplerde ( $Rz1$ ,  $Rz1+Rz2$  ve  $Rz1+C48+minör\ genler$ ) şeker pancarı çeşitleri yetiştirilmiştir. Test edilen toprak örneklerinin %57.4’ünde  $Rz1$  dayanıklılığının, %51.9’unda  $Rz1+Rz2$  dayanıklılığının ve %18.9’un da ise  $Rz1+C48+minör\ genler$  dayanıklılığının BNYVV izolatları tarafından kırıldığı saptanmıştır (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018a). Dayanıklılık kıran (RB) BNYVV izolatlarının Türkiye’nin şeker pancarı üretiminde öneme sahip birçok iline yayılmış olduğu belirlenmiştir (Şekil 11). Ayrıca dayanıklılık kıran izolatların test edilen şeker pancarı genotiplerine göre %44.1-59.3 arasında RNA-5 içeren izolatlardan oluştuğu saptanmıştır (Çizelge 3).



Şekil 11. Farklı dayanıklılık genlerini içeren şeker pancarı genotiplerinde dayanıklılık kıran (RB) ve kırmayan (NRB) beet necrotic yellow vein virus izolatları ile bulaşık toprak örneklerinin illere göre dağılımları.  $Rz1$  (a);  $Rz1+Rz2$  (b) ve  $Rz1+C48+minör\ genler$  (c) genlerini içeren şeker pancarı genotiplerinde RB ve NRB BNYVV izolatları haritalarda farklı renklerle gösterilmiştir. Kırmızı renk:  $Rz1$  genotipinde; mavi renk:  $Rz1+Rz2$  genotipinde; pembe renk:  $Rz1+C48+minör\ genler$  içeren genotipte dayanıklılığın kırıldığı illeri, koyu yeşil renk: virüsün tespit edilmediği illeri, açık yeşil renk: dayanıklılığın kırılmadığı illeri göstermektedir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018b’den modifiye edilmiştir)

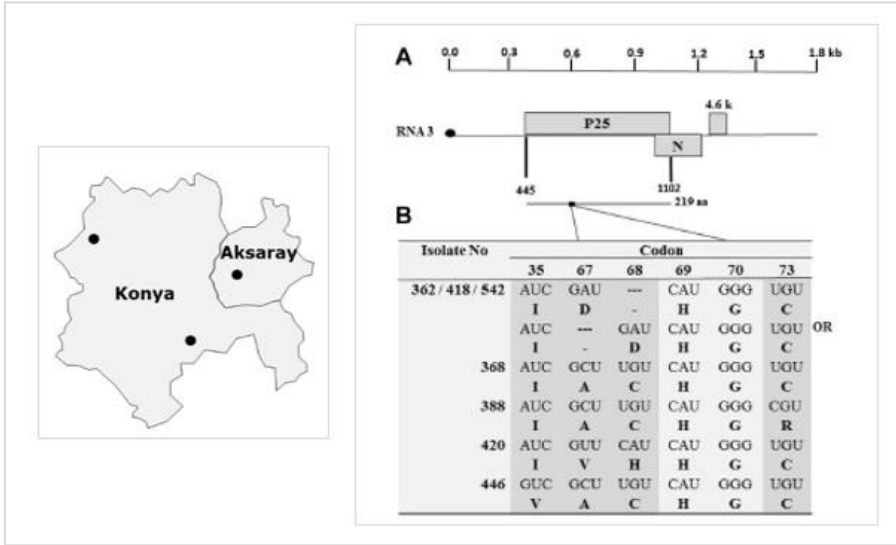
Bir başka çalışmada, Konya ve Aksaray illerine ait üç BNYVV izolatının patojeniteden sorumlu P25 bölgesinin 67. veya 68. pozisyonda sırasıyla ‘-DHG’ ya da ‘D-HG’ şeklinde tek amino asitlik silinme içerdiği

saptanmıştır (Şekil 12). Silinmeye rağmen bu izolatların; *Rz1*, *Rz1+Rz2* ve *Rz1+C48+minör genleri* içeren genotiplerde dayanıklılığı kırabildikleri ve hem A tip hem de J tip streyne ait oldukları belirlenmiştir. Mutant J tip BNYVV izolatının tüm şeker pancarı genotiplerinde; A tip olanların ise *Rz1*, *Rz1+Rz2* genotiplerine sahip şeker pancarı çeşitlerinde dayanıklılığı kırdığı tespit edilmiştir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018a).

Çizelge 3. Farklı şeker pancarı genotiplerinde dayanıklılık kırılması ve RNA-5'in bulunma durumu arasındaki ilişki\*

	<i>Rz1</i>		<i>Rz1+Rz2</i>		<i>Rz1+C48+minör genler</i>	
	RB	NRB	RB	NRB	RB	NRB
RNA-5	35 <sup>a</sup> /76 <sup>b</sup>	22/41	30/68	28/52	16/27	36/78
%	46.1	53.7	44.1	53.8	59.3	46.2

\*RB: Dayanıklılık kıran, NRB: Dayanıklılık kırmayan, <sup>a</sup>Pozitif örnek sayısı; <sup>b</sup>Test edilen örnek sayısı



Şekil 12. Konya ve Aksaray illerinden elde edilen ve P25 proteininde 67. veya 68. pozisyonda tek amino asit silinmesi içeren beet necrotic yellow vein virus izolatlarının diğer izolatlar ile amino asit ve nükleotit dizilerinin karşılaştırılması. Haritada siyah nokta, silinme içeren izolatların elde edildiği illerdeki toprak örneklerinin alındığı lokasyonları göstermektedir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2018a).

Öte yandan, Türkiye’de BNYVV izolatlarına ait P25 tetrat motifleri de incelenmiştir. Orta Karadeniz Bölgesi’nde AHHG, ACHG, VCHG ve AHAG tetrat motifini içeren BNYVV populasyonlarının bulunduğu belirlenmiştir (Kutluk Yılmaz ve ark., 2012). Aynı zamanda, bunlardan VCHG motifine sahip izolataın, şeker pancarı çeşidi Leila (*Rz1* geni içeren)’da dayanıklılıkta kırılmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer araştırmada ise, Tokat iline ait BNYVV izolatlarında ACHG ve AHHG motiflerine rastlanılmıştır (Kutluk Yılmaz ve ark., 2007). Öte yandan, Borneman ve ark. (2014), Türkiye’ye ait bir BNYVV izolataının farklı şeker pancarı genotiplerinde (*Rz1*, *Rz1+Rz2* ve *Rz2*) yüksek virüs konsantrasyonuna sahip olduğunu ve genotipe bağlı olarak tetrat motifinde de değişim olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim; bu izolataın hassas şeker pancarı genotipinde ASHG tetrat motifini, virüse dayanıklı *Rz2* ve *Rz1+Rz2* genotiplerinde ise ACHG tetrat motifini oluşturduğunu belirlemişlerdir.

### Sonuç

Dünyada şeker pancarı üretimini etkileyen en önemli viral hastalıklardan biri rhizomania hastalığıdır. Bu hastalık beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) tarafından oluşturulmaktadır. BNYVV doğada toprak kaynaklı protist tür *P. betae* tarafından taşınmaktadır. BNYVV’nin *P. betae*’nın dayanıklı kışlama sporlarında uzun yıllar kalıcı olması mücadelesini zor hale getirmektedir. Diğer taraftan, BNYVV’nin çok parçalı genom yapısı yeni virüs streyn/varyantlarının oluşma olasılığını arttırmaktadır. Dünyada bazı ülkelerde bu streyn/varyantlar sebebiyle dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin etkinliğini kaybettiği belirlenmiştir. Türkiye’de de şeker pancarı üretiminde öneme sahip illerin büyük bir çoğunluğunun rhizomania hastalığı ile bulaşık olduğu bilinmektedir. Günümüzde Türkiye’de yetiştirilen şeker pancarı çeşitleri *Rz1* ve *Rz1+Rz2* dayanıklılık genlerini içermektedir. Buna rağmen, bu genotiplerde dayanıklılık kırıcı BNYVV varyantlarının ve hastalık simptomlarının şiddetinden sorumlu olan RNA-5 içeren BNYVV izolatlarının Türkiye’de yaygın olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, BNYVV’ye karşı farklı dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi ve ıslah çalışmalarına dahil edilmesi gereklidir.

### KAYNAKLAR

Abe, H., & Tamada, T. (1986). Association of beet necrotic yellow vein virus with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. *Japanese Journal of Phytopathology*, 52, 235-247.

- Abe, H., & Ui, T. (1986). Host range of *Polymyxa betae* Keskin strains in rhizomania-infested soil of sugar beet fields in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 52, 394-403.
- Acosta-Leal, R., Bryan, B. K., Smith, J. T., & Rush, C. M. (2010) Break down of host resistance by independent evolutionary lineages of Beet necrotic yellow vein virus involves a parallel C/U mutation in its P25 gene. *Phytopathology*, 100, 127-133.
- Al Musa, A. M., & Mink, G. I. (1981). Beet necrotic yellow vein virus in North America. *Phytopathology*, 71, 773-776.
- Arif, M., Khan, W., & Shafi, A. (2015). Detection of beet necrotic yellow vein virus in Pakistan using bait-plant bioassay, ELISA and RT-PCR. *African Journal of Biotechnology*, 14 (48), 3206-3215.
- Asher, M. J. C. (1993). *Rhizomania*. In: Cooke, D.A., Scott, R. K. (eds) The sugar beet crop: science into practice. Chapman and Hall, London UK, pp 311-346.
- Bağlan, Z., & Korkmaz, S. (2019). Çanakkale ili ıspanak üretim alanlarında pancar nekrotik sarı damar virüsü (Beet Necrotic Yellow Vein Virus; BNYSV) ’nün tespiti ve moleküler karakterizasyonu. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (2), 278-292.
- Barr, K. J., & Asher, M. J. C. (1996). Studies on the life-cycle of *Polymyxa betae* in sugar beet roots. *Mycological Research*, 100, 203-208.
- Benjes, K., Varrelmann, M., & Liebe, S., 2024. Control of rhizomania in sugar beet-A success story made possible by resistance breeding. *Plant Pathology*, DOI: 10.1111/ppa.14007.
- Biancardi, E., Lewellen, R. T., de Biaggi, M., Erichsen, A. W., & Stevanato, P. (2002). The origin of rhizomania resistance in sugar beet. *Inf. Fitopathol.*, 41, 64-88.
- Biancardi, E. & Lewellen, R.T. (2016). Introduction: *Pest and Diseases. Rhizomania*. Biancardi, E. Tamada, T. (eds.), Switzerland, Springer.
- Bornemann, K., & Varrelmann, M. (2013). Effect of sugar beet genotype on the Beet necrotic yellow vein virus P25 pathogenicity factor and evidence for a fitness penalty in resistance-breaking strains. *Molecular Plant Pathology*, 14, 356-364.
- Bornemann, K., Yilmaz, N. D. K., Khan, M. F., & Bolton, M. D. (2014). Sequence analysis of the Beet necrotic yellow vein virus P25 pathogenicity factor in Turkey. *Phytopathology*, 104, 17.



- Blunt, S. J., Asher, M. J. C., & Gilligan, C. A. (1991). Infection of sugar beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. *Plant Pathology*, 40 (2), 257-267.
- Canova, A. (1959). *Informatore Fitopatologico*, 20, 390-396.
- Canova, A. (1966). Ricerche Virologiche Della Bietola. *Annali Accademia Nazionale de Agricoltura*, 72, 37-46.
- Chiba, S., Kondo, H., Miyanishi, M., Andika, I. B., Han, C. G., & Tamada, T. (2011). The evolutionary history of beet necrotic yellow vein virus deduced from genetic variation, geographical origin and spread, and the breaking of host resistance. *Mol Plant-Microbe Interact*, 24, 207-221.
- De Biaggy, M., Giunchedi, L., Polini, C. P., Dradi, D., & Poggi Pollini, C. (1986). Impiego Della Tecnica ELISA Per Determinare il Livello di Tolleranze al Virus Della Rhizomania in Genotipi di Bietole Allevate in Serra. *Sementi Elette*, 32, 11-13.
- Desoignies, N. (2012). *Polymyxa betae-Beta vulgaris*: understanding the molecular interactions through transcriptome and plant defense analysis. PhD thesis, Université Catholique de Louvain (UCLouvain), Belgium.
- Dona Dalle Rose, A. (1954). Gravi sintomi di stanchezza dei bietolai. *Annali Stazione Sperimentale Bieticoltura*, Ravigo Italy, 36: 1-7.
- Dona Dalle Rose, A. (1956). Relazione sull'attività scientifica ca nel decennio. *Stazione Sperimentale Bieticoltura*, 1947-1956, Ravigo Italy.
- Duffus, I. E. (1991). Rhizomania. *Compendium of Beet Diseases and Insects*. Editorler: Whitney, E.D., Duffus C.E. USA: APS Press.
- Dunoyer, P., Pfeffer, S., Fritsch, C., Hemmer, O., Voinnet, O., & Richards, K.E. (2002). Identification, subcellular localization and some properties of a cysteine-rich suppressor of gene silencing encoded by Peanut clump virus. *The Plant Journal* 29, 555-567.
- EFSA. (2020). Pest categorisation of beet necrotic yellow vein virus. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6360> (Erişim tarihi: 22.10.2024)
- EPPO. (2015). PM 7/126 (1) Electron microscopy in diagnosis of plant viruses. *EPPO Bulletin*, 45(3), 450-453 .
- EPPO. (2024). Benyvirus necrobetae. <https://gd.eppo.int/taxon/BNYVV0>, erişim tarihi: 11.09.2024.

- Elçi, Ş., Geçit, H. H., & Kolsarıcı, Ö. (1994). Tarla Bitkileri, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1, 55-161.
- Erkan, E., & Kutluk Yılmaz, N.D., 2017. Prevalence of Beet virus Q in sugar beet production areas of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 53-60.
- FAO. (2022). <http://www.fao.org/faostat>. (Erişim tarihi: 12.05.2023)
- Galein, Y., Legrève, A., & Bragard, C. (2018). Long-term management of rhizomania disease – insight into the changes of the beet necrotic yellow vein virus RNA-3 observed under resistant and non-resistant sugar beet fields. *Frontiers in Plant Science*, 9, 795.
- Gilmer, D. (2016). "Molecular biology and replication of Beet necrotic yellow vein virus". Rhizomania. Editörler: Biancardi, E., Tamada, T. Switzerland: Springer.
- Giunchedi, L., De Biaggi, M., & Poggi-Pollini, C. (1987). Correlation between tolerance and beet necrotic yellow vein virus in sugar-beet genotypes. *Phytopathol. Mediter.*, 26, 23-28.
- Grimmer, M. K., Trybush, S., Hanley, S., Francis, S. A., Karp, A., & Asher, M. J. C. (2007). An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to Beet necrotic yellow vein virus. *Theoretical and Applied Genetics*, 114, 1151-1160.
- Gümüş, M., Erbay, E., Erkan, S., & Paylan, İ. C. (2014). Occurrence of viruses infecting spinach in Western Anatolia of Turkey: the first field survey report, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12, 272-275.
- Güngör, M., Uzunbacak, H., Kutluk Yılmaz, N. D. & Şevik, M. A. (2017). Samsun ili ıspanak üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, 164-168.
- Henry, C. (1996). Rhizomania-Its effects on sugar beet yield in the UK, *British Sugar Beet Review*, 64 (2), 24-26.
- Horvath, J. (1994). Beet necrotic yellow vein furovirus 1. New hosts. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 29, 109-118.
- Hugo, S.A., Henry, C.M., & Harju, V. (1996). The role of alternative hosts of *Polymyxa betae* in transmission of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in England. *Plant Pathol*, 45, 662-666.

- ICTV. (2024). Benyvirus. [https://ictv.global/report\\_9th/RNApos/Benyvirus](https://ictv.global/report_9th/RNApos/Benyvirus), erişim tarihi: 10.09.2024.
- Jupin, I., Guilley, H., Richards, K. E., & Jonard, G. (1992). Two proteins encoded by Beet necrotic yellow vein virus RNA 3 influence symptom phenotype on leaves. *The EMBO Journal*, 11, 479-488.
- Kajiyama, T., Yoshizawa, A., Yoshida, T., Yanagisawa, A., Yoshimura, Y., Ohtsuchi, K., Abe, H. and Niura, T. (1990). Response of sugar beet varieties to rhizomania disease of sugar beet. *I. The yield and quality of sugar beet. Proceedings of Japanese Society of Sugar Beet Technologists* 32, 53-58.
- Karanfil, A., Randa-Zelyüt, F., & Korkmaz, S. (2024). Determination of *Benyvirus necrobetae* (Beet Necrotic Yellow Vein Virus) infection from spinach fields of South Marmara Region in Türkiye. *International Journal of Nature and Life Sciences*, 8 (2), 132-137.
- Kaya, R. (2009). Distribution of rhizomania disease in sugar beet growing areas of Turkey, *Tarım Bilimleri Der.*, 15 (4), 332-340.
- Keskin, B. (1964). *Polymyxa betae* n. sp., ein Parasit in den Wurzeln von *Betavulgaris* Tournefort, besonders während der Jugendentwicklung der Zuckerrübe. *Archiv für Mikrobiologie*, 49, 348-374.
- Koch, F. (1987). Bericht über eine in verschiedene zuckerrübenanbaugebiete der Turkseker in Anatolien und Thrazien zum stadium von wurzelerkrankungen. KWS Kleinwanzlebener Saatucht, AG, Einbeck, Germany.
- Koenig, R., Burgermeister, W., Weich, H., Sebald, W., & Kothe, C. (1986). Uniform RNA patterns of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet roots, but not in leaves from several plant species. *J. Gen. Virol.*, 67, 2043-2046.
- Koenig, R., Jarausch, W., Li, Y., Commandeur, U., Burgermeister, W., Gehrke, M., & Luddecke, P. (1991). Effect of recombinant beet necrotic yellow vein virus with different RNA compositions on mechanically inoculated sugar beets. *J. Gen. Virol.*, 72, 2243-2246.
- Koenig, R., Haeberle, A. M., & Commandeur, U. (1997). Detection and characterization of a distinct type of beet necrotic yellow vein virus RNA 5 in a sugar beet growing area in Europa. *Arc. Virol.*, 142, 1499-1504.

- Koenig, R., & Lennefors, B. L. (2000). Molecular analyses of European A, B and P type sources of Beet necrotic yellow vein virus and detection of the rare P type in Kazakhstan. *Arc. Virol.*, 145, 1561- 1570.
- Koenig, R., Kastirr, U., Holtschulte, B., Deml, G., & Varrelmann, M. (2008). Distribution of various types and P25 subtypes of Beet necrotic yellow vein virus in Germany and other European countries. *Archives of Virology*, 153, 2139-2144.
- Koenig, R., Loss, S., Specht, J., Varrelmann, M., Lüddecke, P., & Deml, G. (2009). A single U/C nucleotide substitution changing alanine to valine in the beet necrotic yellow vein virus P25 protein promotes increased virus accumulation in roots of mechanically inoculated, partially resistant sugar beet seedlings. *Journal of General Virology*, 90, 759-763.
- Kruse, M., Koenig, R., Hoffman, A., Kaufmann, A., Commandeur, U., Soleyev, A.G., Savenkov, I., & Burgermeister, W. (1994). Restriction fragment length polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of Beet necrotic yellow vein virus. *Journal of General Virology*, 75: 1835-1842.
- Kuszala, M., & Putz, C. (1977). Rhizomania of sugar beet in Alsace. Host range and biological properties of beet necrotic yellow vein virus. *Ann Phytopathol*, 9, 435-446.
- Kutluk, N. D., Erkan, S., & Bicken, S. (2000). Weeds as hosts for Rhizomania's agent. *Zeitschrift Fur Pflanzenkrankheiten Und Pflanzenschutz-Journal of Plant Diseases and Protection*, 167-171.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Meunier, A., Schmit, J. F., Stas, A. & Bragard, C. (2007). Partial nucleotide sequence analysis of Turkish isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) RNA-3. *Plant Pathology*, 56, 311-316.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Sökmen, M., & Erkan, E. (2010). Orta Karadeniz Bölgesi Şeker Pancarı Üretim Alanlarından Elde Edilen *Beet necrotic yellow vein virus* İzolatlarının Moleküler Farklılıklarının ve Patojenitelerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK Hızlı Destek Projesi, TOVAG 108O585, Kesin Sonuç Raporu.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Arlı Sokmen, M., Kaya, R., Toksöz, Y., Tunali, B., Erkan, E., & Sevik, M. A. (2012). Resistance-Breaking Isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) Collected from Sugar Beet Fields in the Northern, Eastern and Central Parts of Turkey, 10<sup>th</sup>

- Conference of the European Foundation for Plant Pathology-IPM 2.0 Towards future-proof crop protection in Europe, 39, 1-5 October 2012, Wageningen, Netharlands.
- Kutluk Yılmaz, N.D., Arlı Sökmen, M., Kaya, R., Sevik, M.A., Tunali, B., & Demirtas, S. (2016a). The widespread occurrences of *Beet soil-borne virus* and RNA-5 containing *Beet necrotic yellow vein virus* isolates in sugar beet production areas in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 144, 443-455.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Kaya Altop, E., Phillippo, C. J., & Mennan, H. (2016b). New natural weed host *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae) for *Beet necrotic yellow vein virus* and it's vector *Polymyxa betae* Keskin. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 120-126.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Arlı-Sokmen, M., & Kaya, R. (2018a). P25 pathogenicity factor deletion mutants of beet necrotic yellow vein virus occurring in sugar beet fields in Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125: 89-98.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Uzunbacak, H., Arlı-Sokmen, M., & Kaya, R. (2018b). Distribution of resistance-breaking Isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* differing in virulence in sugar beet fields in Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science*, 68 (6), 546-554.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Kaya, R., & Değer, T. (2019). Beet necrotic yellow vein virus'ün patojenite ile ilişkili P25 proteininde delesyon belirlenen yeni varyantları üzerine araştırmalar. TÜBİTAK-TOVAG 2150495 No'lu Proje Kesin Sonuç Raporu, 206s.
- Legreve, A., Schmit, J. F., Bragard, C., & Maraite, H. (2005). The role of climate and alternative hosts in the epidemiology of rhizomania. In: Rush, C. M. (ed) Proceedings of the 6th Symposium IWGPVVFV, Bologna, Italy, pp.129-132.
- Lewellen, T. T., Skoyen, I. O., & Erichsen, A. W. (1987). Breeding sugarbeet for resistance to rhizomania: Evaluation of host-plant reactions and selection for and inheritance of resistance. Pages 139-156 in: Proc. Winter Congr. Symp. Int. Inst. Sugar Beet Res. (IIBR), 50th. Brussels.
- Lewellen, R. T. (1995). Registration of sugar beet germplasm lines with multiple disease resistance: C39, C39R, C39R-6, C-47, C-93, and C-94. *Crop Science*, 35, 2 (13), 597-598.

- Li, M., Liu, T., Wang, B., Han, C. G., Li, D. W., & Yu, J. L. (2008). Phylogenetic analysis of *Beet necrotic yellow vein virus* isolates from China. *Virus Genes*, 36, 429-432.
- Liebe, S., & Varrelmann, M., (2022). Ongoing evaluation of Beet necrotic yellow vein virus towards *Rz1*-resistance breaking in Europe. *Plant Pathology*, 71: 1647-1659.
- Liebe, S., Maiss, E., & Varrelmann, M. (2023). The arms race between Beet necrotic yellow vein virus and host resistance in sugar beet. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1075.
- Liu, H.-Y., Sears, J., & Lewellen, R. (2005). Occurrence of resistance-breaking Beet necrotic yellow vein virus of sugar beet. *Plant Disease*, 89, 464-468.
- Lennefors, B.-L., van Roggen, P.M., Yndgaard, F., Savenkov, E.I. & Valkonen, J. (2008). Efficient dsRNA-mediated transgenic resistance to Beet necrotic yellow vein virus in sugar beets is not affected by other soilborne and aphid-transmitted viruses. *Transgenic Research*, 17, 219-228.
- Lubicz, J. V., Rush, C., Payton, M., & Colberg, T. (2007). *Beet necrotic yellow vein virus* inside resting spores and zoosporengia of its vector *Polymyxa betae* BNYVV infects *P. betae*. *Virology Journal*, 4, 37. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-4-37>
- Meunier, A., Schmit, J-F., Stas, A., Kutluk, N., & Bragard, C. (2003). Multiplex reverse transcription for simultaneous detection of beet necrotic yellow vein virus, beet soilborne virus, and beet virus Q and their vector *Polymyxa betae* KESKIN on sugar beet. *App. Environ. Microbiol.*, 2356-2360.
- McGrann, G. R. D., Grimmer, M. K., Mutasa-Gottgens, E. S., & Stevens, M. (2009). Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania diseases. *Molecular Plant Pathology*, 10, 129-141.
- Mehrvar, M., Valizadeh, J., Koenig, R., & Bragard, C. (2009). Iranian beet necrotic yellow vein virus (BNYVV): pronounced diversity of the p25coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of Virology*, 154, 501-506.
- Miyaniishi, M., Kusume, T., Saito, M., & Tamada, T. (1999). Evidence for three groups of sequence variants of beet necrotic yellow vein virus RNA 5. *Archives of Virology*, 144, 879-892.

- Monteiro, F., Romeiras, M. M., Batista, D., & Duarte, M. C. (2013). Biodiversity assessment of sugar beet species and its wild relatives: linking ecological data with new genetic approaches. *Am. J. Plant Sci.* 4, 21-34.
- Mou, B., Richardson, K., Benzen, S., & Liu, H.-Y. (2012). Effects of Beet necrotic yellow vein virus in spinach cultivars. *Plant Dis.* 96, 618-622.
- Mouhanna, A. M., Langen, G., & Schlosser, E. (2008). Weeds as alternative hosts for BSBV, BNYYV, and the vector *Polymyxa betae* (German isolate). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115, 193-198.
- Müllender, M. M., Varrelmann, M., Maiss, E. & Liebe, S. (2022). Comparative analysis of virus pathogenicity and resistance-breaking between the P- and A-type from the beet necrotic yellow vein virus using infectious cDNA clones. *Journal of General Virology*, 103 (8), <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001777>
- Özer, G., & Ertunç, F. (2005). Amasya şeker fabrikası şeker pancarı ekim alanlarında rhizomania hastalığının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(3), 339-343.
- Özdemir, H. (2014). *Trakya Bölgesi şeker pancarı üretim alanlarında Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYYV), Beet Western Yellows Virus (BWYV) ve Beet Yellows Virus (BYV) hastalıklarının saptanması üzerine araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, 42, Tekirdağ.
- Özmen, C. Y., Khabbazi, S. D., Khabbazi, A. D., Gürel, S., Kaya, R., Oğuz, M. Ç., Turan, F., Rezaei, F., Kibar, U., Gürel, E., & Ergül, A. (2020). Genome composition analysis of multipartite BNYYV reveals of genetic re-assortment in the isolates of Asia Minor and Thrace. *Scientific Reports*, 10, 4129.
- Özgür, O.E. (2003). Türkiye Şeker Pancarı Hastalıkları. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü. Yayın No: 219, Ankara, (pp: 192).
- Panella, L. W., & Biancardi, E. (2016). *"Genetic resistance"*. Rhizomania. Editörler: Biancardi, E., Tamada, T. Switzerland: Springer.
- Paul, H., Henken, B., Bock, T. S. D., & Lange, W. (1992). Resistance to *Polymyxa betae* in *Beta* species of the selection *Procumbentes*, in

- hybrids with *Beta vulgaris* and in monosomic chromosome additions of *B. procumbens* in *B. vulgaris*. *Plant Breeding*, 109 (4), 265-273.
- Pavli, O. I., Stevanato, P., Biancardi, E. & Skaracis, G. N. (2011). Achievements and prospects in breeding for rhizomania resistance in sugar beet. *Field Crops Research*, 122, 165–172.
- Piolanti, G., Lanzoni, L., & Bongiovanni, G.C. (1957). Osservazioni sul fenomeno dei bassi titoli in alcune province venete. *Giorgale del Bieticoltura*, 2, 12.
- Pferdmenges, F., Korf, H., & Varrelmann, M. (2009). Identification of rhizomania-infected soil in Europe able to overcome *Rz1* resistance in sugar beet and comparison with other resistance-breaking soils from different geographic origins. *European Journal of Plant Pathology*, 124, 31-43.
- Rahim, M. D., Andika, I. B., Han, C., Kondo, H., & Tamada, T. (2007). RNA4-encoded P31 of Beet necrotic yellow vein virus is involved in efficient vector transmission, symptom severity and silencing suppression in roots. *Journal of General Virology*, 88, 1611-1619.
- Rezende, J. A. M., Camelo, V. M., Flôres, D., Mello, A. P. O. A., Kitajima, E. W., & Bedendo, I. P. (2015). First report of *Beet necrotic yellow vein virus* on red table beet in Brazil. *Plant Disease*, 99 (3), 423.
- Roberts, R., Botha, W. J., Wolfaardt, J. P., & Jooste, A. E. C. (2016). First report of Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) on red table beet in South Africa. *Plant Disease*, 100 (5), 1025-1026.
- Ross, B.T., Zidack, N.K., & Flenniken, M.L. (2021). Extreme resistance to viruses in potato and soybean. *Frontiers in Plant Science*, 12, 658981.
- Rush, C. M., & Heidel, G. B. (1995). Furovirus Diseases of Sugar Beets in the United States. *Plant Dis.*, 79 (9), 868-875.
- Rush, C. M., Liu, H.-Y., & Lewellen, R. T. (2006). The continuing saga of rhizomania of sugar beets in the United States. *Plant Disease*, 90 (1), 4-15.
- Saito, M., Kiguchi, T., Kusume, T., & Tamada, T. (1996) Complete nucleotide sequence of the Japanese isolate S of beet necrotic yellow vein virus RNA and comparison with European isolates. *Archives of Virology*, 141, 2163-2175
- Schirmer, A., Link, D., Cognat, V., Beuve, M., Meunier, A., Bragard, C., Gilmer, D., & Lemaire, O. (2005). Phylogenetic analysis of isolates



- of *Beet necrotic yellow vein virus* collected worldwide. *J. Gen. Virol.* 86, 2897-2911.
- Scholten, O. E., Paul, H., Peters, D., & Van Lent, J. W., & Goldbach R. W. (1994). In situ localisation of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in rootlets of susceptible and resistant beet plants. *Arch Virol.*, 136, 349-361.
- Scholten, O. E., Jansen, R. C., Keizer, L. C. P., De Bock, T. S. M., & Lange, W. (1996). Major genes for resistance to *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) in *Beta vulgaris*. *Euphytica*, 91, 331-339.
- Strausbaugh, C. A. (2018). Incidence, Distribution, and Pathogenicity of Fungi Causing Root Rot in Idaho Long-Term Sugar Beet Storage Piles. *Plant Disease*, 102, 2296-2307.
- Strausbaugh, C. A., & Eujayl, I. A. (2018). Influence of Beet necrotic yellow vein virus and Freezing Temperatures on Sugar Beet Roots in Storage. *Plant Disease*, 102, 932-937.
- Sunulu, S., & Sunulu A. (2016). Şeker Pancarında *Cercospora* Yaprak Lekesi Hastalığı Pankobirlik, 27, 108, 34.
- Şiray, A. (1990). Şeker Pancarı Tarımı. Pankobirlik Yayınları, No: 2, Ankara, (128s.).
- Tamada, T., Baba, T., & Abe, H. (1971). A virus isolated from sugar beet showing rizomania like symptoms and its transmission in soil. *Proc Sugar Beet Res Ass Jpn*, 13, 179-186.
- Tamada, T., & Baba, T. (1973). Beet necrotic yellow vein virus from rizomania-affected sugar beet in Japan. *Ann Phytopathol Soc Jpn*, 39, 325-332.
- Tamada, T. (1975). *Beet Necrotic Yellow Vein Virus*. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses. No: 144.
- Tamada, T. and H. Abe. (1989). Evidence that Beet necrotic yellow vein virus RNA-4 is essential for efficient transmission by the fungus *Polymyxa betae*. *Journal of General Virology*, 70, 3391-3398.
- Tamada, T., Shirako, Y., Abe, H., Saito, M., Kiguchi, T., & Harada, T. (1989). Production and pathogenicity of isolates of Beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. *Journal of General Virology*, 70, 3399-3409.
- Tamada, T., Kusume, T., Uchino, H., Kiguchi, T. & Saito, M. (1996). Evidence that Beet necrotic yellow vein virus RNA 5 is involved in

- symptom development of sugar beet roots. *Proc. 3<sup>rd</sup> Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors*, pp: 49-52.
- Tamada, T. (2002). Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB description of plant viruses. *Association of Applied Biologists*. Wellesbourne UK.
- Tamada, T., Miyanishi, M., Kondo, H., Chiba, H., & Han, G. (2003). Pathogenicity and molecular variability of Beet necrotic yellow vein virus isolates from Europe, Japan, China and The United States, 5<sup>th</sup> Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors, Zurich-Switzerland, 13-16.
- Tamada, T., Kondo, H. and Chiba, S. (2016). "*Genetic diversity of Beet necrotic yellow vein virus*". Rhizomania. Editörler: Biancardi, E., Tamada, T. Switzerland: Springer.
- Tamada, T., Uchino, H., Kusume, T., Iketani-Saito, M., Chiba, S., Andika, I. B. et al. (2021). Pathogenetic roles of beet necrotic yellow vein virus RNA5 in the exacerbation of symptoms and yield reduction, development of scab-like symptoms, and Rz1-resistance breaking in sugar beet. *Plant Pathology*, 70, 219-232.
- Tuitert, G. (1994). Epidemiology of rhizomania disease of sugar beet. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, the Netherlands, 168 pp.
- TÜİK. (2022). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. (Son erişim tarihi: 12.05.2023)
- Von Regenmortel, M. H. V., Fauquet, C. M., Bishop, D. H. L., Carstens, E. B., Estes, M. K., Maniloff, J., Mayo, M. A., McGeoch, D. J., Pringle, C. R., & Wickner, R. B. (2000). *Virus Taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses, 7th Report of the International on Taxonomy of Viruses*, Academic Press, pp: 904-22.
- Ward, L., Koenig, R., Budge, G., Garrido, C., McGrath, C., Stubbey, H., & Boonham, N. (2007). Occurrence of two different types of RNA-5 containing beet necrotic yellow vein virus in the UK. *Archives of Virology*, 152, 59-73.
- Webb, C. R., Gilligan, C. A., & Asher, M. J. C. (1999). A model for the temporal buildup of *Polymyxa betae*. *Phytopathology*, 89 (1), 30-38.
- Weiland, J. J., Bornemann, K., Neubauer, J., Khan, M. F., & Bolton, M. (2019). Prevalence and distribution of *Beet necrotic yellow*

- vein virus strains* in North Dakota and Minnesota. *Plant Disease*, 103 (8), 2083-2089.
- Werling, B., & Housbeck, M. (2019). Symptoms of Rhizomania, a new disease for Michigan red beets. <https://www.canr.msu.edu/news/symptoms-of-rhizomania-a-new-disease-for-michigan-red-beets>, erişim tarihi: 24.10.2024.
- Wetzel, V., Liebe, S., & Varrelmann, M. (2019). Current status of rhizomania resistance in sugar beet. *Sugar Industry*, 144, 64-69.
- Wetzel, V., Willems, G., Darracq, A., Galein, Y., Liebe, S. & Varrelmann, M. (2021). The *Beta vulgaris*-derived resistance gene *Rz2* confers broad-spectrum resistance against soilborne sugar beet-infecting viruses from different families by recognizing triple gene block protein 1. *Molecular Plant Pathology*, 22, 829-842.
- Yanar, Y., Kutluk, N. D., & Erkan, S. (2010). Alternative weed hosts of Beet necrotic yellow vein virus and Beet soil borne virus in North East of Turkey. *International Journal of Virology*, 6, 56-60.
- Yardımcı, N., & Çulal Kılıç, H. (2011). Identification of Beet necrotic yellow vein virus in lakes district: A major beet growing area in Turkey. *Indian Journal of Virology*, 22 (2), 127-130.



# IMPORTANT PESTS IN OLIVE ORCHARDS AND USING ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AS A BIOLOGICAL CONTROL

Doğancan KAHYA<sup>1</sup> - Refik BOZBUĞA<sup>2</sup>

## Introduction

Olives are an agricultural product widely used for oil production and table olives. Due to their specific climate requirements, olives have been cultivated primarily in countries bordering the Mediterranean Sea. These countries include Italy, Spain, Türkiye, Greece, Syria, Tunisia, France, Portugal, and Morocco (TEPGE, 2023). According to FAO data from 2021, olives are cultivated on approximately 10 million hectares of land, producing 23 million tons globally (FAO, 2024).

In recent years, the increasing demand for olive products has led to the spread of olive cultivation beyond the traditional Mediterranean basin, reaching other regions with similar climates, such as Argentina, Chile, and Peru (TEPGE, 2023). Olives are also significant in human nutrition due to their high content of vitamins and minerals (Anonymous, 2016). The fruit is primarily processed for its oil, used extensively in the food industry, olive oil, derived from the mature fruit of the olive tree (*Olea europaea* L.), is a vegetable oil that can be consumed in its natural form without any chemical treatments, processed solely by mechanical means and is known for its distinct flavor and aroma (TEPGE, 2023).

When examining FAO data from 2018 to 2022, it is evident that olives are grown on approximately 11 million hectares worldwide (FAO, 2024). In 2022, Spain ranked first in terms of olive cultivation area, covering 24.1% of the total, followed by Tunisia with 16.4%, Morocco with 11%, Italy with 9.8%, Türkiye with 8.2%, and Greece with 7.7% (FAO, 2024). Türkiye ranks fifth in terms of olive-growing area globally; in terms of olive production for the same year, Türkiye ranked third, following Spain and Greece and regarding olive oil production, Spain held the top position, while Türkiye ranked second (FAO, 2024). Türkiye was

---

<sup>1</sup>Dr. Öğretim Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, kahyadogancan@gmail.com

<sup>2</sup>Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, refikbozbuga@gmail.com

the leading producer in 2022 for table olive production, with a total production of 605.000 tons (FAO, 2024).

In Türkiye, 2023 data indicates that 73% is allocated to oil-producing olive varieties, while 26% is used for table olive varieties (TÜİK, 2024). The 2023 harvest yielded 1.5 million tons of olives, with 68% allocated for oil production and 32% for table consumption (TÜİK, 2024). According to 2023 data from TÜİK, the distribution of olive cultivation areas in terms of table olives across Turkish provinces shows that Manisa ranks first with a 24% share, followed by Bursa (19.7%), Aydın (10.2%), Mersin (8.6%), and Hatay (8.5%) (TÜİK, 2024). In 2023, the distribution oil olive production in Türkiye was Aydın (19.3%), Muğla (14.4%), İzmir (12.7%), Balıkesir (11.2%), and Manisa (7.9%). These provinces collectively account for 65.5% of Türkiye's olive oil production area and are all located within the Aegean Region (TÜİK, 2024).

### **Important Pests in Olive Cultivation and Their Control**

Numerous pests affect olive orchards and can cause significant crop losses. Some pests directly damage the flowers and fruit of the olive, reducing both the quality and quantity of the harvested product. Others attack the shoots, leaves, branches, and trunk, leading to the tree's weakening, death, or decline, ultimately resulting in decreased productivity (Kaptan et al., 2018).

#### **Olive Moth *Prays oleae* (Bern.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)**

The olive moth, *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera: Yponomeutidae), causes direct damage to leave, buds, flowers, and fruits, leading to significant crop losses (Çetin and Alaoglu, 2005). The larvae damage inflicts affecting the tree during its leaf, flower, and fruit stages (Anonymous, 2016). The larvae cause damage by creating galleries between the leaf epidermis and damage the leaf and shoot tips. In the flowering stage, they feed among the flower clusters, destroying buds and flowers, which prevents fruit formation (Anonymous, 2016). As for the fruit, hatched larvae enter the fruit near the stem attachment, causing the fruit to drop prematurely, the level of damage caused by the olive moth varies depending on the year and region (Anonymous, 2016). This pest can lead to up to 30% yield loss in some years and the olive moth is a significant pest in Mediterranean olive-growing countries and Türkiye (Anonymous, 2016). There were some studies conducted about *P. olea* in different regions in Türkiye such as Şahan Kaçar and Ulusoy (2007) conducted study in an olive grove in Balcalı, Adana, from 2004 to 2005,

revealed that the olive moth (*Prays oleae*), exhibiting three distinct generations, demonstrated flight patterns influenced by average daily temperature, with adults captured using pheromone traps over an eight-month period: phyllophagous generation in May, anthophagous generation from late May to early July, and carpophagous generation from late September to mid-October. In addition, a study, conducted in a 50-hectare olive grove at Çukurova University's Agricultural Faculty Research Farm in Balcalı (Adana), assessed the damage caused by the olive moth across six olive cultivars, finding that while the Girit cultivar experienced higher susceptibility compared to Adana topağı, Ayvalık, and Gemlik, the pest's population density remained below the economic damage threshold, with fruit drop attributed to *P. oleae* accounting for only 1.7–1.8% from fruit setting to harvest (Şahan Kaçar and Ulusoy, 2007).

**Olive Twig Borer *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)**

The olive twig borer, *Palpita unionalis* (Hübner), is a pest that primarily causes damage in olive nurseries. It is a polyphagous pest that affects several plant species, including jasmine, privet (*Ligustrum*), olive trees (*Oleaceae*), ash (*Fraxinus*), and mock privet (*Phillyrea*) (Tzanakakis, 2003; Athanassiou et al., 2004). The larvae cause damage throughout the year, feeding on leaves, branches, and fruit. In Türkiye, the pest is known to produce two full generations and one partial generation per year (Kovancı et al., 2006). After hatching, young larvae feed on fresh leaves, particularly targeting young shoots. The characteristic damage appears as a lace-like feeding pattern on fresh olive leaves. The larvae can consume all the new shoots and next year's fruit-bearing branches in olive nurseries (Anonymous, 2022). In high larval populations, they can even damage immature fruit by feeding on the skin and pulp, eventually reaching the seed. This pest is widespread in olive-growing regions of Türkiye (Anonymous, 2008). A study, conducted from 2008 to 2009 in olive orchards across the eastern Mediterranean region of Türkiye, revealed that *Palpita unionalis* was widely distributed, with the highest infestation rates recorded in Osmaniye (76%) and Adana (79% in 2009), and caused significant damage to olive crops by feeding on tender leaves, twigs, and fruit stems, particularly in irrigated orchards, with the pest remaining active year-round and predominantly in the 2nd and 3rd larval instars during winter (Kaçar and Ulusoy, 2012). Another study conducted from 2009 to 2010 in olive orchards across Adana, Hatay, Mersin, and Osmaniye provinces, demonstrated that *Palpita unionalis* populations persisted year-

round, with larval peaks in May, July, and November influenced by shoot development and climatic factors, causing primary damage to succulent shoots and leaves, and second-generation larvae inflicting 0.3–2.8% fruit loss during the transition from green fruit development to early ripening (Kaçar and Ulusoy 2013). Moreover, some predator and parasitoids were detected. *P. unionalis* for example study, conducted between 2008 and 2010 in the eastern Mediterranean region of Türkiye, identified 30 natural enemy species of the olive leaf moth (*Palpita unionalis*), including key predators such as *Anthocoris nemoralis* and *Chrysoperla carnea*, and significant parasitoids like *Trichogramma evanescens* and the newly recorded *Apanteles brunnistigma* (Kaçar and Ulusoy, 2011).

**Olive Psyllids *Euphyllura phillyrea* Foerster, *E. olivina* Costa, *E. straminea* Loginova (Hemiptera: Aphalaridae)**

Olive psyllids cause damage in olive groves by feeding on plant sap. Nymphs feed on the sap of flower stalks and shoot tips, weakening the tree and causing the shedding of flowers and buds. Additionally, the sweet secretion produced by the nymphs promotes the growth of sooty mold, which results in reduced olive yields (Tüfekli and Ulusoy, 2011). Adult psyllids become active in early March, laying eggs on the shoot tips, young leaves, and flower stalks. Olive psyllids are widely present in all olive-growing regions of Türkiye (Anonymous, 2008; Anonymous, 2022). In addition, In Hatay province, Türkiye, during 2018–2019, surveys revealed *Euphyllura straminea* as the sole olive psyllid species with 100% infection, two overlapping generations, and year-round adult presence despite the absence of eggs and nymphs from June to March, while *Pharoscygnus pharoides*, *Anthocoris nemoralis*, and *Pseudoloxops coccineus* were identified as the most abundant natural enemies (Kaya, 2023)

**Olive Scale Insects *Parlatoria oleae* (Colvèe) (Hemiptera: Diaspididae) and Black Scale *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera: Coccidae)**

Scale insects, such as *Parlatoria oleae* and *Saissetia oleae*, cause damage to various plant parts, including the trunk, branches, leaves, fruit, flowers, and even roots (Elekçioğlu and Kaydan, 2021). Their feeding weakens the plant, resulting in stunted growth, yellowing of leaves, premature leaf drops, and deformities in fruit, ultimately lowering both quality and yield. In more severe cases, the tips of branches may dry out, and the entire plant may die (Sakin, 2024). *Parlatoria oleae* damages the trunk, branches, shoots, leaves, and fruit of olive trees, weakening the trees



through feeding and leading to yield losses (Anonymous, 2022). The scale insect's feeding releases a toxic substance that causes red or purple lesions, approximately 3-4 mm in diameter, on the fruit, reducing fruit quality (Anonymous, 2022). The black scale feeds by sucking plant sap during its larval and adult stages, producing sweet secretions that lead to the development of sooty mold, further reducing plant productivity and causing leaf and fruit drops in cases of high infestations (Anonymous, 2022). In addition, a study conducted from April to December 2008–2009 in intensive olive-growing areas of seven provinces in Türkiye, identified eight scale insect species across four families infesting *Olea europaea*, with *Phenacoccus solani* recorded for the first time globally on olive as a host, while survey results indicated an overall infection rate of 18.5% in orchards, with species-specific occurrences of 7.5% for *Leucaspis riccae*, 3.9% for *Saissetia oleae*, 2.5% each for *Parlatoria oleae* and *Pollinia pollini*, 1.3% for *Filippia follicularis*, and 0.3% for *Aonidiella aurantii*, *Hemiberlesia lataniae*, and *Phenacoccus solani* (Kaçar et al. 2012)

**Olive Weevil *Coenorrhinus cribripennis* (Desb.) (Coleoptera: Attelabidae)**

The olive weevil, *Coenorrhinus cribripennis* (Desbrochers), causes damage by feeding on various parts of the olive tree. The adult weevils are observed from late march to early august, causing damage at different times to different plant parts, including fresh shoots, leaves, flowers, and fruit. In late spring, the weevil uses its snout to bore into young olive fruits, leading to fruit discoloration and reduced quality, rendering it unsuitable for table use. Early feeding, when the fruits are still the size of a pellet, can also result in fruit drop (Nizamlioğlu, 1964; Kaya, 1979; Anonymous, 2022). Another study conducted between 2006 and 2009 in olive orchards of the Eastern Mediterranean Region in Türkiye, assessed the distribution, epidemic, and damage rates of *Coenorrhinus (Rhynchites) cribripennis* by collecting fruit samples to estimate adult populations, revealing epidemic rates in 2008 of up to 45% in Osmaniye and corresponding fruit damage rates peaking at 19%, with 1–28 feeding holes per fruit, while in 2009, epidemic rates reached 30% in Osmaniye and damage rates peaked at 21.5%, with feeding holes varying between 1 and 72 per fruit across surveyed provinces (Kaçar and Ulusoy, 2010)

**Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae)**

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae), is an oligophagous species that feeds on plants of the *Olea* genus (Sharaf,

1980). This pest is of great economic importance due to the damage it causes in olive-growing regions across the Mediterranean, South and North America, Australia, the Canary Islands, the Middle East, Africa, China, and India (Tzanakakis, 2003). Females lay their eggs within growing olives where the larvae feed directly on fruit's pulp, become pupa inside the fruit. This feeding results in significant losses in both the fruit and oil yields. Studies have shown that in areas with high pest populations, untreated infestations can lead to up to 40% yield loss (Bueno and Jones, 2002; Pereira et al., 2004). The larvae create galleries around the seed, and their feeding causes the fruit to rot and drop prematurely, significantly reducing olive oil yields (Anonymous, 2022). The damage is particularly severe in table olives, with untreated infestations causing losses of 15-30% in normal years and up to 70% in outbreak years (Pala et al., 2001; Anonymous, 2022). A study conducted from 2009 to 2011 in three olive orchards in Umurlu, Dalama, and Çakmar districts of Aydın province, monitored the emergence, population dynamics, and fruit damage caused by the olive fly (*Bactrocera oleae*) using McPhail traps with diammonium phosphate, yellow visual traps with pheromone capsules (YVTP), and ammonium acetate-baited traps, revealing a low overall population with peak activity in late October 2009, where YVTP recorded the highest capture rate of 307 individuals/trap in Umurlu, accompanied by a maximum fruit damage rate of 17.2%, while population levels and damage significantly declined in subsequent years (Apak and Başpınar, 2021) In addition, another study, carried out in 2006 and 2007 across four olive orchards in Adana, investigated the population dynamics of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) using yellow sticky and McPhail lure traps, revealing that the population exhibited 3–4 annual peaks without reaching high densities, with McPhail traps capturing significantly fewer flies (5–6 times less) than other traps, and fruit damage rates peaking at a low maximum of 4.3% (Bozbuga and Ulusoy, 2008)

### **Control of Olive Pests**

Studies show that olive cultivation's pests, diseases, and weeds result in a total crop loss of 30%, with pests alone accounting for 15% of the losses (Bueno and Jones, 2002). Although various control methods are used against olive pests, chemical control remains the most widespread due to its ease of application and quick efficacy. However, concerns have grown in recent years over the negative results of synthetic pesticides on environment and human health, including pest resistance, pesticide residues in food, and the disruption of natural ecological balance (Uygun et al.,

2010). As a result, alternative pest control methods that do not harm human or environmental health have gained importance in recent years, with biological and biotechnical methods becoming more prominent (Layık and Kısımalı, 1994; Uygun et al., 2010). Cultural, biological, biotechnical, and chemical control methods are used against olive fruit fly (Anonymous, 2022). Biotechnical control methods, including population monitoring traps, mass trapping with sex attractants, visual sticky traps, and ammonium phosphate-based McPhail traps, are reported to be effective (Zümreoğlu et al., 1992; Khater et al., 1996). This review focusing on some olive pests and its environmentally friendly control methods, particularly biological control with entomopathogenic nematodes, aims to provide a resource and foundation for future laboratory and field studies.

### **Biological Control of Some Olive Pests with Entomopathogenic Nematodes**

Entomopathogenic nematodes (EPNs) belong to the genera *Heterorhabditis* and *Steinernema*, forming mutualistic partnerships with bacteria from the genera *Photorhabdus* (in *Heterorhabditids*) and *Xenorhabdus* (in *Steinernematids*) (Poinar, 1990). EPNs have been successfully used to control numerous insect pests, including those in the dipteran group (Jagdale et al., 2004; Sirjani et al., 2009; Torrini et al., 2020; Koca and Kacar, 2021). EPNs have been widely researched and applied in biological control programs for various insect pests across agricultural and ornamental plants, trees, and turf, with advances in production, formulation technology, and strain discovery supporting their commercial use against pests such as scarab larvae, fungus gnats, invasive mole crickets, black vine weevil, and *Diaprepes* root weevil, although their success has not yet secured a substantial share of the pesticide market (Lacey and Georgis, 2012).

EPNs show promise as biological control agents against soil-dwelling stages of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in integrated pest management, with laboratory and field studies highlighting their effectiveness in orchard and backyard settings; however, factors such as soil texture, temperature, humidity, and interactions with other soil organisms (e.g., fungi, bacteria, mites) significantly affect their performance, suggesting that EPN applications in the drip zones of infested fruit trees could enhance pest control while promoting sustainable agroecosystems (Toledo et al., 2023). Several studies have been conducted with different species in Diptera with entomopathogen nematodes. In a study about evaluating four indigenous entomopathogenic nematode

species (*Heterorhabditis marelatus* and *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* and *Steinernema feltiae*), and against last-instar *Rhagoletis cerasi* larvae, *S. feltiae* proved most effective across all tested temperatures (10, 15, and 25°C) and concentrations, achieving over 40% larval mortality at lower temperatures and up to 95% at 25°C with 1000 infective juveniles per larva, suggesting *S. feltiae*'s potential for substantial reduction of larval populations and subsequent adult emergence in spring (Kepenekci et al., 2015). In addition, five Moroccan entomopathogenic nematode (EPN) strains were their effectiveness against *Ceratitidis capitata*, identifying *S. feltiae* strains SF-MOR9 and SF-MOR10 as the most effective, with SF-MOR9 achieving 80% larval mortality at 50 infective juveniles (IJs) per cm<sup>2</sup>, while optimal results were observed on apricot fruit on soil with sandy clay loam at 10–15% moisture; these findings suggest these two strains as promising eco-friendly biocontrol agents for *C. capitata* (Mokrini et al., 2020). Four entomopathogenic nematode species (*H. bacteriophora*, *H. indica*, *S. carpocapsae*, and *S. asiaticum*) against immature stages of *Bactrocera dorsalis* at various temperatures, finding that infectivity was temperature-dependent, with poor efficacy at 15°C but high mortality at 35°C, where *H. bacteriophora* and *S. carpocapsae* performed best, causing over 95% mortality in maggots and over 70% in pupae, suggesting these nematodes could be effective biological control agents at higher temperatures (Aatif et al., 2020). The efficacy of entomopathogenic fungi (*Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*) and entomopathogenic nematodes (*S. carpocapsae* and *H. bacteriophora*), both separately and in combination, against *B. dorsalis* and *B. zonata* across multiple developmental stages under laboratory, greenhouse, and field conditions, finding that combined applications, particularly of *B. bassiana* with *S. carpocapsae* or *H. bacteriophora*, produced greater mortality, with synergistic effects detected in larvae and pharate adults, suggesting these combinations could improve IPM strategies for fruit flies in orchards (Wakil et al., 2022). Laboratory and field tests assessed the efficacy of *H. bacteriophora* against third instar larvae of *Anastrepha ludens*, showing that infection levels peaked at 9% soil moisture and varied by larval age and density, with early third instars more susceptible than late; field applications at 115 and 345 infective juveniles/cm<sup>2</sup> in a mango orchard yielded infection rates of 46.7% and 76.1%, respectively, suggesting *H. bacteriophora* as a promising biocontrol agent for *Anastrepha* species in tropical American regions (Toledo et al., 2005).

Research shows that third instar larvae and the olive fruit fly pupae, *B. oleae*, are notably vulnerable to entomopathogenic nematodes (EPNs), with laboratory trials testing the efficacy of commercial EPN species *H. bacteriophora* and *S. feltiae*, as well as indigenous Italian strains of *S. carpocapsae* and *H. bacteriophora*, on different life stages of *B. oleae*, revealing *S. feltiae* as especially effective by infecting over 80% of larvae and successfully killing pupae within olives and adults during emergence, suggesting that *S. feltiae*, due to its high efficacy, may offer a promising biological control solution for this soil-dwelling pest (Torrini et al., 2020). Initial bioassays reveal that *S. carpocapsae* and *H. bacteriophora* effectively induce pupal mortality in *B. oleae*, with *S. carpocapsae* also infecting emerging adults, suggesting promising pest control potential (Torrini et al., 2017).

Comparative assays of six entomopathogenic nematode (EPN) species against *B. oleae* shows *S. feltiae* achieved the highest mortality (67.9%) of third-instar larvae in the soil and infested olives. At the same time, while additional experiments determined that optimal field application timing in Northern California in November, when susceptible larvae are abundant in fallen olives and temperatures (3–12°C) maximize nematode survival though not infectivity, indicating that *S. feltiae* may effectively reduce overwintering *B. oleae* populations (Sirjani et al., 2009). Laboratory tests on four indigenous entomopathogenic nematode species in Türkiye revealed that *H. bacteriophora* achieves the highest infection rate in *B. oleae* pupae at 25°C, while *S. feltiae* showed the lowest infection rate at 10°C across five temperature conditions (Yılmaz et al., 2024).

Surveyed 89 olive groves in Andalusia, Spain, to assess the occurrence of entomopathogenic nematodes (EPNs), free-living nematodes (FLNs), and nematophagous fungi (NF) under different management practices, finding EPNs in 23.6% of sites, with drip irrigation enhancing EPN presence, while organic management and drip irrigation increased NF abundance, highlighting the need for further studies to optimize management strategies that promote balanced soil biota and conservation ecosystem services in Mediterranean olive groves (Campos-Herrera, et al., 2022). The virulence of *S. feltiae* 96, *S. carpocapsae* 1133, *Steinernema affine* 46 and *H. bacteriophora* 1144 against the last instar larvae of *Palpita unionalis*, showing that, at 25°C, mortality rates ranged from 83.3-100% in laboratory plate assays and 50-100% in pot experiments, with *H. bacteriophora* exhibiting the highest efficacy (Ataş et al., 2020). Soil samples from olive orchards in Aljouf, Saudi Arabia, are analyzed for

entomopathogenic nematodes (EPNs) using the greater wax moth larvae baiting technique, identifying *Heterorhabditis spp.* and *Steinernema spp.*, and their pathogenicity against *P. oleae* was tested under laboratory conditions, where higher nematode concentrations (up to 1200 IJs/ml) resulted in increased nymphal mortality, with *Heterorhabditis spp.* achieving 76% mortality, especially when Oleyl-polypeptide was added to the nematode solution (El-Kholy et al., 2014).

### Conclusion

This book chapter provides a comprehensive review of olive cultivation, major pests affecting olive crops, and environmentally friendly control methods, focusing on the potential of entomopathogenic nematodes as biological control agents. Olive cultivation in the Mediterranean region has significant challenges from pests. Main pests such as the olive moth (*Prays oleae*), olive twig borer (*Palpita unionalis*), olive psyllids, scale insects, and the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) each affect different olive plant parts, causing high crop losses. Conventional pest control heavily relies on chemical methods, causing ecological and health risks. This has stimulated the study of sustainable alternatives, such as biological control methods using entomopathogenic nematodes (EPNs). EPNs, especially from the *Steinernema* and *Heterorhabditis* genera, demonstrate promising pest control capabilities by infecting and controlling pests like *B. oleae*, with *S. feltiae* and *H. bacteriophora* achieving significant efficacy. Future studies should focus on optimizing entomopathogenic nematode application methods, including timing, and synergistic use with other biological agents, to enhance sustainable pest management in olive cultivation.

### REFERENCES

- Aatif, H. M., Hanif, M. S., Raheel, M., Ferhan, M., Mansha, M. Z., Khan, A. A., ... & Ali, S. (2020). Temperature dependent virulence of the entomopathogenic nematodes against immatures of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-6.
- Anononymous, 2008.  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Teknik%20tal%C4%B1matlar%202008/C%C4%B0LT%205.pdf>. (Erişim tarihi: 24.09.2024).

- Anononymous, 2016.  
[https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici\\_Bilgi\\_Kose\\_si/Dokumanlar/zeytin.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kose_si/Dokumanlar/zeytin.pdf). (Erişim tarihi: 24. 09. 2024).
- Anonymous, 2022.  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/Zeytin%20Entegre%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Taliimat%C4%B1.pdf>. (Erişim tarihi: 24. 09. 2024).
- Apak, F. K., & Başpınar, H. (2021). Aydın İli Zeytin Alanlarında Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin))(Diptera: Tephritidae)'nin Populasyon Değişimleri ve Zararı. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 607-614.
- Ataş, H., Gözel, Ç., Gözel, U. (2020). Bazı entomopatojen nematod türlerinin zeytin fidantırtılı *Palpita unionalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)'e karşı virülensliğinin araştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 309-315.
- Athanassiou G. C., Nickolas G., Kavallieratos B., Mazomenos E. (2004). Effect of Trap Type, Trap Color, Trapping Location, and Pheromone Dispenser on Captures of Male *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(2): 321–329.
- Bozbuğa, R., & Ulusoy, M. R. (2008). Adana İlinde Zeytin Sineği, *Bactrocera Oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae)'Nin Popülasyon Takibi Ve Vuruk Oranlarının Tespiti. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*,17(8), 41-50
- Bueno, A. M., Jones, O. (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. Use of pheromone and other semiochemicals in integrated production, *IOBC wprs Bulletin*, 25(9), 147-156.
- Campos-Herrera, R., Palomares-Ruis, J. E., Blanco-Pérez, R., Rodríguez-Martín, J. A., Landa, B. B., & Castillo, P. (2022). Irrigation modulates entomopathogenic nematode community and its soil food web in olive groves under different agricultural managements. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 337, 108070.
- Çetin, H., Alaoğlu, Ö. (2005). Mut (Mersin) İlçesinde Zeytin güvesi (*Prays oleae* Bern.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)'nin popülasyon değişimi ve zararı üzerinde araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology*, 29(2), 125-134.

- Elekçioğlu, N. Z., Kaydan, M. B. (2021) Scale insect (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha) species on medicinal and aromatic plants in Adana (Turkey). *Plant Protection Bulletin*, 61(4), 5-12.
- El-Kholy, M., Abdelzaher, H., Abdel-Moniem, A., & Ibraheem, M. (2014). Isolation of entomopathogenic nematodes from soil of olive orchards and evaluation as a biological control of the olive scale, *Parlatoria oleae* Colvée (Homoptera: Diaspididae) in Saudi Arabia. *Int. J. Geol. Agric. Environ. Sci*, 2, 23-26.
- FAO, (2024), <https://www.fao.org/faostat/en/#data/OCL>. (Erişim tarihi: 02. 10. 2024).
- Jagdale, G. B., Casey, M. L., Grewal, P. S., Lindquist, R. K. (2004). Application rate and timing, potting medium, and host plant effects on the efficacy of *Steinernema feltiae* against the fungus gnat, *Bradysia coprophila*, in floriculture. *Biological Control*, 29(2), 296-305.
- Kaçar, G., Ulusoy, M. R., (2010). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Bahçelerinde *Coenorrhinus (Rhynchites) cribripennis* (Desbrochers) (Coleoptera: Attelabidae)'in Yayılışı ve Zararı. *Bitki Koruma Bülteni*, 50 (1): 13-23
- Kaçar, G., Ulusoy, M. R., (2011). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Zeytin Fidantırtılı [*Palpita unionalis* (Hüb.) (Lepidoptera: Pyralidae)] Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2 (1): 39-47
- Kaçar, G., Ulusoy, M. R., (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Zeytin Fidantırtılı, *Palpita unionalis* (Hüb.) (Lepidoptera, Pyralidae)'in Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zararı. *Bitki Koruma Bülteni*, 52 (2): 175-188
- Kaçar, G., Ülgentürk, S., Ulusoy, M. R., (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Ağaçlarında Zararlı Coccoidea (Hemiptera) Üstfamilyasına Bağlı Türler ve Yayılış Alanları. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(2): 73-88
- Kaçar, G., Ulusoy, M. R., (2013). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Zeytin Fidantırtılı, *Palpita unionalis* (Hüb.) (Lepidoptera: Pyralidae)'in Popülasyon Dalgalanması ve Meyvelerdeki Zarar Oranı. *Bitki Koruma Bülteni*, 53 (1): 7-31
- Kaptan, S., Akşit, T., Başpınar, H. (2018). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Rossi), Diptera: Tephritidae) mücadelesinde uygulanan biyoteknik mücadele yöntemleri. *Zeytin Bilimi*, 8(1), 1-12.



- Kaya M. 1979. Ege Bölgesinin Önemli Zeytin Sahalarında Zeytin Ağaçlarının Tali Zararlıları Tanınmaları, Zarar şekilleri ve Popülasyon Yoğunlukları Üzerinde Ğncelemeler, İzmir Bölge Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araş. Eser Seri. No: 312. s. 1-45. Ankara.
- Kaya, K. (2023). Distribution Area, Population Changes and Natural Enemies of Olive psyllid *Euphyllura straminea* Loginova 1973 (Hemiptera: Psyllidae) in the Olive Orchards in Hatay Province of Türkiye. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4), 1061-1067.
- Kepenekci, I., Hazir, S., & Özdem, A. (2015). Evaluation of native entomopathogenic nematodes for the control of the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) larvae in soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(1), 74-79.
- Khater W, Traboulsi A, Al-Haj S. (1996). Evaluation of tree types in trapping olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *Arab Journal of Plant Protection*, 14, 67-73.
- Koca, A.S.K., Kaçar, G. (2021). *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Crambidae) ve *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Biyolojik Mücadelesi. In: Bitki Korumada Son Gelişmeler, Paradigma Akademi Yayınları, 73-95.
- Kovancı B., Kumral N. A., Akbudak B., (2006). Bursa İli Zeytin Bahçelerinde Zeytin Fidan Tırtılı, *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)'in Popülasyon Dalgalanması Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(1): 23-32.
- Lacey, L. A., Georgis, R. (2012). Entomopathogenic nematodes for control of insect pests above and below ground with comments on commercial production. *Journal of nematology*, 44(2), 218.
- Layık, Ö., Kısmalı, Ş. (1994). Zararlılara karşı biyoteknik yöntemlerle savaşa kitle halinde tuzakla yakalama (mass-trapping) yönteminin kullanılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 18, 245-259.
- Mokrini, F., Laasli, S. E., Benseddik, Y., Joutei, A. B., Blenzar, A., Lakhal, H., ... & Dababat, A. A. (2020). Potential of Moroccan entomopathogenic nematodes for the control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). - *Scientific reports*, 10(1), 19204.
- Nizamlıoğlu, K., Gökmen, N. (1964). Türkiye'de Zeytine Zarar Veren Böcekler. Yenilik Basımevi, İstanbul, 160.

- Pereira, J. A., Alves, R., Casal, S., Oliveira, M. B. P. P. (2004). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. *It. J. Food Sc.* 16, 355-365.
- Poinar Jr, G. O. (1990). Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. *Entomopathogenic nematodes in biological control*, 54.
- Şahan Kaçar, G., Ulusoy, M. R., 2007. Zeytin Güvesi, *Prays oleae* (Bern.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)'nın Balcalı (Adana)'da Bazı Zeytin Çeşitlerinde Zarar Oranlarının Saptanması. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 22 (2): 39-44
- Şahan Kaçar, G., Ulusoy, M. R., 2007. Zeytin Güvesi, *Prays oleae* (Bern.) (Lepidoptera: Hyponomeutidae)'nın Popülasyon Gelişimi Üzerine Araştırmalar. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 22 (1): 73-80
- Sakin, G. (2024). Edremit Körfez Bölgesi (Balıkesir, Türkiye) zeytin bahçelerindeki kabuklubit (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoomorpha) türleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 139-148.
- Sharaf, N. S. (1980). Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae), and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Journal of Applied Entomology*, 89(1-5), 390- 400. doi: 10.1111/j.1439-0418.1980.tb03480. x.
- Sirjani, F. O., Lewis, E. E., & Kaya, H. K. (2009). Evaluation of entomopathogenic nematodes against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 48(3), 274-280.
- TEPGE, (2023). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2024%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/ZEYT%C4%B0NYA%C4%9EI%20ve%20SOFRALIK%20ZEYT%C4%B0N%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%20394-2024%20TEPGE.pdf>. (Erişim tarihi: 09. 10.2024).
- Toledo, J., Ibarra, J. E., Liedo, P., Gómez, A., Rasgado, M. A., & Williams, T. (2005). Infection of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) larvae by *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) under laboratory and field conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 15(6), 627-634.

- Toledo, J., Morán-Aceves, B. M., Ibarra, J. E., & Liedo, P. (2023). Can Entomopathogenic Nematodes and Their Symbiotic Bacteria Suppress Fruit Fly Pests? A Review. *Microorganisms*, 11(7), 1682.
- Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., & Roversi, P. F. (2017). Susceptibility of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae to entomopathogenic nematodes. *Journal of Plant Protection Research*, 57(3).
- Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Simoncini, S., Landi, S., Frosinini, R., ... & Roversi, P. F. (2020). Entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biocontrol Science and Technology*, 30(9), 909-919.
- Tüfekli, M., Ulusoy, M.R. (2011). Adana ve Mersin ili zeytin bahçelerinde Zeytin pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin parazitoit ve predatörleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(1), 49-54.
- TÜİK, 2024, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. (Erişim tarihi: 14. 10.2024).
- Tzanakakis M.E., 2003. Seasonal Development and Dormancy of Insects and Mites Feeding on Olive: A Review. *Netherlands Journal of Zoology*, 52, 87–224.
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Satar, S. (2010). Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 1-14.
- Wakil, W., Usman, M., Piñero, J. C., Wu, S., Toews, M. D., & Shapiro-Ilan, D. I. (2022). Combined application of entomopathogenic nematodes and fungi against fruit flies, *Bactrocera zonata* and *B. dorsalis* (Diptera: Tephritidae): laboratory cups to field study. *Pest Management Science*, 78(7), 2779-2791.
- Yılmaz, A., Çakmak, T., Gözel, U. (2024). Effectiveness of four Turkish entomopathogenic nematode isolates against *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae at different temperatures. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 15(1), 21-28.
- Zümreoğlu, A., Çakıcı, M., Pala, Y. (1992). İzmir İlinde Çeşitli Tuzak ve Cezbedicilerin Kombinasyonlarının Zeytin Sineği (*Dacus oleae* (Gmelin)) (Diptera; Tephritidae)'ne Karşı Etkinliğinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Adana, Türkiye, 28-31 Ocak 1992, 289.



# ÇİLEK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKORİZAL FUNGUSLARIN KULLANIMI

Ümmühan İpek GÖKTAŞ<sup>1</sup> - Mümine ÖZARSLANDAN<sup>2</sup>  
Adem ÖZARSLANDAN<sup>2</sup>

## Giriş

Farklı iklim ve toprak koşullarına kolay adapte olabilmesi ve içerdiği fitokimyasal özellikleri nedeniyle fonksiyonel gıdalar arasında yer alan çilek, son yıllarda hem üreticiler hem de tüketiciler tarafından tercih edilen bir ürün haline gelmiştir. Çilek meyvesine artan talebi karşılamak amacıyla üreticiler, daha kısa sürede daha fazla ürün elde edebilmek adına pestisit ve sentetik gübre kullanımına ağırlık vermiştir. Bu durum, toprak ve su kaynaklarının tahribatına yol açmıştır. Araştırmacılar, temiz bir çevre ve sürdürülebilir tarım için alternatif olarak mikorizal fungusların etkili olabileceğini öne sürmektedir. Bu makale, çilek yetiştiriciliğinde mikorizal fungusların etkinliği üzerine yapılmış çalışmaların bir derlemesini sunmaktadır.

Günümüzde tükettiğimiz çilek bitkisinin Latince adı *Fragaria* olup, Rosaceae familyasının bir üyesidir. Taze olarak tükettiğimiz çilek meyvesi, 1800'lü yıllarda *Fragaria chiloensis* ve *F. virginiana* türlerinin Fransa'da melezlenmesi ile geliştirilmiş ve *Fragaria ananassa* adını almıştır (Hancock;1999). Bitkinin tüketilen kısımlarının ananas kokusunu andırmasından dolayı bu isim uygun görülmüştür. 1900'lü yıllarda, çilek üzerine yapılan ıslah çalışmaları ile bitkilerin çeşitli bölgelere uyumu araştırılmıştır (Hancock;1999). *Fragaria*'nın adaptif özellikleri oldukça yüksektir ve bu özelliği sayesinde dünya genelinde birçok bölgede üretimi yapılabilmektedir. Taze tüketiminin yanı sıra ilaç, kozmetik ve gıda sanayilerinde de ticari olarak önemli bir yeri bulunmaktadır. İçeriğinde kuersetin, kaempferol, siyanidin, elajik asit çeşitli vitaminler ve pelargonidin glikozitleri gibi yaklaşık 40 fenolik bileşik tespit edilmiştir (Aaby ve ark., 2007). *Fragaria*'yı görsel olarak da çekici kılan antosiyaninler, vücutta antioksidan seviyesini yükselterek antikanserojen

---

<sup>1</sup> Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup> Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Yüreğir Adana Türkiye

nitelikli bir savunma mekanizması oluşturur. Fitokimyasal özellikleri açısından çilek, fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir yere sahiptir.

Çilek, hem tüketici için sağlıklı bir gıda hem de üretim sezonu boyunca birden fazla ürün vermesi, ilk hasat döneminde pazarda farklı meyve çeşitlerinin az olması nedeniyle yüksek fiyatla alıcı bulması ve iklim konusunda fazla seçici olmaması nedeniyle üreticiler için tercih edilen bir meyvedir. FAO'nun 2011 yılı verilerine göre, dünya genelinde çilek üretimi yapılan toplam alan 324.084 hektar, üretim miktarı ise 6.377.556 tondur. 2021 yılı verilerine baktığımızda ise çilek üretim alanlarının 389.665 hektara, üretim miktarının ise 9.175.384 tona yükseldiği görülmektedir. Aynı yıl dünya genelinde üretilen meyveler arasında çilek, on üçüncü sırada yer almıştır. FAO verilerine göre, 2022 yılında tüm dünyada 9,2 milyon ton çilek hasat edilmiştir. 1960-2022 yılları arasında çilek yetiştiriciliği %1075 oranında artış göstermiştir. Türkiye'de ise 2011 yılında 302.416 ton çilek, 11.967 hektar alanda üretilirken, 2021 yılında 669.195 ton çilek, 18.676 hektar alanda üretilmiştir. FAO'nun 2021 yılı verilerine göre, Türkiye, Çin ve Amerika'dan sonra dünya çilek üretiminde üçüncü sıradadır. Türkiye, 2021 yılında çilek ihracatını 43 farklı ülkeye gerçekleştirmiş ve bu ticari faaliyetle 46.118.000 dolar gelir elde etmiştir (Turkish Goods, 2022).

Dünya üzerindeki insan popülasyonundaki hızlı artış, sağlıklı ve yeterli beslenme adına yeni arayışları beraberinde getirmektedir. Yapılan araştırmalar, 2050 yılına kadar besin gereksinimlerinin %70 oranında artacağını öngörmektedir (Van Dijk ve ark., 2021). Bu durumu karşılamak için tarımsal üretimin artırılması gerekmektedir. Ancak, mevsimsel anormallikler tarımsal üretim koşullarını zorlaştırmakta ve bu durum, üreticilerin bitkileri olumsuz etkilere karşı daha dirençli hale getirecek farklı yetiştirme yöntemleri aramalarına neden olmaktadır. Yetiştiriciliği yapılan ürünlerde birçok etmen, ürün kalitesi ve verimliliği üzerinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Yetiştiricilikte karşılaşılan kayıpların %9'u hastalıklar, %11'i zararlılar ve %15'i yabancı otlardan kaynaklanmaktadır. Bu etmenlerle mücadele edilmediği takdirde hasat sonrası ürün kayıplarının %50-70 oranında azalabileceği tespit edilmiştir (Agrios, 2005).

Üreticiler, bu kayıpların önüne geçmek amacıyla kimyasal gübreler ve pestisitler kullanmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin bilinçsiz ve yoğun kullanımı, insanlar, hayvanlar, toprak, hava, su ve bitkiler üzerinde ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır (Meltem ve Kotan, 2021). Türkiye'de yapılan araştırmalar da benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Kimyasal ilaç

ve gübrelerin bilinçsiz ve aşırı kullanımı, toprakta ve su kaynaklarında kirlenmeye neden olarak, yeryüzündeki tüm canlılar için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu olumsuzlukların önüne geçmek ve sürdürülebilir tarımı sağlamak amacıyla çilek üretim alanlarında vasküler mikorizaların kullanımı önerilmektedir (Chiomento ve ark., 2019). Bitki gelişimi için gerekli organik maddelerin topraktaki miktarının artırılması ve bitkide biyotik ya da abiyotik kaynaklı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için biyo-ürünler ve yararlı organizmaların kullanımı gereklidir (Mikiciuk ve ark., 2019). Yararlı organizmalar, bitkilere zarar veren birçok etmene karşı savunma mekanizması oluşturabilir, rizosferin yapısını zenginleştirebilir ve bitki gelişimi ile ürünün verimliliği ve kalitesinde olumlu etkiler sağlayabilir. Yapılan birçok araştırma bu bulguları desteklemektedir (Sowik ve ark., 2016). Mikorizaların tarımda kullanımı, toprak verimliliğini ve ürün kalitesini artırırken, üretim maliyetlerini düşürmekte ve çevresel zararları minimize etmektedir. Mikorizal birliktelik, dünya üzerindeki bitkilerin yaklaşık %92'sinde saptanmıştır. Bitki ve mikorizal funguslar arasındaki bu simbiyotik ilişki, en yaygın ve önemli yaşam biçimlerinden biridir. Mikorizalar, ekolojik dengenin korunması ve bitkilerin yaşam döngülerini sürdürmesi için kritik öneme sahiptir. Bu birliktelikte bitki, fungusun karbon ihtiyacını karşılarken, fungus bitkiye su ve besin sağlamaktadır (Smith ve Read, 1996).

Mikoriza, bitkilerle toprakta bulunan mantarların (fungusların) oluşturduğu mutualistik bir ilişki olup, bu simbiyotik yapı bitkilerin su ve besin alımını artırarak büyüme ve gelişmelerine katkı sağlar. Mikoriza, özellikle bitki köklerine yerleşen arbusküler mikoriza (AM) türleri ile nematod popülasyonlarını da etkileyebilir. Nematodlar, bitkiler üzerinde parazitik olarak yaşayan ve önemli verim kayıplarına neden olabilen mikroskopik canlılardır. Mikoriza, nematodların bitki köklerine zarar vermesini önleyerek ve bitkilerin direncini artırarak bitki sağlığını korur (Smith ve Read, 2008).

Mikoriza, bitki kökleriyle simbiyotik bir ilişki kurarak köklerin yüzey alanını artırır ve bitkilerin topraktan su ve mineral alımını kolaylaştırır. Bu durum, bitkinin genel sağlığını iyileştirirken nematodlar gibi toprak patojen organizmaların etkisini azaltır. Mikorizal mantarlar, kök hücrelerinin yapısına müdahale ederek nematodların köklere yerleşmesini zorlaştırır. Ayrıca, mikorizanın kök salgılarını değiştirerek nematodların bitki köklerine olan çekimlerini azaltabileceği de belirtilmektedir (Hussey ve Williamson, 1998).

Mikoriza, bitkilerde savunma mekanizmalarını harekete geçirerek, nematodlara karşı direnç sağlar. Arbusküler mikoriza mantarları (AMF), bitki köklerinde bulunan ve nematodların beslenme alanı olarak kullandıkları hücreleri modifiye ederek nematodların zararını azaltır. AMF, bitkilerdeki fenolik bileşenlerin üretimini artırarak savunma mekanizmalarını güçlendirir (Jothi ve Reddy, 2012). Bu durum, nematodların köklerde yerleşim ve çoğalma süreçlerini sınırlandırabilir.

Topraktaki mikrobiyal fauna, mikorizal mantarların nematod popülasyonlarını etkileyebilme kapasitesinde kritik bir rol oynar. Mikoriza, toprak yapısını iyileştirerek ve faydalı mikroorganizmaların faaliyetini artırarak nematodlar için olumsuz bir çevre yaratır. Mikorizal mantarlar, nematodları baskılayıcı mikroorganizmaların gelişimini destekler ve bu mikroorganizmalar nematod yumurtalarını ve larvalarını yok edebilir (Wehner ve ark., 2014).

Mikoriza uygulamalarının tarımsal alanlarda nematod kontrolü için etkin bir yöntem olarak kullanılabilmesi vurgulanmaktadır. Organik tarımda mikoriza mantarlarının yaygın olarak kullanılması, kimyasal nematisit kullanımını azaltabilir ve çevre dostu bir alternatif sunar. Mikoriza hem bitki sağlığını iyileştirir hem de nematod popülasyonlarını azaltarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunur (Finlay, 2008).

Mikoriza, tarımsal sistemlerde nematod popülasyonlarını azaltmada ve bitki sağlığını korumada etkili bir biyolojik ajan olarak kullanılabilir (Smith ve Read, 2008). Mikorizanın bu etkisi, bitkilerin savunma mekanizmalarını aktive etmesi, toprak yapısını iyileştirmesi ve toprak mikroorganizmalarıyla etkileşime girerek nematodların yerleşim alanlarını sınırlamasıyla ilişkilidir. Mikoriza, bitki köklerine yerleşerek, bitkilerin nematod saldırılarına karşı direnç geliştirmesini sağlayan fitokimyasal maddelerin üretimini artırır. Bu savunma mekanizmalarının etkinliği, mikoriza uygulamasının çeşitliliğine ve toprağın fiziksel- kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişebilir (Woudenberg ve ark.,2015).

Mikoriza ayrıca toprak yapısının iyileştirilmesi ve toprağın havalanmasının artırılması yoluyla nematodların yaşam alanlarını sınırlayıcı bir rol oynar (Smith ve Read, 2008). Mikorizanın, toprak mikrobiyal popülasyonlarıyla etkileşime girerek nematodların yerleşim alanlarını ve beslenme kaynaklarını sınırladığı da gösterilmiştir (Weir ve ark.,2015). Bu etkileşimler, özellikle tarımsal uygulamalarda mikoriza kullanımının önemini vurgulamaktadır. Mikoriza, bitkilerin kök



sistemlerini genişleterek su ve besin alımını artırmakta ve böylece genel bitki sağlığını ve verimliliği desteklemektedir. Bu nedenle, mikoriza uygulaması, hem bitkilerin nematodlara karşı korunmasında hem de genel bitki sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

VAM, bitki köklerine bağlandıktan sonra iki ile beşinci gün arasında, misel uçlarını çatal şeklinde ayırarak arbusküller oluşturur (Smith ve Read, 2008). Arbusküller, besin ve su moleküllerinin transferinin gerçekleştiği yapı olup, konukçu köklerinde yeni uzantılar oluşturarak 4 ila 15 gün arasında tam kaynaşma ile simbiyotik bir ilişki kurar (Yıldız, 2009). VAM ayrıca, bitki köklerinde lipit ve sitoplazmadan oluşan vesiküller adı verilen depo organları oluşturarak bitkiyi korur. Bu miseller, bitki köklerinin etrafında mekanik bir bariyer oluşturarak toprak patojenlerinin bitki köklerine ulaşmasını engeller ve bitkinin büyüme ve gelişme sürecinin olumsuz etkilenmesini önler. VAM, ayrıca çevresel stres faktörlerinin (yüksek/düşük sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, ağır metaller, yetersiz oksijen) bitki üzerindeki olumsuz etkilerini azaltır (Pal & McSpadden Gardener, 2006).

VAM, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* ve *Fusarium* gibi bitki patojenlerine karşı bitki ile birlikte hareket ederek bu patojenlerin popülasyonunu azaltmada etkilidir (Li ve ark., 2019). Bu etkiyi, bitkide hastalık etmenlerine karşı fitoaleksinin ve fenolik bileşiklerin kök salgılarında artışını teşvik ederek gerçekleştirir. VAM'nin gelişimi sırasında, kitinaz, glukanaaz, flavonoid biyosentezi ve fitoaleksinin üretimi ile bitkinin dayanıklılığında artış gözlemlenmiştir. VAM tarafından salgılanan glomalin, topraktaki partiküllerin birleşerek agregat yapılar oluşturmaya yardımcı olarak toprağın yapısal bütünlüğünü sağlar. VAM'ların yaşam döngüsü, spor üretimi ve büyümesi, bitki köklerinin çevresinde gerçekleşir. Vesiküler Arbusküler Mikorizalar (VAM), gıda ağı içerisinde ve konukçu bitkinin üretim verimliliği üzerinde olumlu ve yadsınamaz bir etkiye sahiptir (Bansal ve Mukerji, 1994). Bunun yanı sıra, P, N, K, Zn ve Cu gibi bitki besin elementlerinin köklerden konukçu bitkiye geçişini sırasıyla %80, %25, %10, %25 ve %60 oranlarına kadar artırdığı rapor edilmiştir (Marschner ve Dell, 1994). Çilek bitkisi üzerinde yapılan çalışmalar, bu simbiyoz ilişkisinin meyve kalitesini artırarak bitki bünyesindeki şeker miktarını %12'den %15'e yükselttiğini göstermektedir. Bu artışın kavun ve karpuz bitkilerinde daha yüksek oranlarda gerçekleştiği belirtilmiştir. Meyve şeker oranının artışı, konukçu bitkinin su ihtiyacını azaltarak su talebini düşürmüştür. VAM, patlıcan ve salatalık bitkileriyle oluşturduğu simbiyoz ilişkiler neticesinde, bu bitkilerin çiçeklenme ve ürün

verimliliğinin daha hızlı olduğu gözlemlenmiştir (Ortaş, 1998). Soğan bitkisi (*Allium cepa* L.) ile *Glomus versiforme* ve *Glomus intraradices* türlerinin simbiyoz ilişkisi sonucunda sürgün sayısında ve bitki ağırlığında artışlar kaydedilmiştir (Tao ve ark., 2006). Toprağın pH değeri, mikorizal mantarların varlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. *Glomus mosseae* ve *Gigaspora margarita* gibi türler, pH değeri 5,5'in altında olan topraklarda gözlemlenmemiştir (Sieverding, 1991). VAM, simbiyoz ilişki kurduğu bitkinin ihtiyaç duyduğu molekülleri daha kolay almasını sağladığı için sentetik gübre kullanımını azaltarak toprak kaynaklı olumsuz etkileri de minimuma indirmektedir (Ortaş, 1997).

*Fragaria* bitkisinde hastalıklar, toprak altı organlarda, fotosentez yapan organlarda ve tüketilen kısımlarda görülebilmektedir (Turhan ve Demir, 2013). Toprak altı organlarda yaygın olarak görülen patojenler arasında *Phytophthora fragariae*, *Phytophthora cactorum* ve *Rhizoctonia solani* bulunmaktadır. Dünya genelinde *Fragaria* üretim alanlarında en yaygın patojen *Rhizoctonia solani*'dir (Kesimci ve ark., 2022). *Rhizoctonia solani* hastalığı, genellikle *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, *Cylindrocarpon sp.*, *Verticilium sp.*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus spp.* gibi patojenler tarafından tetiklenmektedir (Demir ve ark., 2023). Araştırmalar, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia fragariae* ve *Alternaria alternata*'nın çilek yetiştiriciliği yapılan alanlarda bitkiler için ciddi bir tehdit oluşturduğunu bildirmektedir (Kesimci ve ark., 2022). Bu patojenler, bitkinin toprak altı organlarına girerek orada yerleşir ve bitkinin topraktan besin ve su alımını engeller. Gerekli besin ve suyu alamayan bitkiler ürün veremez ve zamanla ölürlere (Demir ve ark., 2023). Bu patojenler, konukçu bitki bulunmadığı durumlarda dahi belirti vermeden toprakta varlıklarını sürdürebilirler. *Rhizoctonia solani*'nin yol açtığı hastalıklarla mücadelede kalıcı ve sürdürülebilir yöntemler araştırılmalıdır (Sekmen Çetinel ve ark., 2021). Bu sorunun çözümü olarak kültürel mücadele, biyolojik mücadele ve hastalıklara dirençli bitki çeşitlerinin kullanımı önerilmektedir (Li ve ark., 2019). Biyolojik mücadele elemanları arasında yer alan VAM, hastalık etmenlerinin olumsuz etkilerini azaltabilir ve bitki için daha uygun bir büyüme ortamı sağlayabilir (Smith ve Read, 2008). Vesiküler Arbüsküler Mikorizalar, topraktan gelen patojenlere karşı etkili olup bu patojenlerin bitki üzerinde oluşturabileceği zararlarla mücadele edebilmektedir. VAM, simbiyoz ilişki kurduğu konukçu bitkinin kök bölgesinde koruyucu bir bariyer oluşturarak patojenlerin bu bölgelere ulaşmasını zorlaştırdığı farklı çalışmalarda rapor edilmiştir. Aynı şekilde *Fragaria* bitkisinde *Rhizoctonia solani*'nin zararlı etkileriyle mücadelede VAM'ın yararlı olduğu ve bitki

gelişimini desteklediği çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır (Turhan ve Demir, 2013). Srisakaram ve arkadaşları, *Rhizoctonia fragariae*'nin hastalık şiddetinin mikorizal uygulama ile azaltıldığını rapor etmiştir. Başka bir çalışmada ise VAM ile simbiyoz ilişkide bulunan *Fragaria* bitkilerinin fotosentez yapan organlarının yüzey alanında, hacminde ve gövdeye bağlı organların boylarında niceliksel artışlar gözlemlenmiştir (Grabowski ve ark., 1999).

Norman ve arkadaşları, *Phytophthora fragariae* ile enfekte edilmiş mikorizal ilişki içindeki farklı çilek çeşitlerinde, toprak altı organlarında oluşan dejenerasyonun %60 ve %30 oranlarında azaldığını rapor etmiştir (Norman ve ark., 1996). Aynı çalışmada, VAM ile simbiyoz ilişki kuran *Fragaria* bitkisinin salgıladığı enzimlerin *P. fragariae*'nin nüfus yoğunluğunu azalttığı bildirilmiştir (Norman ve Hooker, 2000). Yeterli su ve besin alımı sağlayabilen bitkiler, patojenlerin neden olabileceği hasarlara karşı direnç kazanmakta ve bu patojenlere karşı güçlü bir savunma sistemi geliştirebilmektedir (Veresoglou ve ark., 2013).

Vesiküler-Arbüsküler Mikorizalar (VAM), çilek (*Fragaria*) bitkisinin *Fusarium oxysporum* tarafından enfekte edilmesi durumunda, bitkinin hastalık belirtilerini azaltıcı etkiler göstermektedir. Yapılan bir araştırmada, VAM'ın çilek bitkisinin toprak altı kısımlarında kalsiyum ve demir oranlarını artırdığı rapor edilmiştir (Li ve ark., 2019). Kalsiyumun bitkilerde dış etkilere karşı dayanıklılığı artırdığı bilinmekte olup (Niu ve Liao, 2016), bu dayanıklılığın, demir içeriğinin yüksekliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, VAM'ın çilek bitkisinin kalsiyum ve demir seviyelerindeki artışa katkısı önemli bir rol oynamakta ve *Fusarium oxysporum*'un hastalık oluşturma potansiyelini sınırlayabilmektedir (Li ve ark., 2019).

Magnezyumun da yetiştiricilikte ürün dayanıklılığını artırdığı bilinmektedir. Magnezyum, bitkinin fotosentez sürecinde ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü destekleyerek sağlıklı gelişime katkıda bulunabilir. Magnezyumun bu etkisi dolaylı olarak *Fusarium oxysporum*'un zararlarını engelleyebilir (Li ve ark., 2019).

*Sclerotinia sclerotiorum*, çilek de dahil olmak üzere birçok bitki türünde kalite ve verim kayıplarına neden olan önemli bir patojendir. Bu patojen, özellikle çilek bitkisinin çiçek aksamalarını hedef alarak ürün kayıplarına yol açar. VAM, *S. sclerotiorum* tarafından enfekte edilmiş bitkilerde simbiyotik bir ilişki kurarak enfeksiyon riskini azaltabilir (Delgado ve ark., 2023). Peru'da yapılan bir çalışmada, VAM'ın *S.*

*sclerotiorum*'un enfeksiyon belirtilerini baskıladığı ve bitkinin enfeksiyon sürecinde etkili olduğu bildirilmiştir (Delgado ve ark., 2023). Benzer şekilde, Mısır'da yapılan bir çalışma, VAM ve hümitik asit kullanımının çilek bitkisindeki kök çürüklüğü etmenine karşı enfeksiyon derecesini belirgin şekilde azalttığını ortaya koymuştur (Khafagi ve ark., 2018).

VAM'ın, bitkilerin toprak altı aksamalarını rizosferde daha geniş bir alana yayarak makro ve mikro besin teminini kolaylaştırdığı ve böylece bitkinin dayanıklılığını artırdığı bildirilmektedir (Smith ve Read, 2008). Estonya'da yapılan başka bir çalışmada ise VAM'ın *Fusarium solani*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* ve *Colletotrichum truncatum*'a karşı çilek bitkisinde etkili bir savunma sağladığı bulunmuştur (Mirmajlessi ve ark., 2018).

*Pratylenchus* spp., bitkilerin köklerinde lokal nekrotik lekeler oluşturarak bitki gelişimini engelleyen bir nematod türüdür (Singh ve ark., 2013). Gough ve ark. (2020), Funneliformis ve Glomus mikorizalarının *Pratylenchus* popülasyonlarını düşürdüğünü bildirmiştir. Bu faydalı organizmalar, patojen ile konukçu arasına adeta bir bariyer oluşturarak enfeksiyon riskini azaltabilir (Sidker ve Vestergard, 2019). *Pratylenchus* tarafından enfekte edilmiş mikorizal birliktelik içindeki bitkilerde hastalık belirtileri azalmış ve kök gelişimi artmıştır (Elsen ve ark., 2003).

VAM, konukçusunun antioksidan ve asidik özelliklerini artırarak ferulik ve gallik asit gibi maddelerin varlığını yükseltir (Li ve ark., 2015). Wuyts ve ark. (2006), ferulik asidin *Radopholus similis*'in hareket kabiliyetini düşürdüğünü ve bu nematod üzerinde toksik etkisi olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Seo ve ark. (2013), gallik asidin *Meloidogyne incognita*'nın yaşamsal faaliyetlerini zorlaştırdığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise VAM'ın, *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera* ve *Tylenchorhynchus* spp. popülasyonlarını düşürmede etkili olduğu bulunmuştur (Gough ve ark., 2020). Yanan ve arkadaşları (2015), *n* türlerinin mikorizal ilişki bulunmayan kontrol gruplarına kıyasla lignin yoğunluğunun arttığını ve bu yoğunluğun ilişkinin 25. gününde en yüksek seviyeye ulaştığını raporlamıştır. Lignin yoğunluğu, bitkinin toprak altı organlarında bulunan hücre çeperlerinin dolgunluk derecesini ifade eder. Hücre çeperlerinde bu maddenin yoğunluğu arttıkça, bitki daha sağlam ve dolgun bir yapı kazanır. Sağlam ve dolgun çeperler, patojenlerin bitkiye girişini zorlaştırır (Yanan ve ark., 2015). Bitkiler yaşam döngüleri boyunca hem doğrudan hem de dolaylı yoldan çeşitli doğal enzimler sentezler.

Kimyasal ilaçların tarımda bilinçsiz ve aşırı kullanımı, çevresel kirliliğin artmasına neden olmuştur. Bu durum, toprak, su ve hava kalitesinin bozulmasına yol açmakla kalmamış, aynı zamanda hastalık etmenlerinin bu ilaçlara karşı direnç geliştirmesine de sebep olmuştur. Kimyasal ilaçların yaygın ve bilinçsiz kullanımı, tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilemekte ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Bu nedenle, çevre dostu ve sürdürülebilir alternatif yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması büyük bir önem taşımaktadır.

Mikoriza, bitki kökleri ve toprak mantarları arasında simbiyotik bir ilişki oluşturarak, bitkilerin gelişim ve verim potansiyelini artıran bir biyoteknolojik uygulama olarak öne çıkmaktadır. Mikorizal mantarlar, bitkilerin kök sistemine bağlanarak kök yüzey alanını artırmakta ve bu sayede bitkilerin su ve besin alım kapasitesini yükseltmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde mikorizal ilişkinin üzerine yapılan çalışmalar, bu uygulamanın bitkilerin büyümesi, verimliliği ve hastalıklara karşı dayanıklılığı üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Mikoriza, özellikle çilek bitkilerinde kök hastalıklarına, besin eksikliklerine ve stres koşullarına karşı önemli bir savunma mekanizması sunmaktadır.

### **Sonuç**

Son yıllarda yapılan araştırmalar, mikorizal mantarların çilek bitkisi ile kurduğu simbiyotik ilişkinin, bitki gelişimini teşvik ettiğini ve çevresel stres faktörlerinin olumsuz etkilerini hafifletme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle abiyotik stres koşulları (örneğin kuraklık, tuzluluk) ve biyotik stres faktörleri (hastalıklar ve zararlılar) karşısında mikorizanın bitkiye sağladığı direnç, bu ilişkinin tarımsal sürdürülebilirlik açısından ne denli kritik olduğunu vurgulamaktadır. Mikorizal uygulamalar, kimyasal ilaç kullanımını azaltarak hem çevrenin korunmasına hem de sağlıklı ürün elde edilmesine katkıda bulunabilir.

Bu bağlamda, çilek yetiştiriciliğinde mikorizal mantarların kullanımı, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve kimyasal ilaçların olumsuz etkilerini en aza indirmek adına etkili bir biyoteknolojik çözüm olarak değerlendirilmektedir. Mikorizal ilişki, toprağın mikroflora dengesini koruyarak ve bitkilerin kök gelişimini teşvik ederek, hem verimi artırmakta hem de ürün kalitesini yükseltmektedir. Bu uygulama, sürdürülebilir tarımsal üretim modellerinin oluşturulmasında, çevre dostu yaklaşımların yaygınlaştırılmasında ve insan sağlığına zarar vermeyen üretim stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Aaby, K., Ekeberg, D., & Skrede, G. (2007). Characterization of phenolic compounds in strawberry (*Fragaria× ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(11), 4395-4406.
- Avan, M., & Kotan, R. (2021). Fungusların mikrobiyal gübre veya biyopestisit olarak tarımda kullanılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 167-191.
- Barnwal, M. K., Kotasthane, A., Magculia, N., & Mukherjee, P. K. Agrios GN (2005) Plant Pathology, Elsevier Academic Press, San Diego, CA. Alfano JR and Collmer A (1996) Bacterial Pathogens in Plants: Life up against the Wall. *Plant Cell*. 88: 1683–1698. Allorent D and Savary S (2005) Epidemiological characteristics of angular leaf spot of bean: a systems analysis. *European Journal of Plant Pathology* 113: 329–341. Modeling the Interactions between Host Dynamics and Epidemics of Foliar Diseases in Three Plant Pathosystems, 88, 137.
- Chiomento, J. L. T., da Costa, R. C., de Nardi, F. S., Trentin, N. D. S., Nienow, A. A., & Calvete, E. O. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi communities improve the phytochemical quality of strawberry. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(5), 653-663.
- Delgado, A., Toro, M., Memenza-Zegarra, M., & Zúñiga-Dávila, D. (2023). Control of White Rot Caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in Strawberry Using Arbuscular Mycorrhizae and Plant-Growth-Promoting Bacteria. *Sustainability*, 15(4), 2901.
- Demir, S., Durak, ED, Güneş, H., Boyno, G., Mulet, JM, Rezaee Danesh, Y. ve Porcel, R. (2023). Çilekte (*Fragaria× ananassa*) üç mantar hastalığının arbusküler mikorizal mantarlarla biyolojik kontrolü. *Tarım Bilimi* , 13 (9), 2439
- Finlay, R. D. (2008). Mycorrhizal fungi and their multifaceted roles in organic farming. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(2), 727-735.
- Gough, E. C., Owen, K. J., Zwart, R. S., & Thompson, J. P. (2020). A systematic review of the effects of arbuscular mycorrhizal fungi on root-lesion nematodes, *Pratylenchus spp.* *Frontiers in Plant Science*, 11, 923.

- Grabowski, M. A., Louws, F. J., & Fernandez, G. E. (1999). Use of VA mycorrhizae in annual strawberry production systems. *Phytopathology*, 88, S29.
- Hancock, J. F. (1999). Strawberries crop production science in horticulture. CABI, Publishing, Oxon, Uk, 109-112.
- <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>
- Hussey, R. S., & Williamson, V. M. (1998). Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. *Plant and nematode Interactions*, 36, 87-108.
- Jothi, G., & Reddy, P. P. (2012). Arbuscular mycorrhizal fungi and their role in plant health management. *Plant Pathology Journal*, 11(3), 90-102.
- Kesimci, T., Durak, E., & Demirci, E. R. K. O. L. (2022). Rhizoctonia species from strawberry plants in Erzincan, Turkey: Anastomosis groups and pathogenicity. *JOURNAL OF ANIMAL AND PLANT SCIENCES-JAPS*, 32(3).
- Khafagi, E. Y., El-Abeid, S. E., Soliman, M. S., El-Nahas, S. E. S. M., & Ahmed, Y. (2018). Role of Arbuscular Mycorrhizae Fungi and humic acid in controlling root and crown rot of strawberry.
- Li, N., Wang, C., Li, X., & Liu, M. (2019). Effects of earthworms and arbuscular mycorrhizal fungi on preventing *Fusarium oxysporum* infection in the strawberry plant. *Plant and Soil*, 443, 139-153.
- Mikiciuk, G., Sas-Paszt, L., Mikiciuk, M., Derkowska, E., Trzciński, P., Głuszek, S., ... & Rudnicka, J. (2019). Mycorrhizal frequency, physiological parameters, and yield of strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria. *Mycorrhiza*, 29, 489-501.
- Mirmajlessi, S. M., Bahram, M., Mänd, M., Najdabbasi, N., Mansouripour, S., & Loit, E. (2018). Survey of soil fungal communities in strawberry fields by Illumina amplicon sequencing. *Eurasian Soil Science*, 51, 682-691.
- Niu, L., & Liao, W. (2016). Hydrogen peroxide signaling in plant development and abiotic responses: crosstalk with nitric oxide and calcium. *Frontiers in plant science*, 7, 230.

- Norman, J. R., Atkinson, D., & Hooker, J. E. (1996). Arbuscular mycorrhizal fungal-induced alteration to root architecture in strawberry and induced resistance to the root pathogen *Phytophthora fragariae*. *Plant and soil*, 185, 191-198.
- Ortaş, İ. (1997). Mikoriza nedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 351, 92-95.
- Ortaş, İ. (1998). Toprak ve bitkide mikoriza. In *Workshop, Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü* (pp. 20-22).
- Pal, K. K. (2006). Brian McSpadden Gardener 2. *Plant Health*, 6.
- Sekmen Cetinel, A. H., Gokce, A., Erdik, E., Cetinel, B., & Cetinkaya, N. (2021). The Effect of *Trichoderma citrinoviride* treatment under salinity combined to *Rhizoctonia solani* infection in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Agronomy*, 11(8), 1589.
- Sieverding, E., Friedrichsen, J., & Suden, W. (1991). *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems* (No. 224).
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press.
- Turhan, P., & Demir, S. (2013). Çilekte siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı bazı biyolojik mücadele elemanlarının etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(2), 125-140.
- Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2(7), 494-501.
- Wehner, J., Antunes, P. M., Powell, J. R., Mazukatow, J., & Rillig, M. C. (2010). Plant pathogen protection by arbuscular mycorrhizas: a role for fungal diversity?. *Pedobiologia*, 53(3), 197-201.
- Weir, B. S., Woudenberg, J. H. C., & Lawrence, D. P. (2015). *Fungal Pathogens in Agriculture*. *Journal of Plant Pathology*, 97(4), 463-475.
- Woudenberg, J. H. C., Weir, B. S., & Lawrence, D. P. (2015). *Interactions Between Soil Microorganisms*. *Soil Biology and Biochemistry*, 78, 98-105.
- Yanan, W., Xusheng, Z., Baozhong, Y., Wenchao, Z., & Jintang, G. (2015). Biochemical defenses induced by mycorrhizae fungi *Glomus*



mosseae in controlling strawberry fusarium wilt. *The open biomedical engineering journal*, 9, 301.

Yıldız, A. (2009). Mikoriza ve Arbusküler Mikoriza Bitki Sağlığı İlişkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 91-101.



# BALIKESİR(GÖNEN) İLÇESİ ANA ÜRÜN VE İKİNCİ ÜRÜN MISIR EKİM ALANLARINDA ZARARLI LEPİDOPTER TÜRLERİN ERGİN POPULASYON GELİŞMESİ\*

Ahmet ÖZDEMİRLER<sup>1</sup> - Levent EFİL<sup>2</sup>

## Giriş

Mısır bitkisi (*Zeamays*), Buğdaygiller (Gramineae: Poaceae) familyasında yer alan, bir bitkidir (Ulaşlı, 2019). Yüksek oranda gelişme ve verim potansiyeli sayesinde dünyaya kolaylıkla yayılmıştır (Ulaşlı, 2019). Amerika kıtasının keşfinden sonra (1493'de) mısır; önce İspanya'ya getirilmiş, daha sonra da zamanla Afrika ve Asya'ya yayılmıştır. Mısırın ülkemize girişi ise, Kuzey Afrika üzerinden olmuştur (Kün, 1985; Kırtok, 1998; Ulaşlı, 2019). Tropik, subtropik (yarı tropik) ve ılıman iklim kuşaklarında yetişebildiği için Antarktika dışında dünyanın her yerinde yetişmektedir (Babaoğlu, 2005; Ulaşlı, 2019). Ülkemiz de at dişi mısır (*Zeamaysintendata*), sert mısır (*Zeamaysindurata*), cin mısır veya patlak mısır (*Zeamayseverta*) ve şeker mısır (*Zeamayssaccharata*) en çok yetiştirilen çeşitlerdir (Küçükballı, 2018). Toprak üstü organları kullanılarak yapılan silajlık mısır son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Açıkgöz ve ark., 2005; Küçükballı, 2018). Mısır dünyada 2018 yılında yaklaşık 237 bin hektar alanda yaklaşık 1416 bin ton üretim miktarıyla önemli bir tahıl grubunu oluşturmaktadır (Çizelge 1.1). Dünyada tahıllar içinde üretim açısından buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan mısır hayvan yemi ve insan yiyeceği olarak çok değişik alanlarda kullanılır. Ülkemizde ise buğday ve arpadan sonra en fazla üretilen bir hububat bitkisidir (Anonim, 2015; Küçükballı, 2018),yaklaşık 5.075 milyon dekar alanda 152.4 bin ton dane mısır, yaklaşık 25.499 milyon ton silajlık mısır üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2020) (Çizelge 1.2).Balıkesir ilinde ise yaklaşık 236.807 dekar alanda tohumluk, danelik ve silajlık mısır üretimi yapılmaktadır En fazla üretim Merkez ilçeler (Altıeylül, Karesi ilçeleri ve merkez köyleri içeren kısımda) 64.400 dekar; Bandırma ilçesinde 26.200

\*Bu çalışma Ahmet ÖZDEMİR'lerin Yüksek Lisansından Türetilmiştir

<sup>1</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkesir İli Gönen İlçe Tarım Müdürlüğü, Balıkesir

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale

dekar alanda 2. sıra ve Gönen ilçesi 25.500 dekar ile 3. sıra olarak üretim gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2020).

Tablo 1. Dünyada yıllara göre mısır ekim alanı ve miktarı (FAO, 2020).

Yıllar	Ekim Alanı (Dekar)	Üretim (Ton)
2015	236.695.132	1.309.109.500
2016	240.989.646	1.351.058.900
2017	241.073.885	1.323.432.400
2018	237.074.579	1.416.594.294

Tablo 2. Dünyada yıllara göre mısır ekim alanı ve üretim miktarı (TÜİK, 2020).

Ülkemizde 2019 Yılı Mısır Üretim Alanları			
Üretim Yılı	Ekili Alan (Dekar)	Hasıl Üretim (Ton)	Silajlık Üretim (Ton)
2019	5.074.127	152.417	25.499.870

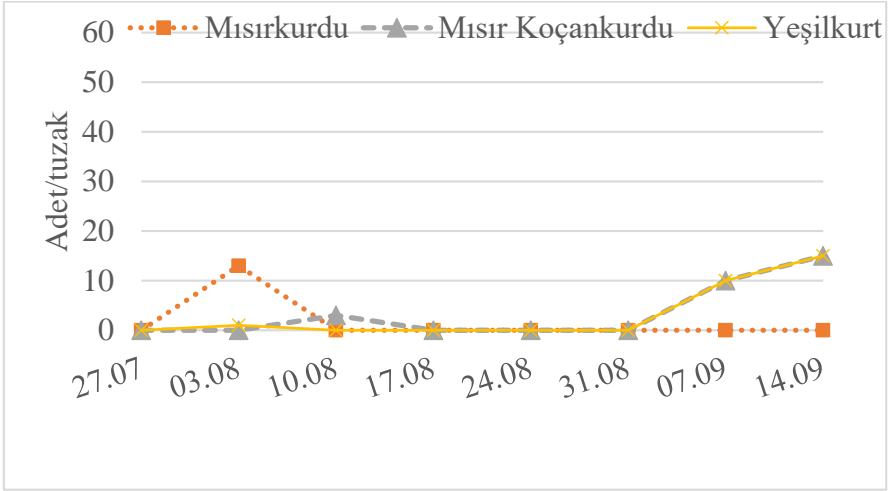
Mısır bitkisinin önemli miktarlarda ekilmesi beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Mısırın ana zararlılarından biri olan *Ostrinianubialis* ülkemizde mısır yetiştirilen alanlarda yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Özdemir, 1981; Koca ve Kaçar, 2021). Orduda yapmış olduğu çalışmada mısır bitkisi ekili arazilerde bulunan bitki ile beslenen ve yararlı avcı böcek türlerinin tespitinde *Ostrinianubialis*'in popülasyonunu yoğun olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Tozlu ve Alaoğlu, 1994). Bu çalışmada Balıkesir ili Gönen ilçesinde 1. ve 2. ürün danelik ve 1. ve 2. ürün silajlık mısır alanlarında önemli Lepidopter türlerinden *Agrotis ipsilon* Hufnagel., *A. segetum* Schiffermüller (Noctuidae) (Bozkurt), *Sesamia nongrioides* Lefebure (Noctuidae) (Mısır koçan kurdu), *Spodoptera exiqua* Hübner (Noctuidae) (Mısır çizgili yaprak kurdu), *Ostrinia nubilalis* Hübner (Crambidae) (Mısır kurdu), *Spodoptera littoralis* (Noctuidae) Boisduval, *Heliothis armigera* Hübner (Noctuidae) (Yeşilkurt) zararlıları 2019-2020 yıllarında arazi takibi gerçekleştirilerek sonuçlandırılmıştır.

## Materyal ve Metod

Çalışma 2019 ve 2020 yıllarında Balıkesir ili Gönen ilçesinde 1. ürün danelik ve silajlık; 2. ürün danelik ve slajlık mısır çeşitlerinde zararlı Lepidoptertürlerinin feromon tuzakları yardımı ile ergin popülasyon gelişmelerini belirlemek için yapılmıştır. Bunu için her bir zararlı lepidopter türü içinferomonlar ve delta tipi tuzak kullanılmıştır. Lepidopter takımına bağlı popülasyon takibi yapılan türler ise; *Agrotis ipsilon* Hufnagel., *A. segetum* Schiffermüller, *Sesamia nongrioides* Lefebure, *Spodoptera exiqua* Hübner, *Ostrinia nubilalis* Hübner, *Spodoptera littoralis* Boisduval, *Heliothis armigera* Hübner olmuştur. Mısır bitkileri ekildikten hemen sonra Bozkurt feromon tuzağı, fidelerin çıkışından hemen sonra ise Çizgili yaprakkurdu'nunferomontuzağı çalışmanın yürütüleceği mısır tarlalarının iç kısımlarınaasılmış ve bu tuzaklargeç helezon dönemine (Hanway, 1966), kadar tarlada kalmıştır. Mısır kurdu, Mısır koçankurdu ve Yeşil kurdu'nferomon tuzakları iseerken helezon (Hanway, 1966), döneminde tarlanın iç kısımlarına yerleştirilmiş vetuzaklar hasad sonuna kadar tarlada kalmıştır. Feromon kapsülleri delta tipi tuzaklara el değmeden yerleştirilmiştir. Bunun için plastik eldiven kullanılmıştır. Kapsüller 4 haftada bir yenilenmiş ve tuzaklara yakalanan erginler haftalık aralıklarla kaydedilmiştir. Delta tipi tuzaklar 1.5 metre uzunluğunda, üst kısmında 40 cm uzantı olan ve uzantının ucunda halka olan demir çubuklara yerleştirilerek her bir tarlaya asılmıştır.

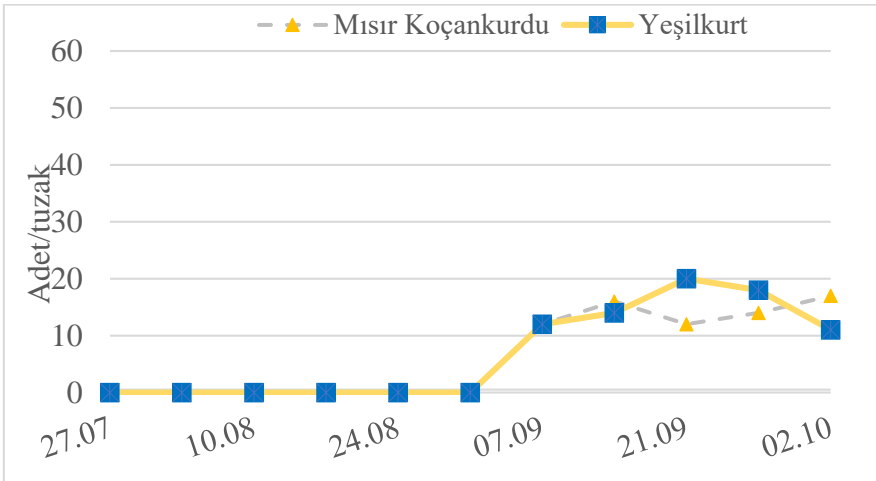
### **Araştırma Bulguları**

Birinci ürün ve danelik olarak ekilen tarlada 03.08.2019 tarihinde mısırkurdu (13 adet/tuzak) ve Yeşilkurt (1 adet/tuzak) olarak ilk defa kaydedilmiştir. Mısırkoçan kurdu ise bir hafta sonra tespit edilmiştir. Bu tarlada Çizgili yaprak kurdu ve Bozkurt belirlenememiştir. Mısır kurdu ve Yeşil kurt bu tarlada en fazla popülasyon geliştiren iki zararlı olmuştur (Şekil 1).



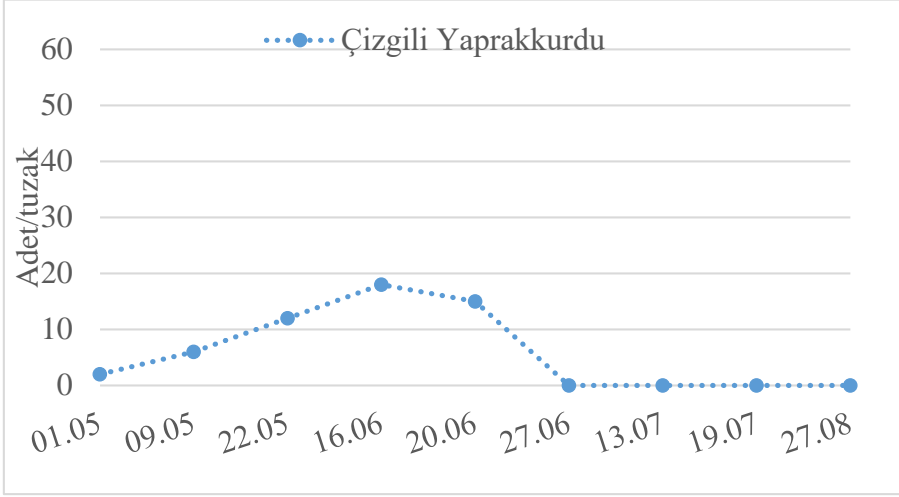
Şekil 1. 2019 yılı 1. ürün danelik mısır 1. tarlada Lepidoptertürlerinin ergin popülasyon gelişimi

Yine danelik olarak ekilen ikinci ürün mısır tarlasında ise Yeşilkurt ve Mısırkoçan kurdu popülasyon gelişmesi göstermiştir. Çizgili yaprakkurdu, Bozkurt ve Mısır kurdu bu tarlada popülasyon gelişmesi göstermemiştir. Yeşilkurt eylül ayının son haftasında (20 adet/tuzak), Mısır koçankurdu ise yine eylül ayının son haftasında (17 adet/tuzak) en fazla sayıda tespit edilmiştir (Şekil 2).



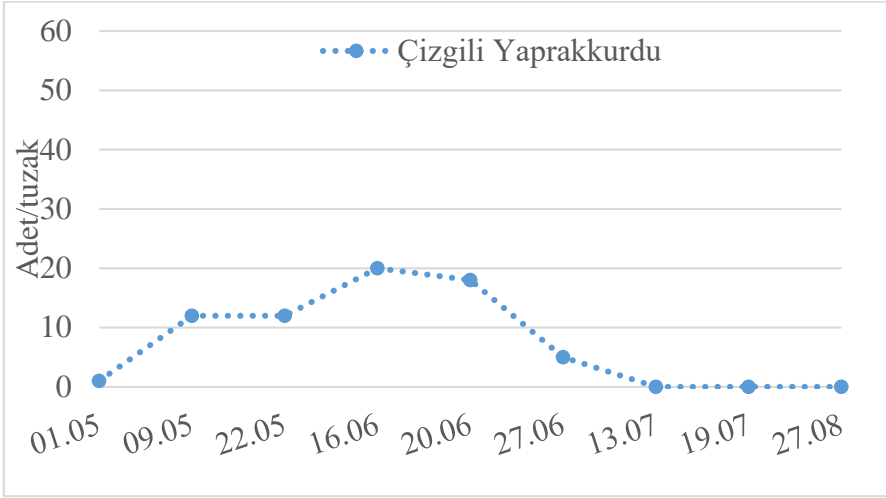
Şekil 2. 2019 yılı 2. ürün danelik mısır popülasyon gelişmesi

Slajlık olarak ekilen 1. ürün mısır tarlalarının ilkinde sadece Çizgili yaprak kurdu popülasyon gelişmesi göstermiş, diğer zararlılar ise bu tarlada gelişme göstermemişlerdir. Çizgili yaprakkurdu ise en fazla haziran ayının son haftasında (18 adet/tuzak) belirlenebilmiştir (Şekil 3).



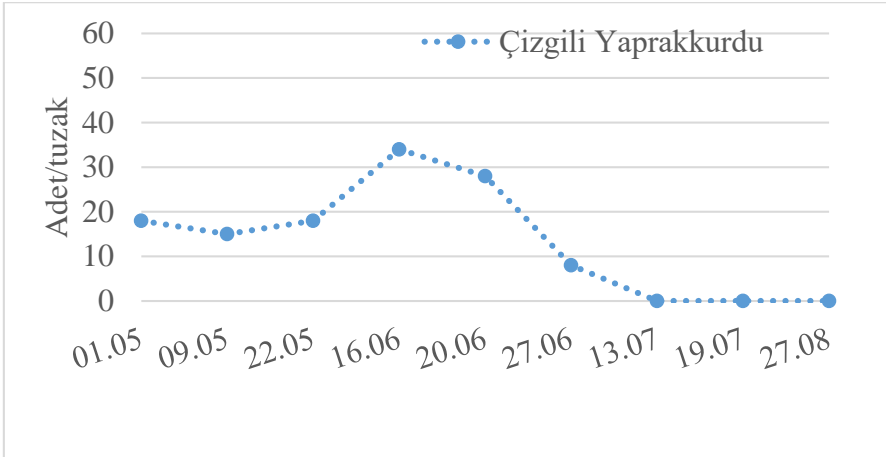
Şekil 3. 2019 yılı 1. ürün silajlık mısır 1.tarla (Köteyli) popülasyon gelişmesi

İlk yıl 1. ürün silajlık 2. tarlada ise (Ilıcak) tuzaklarda ilk olarak 01.05.2019 tarihinde Mısır çizgili yaprak kurdu (1 adet/tuzak) şeklinde bulunmuş olup, en yüksek noktaya 16.06.2019 tarihinde (20 adet/tuzak) çıkmış olup, 20.06.2019 tarihinde (18 adet/tuzak) ve 27.06.2019 tarihinde (5 adet/tuzak) düşüşe geçmiş ve hasat zamanı dahil lepidoptertürlerini rastlanmamıştır (Şekil 4).



Şekil 4. 2019 yılı 1. ürün silajlık mısır 2. Tarla (Ilıcak) popülasyon gelişmesi

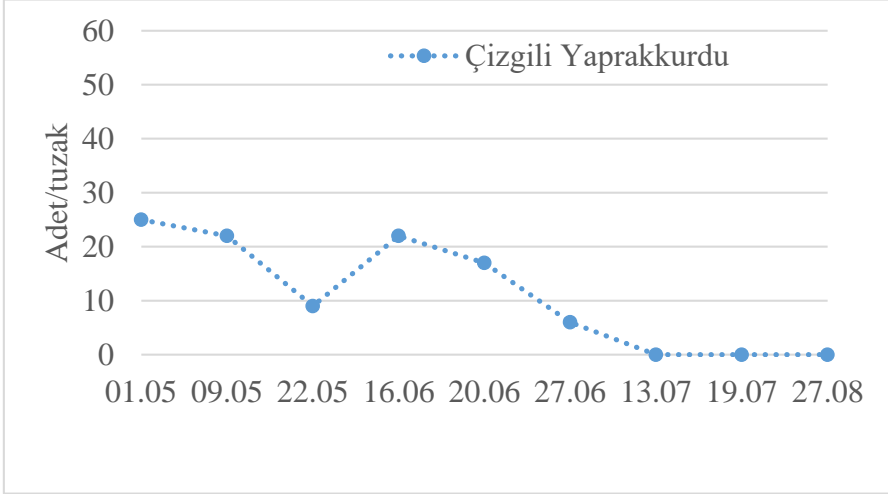
İlk yıl 1. ürün silajlık 3. tarlada ise (Asmalıdere) tuzaklarda ilk olarak 01.05.2019 tarihinde Mısır çizgili yaprak kurdu (18 adet/tuzak) şeklinde bulunmuş olup, en yüksek noktaya 16.06.2019 tarihinde (34 adet/tuzak) çıkmış olup (1. ürün silajlık mısır bitkilerinde tuzağa en çok yakalanan lepidopter sayısıdır) 20.06.2019 tarihinde (28 adet/tuzak) ve 27.06.2019 tarihinde (8 adet/tuzak) düşüş göstermiş ve hasat zamanı dahil lepidoptertürlerine rastlanmamıştır (Şekil 5).



Şekil 5. 2019 yılı 1. ürün silajlık mısır 3. Tarla (Asmalıdere) popülasyon gelişmesi

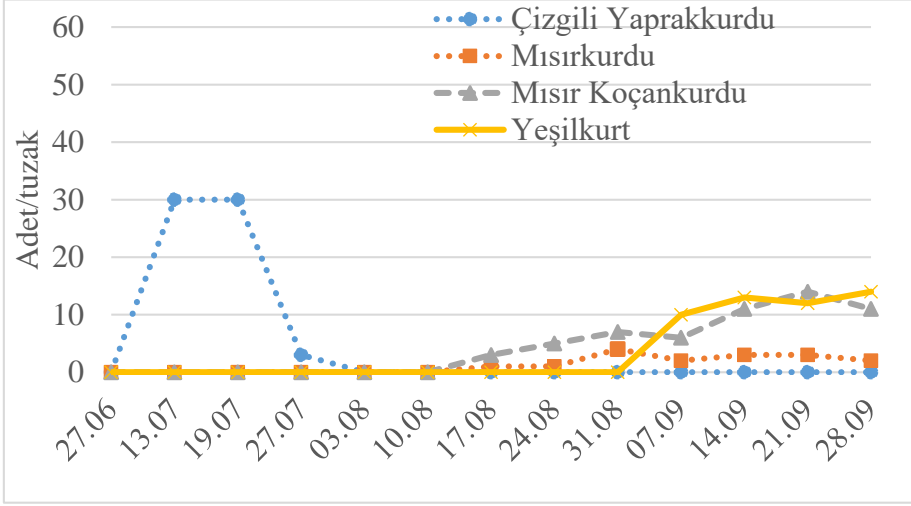


İlk yıl 1. ürün silajlık 4. tarlada ise (Asmalıdere) tuzaklarda ilk olarak 01.05.2019 tarihinde (25 adet/tuzak) ile en yüksek veri olarak yakalanmış ve sonrasında dalgalı bir seyir yapıp 27.06.2019 tarihinde (6 adet/tuzak) ile en düşük veri bulunmuş ve biçim zamanı dahil lepidopter zararlılarına rastlanmamıştır (Şekil 6).



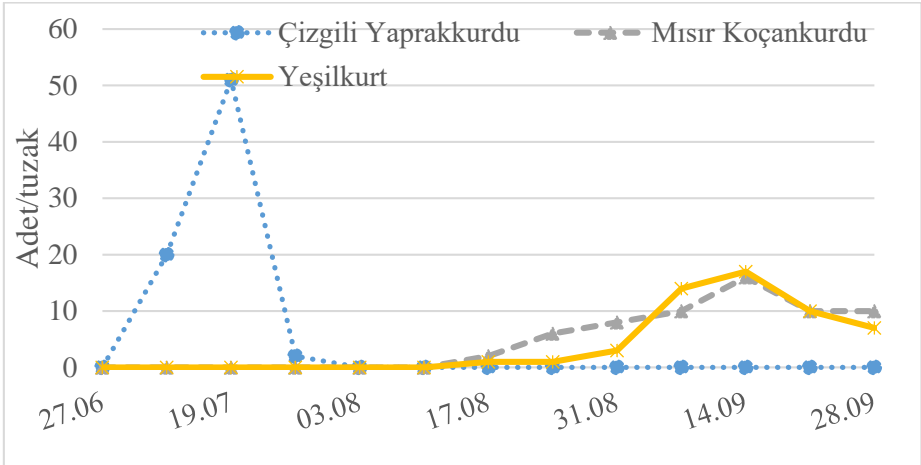
Şekil 6. 2019 yılı 1. ürün silajlık mısır 4. Tarla (Asmalıdere) popülasyon gelişmesi

Slajlık olarak 2019 yılında ekilen 2.ürün mısır tarlalarında üç değişik lokasyonda (Tütüncü, Tuzakçı ve Alattin) tuzak kurulmuştur. 1. Tarla (Tütüncü) popülasyon gelişmesinde Çizgili yaprak kurdu temmuz ayının son haftasında 30 adet/tuzak'la en yüksek sayıya ulaşmıştır. Bu tarlada diğer türlerde popülasyon gelişmesi göstermiştir. Mısırkurdu en fazla 4 adet/tuzak, Yeşilkurt en fazla 14 adet/tuzak ve Mısıркоğan kurdu ise en fazla 13 adet/tuzak olarak belirlenmiştir (Şekil 7).



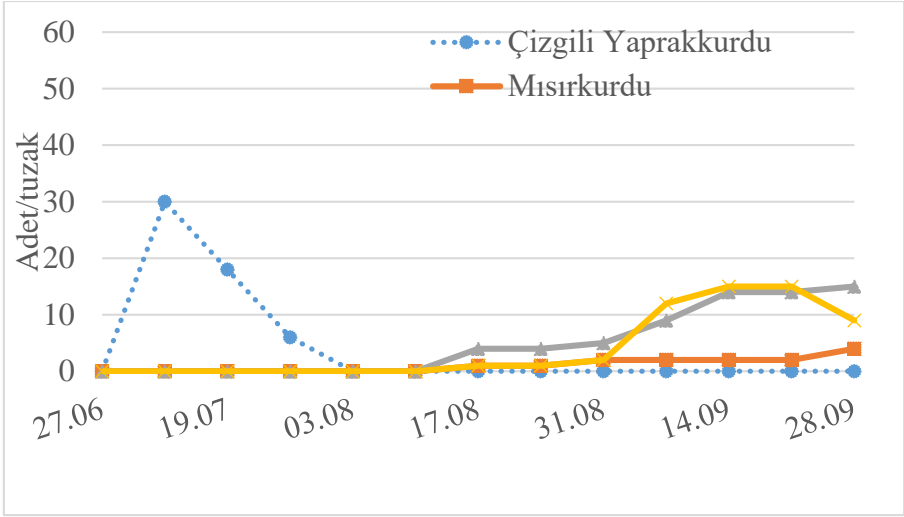
Şekil 7. 2019 yılı 2. ürün silajlık mısır 1. tarla (Tütüncü) popülasyon gelişmesi

Tuzakçı bölgesindeki 2. tarlada ise çizgili yaprak kurdu en fazla sayıya temmuz ortalarında 51 adet/tuzak olarak ulaşmış ve bu tarihten sonra hızla düşüş başlamıştır. Mısırkoçan kurdu ise en fazla eylül ayının sonlarında 16 adet/tuzak olurken Yeşil kurt ise eylül ayının sonlarında en fazla 17 adet/tuzak olarak belirlenmiştir (Şekil 8).



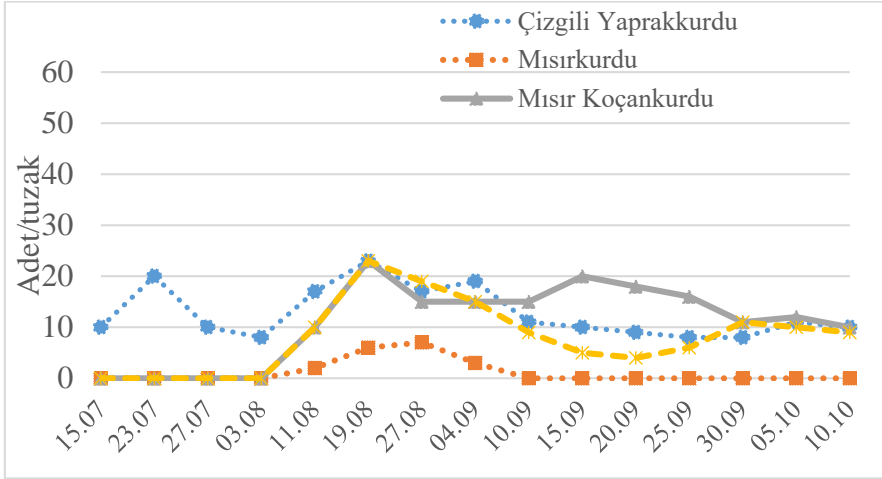
Şekil 8. 2019 yılı 2.ürün silajlık mısır 2. Tarla (Tuzakçı) popülasyon gelişmesi

Slajlık olarak ekilen 3 tarla (Alattin)'da ise yine en fazla populasyon gelişmesi gösteren tür Çizgili yaprakkurdu (30 adet/tuzak) olmuştur. Mısır kurdu en az populasyon gelişmesi göstermiş ve en fazla eylül ayının son haftasında 4 adet/tuzak olarak belirlenmiştir. Mısır koçan kurdu ve Yeşilkurt ise eylül ayının sonlarında en fazla 15 adet/tuzak olarak belirlenmiştir (Şekil 9).



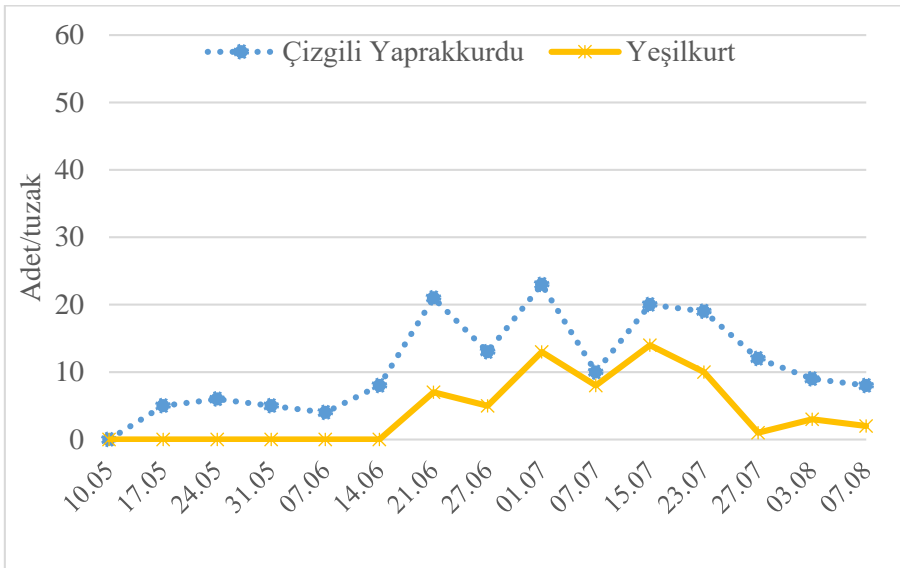
Şekil 9. 2019 yılı 2. ürün silajlık mısır 3. Tarla (Alattin) populasyon gelişmesi

Çalışmanın ikinci yılında (2020) danelik olarak ekilen 1. ürün mısır tarlasında Çizgili yaprak kurdu temmuz ayının sonlarında 10 adet/tuzak olarak belirlenmiş ve ağustos ayının ortalarında tekrar populasyon gelişmesi göstererek 23 adet/tuzak seviyesine yükselmiştir. Yeşilkurt en fazla ağustos ayının ortalarında 23 adet/tuzak olarak belirlenmiş ve daha sonra azalmıştır. Mısırkurdu ise en fazla ağustos ayının sonlarında 7 adet/tuzak olarak belirlenmiştir. Mısırkoçan kurdu ise ağustos ve eylül aylarında iki defa tepe noktası oluşturmuştur. Ağustos ayının ortalarında 23 adet/tuzak olurken eylül ayının sonlarında ise 20 adet/tuzak olarak belirlenmiştir (Şekil 10).



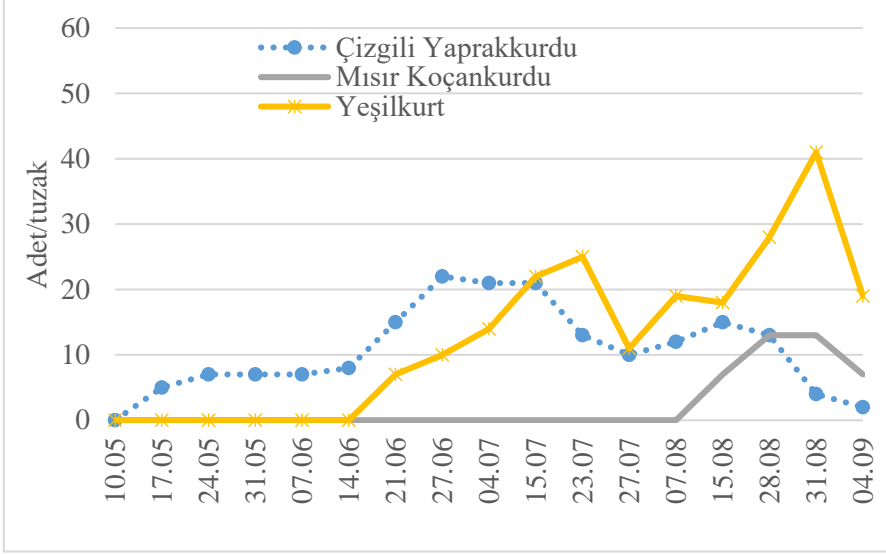
Şekil 10. 2020 yılı 1. ürün danelik mısır popülasyon gelişmesi

Silajlık olarak 2020 yılında ekilen 1. ürün mısır tarlasında sadece Çizgiliyaprak kurdu ve Yeşil kurt popülasyon gelişmesi göstermiştir. Çizgili yaprak kurdu temmuz ayının ilk haftasında 23 adet/tuzak olarak en yüksek, yeşilkurt ise temmuz ayının son haftasında 20 adet/tuzak olarak en yüksek sayıya ulaşmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. 2020 yılı 1. ürün silajlık mısır popülasyon gelişmes

Slajlık olarak ekilen 2. ürün mısır tarlasında en fazla Yeşilkurtpopulasyon gelişmesi göstermiştir. Ağustos ayının son haftasında 41 adet/tuzak olarak en yüksek sayıya ulaşmıştır. Çizgili yaprak kurdu ise tüm sezon boyunca populasyon gelişmesi göstermiş ve haziran ayının son haftasında 22 adet/tuzak olarak en yüksek sayıya ulaşmıştır. Mısıркоçan kurdu ise ağustos ayının son haftasında 15 adet/tuzak olarak en yüksek sayıda belirlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. 2020 yılı 2. ürün silajlık mısır populasyon gelişmesi

Her iki yılda da hem ana ürün hemde ikinci ürün olarak ekimi yapılan danelik ve slajlık mısır tarlalarında Bozkurtpopulasyon gelişmesi göstermemiştir. Bazı bölgelerde Bozkurt'un 1. ve 2. ürün mısır yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı olduğu belirtilmiştir (Ölmez ve ark.,2010). Bu çalışmada Bozkurt'un sorun olamamasının nedeni üreticilerin tohum ilaçlaması yapmaları ve erken dönemde ilaç uygulamalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Her iki yıldada Çizgili yaprak kurdu populasyon gelişmesi göstermiştir. Gözüaçık (2020) Çizgili yaprak kurdu'nun mısır alanlarında önemli bir zararlı olduğunu belirtmiştir. Mısır kurdu hem danelik hemde slajlık mısır tarlalarında populasyon gelişmesi göstermiştir. Özdemir (1981), yaptığı çalışmalarında Mısır kurdu'nun mısır alanlarında önemli bir zararlı olduğunu belirtmiştir. Yine Kornoşor ve Özpınar (1988), Mısır kurdu'nun zararlı olduğunu ve temmuz ayında yüksek bir populasyon gelişmesi

gösterdiğini kaydetmişlerdir. Pilcher ve Rice (2001), Mısır kurdu'nun populasyon gelişmesinin ekim tarihlerinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Kruczec ve ark. (2005), Mısır kurdu'nun geç ekilen mısırlarda daha çok zarar yaptığını bildirmişlerdir. Mısır koçan kurdu'nun ergin populusyongelimesi mevsim sonlarına doğru artış göstermiştir (Melamed- Madjar ve Tam, 1980). Yunanistan'da yapılan bir çalışmada Mısır koçan kurdu'nun ağustos ve eylül aylarında en yüksek noktaya ulaştığı bildirilmiştir (Tsitsipis ve ark., 1984). Yapılan bir diğer çalışmada ise Mısır koçan kurdu'nun ikinci ürün mısır alanlarında daha fazla zarar yaptığı belirtilmektedir (Şimşek ve Güllü, 1992). Bayram ve ark. (2007), ise erken ekilen mısır tarlalarında Mısır koçan kurdu'nun daha az populasyon geliştirdiğini belirtmişlerdir. Yeşil kurt mısır alanlarında önemli bir zararlı olduğunu bildirmişlerdir (Kayapınar ve Kornoşor, 1992). Yeşilkurt Mısır bitkisinin generatif organlarında zarar meydana getirmekte geç dönemde zararlı olmaktadır (Gözüaçık, 2020).

### Sonuç

Sonuç olarak Lepidopter zararlıları Balıkesir ili Gönen İlçesi mısır ekim alanlarında ana ürüne göre 2. ürün mısırdaki daha çok populasyon gelişmesi göstermiştir. Danelik mısırlarda slajlık mısırlara göre daha az populasyon gelişmesi oluşturmuştur. Bunun nedenini ise danelik mısırlarda, slajlık mısırlara göre daha fazla ilaçlı mücedelenin yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bölgede daha çok slajlık mısır ekimi daha fazla yapılmaktadır. Bunun nedeninin büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin bölgede fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Slajlık mısırlarda tarım ilacı kullanımına daha dikkatli yaklaşmanın iyi olacağı düşünülmektedir.

### KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A., & Uraz, D. (2005). Yem Bitkileri Üretimi & Sorunları ([http://www.gençziraat.com/media/kunena/attachments/legacy/files/Yem\\_Bitkileri\\_\\_retimi\\_\\_\\_kalitesi\\_ve\\_sorunlar\\_.pdf](http://www.gençziraat.com/media/kunena/attachments/legacy/files/Yem_Bitkileri__retimi___kalitesi_ve_sorunlar_.pdf)).
- Anonim, (2017). *Mısır Entegre Mücadele Teknik Talimatı*, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayınları, Tarım ve Orman Bakanlığı Yayın İşleri Başkanlığı.
- Anonim, (2020). *Balıkesir İli 2019 yılı Mısır Bitkisi Ekilişleri*, <https://tbs.tarbil.gov.tr/>.

- Babaoğlu, M. (2005). Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 14s. Edirne.
- Bayram, A., Gültekin A., Bruce, T. J., & Gezan, S., 2007. Factors Associated with Mortality of the Overwintering of *Sesamia nonagrioides* Under Field Conditions. *Phytoparasitica*, 35 (5): 490-506.
- FAO, (2020). *Dünyada mısır alanı ekilişleri*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (22.07.2020)
- Gözüaçık, C., & Mart, C. (2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısırdaki zararlı lepidoptera türleri, yoğunlukları ve yayılışlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (4), 11-16.
- Hanway, A.L. (1966). How a corn plant develops. Iowa Agricultural Experiment Station, Iowa, 15p. (Special Report, 48).
- Kayapınar, A., & Kornoşor, S. (1992). "Çukurova'da *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep.: Pyralidae)'in doğal düşmanları ve bunlardan *Trichogramma evanescens* West. (Hym.: Trichogrammatidae)'in yayılış alanı ile doğal parazitlenme oranının belirlenmesi". *Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, 28-31 Ocak 1992, Adana, 89-98
- Kırtok, Y. (1998). *Mısır Üretimi ve Kullanımı*, 1. Baskı (Edt. Ataman, S.), Kocaelik Basın ve Yayın Evi, İstanbul. 28 s.
- Koca, A.S.K., Kaçar, G. (2021). *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Crambidae) ve *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Biyolojik Mücadelesi. In: *Bitki Korumada Son Gelişmeler*, Paradigma Akademi Yayınları, 73-95.
- Kornoşor, S., & Kayapınar, A. (1988). Çukurova Bölgesi Mısırlarında Zarar Yapan Mısır Kurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Pyralidae)'nin Biyolojisi ve Yaşam Çizelgesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12 (4): 215-220.
- Krakowsky, M.D., Lee, M., Woodman -Clikeman. W.L., Long, M.J., & Sharopova, N. (2004). QTL mapping of resistance to stalk tunneling by the European corn borer in RILs of maize population B73XDe811. Published in *Crop Science*. 44, 274-282.
- Kruczek, A., Michalski T., & Bartos M. (2005). An Influence of Method of Fertilization on the Health Condition of Maize. *Progress in Plant Protection*, 47 (1): 57-60.
- Küçükbalı, Ş. (2018). Mısır Yaprakbiti, *Rhopalosiphum maidis* (FITCH, 1856)'in Üç Farklı Mısır Çeşidi Üzerinde Gelişimi. Süleyman

- Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Kün, E. (1985). Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 953, Ders Kitabı No: 275, Ankara. 317 s.
- Melamed-Madjar V., & Tam, S. (1980). A Field Survey of Changes in the Composition of Corn Borer Populations in İsrail. *Phytoparasitica*, 8 (3): 201-204.
- Ölmez, M., Aslan, M. M., & Güzel, G. (2010). Kahramanmaraş İli Mısır Alanlarındaki Zararlı Lepidopter Türlerinin Tespiti, Popülasyon Gelişimleri ve Predatörlerinin Saptanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 13 (1): 26-33
- Özdemir, N. (1981). Karadeniz Bölgesinde mısırlarda zarar yapan mısır kurdu (*O. nubilalis* Hübn. Lepidoptera: Pyralidae)'un biyoeKOlojisi üzerine araştırmalar. *Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi No*, 26 s.86.
- Pilcher, C. D., & Rice M. E. (2001). Effect of Planting Dates and *Bacillus thuringiensis* Corn on the Population Dynamics of European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology*, 94: 730-742.
- Şimşek, N. ve Güllü M. (1992). Akdeniz Bölgesinde Mısırdaki Zarar Yapan Mısır Koçan Kurdu, *Sesamianonagrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) ve Mısır Kurdu, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) 'unun Mücaalesinde Esas Olabilecek Biyolojik Kriterlerin Araştırılması. *Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, Adana. 501- 512.
- Tozlu, G. & Alaoğlu Ö. (1994). Ordu İli Mısır Ekim Alanlarında Bulunan Fitofag ve Predatör Böcek Türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 18 (1): 51-64.
- Tsitsipis, J. A., Gliatis A. & Mazomenos, B. E. (1984). Seasonal Appearance of the Corn Stalk Borer, *Sesamianonagrioides*, in Central Greece. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, 49: 667-674.
- Tüik, (2020). 2019 yılı mısır bitkisi ekilişleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Ulaşlı, M. M. (2019). Amik Ovası Mısır Ekim Alanlarında Benekli Mısır kurdu *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae)'un Yayılış Alanı ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Hatay, 46s.



# AKDENİZ MEYVE SİNEĞİ, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)'NİN (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ENTEĞRE MÜCADELESİ: TÜRKİYE ve DÜNYA'DAKİ DURUMU

İsmail ALASERHAT<sup>1</sup> - Dilek DOĞAN<sup>2</sup>

## Giriş

Türkiye, dünya üzerinde meyvecilik açısından oldukça önemli bir konumda ülke olup, meyveciliğin gen ve kültür merkezi olarak kabul görmektedir (Gerçekçioğlu ve ark., 2008). Ülkemizde 75'in üzerinde üretimi yapılan kültüre alınmış meyve türü vardır. Bir yandan sıcak ılıman ve soğuk ılıman meyve türleri yabancı veya kültüre alınmış olarak yetiştirilirken diğer yandan tropik ve subtropik bölgelerden getirilip kültüre alınarak yetiştirilen birçok meyve türünün yetiştiriciliği Türkiye'de yapılmaktadır. Ülkemizde bazı yörelerimiz bazı meyve türlerinin yetiştiriciliği ile anılır durumda olmaktadır. Öyleki; kayısı denince Malatya, şeftali denince Bursa, incir denince Aydın, fıstık denince Şanlıurfa-Gaziantep, çekirdeksiz üzüm denince Manisa, fındık denince ise Ordu-Giresin akla gelmekte ve bu illerimiz dünya çapında üreticilik anlamında büyük bir paya ve kaliteye sahiplerdir (Ağaoğlu ve ark., 2012; Gerçekçioğlu ve ark., 2023).

Tarımsal üretimde dünya genelinde %34.9'luk ürün kaybı olduğu; bunun içerisinde de zararlıların %13.8'lik oran ile ilk sırada olduğu, bunu sırası ile %11.6'lık %9.5'luk kayıplarla hastalık ve yabancı otların takip ettiği ifade edilmektedir. Bu oranlara baktığımızda tarımsal mücadelenin tarımsal faaliyet içerisindeki önemi ve tarımsal mücadele içerisinde de zararlıların önemi ortaya çıkmaktadır (Kansu, 1981).

Bitki koruma kaynaklı problemler meyve üretiminde en önemli sorunların başında yer alırlar. Meyvelerde zararlı olan böcekler genellikle Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera ve

---

<sup>1</sup> Doç. Dr. İsmail ALASERHAT, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, ismail.alaserhat@igdir.edu.tr, i\_alaserhat36@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6929-0179

<sup>2</sup> Arş. Gör. Dilek DOĞAN, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, dilek.dogan@igdir.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9692-7211

Hymenoptera takımlarında bulunan türlerdir (Özbek ve ark., 1998). Bu türler polifag yani çok konukçulu türler olup önem arz eden türlerdir. Bu çok konukçulu türlerden bilhassa karantinaya tabi zararlılar olarak belirtilen ve EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization)'nun listelerinde yer alan zararlılar çok daha fazla önem arz etmektedirler.

Meyve sinekleri olarak bilinen türlerden biri olan Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) karantinaya tabi zararlılardan biri olup oldukça önem arz etmektedir. Zararının 65 familya'ya giren içerisinde meyve ve sebzelerinde bulunduğu 350'den fazla konukçusunun olduğu ifade edilmektedir (Liquidio et al., 1991). Zararının larvaları tarafından zarar oluşturulmaktadır. Konukçularının etli kısımlarında beslenen larvalar, meyve içerisinde yumuşama ve çöküntü oluşumuna yol açarlar. Larva zararının olduğu bulaşık meyveler zamanından önce yumuşar (olgunlaşır) ve dökülürler (Anonim, 2008). Akdeniz meyve sineği zararı özellikle ihracat ürünlerinde büyük sorunlarla kaşımıza çıkmaktadır. Öyle ki bir tır ürünün içerisinde bir tane zararlı ile bulaşık meyvenin çıkması o tırdaki bütün ürünlerin export edilmesini yani ihraç edilmesini engellemektedir. Hatta bazı ülkelerin (Japonya) bu zararlı hakkında öyle katı kuralları varki; ülkemizden bir ürün ihraç edilecek olsa (ki bu ürün zararlıın konukçusu olmasa dahi) bu ürüne zararlı bulaştırılıp, sonra farklı uygulamalarla mücadelesi (karbon uygulaması) konusunda ülkemizden çalışmaların yapılması ve bunun sonucunda ürünü alıp almamaya karar verdikleri de bir gerçektir. Zararlı Orta Afrika orijinli istilacı bir zararlı olup, zamanla tüm Afrika'ya (Gasperi et al., 1991; Malacrida et al., 1992), Orta Doğu'ya, Akdeniz ülkelerine, Avrupa'ya, Amerika kıtasına, Hawaii adalarından Karayipler'e kadar geniş bir kesime yayılmış durumdadır (Liquidio et al., 1991). Zararlı karantinaya tabi etmenlerden olup, EPPO'nun A2 listesinde yer almaktadır (EPPO, 2024).

### **Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)'nın Morfolojisi**

#### **Ergin**

Ergin sinekler 3,5–5 mm uzunluğunda, abdomen, bacaklar ve kanatların bazı köşeleri sarımsı kahverengi (Şekil 1), Kanat izleri çok karakteristiktir (Şekil 2a). Dişide gözler kırmızımsı mor (floresan yeşil, ölümden 24 saat sonra siyaha döner) renktedir. Ocellar kıllar mevcuttur (Şekil 2b). Erkeklerde, gözlerin iç kenarlarının yanında, apikal ucu koyu renkli ve elmas şeklinde bir çift modifiye kıl bulunur (Şekil 2c). Postpronotum

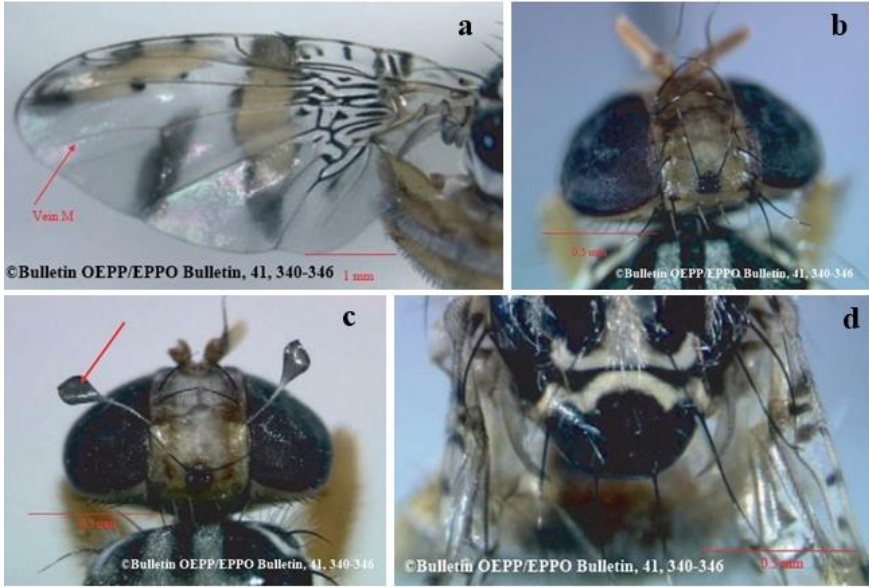
(humerus) beyaz, belirgin siyah lekeli, mezonotum ise zemin rengi siyah; gümüşi sutural beyaz lekeler ve prescutellar beyaz bant desenlidir. Scutellum bazalda sarı-beyaz, apikalde üçgen şeklinde siyah beneklidir (Şekil 2d). Abdomen oval, sarı, terga iki ve dördün arka kenarlarında gümüšümsü bantlar ve dorsal yüzeyde dağılmış ince siyah kıllar bulunur. Ovipozitör yumurta koymak için açıldığında 1,2 mm uzunluğundadır. Kanatlar genellikle canlı sineklerde sarkık bir pozisyonda tutulur, geniş ve hyalindirler. Kanat üzerindeki bantlar iyi gelişmiş, ağırlıklı olarak sarıdır (Şekil 1 ve 2a). Bazal ve marjinal bantlar kahverengimsi sarıdır, genellikle birbirine değmez. Kübital bant siyah, düz ve serbest. Anal hücrenin uç kısmı uzundur (Şekil 2a) (EPPO, 2011).

*Ceratitis capitata* erkekleri, antenlerinin uç kısmındaki genişlik bu familyanın diğer tüm türlerinden ayırt edilen bir özelliğidir (Şekil 2c). Dişiler ise karakteristik kanat deseniyle (Şekil 2a) ve scutellumun apikal yarısının tamamen siyah olmasıyla ayırt edilebilirler (Şekil 2d) (EPPO, 2011).

Diğer *Ceratitis*'ler (*Ceratitis anonae* (Graham), *C. cosyra* (Walker) ve *C. rosa* Karsch.) genellikle ithal meyvelerde bulunur: Bununla birlikte, bu türler scutellum'larındaki desen sayesinde kolayca ayırt edilebilirler (Şekil 3a ,b) (EPPO, 2011).



Şekil 1. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ergini



Şekil 2. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) a) kanadı, b) dişi'de baş, c) erkek'te baş, d) scutellum



Şekil 3. Scutellum of other *Ceratitis* species a) *Ceratitis rosa*, b) *Ceratitis cosyra*

### Yumurta

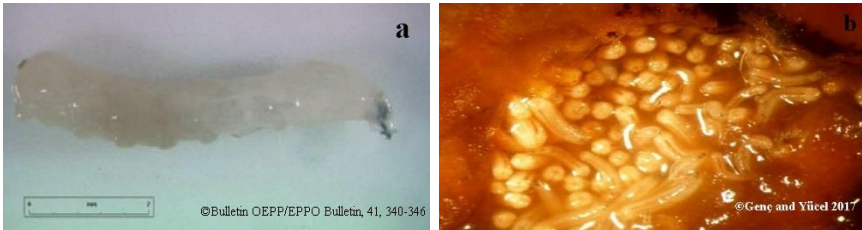
Yumurtalar pürüzsüz ve parlak beyaz renkte, kıvrımlı (mekik şeklinde),  $0.476 \pm 0.02$  mm uzunluğunda ve  $0.102 \pm 0.006$  mm genişliğindedir (Şekil 4) (Anonim, 2008; EPPO, 2011; Genç and Yücel 2017).



Şekil 4. *Ceratitis capitata* (Wiedemann)'nın yumurtaları

## Larva

Larva krem beyazı, beyaz renkte ve bacaksız, baş tarafı sivri, arkası (abdomen sonu) ise küt bir yapıda olup vücudu 11 segmentten oluşur. Larva üç dönem geçirir. Birinci larva döneminde larva yaklaşık 1mm boyunda olup rengi şeffaftır. İkinci larva döneminde larva biraz daha büyümüş ve rengi geçirdir. Üçüncü larva döneminde larva tamamen büyümüş, 6.8-8.2 mm boyunda, ağız parçaları belirginleşmiş (Şekil 5a), opak beyaz veya alınan gıdanın rengindedir (Şekil 5b) (Anonim, 2008; Eppo, 2011; Genç and Yücel 2017).



Şekil 5. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) a) III. dönem larva, b) konukçu içerisindeki II. ve III. dönem larvalar

## Pupa

Pupa 4-4.3 mm uzunluğunda silindirik, şişmiş buğday tanesi gibi koyu kırmızımsı kahverengi renkte ve fiçı şeklindedir (Şekil 6) (Anonim, 2008; Eppo, 2011).



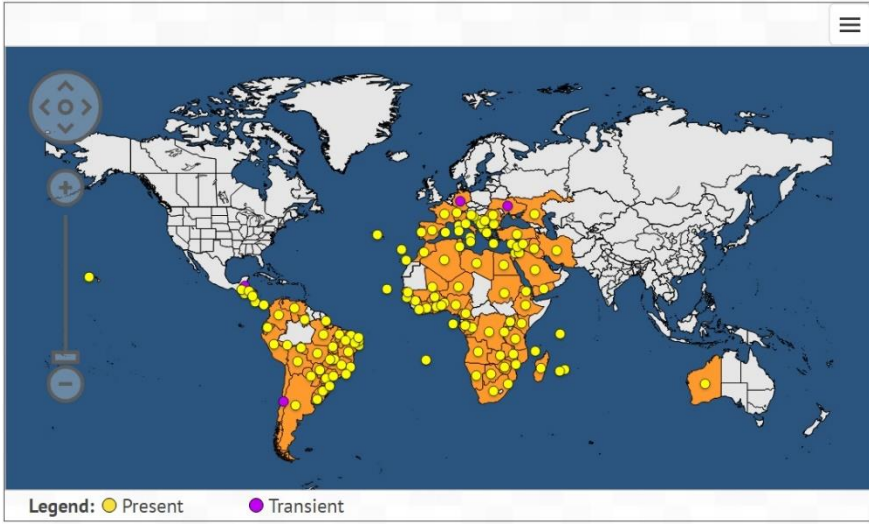
Şekil 6. *Ceratitıs capitata* (Wiedemann)'nın pupaları

## Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitıs capitata* (Wiedemann)'nın Taksonomi, Yayılış ve Konukçuları

Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitıs capitata* (Şekil 1) Tephritidae familyasına girmekte olup, bu familya dünyada 469 cinsde ait toplamda 5000'e yakın türle temsil edilmektedir. Tephritidae familyası, meyve sinekleri olarak ifade edilen iki familyadan biridir. Diğer familya ise Drosophilidae familyasıdır (Anonymous, 2024a). *Ceratitıs* Macleay bir Tephritidae meyve sineği cinsi olup yaklaşık 80 kadar tür içermektedir (Anonymous, 2024b). *Ceratitıs capitata* polifag bir tür olup 350'den fazla konukçusu vardır (Liquidıo et al., 1991).

Akdeniz meyve sineği dünyada ilk defa 1910 yılında Hawaii adasında tespit edilmiştir (Bergsten et al., 1999; USDA, 2003). *Ceratitıs capitata* Orta Afrika orijinli istilacı bir zararlı olup, zamanla tüm Afrika kıtasına, Orta Doğu'ya, Akdeniz ülkelerine, Avrupa'ya, Amerika kıtasının güneyine ve ortasına, Avustralya kıtasının batısına, Hawaii adalarından Karayipler'e kadar geniş bir kesime yayılmıştır (Şekil 7). Ayrıca zararlının Rusya'nın özellikle güneyinde de yayılış gösterdiği ve zararlı yayılışının

sınırlandırıldığı belirtilmektedir (Gasperi et al., 1991; Liquido et al., 1991; Malacrida et al., 1992; EPPO, 2024). Zararlının ülkemizdeki ilk varlığı 1989 yılında tespit edilmiştir (Fimiani, 1989). Zararlı başlangıçta endemik bir zararlı olup Akdeniz ve Ege Bölgesinin sahil kesiminde özellikle *Citrus* üzerinde zararlı iken zamanla ülke genelinin tamamına yayılmıştır. Öyle ki; günümüzde ülkemizde Doğu Anadolu Bölgesinin en uç noktası olan Iğdır ilinde dahi zararlının yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Tamer ve Yıldırım, 2023).



Şekil 7. *Ceratitis capitata* (Wiedemann)'nin dünyadaki yayılışı [Şekil EPPO (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü)'nun resmi internet sitesinden alınmıştır]

Zararlı isminde de anlaşıldığı üzere Akdeniz hattı boyunca olan ülkelerde ve bilhassa da narenciye üretim alanlarında oldukça tahripkâr bir zararlı olsa da içerisinde tropik ve subtropik meyve ve sebze türleri de olmak üzere kültürü yapılan veya yabani olarak yetişen birçok meyve ve sebze türü zararlının konukçuları içerisine girmektedir. Rutaceae familyasından *Citrus limon*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Fortunella japonica*, Rosaceae familyasından *Malus domestica*, *Cydonia oblonga*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Prunus domestica*, *Prunus dulcis*, *Prunus persica*, *Pyrus communis*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, Solanaceae familyasından *Capsicum annuum*, *Solanum lycopersicum* ve *Solanum melongena* bilinen konukçularından bazılarıdır (Back and Pemberton, 1918; Malavasi et al., 1980; Carey, 1984; Kolbe and Eskafi, 1990; McPheron and Steck, 1996; Papadopoulos et al., 2001; Saleh and El-Hamalawii, 2004; Ovruski et al., 2004; Radonjic, 2006; Segura et al., 2006;



Argov and Gazit, 2008; Mwatawala et al., 2009; Navarro-Campos et al., 2011; Ndiaye et al., 2012; Ali et al., 2016; Funes et al., 2017).

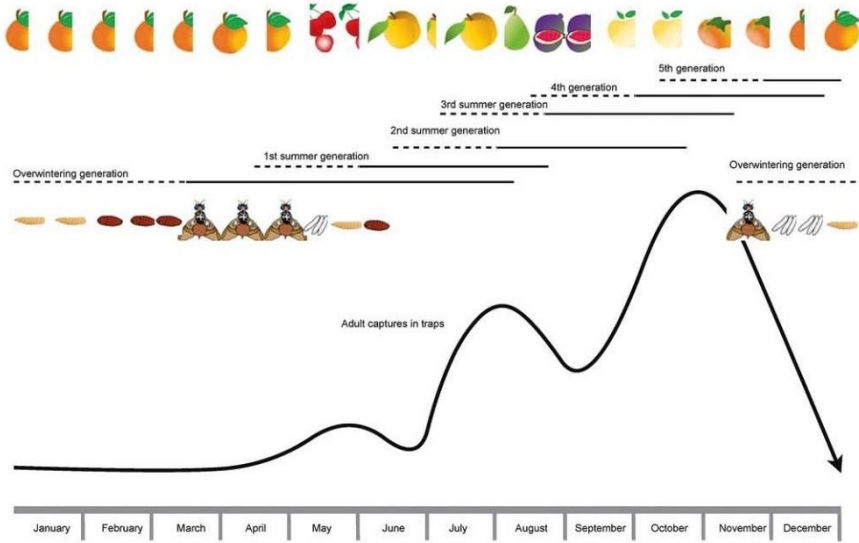
### **Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitis capitata*'nın Biyolojisi**

Akdeniz meyve sineği 350'den fazla konukçusu olan ve yıl içerisinde çok sayıda döl veren bir türdür (Liquidó et al. 1991; Papadopoulos et al. 2001). Ülkemizde Akdeniz Bölgesinde yılda 7-8, Ege Bölgesinde ise 4-5 döl verir (Anonim, 2008). Zararlının kışlaması bulunduğu bölgenin iklim koşullarına göre değişiklik gösterir. Soğuk bölgelerde kışı toprakta pupa olarak geçirirken sıcak bölgelerde ise ağaç üzerindeki meyvelerin içerisinde larva olarak geçirir (Şekil 8). İklim şartlarına bağlı olarak ilkbahar sonunda veya yaz başında çıkış yapan erginler, belirli bir süre (4-7 gün) beslendikten sonra çiftleşme olgunluğuna erişirler. Daha sonra erkek bireyler konukçuları olan bitkilerin yapraklarına ve yüzeylerine dişileri çekici etkiye sahip feromon (uçucu kimyasallar) bırakırlar (Arita and Kaneshiro, 1986; Heath et al., 2000). Erkek bireylerin salgıladığı bu feromon içerisinde 71 adet uçucu kimyasalın olduğu ifade edilmiştir (Scolari et al., 2021). Daha sonra çiftleşme olgunluğuna erişen erginler çiftleşirler. Dişi sinekler, konukçu meyvelerin vurma olgunluğuna (renk dönüşümünün görüldüğü yani olgunlaşma başlangıcı) gelmesiyle birlikte yumurtalarını ovopozitörleri (yumurta koyma boruları) vasıtası ile deldikleri meyve kabuğunun altına yerleştirirler (Anonim, 2008). Hava sıcaklığının 16°C'nin altına düşmesi ile dişi bireylerde yumurtlama durur. Ancak yumurtaların güneş ışığına birkaç saat maruz kaldığı durumlar hariç (Thomas et al., 1969). Ergin bir dişi ömrü boyunca toplam 200-300 adet yumurta bırakır (Anonim, 2008). Zararlının yumurtalarını meyve kabuğunun 1 mm altına koyduğu, güde 22 adet, tüm ömrü boyunca ise 800 adet yumurta (ortalama 300 adet) koyabileceği de belirtilmiştir. Zararlının gelişme eşiği 10°C'dir (Thomas et al., 1969). Sıcak havalarda yumurtaların açılma süresi 1.5-4 gün kadar sürer. Ancak bu süre düşük sıcaklıklarda daha da artar (16-18 gün) (Christenson and Foote, 1960; Thomas et al., 1969). Meyve içerisindeki yumurtaların açılması ile birlikte yumurtadan çıkan larvalar, meyvelerin etli kısımları ile beslenerek 3 dönem geçirir ve olgun larva haline geçerler. Sıcaklığa bağlı olarak larva gelişme süresi 9-18 gün kadar sürebilir (Anonim, 2008). Bu sürenin 13-28°C'de 6-11 gün (Christenson and Foote, 1960), 25-26.1°C'de 6-10 gün (Thomas et al., 1969) sürdüğü belirlenmiştir. Olgun hale gelen larva konukçusunda çıkıp kendini toprağa atar ve toprağın 2-3 cm derinliğinde pupa olur. Yazın pupa süresi 10-12 gün kadar sürer (Anonim, 2008). Pupa süresinin soğuk bölgelerde 24-26°C'de 6-11 gün (Christenson and Foote, 1960), 24.4-



26.1°C'de 6-13 gün (Thomas et al., 1969), 20.6-21.7°C'de 19 güne kadar uzadığı (Back and Pemberton, 1918) ifade edilmiştir.

Akdeniz meyve sineği erginlerinin uçuş mesafesi kısadır. Ancak bu mesafe rüzgarların etkisi ile çok daha fazla (1 mil veya daha fazla) uzamaktadır (Thomas et al., 1969). Günümüzün küreselleşen dünyasında iç ve dış karantina tedbirlerine gereken önem verilmediğinden bu yayılış mesafesi, ülkenin bir ucundan diğer ucuna yada dünyanın bir ülkesinden başka bir ülkesine olacak şekilde artmaktadır.



Şekil 8. Akdeniz ikliminde *Ceratitıs capitata* (Wiedemann)'nın yaşam döngüsü (Giunti et al., 2023'den alınmıştır.)

### Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitıs capitata*'nın Mücadelesi

Akdeniz meyve sineği, *Ceratitıs capitata* 350'den fazla konukçusu polifag bir tür olup Eppo'nun A2 kategorisine giren bir karantina zararlısıdır. Özellikle yaş meyve ve sebze ihracatında büyük sorunlarla karşımıza çıkan, zarar tolerans seviyesi sıfır olan bir zararlıdır. Bu zararlının mücadelesi ülkemizde olduğu gibi dünyada da çok zor olmakla birlikte esas olarak kimyasal sentetiklerin kullanımına dayanmaktadır. Son yıllarda geliştirilen, test edilen ve benimsenen birçok yenilikçi kontrol yaklaşımı ve aracı bulunmaktadır (Boulahia-Kheder, 2021; Dias et al., 2022). Örneğin, Steril Böcek Salım Yöntemi (SIT) iyileştirilmiş ve şu anda geniş alanlarda mücadele ve eradikasyon amaçlı kullanılmaktadır (Enkerlin, 2021). Öte yandan Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) programları

çerçevesinde cezbetme ve öldürme sistemleri geliştirilmiş ve uygulanmakta olup, biyolojik mücadele de dikkate alınmaktadır (El-Sayed et al., 2009). Akdeniz meyve sineğinin yeni bulaştığı bölgelerde zamanında tespiti, yeterli eradikasyon veya kontrol programlarının derhal tasarlanması için etkili ve seçici izleme yaklaşımlarının (monitoring) kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda zararlının etkin bir şekilde gözetimi ve IPM programlarının planlanmasında türün biyolojisi, ekolojisi ve istilacılığı hakkında ayrıntılı bir anlayışa ihtiyaç duyulmaktadır. Zararlının mücadelesinde geçmişten günümüze kullanılan yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

### ***Ceratitis capitata*'nın İzlenmesi ve Mücadeleye Karar Verme**

Meyve sinekleri ile mücadelede popülasyonun izlenmesi mücadelenin merkezini oluşturur. Akdeniz meyve sineği ve diğer meyve sineklerinin larva dönemleri meyvelerden örneklemeler yaparak, ergin dönemleri ise eşeyssel çekici feromon yapışkan tuzaklarla izlenebilir. Meyve örneklemeleri bahçelerin bulaşıklık oranlarının belirlenmesini sağlarken, tuzak sayımları ise ergin popülasyon yoğunluğu ve dinamikleri hakkında bilgi verir. Meyve örnekleme ve tuzaklarda yakalanan erginlerinin izlenmesi için kullanılacak güncel rehberler sırasıyla FAO/IAEA (2018) ve (2019)'da verilmiştir (FAO/IAEA, 2018, 2019). Zararlının erginlerini yakalamak için geliştirilen ve test edilen çok sayıda tuzak sistemleri mevcuttur (FAO/IAEA, 2018); bunlar arasında kova, McPhail tipi, renkli yapışkan ve Delta tipi tuzaklar yer almaktadır. Erkek bireyleri yakalama sistemleri esas olarak paraferomon trimedlure ile yemlenmiş Jackson tuzaklarına dayanırken, dişi bireyleri yakalama içerisinde cezbetici gıdaların olduğu kova ya da McPhail tipi tuzaklara dayanır. Trimedlure içeren Jackson tuzaklarının kullanımı kolaydır ve sadece erkek Akdeniz meyve sineklerini çekmede oldukça seçicidirler. Gıda çekicileri ise her iki cinsiyeti de cezbeder, ancak daha çok dişilere özgüdür ve ılıman bölgelerde Akdeniz meyve sineği aktivitesinin erken tespiti için önemli bilgiler sağlarlar (Papadopoulos et al., 2001).

Akdeniz meyve sineği popülasyonlarının başarılı bir şekilde yönetilmesi ve sezonun ilerleyen dönemlerinde zararın önlenmesi için dişilerin ilkbahar-yaz aylarında erken tespiti önem taşımaktadır (Miranda et al., 2001). Erkek ve dişileri yakalama hedefli sistemlerin performansı mevsim boyunca değişiklik gösterebilir ve bu nedenle belirli bir bölgedeki popülasyonun daha doğru bir şekilde tasvir edilmesi için her ikisi de dikkate alınmalıdır (Papadopoulos et al., 2001; Papadopoulos and Katsoyannos, 2003). Bu bağlamda, akıllı trap tuzaklar (akıllı tuzaklar, e-

tuzak) ve otomatik görüntü analizi alanındaki son gelişmeler, dişi Akdeniz meyve sineklerinin erken tespit edilme yeteneğini iyileştirebilir (Diller et al., 2023), bu da zararlının bölge çapında yönetimini olumlu yönde etkileyebilir. Son on yılda, meyve sineklerini izlemek/araştırmak için "akıllı" tuzaklar (elektronik tuzaklama cihazları) geliştirildi, test edildi ve bunlardan birkaçı ticari olarak uygulanmıştır (Cardim Ferreira Lima et al., 2020; Preti et al., 2021; Schellhorn and Jones, 2021). Akıllı tuzaklarda, tuzağa giren ergin sinekleri saymak için farklı tipte elektronik ve optik sensörler (örneğin lazer ışık demeti, yakalanan yetişkinlerin görüntülerinin otomatik olarak tanınması) vardır ve yakalanan bireylerin kimliğini nispeten yüksek bir doğrulukla belirlerler (Goldshtein et al., 2017; Potamitis et al., 2018; Diller et al., 2023).

Tuzak çalışmaları 4 grupta sınıflandırılmıştır. Bunlar sırası ile tespit, sınırlama, doğrulama ve izlemedir (FAO/IAEA, 2018). Tespitin amacı, eğer bir alanda zararlı var ise bunun belirlenmesidir. Sınırlandırmada zararlı istilasının sınırlarını belirler. Doğulamada zararlının durumunu teyit edilirken, izlemede ise amaç hedef popülasyonu karakterize etmek ve kontrol önlemlerinin etkinliğini belirlemektir (Giunti et al., 2023).

### ***Ceratitis capitata*'nın Kültürel Mücadelesi**

Akdeniz meyve sineği konukçu sayısı oldukça yüksek olan bir zararlıdır. Bunun için zararlı ile kültürel mücadelede;

- Yeni tesis edilecek meyve bahçesinin arasına zararlının konukçusu olan meyve ve sebze türlerinin ekim ve dikimi yapılmamalıdır.
- Dökülen meyveler enfeksiyon kaynağı olduğundan bunlar bekletilmeden derhal toplanmalı ve derin çukurlara gömülmeli yahut toplanan enfekteli meyvelere imha edilmek üzere siyah poşetlere konmalı ve daha sonra imha edilmelidir.
- Hasattan sonra ağaç üzerinde meyve bırakılmamalıdır. Vuruklu veya bulaşık meyvelerin albenisi olmayacağı düşünülerek ağaç üzerinde bırakılmamalıdır.
- Diğer meyve sineklerinde (Tephritidae) olduğu gibi *C. capitata*'da son dönem larva kışlamak üzere toprağa geçiş yapar (Akdeniz iklimine sahip bölgeler hariç). Dolayısı ile sonbaharda tüm meyveler hasat edildikten sonra bahçelerde bir derin sürüm yapılarak toprakta kışlayan larvaların toprak yüzeyine çıkarılması, güneşe maruz bırakılması veya diğer birçok predatörün saldırısına açık hale getirilmesi gerekir. Böylelikle bir sonraki senenin

oluşacak popülasyon yoğunluğu düşürülmüş olur. Mümkünse toprak sürümünün erken ilkbaharda yapılması da mücadelede başarı oranını artırır.

### ***Ceratitis capitata* (Wiedemann)'nın Biyolojik Mücadelesi**

#### **Predatör ve parazitoidler**

Karıncalar, örümcekler, kuşlar, Carabidler, Gryllidler (cırcır böcekleri), kulağakaçanlar, kertenkeleler, predator arıları, kemirgenler ve Staphylinidler dahil olmak üzere çok sayıda predator türün Tephritidler üzerinde beslendiği bildirilmiştir (Hendrichs et al., 1994; van Mele and Cuc, 2003; Garcia et al., 2020). Ancak, 1930'larda Brezilya'dan Hawaii'ye *Belonuchus rufipennis* F. ve *Thyrecephalus albertisi* (Fauvel) (Coleoptera: Staphylinidae)'nin getirilmesiyle yapılan birkaç erken girişim haricinde Akdeniz meyve sineklerinin klasik veya destekleyici biyolojik kontrolünde avcılar nadiren kullanılmıştır (Clausen, 1978). Karıncalar önemli bir predator grubudur ve farklı ekosistemlerdeki Akdeniz sineği üzerindeki etkileri üzerine birkaç çalışma yapıldığı belgelemiştir (Campolo et al., 2015). Örneğin *Pheidole megacephala* (Fabricius), *Linepithema humile* (Mayr) ve *Solenopsis geminata* (Fabricius)'nın (Hymenoptera: Formicidae) Hawaii'deki guava bahçelerindeki Akdeniz sineğinin larva, pupa ve erginleri üzerindeki aktif predatörler olduğu (Wong ve ark. 1984); *Tapinoma nigerrimum* (Nylander)'un (Hymenoptera: Formicidae) İspanya'daki turunçgil bahçelerindeki Akdeniz meyve sineği larvaları üzerinde beslendiği (Urbaneja et al., 2006); *Monomorium subopacum* (Smith), *Tapinoma simrothi* Krausse, *Cataglyphis viatica* (Fabricius) ve *Messor picturatus maura* Santschi'nin (Hymenoptera: Formicidae) Fas'ta Argan ormanında Akdeniz meyve sineği larvaları üzerinde beslendiği (El Keroumi et al., 2010) belirtilmiştir.

Braconidae, Chalcididae, Diapriidae, Eulophidae, Figitidae ve Pteromalidae familyasına ait 60'tan fazla Hymenoptera türünün Akdeniz meyve sineğinin parazitoidi olduğu, bunlar içerisinde 26 türün Afrika'daki doğal yaşam alanlarından, 15 türün Endonezya ve Avustralya bölgelerine özgü endemik türler olduğu ve 21 türün de Neotropikal bölgeye özgü türler olduğu belirtilmiştir (Giunti et al., 2023). Çoğu, Afrotropikal, Avustralya veya Hindistan kökenli olan Braconidae familyasının Opiinae alt familyasına mensup *Diachasmimorpha*, *Fopius*, *Opius*, *Psytalia* ve *Utetes* cinslerine dâhil olan türlerdir (Wharton, 1989; Ovruski et al., 2000; Wharton et al., 2000). Tüm Opiinae parazitoidleri koinobiont endoparazitoidlerdir. Yani konukçusunun yumurta ve larvalarına

yumurtalarını koyarlar ve konukçunun pupa döneminde yetişkin olarak dışarı çıkarlar. Akdeniz meyve sineklerinin biyolojik kontrolü için en önemli parazitoitlerinden *Fopius arisanus* (Sonan), *Fopius ceratitivorus* Wharton ve *Fopius caudatus* (Szépligeti) konukçusunun yumurta döneminde, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), *Diachasmimorpha kraussii* (Fullaway), *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), *Fopius vandenboschi* (Fullaway), *Psytalia concolor* (Szépligeti) ve *Psytalia humilis* (Silvestri) ise konukçusunun larva döneminde yumurta bırakmaktadırlar (Wharton, 1989; Purcell, 1998; Ovruski et al., 2000; Bokonon-Ganta et al., 2005, 2019; Wang et al., 2021). *Dirhinus giffardii* Silvestri gibi çoğu Chalcidler ve *Pachycrepoideus vindemiae* (Rondani) gibi Pteromalidler sekonder parazitoitlerdir. Yani Akdeniz meyve sineğinin primer parazitoitlerinin pupa parazitoitleridirler (hyperparazitoit) (Wang and Messing, 2004a; 2004b).

### Entomopatojenler

Çeşitli virüs, bakteri, fungus ve nematodların Akdeniz meyve sineğine karşı entomopatojenik aktivitesi üzerine çok sayıda çalışma yürütülmüş ve bunlar içerisinde entomopatojenik funguslar (EPFs) ve entomopatojenik nematodlar (EPNs) en umut verici olanlardır. Bu biyolojik kontrol ajanları bazı durumlarda IPM programları dâhilinde pestisitler, predatorler ve parazitoitlerle etkili bir şekilde birleştirilebilir (Ekesi et al., 2005; Jean-Baptiste et al., 2021).

Tarımsal ekosistemlerde doğal olarak bulunan birkaç fungal entomopatojen (EPFs), Akdeniz sineğine karşı olumlu etkiler göstermektedir. Bunlar arasında en çok çalışılanlar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ve *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin'dir. Ayrıca aynı cinslere ait diğer bazı türler, *Beauveria brongniartii* (Sacc.), *Beauveria pseudobassiana* Rehner et Humber, *Metarhizium brunneum* (Metschnikoff) Sorokin veya *Lecanicillium*, *Purpleocillium*, *Isaria* ve *Paecilomyces* gibi farklı cinslerdeki funguslar, *C. capitata* üzerinde etkili olan entomopatojen funguslardır (Beris et al., 2013).

Akdeniz meyve sineğinin biyolojik kontrolünde EPNs kullanımı 1980'li yılların başlarında araştırılmış ve yapılan çalışmalar nematodların *C. capitata* popülasyonlarını azaltmada (%80'den fazla) önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Poinar and Hislop, 1981; Lindegren et al., 1990; Gazit et al., 2000). Akdeniz meyve sineklerinin çoğunlukla larvaları ve kısmen de pupaları enfektif juvenil nematodlara

(IJs) karşı oldukça hassastırlar (Gazit et al., 2000; Jean-Baptiste et al., 2021; Shaurub, 2023). Entomopatojen nematodları meyve sinekleri (Tephritidae) üzerine etkisi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak yürütülen çalışmalar daha çok laboratuvar çalışmaları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bazı sınırlı arazi çalışmaları, *Heterorhabditis baujardi* Phan, Subbotin, Nguyen & Moens LPP7 ve *Heterorhabditis indica* IBCB n5 nematodlarının, 25.000-100.000 enfektif juvenil (IJ)/m<sup>2</sup> toprak dozunda uygulandığında Guava'daki Akdeniz meyve sineği larvalarının popülasyonunu sırasıyla %87 ve %93 oranında azalttığını göstermiştir. Buna karşın, *Steinernema feltiae* Filipjev'in Meksika ırkı, 5 × 106 IJ/m<sup>2</sup> dozunda uygulandığında Hawaii'deki papaya ağaçlarındaki Akdeniz meyve sineği larvalarının %86 oranında ölmesine yol açtığını göstermiştir (Lindegren et al., 1990; Dolinski, 2016; Minas et al., 2016).

### ***Ceratitis capitata*'nın Biyoteknik Mücadelesi**

Akdeniz meyvesineği ile biyoteknik mücadele tuzak kullanımının önemli bir yeri vardır. Bu tuzaklar zararlının doğada ilk çıkış zamanının, popülasyon yoğunluklarının vs. belirlenmesinde monitör amaçlı kullanılabilirdiği gibi kitlesel yakalama amaçlı da kullanılabilir. Bu tuzakların feromon kapsülü ihtiva edenleri ile erkekleri, besin cezbedicileri ihtiva edenleri ile de hem erkek ve hem de dişileri yakalanabilmektedir (Anonim, 2013). Tuzaklar içerisinde bulunan cezbedicilerin farklı olması nedeniyle kullanım olanakları da değişiklik göstermektedir. Ayrıca tuzakların böcek çekme kapasiteleri ve şekli farklılık göstermektedir. Kitle yakalama tuzakları üst kısmı şeffaf veya sarı kapak alt kısmı ise sarı kova şeklinde olup iki kısımdan oluşur ve dünyada “tephri trap” olarak bilinir (Bircan ve ark., 2020). Kovanın alt kısmında içeriye doğru uzanan bir delik, yanlarda da farklı açılardan olacak şekilde delikler bulunmaktadır. Kova içerisindeki cezbedicilerin çektiği erkek ve dişi sinekler bu deliklerden içeri girerler ve kova içerisinde cezbedici ile beraber bulunan kimyasal temas ederek ölürler (Köseoğlu ve ark., 2009). Bu tuzakların yanı sıra, ilk erginin çıkış zamanını ve zararlı popülasyon yoğunluğunu saptamak üzere içerisinde feromon bulunan delta tipi tuzaklar da kullanılır. Gerek kitle yakalama ve gerekse de monitör tuzaklarda tuzak rengi de önemli bir faktördür. Akdeniz meyve sineği Diptera takımının bir türüdür. Diptera ve Hymenoptera erginlerinde sarı renk çekicidir. Bundan dolayıdır ki kitle yakalama tuzakları sarı renktedir.

Bu mücadele yöntemlerinin yanı sıra, *C. capitata* ile biyoteknik mücadele yöntemlerinden bir diğeri de SIT (Sterile Insect Technique) olarak Kısır Böcek Salma Tekniğidir. Yalnız bu yöntemin uygulanmasında başarıya ulaşmak için salım işlemi izole ve geniş alanlarda uygulanmalıdır. Kısır böcek salma tekniği zararlının belirli bir bölgede sınırlandırılması ve zaman içerisinde eradike edilmesi esasına dayanır. Kısır böcek salma yönteminde salınımı yapılan kısır bireyler, doğada bulunan fertil erkeklerle rekabet ettikleri için ve kısır böceklerle çiftleşen dişilerin yeni döller oluşturmadığı için zaman içerisinde zararlı popülasyonu düşmektedir. Akdeniz meyvesineği, dünyada SIT'in uygulandığı en önemli zararlı türdür. Yöntemin çevreye ve sıcakkanlı canlılara olumsuz herhangi bir etkisi yoktur. Avustralya, Japonya, İspanya, Tunus, Ürdün, Filistin, Meksika, Arjantin, Şili, Kosta Rika Guatemala, ABD, Peru, İsrail ve Güney Afrika gibi ülkelerde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Tween, 2002; Giunti et al., 2023). Yalnız yöntemin dezavantajlarından biri de yüksek maliyet içermesidir.

### ***Ceratitis capitata*'nın Kimyasal Mücadelesi**

Akdeniz meyve sineğinin kontrolü genellikle konukçu üzerindeki ergin ve meyve içerisindeki ergin öncesi dönemleri hedef alan (sistemik etkili) veya erginlere karşı temas etkili sentetik insektisitlere dayanmaktadır (Baronio et al., 2018). Avrupa ve Kuzey Afrika'da Akdeniz meyve sineğinin kimyasal mücadele ile kontrolünde, özellikle organofosfatlar (yani malathion ve dimethoate) kullanılmaktadır (Kheder et al., 2012). Hem malathion hem de dimethoate'nın, Avrupa'da açık alan koşullarında kullanımı yasaklanmıştır ancak dünyanın diğer bölgelerinde hala kullanılmaktadır (Anonymous, 2024c). Bazı durumlarda (örneğin Tunus'ta), malathion ve dimethoate sprey uygulamaları bir ürüne sezon başına 10 defaya kadar uygulanmaktadır (Magaña et al., 2007; Kheder et al., 2012). Sık sık yapılan kimyasal uygulamalarının meyve ve sebzeler üzerindeki kalıntıları (MRL) yakından izlenmeli ve hasada yakın bir zamanda insektisitlik uygulamalarından kaçınılmalıdır. Dünyanın çeşitli yerlerinde ruhsatlı olan aktif bileşenlerin sayısı azaltılmış olsa da organofosfatlar, piretrinler, kitin sentez inhibitörleri, spinosad ve neonikotinoidler hala Akdeniz sineğinin kontrolü için kullanılmaktadır. Yeni AB politikası, organofosfatlar gibi önemli pestisit kategorilerinin tamamen yasaklanması da dâhil olmak üzere pestisit kullanımının önemli ölçüde azaltılmasını hedeflemektedir (IARC, 2017)

Ülkemizde Akdeniz meyve sineğine karşı alpha-cypermethrin, ammonium acetate, chlorohydrate trimethylamine, cyantraniliprole,

deltamethrin, diaminopentane, kadaverin, malathion, spinosad, tau-fluvalinate ve trimetilamin hidroklorid gibi etken maddeler ile bunların beraber kullanıldığı cezbedici yemler ruhsatlı olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2024).

Akdeniz meyve sineği popülasyonlarını kontrol etmek için, uygulama şekli ve formülasyonların sistemikliği göz önünde bulundurularak, uygun/kayıtlı pestisitlerle ilaçlama düşünülebilir. Aslında bazı aktif bileşenler (örneğin, piretrinler) sistemik değildir ve bu nedenle yalnızca ergin Akdeniz meyve sineklerine karşı temas, yutma ve solunum etkisi gösterirken, diğer pestisitler sitotropik (örneğin spinosad, malathion) veya sistemik etki (örneğin dimetoat, neonikotinoidler) yoluyla meyvelerin içindeki yumurtaları ve larvaları hedef alarak bitki dokularına nüfuz edebilir (Giunti et al., 2023).

Zararlılara karşı konukçunun tamamen ilaçlanmasının (kaplama ilaçlama) aşırı kullanımı ve bu maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, ayrıca farklı aktif bileşenlere karşı böceklerde direncin gelişmesi, pestisitlerin hedefli ve seçici bir şekilde kullanılmasını teşvik etmiştir. Dünyanın birçok yerinde genel eğilim, yaygın hava veya kara tabanlı pestisit uygulamalarından yerel uygulamalara geçiş ve cezbedicilerin yeni sınıf böcek öldürücülerle güçlendirilmesi şeklinde olmuştur (Boulahia-Kheder, 2021). Buradaki esas bir çekici maddeden (örneğin, protein hidrolizati, şeker kamışı pekmezi veya şurubu, fruktozun Maillard reaksiyonu, üre ve diğerleri) oluşan cezbedici spreylere, uygun böcek öldürücülerle birlikte kullanılmaktadır (Baronio et al., 2019; Sciarretta et al., 2019; Kouloussis et al., 2022). Ancak çekici (besin) spreylere yalnızca yetişkin Akdeniz sineklerini hedef alarak popülasyon yoğunluklarını ekonomik zarar seviyesinin altında tutmayı amaçlarken, meyve içerisindeki yumurta veya larvalar üzerinde doğrudan bir etkileri yoktur. Ancak cezbedici spreylere hem uygulanan aktif bileşen miktarının hem de meyve üzerindeki kalıntıların azaltılmasına katkıda bulunur (El-Sayed et al., 2009). Phosmet, etofenprox, deltamethrin, lambdacyhalothrin, acetamiprid, etofenprox ve spinosad aktifleri içeren çekici yem tuzakları ticari olarak mevcuttur ve IPM programları için uygulanabilir seçenekler sunar. Ancak *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae), *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) gibi hedef dışı organizma olan doğal düşmanlara yönelik potansiyel yan etkileri dikkate alınmalıdır (Urbaneja et al., 2009).



Burada üreticilerin zararlıya karşı sürekli aynı insektisiti yâda aynı etkeni kullanmasından ziyade etki mekanizmaları farklı olan etkenleri tercih etmesi gerekmektedir. Bunu yaparken insektisitlerin etki mekanizmalarına göre sınıflandırılmasına dikkat etmelidirler. Bu konuda İnsektisit Direnci Eylem Komitesi'nin online sayfasından faydalanabilirler (IRAC, 2024). Ayrıca zararlıya karşı kullanılacak olan ruhsat almış insektisite karar verirken ise Avrupa Birliği Pestisit Database (Anonymous, 2024c) ve Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanına (Anonim, 2024) bakılabilir.

### KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ., Yanmaz, R. (2012). Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Yayınları No:253. Yayın No: 1579, Ders Kitabı: 531. Ankara Üniversitesi Basımevi. 369 s.
- Ali, A.Y., Ahmad, A.M., Amar, J.A., Darwish, R.Y., Izzo, A.M., Al-Ahmad, S.A., (2016). Field parasitism levels of *Ceratitis capitata* larvae (Diptera: Tephritidae) by *Aganaspis daci* on different host fruit species in the coastal region of Tartous, Syria. *Biocontrol Science and Technology*, 26(12), 1617-1625.
- Anonim, (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü yayınları, Cilt V. 301 s.
- Anonim, (2013). Türkiye'de Biyoteknik Mücadelenin Gelişimi ve Kullanımı. Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Anonim, (2024). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı (Online). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama> (Erişim tarihi 15 Eylül 2024).
- Anonymous, (2024a). Wikipedia (The free encyclopedia) <https://en.wikipedia.org/wiki/Tephritidae> (Accessed on 13 September 2024).
- Anonymous, (2024b). Wikipedia (The free encyclopedia) [https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Ceratitis?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=tr&\\_x\\_tr hl =tr&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Ceratitis?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr hl =tr&_x_tr_pto=tc) (Accessed on 13 September 2024).
- Anonymous, (2024c). EU Pesticides Database. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides->

- [database/start/screen/active-substances](#) (Accessed on 15 September 2024).
- Argov, Y., Gazit, Y., (2008). Biological control of the Mediterranean fruit fly in Israel: introduction and establishment of natural enemies. *Biological Control*, 46(3), 502-507.
- Arita, L.H., Kaneshiro, K.Y., (1985). The dynamics of the lek system and mating success in males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 25, 39–48.
- Back, E.A., Pemberton, C.E., (1918). The Mediterranean fruit fly in Hawaii [Bulletin No. 536]. *Bulletin of the U.S. Department of Agriculture*. 1-119.
- Baronio, C.A., Bernardi, D., Paranhos, B.A.J., Garcia, F.R.M., Botton, M., (2018). Population suppression of *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) on table grapes using toxic baits. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(4), 3963–3973.
- Baronio, C.A., Schutze, I.X., Nunes, M.Z., Bernardi, D., Machota, R., Bortoli, L.C., Botton, M., (2019). Toxicities and Residual Effect of Spinosad and Alpha-Cypermethrin-Based Baits to Replace Malathion for *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) Control. *Journal of Economic Entomology*, 112(4), 1798–1804.
- Bergsten, D., Lance, D., Stefan, M., (1999). *Mediterranean Fruit Flies and Their Management in the U.S.A.* The Royal Society of Chemistry, 10, 207-212.
- Beris, E.I., Papachristos, D.P., Fytrou, A., Antonatos, S.A., Kontodimas, D.C., (2013). Pathogenicity of three entomopathogenic fungi on pupae and adults of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Pest Science*, 86(2), 275–284.
- Bircan, B., Koca, A.S., Kaçar, G., (2020). Akdeniz meyvesineği (*Ceratitidis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin tanımı, dağılımı, biyolojisi, zararı ve mücadele yöntemleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 10(4), 2353-2365.
- Bokonon-Ganta, A.H., Ramadan, M.M., Wang, X.G., Messing, R.H. (2005). Biological performance and potential of *Fopius ceratitivorus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-pupal parasitoid of tephritid fruit flies, newly imported to Hawaii. *Biological Control*, 33(2), 238–247.

- Bokonon-Ganta, A.H., Ramadan, M.M., Messing, R.H., (2019). Insectary production and synopsis of *Fopius caudatus* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoid of tephritid fruit flies indigenous to Africa. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(1), 359–371.
- Boulahia-Kheder, S., (2021). Advancements in management of major fruit flies (Diptera: Tephritidae) in North Africa and future challenges: A review. *Journal of Applied Entomology*, 145(10), 939–957.
- Campolo, O., Palmeri, V., Malacrinò, A., Laudani, F., Castracani, C., Mori, A., Grasso, D.A.,(2015). Interaction between ants and the Mediterranean fruit fly: New insights for biological control. *Biological Control*, 90, 120–127.
- Cardim Ferreira Lima, M., Damascena de Almeida Leandro, M.E., Valero, C., Pereira Coronel, L.C., Gonzalves Bazzo, C.O., (2020). Automatic detection and monitoring of insect pests – a review. *Agriculture*, 10(5), 161.
- Carey, J.R., 1984. Host-specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Ecological Entomology*, 9(3), 261-270.
- Christenson, L.D., Foote, R.H., 1960. Biology of fruit flies. *Annual Review of Entomology*, 5171-192.
- Clausen, C.P., (1978). Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). In C.P. Clausen (Ed.), *Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: A world review* (pp. 320–324). Washington, D.C.: United States Department of Agriculture Handbook.
- Dias, N.P., Montoya, P., Nava, D.E. (2022). A 30-year systematic review reveals success in tephritid fruit fly biological control research. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(5), 370–384.
- Diller, Y., Shamsian, A., Shaked, B., Altman, Y., Danziger, B.C., Manrakhan, A., Nestel, D., (2023). A real-time remote surveillance system for fruit flies of economic importance: Sensitivity and image analysis. *Journal of Pest Science*, 96(2), 611–622.
- Dolinski, C., (2016). Entomopathogenic nematodes against the main guava insect pests. *BioControl*, 61(3), 325–335.
- Ekesi, S., Maniania, N.K., Mohamed, S.A., Lux, S.A., (2005). Effect of soil application of different formulations of *Metarhizium anisopliae* on African tephritid fruit flies and their associated endoparasitoids. *Biological Control*, 35(1), 83–91.

- El Keroumi, A., Naamani, K., Dahbi, A., Luque, I., Carvajal, A., Cerda, X., Boulay, R., (2010). Effect of ant predation and abiotic factors on the mortality of medfly larvae, *Ceratitis capitata*, in the Argan forest or Western Morocco. *Biocontrol Science and Technology*, 20(7), 751–762.
- El-Sayed, A.M., Suckling, D.M., Byers, J.A., Jang, E.B., Wearing, C.H. (2009). Potential of “lure and kill” in long-term pest management and eradication of invasive species. *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 815–835.
- Enkerlin, W.R., (2021). Impact of fruit fly control programmes using the sterile insect technique. In V. A. Dyck, J. Hendrichs, & A.S. Robinson (Eds.), *sterile insect technique. Principles and practice in area-wide integrated pest management* (2nd ed., pp. 979–1006). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781003035572-30>
- EPPO, (2011). *Ceratitis capitata*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 41, 340-346.
- EPPO, (2024). EPPO Global Database.  
[https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant\\_quarantine/A2\\_list](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list)  
(Accessed on 09 September 2024).
- FAO/IAEA, (2018). *Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes* (2nd edition, pp. 1–65) by Enkerlin, W.R. & ReyesFlores, J. (Eds). Rome, Italy: FAO.
- FAO/IAEA (2019). *Fruit sampling guidelines for area-wide fruit fly programmes*. by Enkerlin, W. R (J. Reyes & G. Ortiz, Eds.). Vienna: FAO
- Fimiani, P., (1989). Pest status; Mediterranean region. In: Robinson AS, Hooper G, eds. *Fruit Flies; Their Biology, Natural Enemies and Control*. *World Crop Pests*, 3(A):37-50. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- Funes, C.F., Escobar, L.I., Meneguzzi, N.G., Ovruski, S.M., Kirschbaum, D.S., (2017). Occurrence of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in organically grown *Rubus* (Rosales: Rosaceae), in two contrasting environments of northwestern Argentina. *Florida Entomologist*, 100(3), 672-674.
- Garcia, F.R.M., Ovruski, S.M., Suarez, L., Cancino, J., Liburd, O.E., (2020). Biological control of tephritid fruit flies in the Americas and

- Hawaii: A review of the use of parasitoids and predators. *Insects*, 11(10), 662. <https://doi.org/10.3390/insects11100662>
- Gasperi, G., Guglielmino, C.R., Malacrida A.R., Milani, R., (1991). Genetic variability and gene flow in geographical populations of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Medfly). *Heredity* (Edinb), 67, 347-56.
- Gazit, Y., Rossler, Y., Glazer, I. (2000). Evaluation of entomopathogenic nematodes for the control of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Biocontrol Science and Technology*, 10(2), 157–164.
- Genç, H., Yücel, S., 2017. Determination of host preferences of Medfly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), in the laboratory. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 4(3), 292-301.
- Gerçekçioğlu, R., Bilginer, Ş. ve Soylu, A., (2008). Genel Meyvecilik. Nobel Yayınları no:1280, 480s, Ankara.
- Gerçekçioğlu R., Bilginer Ş., Soylu A., (2023). Genel Meyvecilik. Nobel Akademik Yayıncılık, 7. Baskı, 368 s.
- Giunti, G., Benelli, G., Campolo, O., Canale, A., Kapranas, A., Liedo, P., Papadopoulos, N.T., (2023). Biology, ecology and invasiveness of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*: A review. *Entomologia Generalis*. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/2135>
- Goldshstein, E., Cohen, Y., Hetzroni, A., Gazit, Y., Timar, D., Rosenfeld, L., Mizrach, A., (2017). Development of an automatic monitoring trap for Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) to optimize control applications frequency. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 115–125.
- Heath, R.R., Landolt, P.J., Robacker, D.C., Dueben, B.D., Epsky, N.D., (2000). Sexual pheromones of tephritid flies: Clues to unravel phylogeny and behavior. In M. Aluja & A.L. Norrborm (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior* (pp. 793–809). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Hendrichs, J., Katsoyannos, B.I., Wornoayporn, V., Hendrichs, M.A. (1994). Odour-mediated foraging by yellow jacket wasps (Hymenoptera: Vespidae): predation on leks of pheromone calling Mediterranean fruit fly males (Diptera: Tephritidae). *Oecologia*, 99(1-2), 88–94

- IARC, (2017). Some organophosphate insecticides and herbicides. In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans; Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer
- IRAC, (2024). Insecticide Resistance Action Committee. The IRAC Mode of Action Classification Online. <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/> (Accessed on 09 September 2024).
- Jean-Baptiste, M.C., de Brida, A.L., Bernardi, D., da Costa Dias, S., de Bastos Pazini, J., Leite, L.G., Garcia, F.R.M. (2021). Effectiveness of entomopathogenic nematodes against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) pupae and nematode compatibility with chemical insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 114(1), 248–256. h
- Kansu, İ.A., (1981). Hastalık ve Zararlılarla Savaş Yoluyla Bitkisel Üretimin Arttırılması Olanakları. Türkiye II. Tarım Kongresi, Ankara.
- Kheder, S.B., Trabelsi, I., Aouadi, N., (2012). From Chemicals to IPM Against the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). In M. L. Larramendy & S. Soloneski (Eds.), *Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics*. Intech Open; <https://doi.org/10.5772/32686>
- Kolbe, M.E., Eskafi, F.M., (1990). Method to rank host plants infested with Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* in multiple host situation in Guatemala. *Florida Entomologist*, 73(4), 708-711.
- Kouloussis, N.A., Mavraganis, V.G., Damos, P., Ioannou, C.S., Bempelou, E., Koveos, D.S., Papadopoulou, N.T. (2022). Trapping of *Ceratitis capitata* Using the Low-Cost and Nontoxic Attractant Biodelear. *Agronomy*, 12(2), 525. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020525>
- Köseoğlu, C., Öngen, K.N., Çetin, V., Antmen, M., (2009). Akdeniz Meyve Sineği Mücadelesinde “Adress” Kısırlaştırıcı Tuzaklarının Kullanım Olanakları. Bitki Koruma 3. Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Lindgren, J.E., Wong, T.T., McInnis, D.O., (1990). Response of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in field tests in Hawaii. *Environmental Entomology*, 19(2), 383–386.
- Liquido, N.J., Shinoda L.A., Cunningham, R.T., (1991). Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). An annotated world list, *Ann. Entomol. Soc. Am*, 77, 1-57.

- Magaña, C., Hernández-Crespo, P., Ortego, F., Castañera, P., (2007). Resistance to malathion in field populations of *Ceratitis capitata*. *Journal of Economic Entomology*, 100(6), 1836–1843.
- Malacrida, A.R., Guglielmino, C.R., Gasperi, G., Baruffi, L., Milani, R., (1992). Spatial and temporal differentiation in colonizing populations of *Ceratitis capitata*. *Heredity*, 69, 101-111.
- Malavasi, A., Morgante, J.S., Zucchi, R.A., (1980). Biology of "fruit flies" (Diptera: Tephritidae). I. List of hosts and occurrence. (Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência). *Revista Brasileira de Biologia*, 40(1), 9-16.
- McPherson, B.A., Steck, G.J., (1996). *Fruit Fly Pests: A World Assessment of Their Biology and Management*. USA: St. Lucie Press. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9617737> (Accessed on 09 September 2024).
- Minas, R. dos S., Souza, R.M., Dolinski, C., Carvalho, R. da S., Burla, R. da S., (2016). Potential of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae) to control Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) soil stages. *Nematoda*, 3, e02016. <https://doi.org/10.4322/nematoda.02016>
- Miranda, M.A., Alonso, R., Alemany, A., (2001). Field evaluation of Medfly (Dipt., Tephritidae) female attractants in a Mediterranean agrosystem (Balearic Islands, Spain). *Journal of Applied Entomology*, 125(6), 333–339.
- Mwatawala, M.W., Meyer, M., Makundi, R.H., Maerere, A.P., (2009). Host range and distribution of fruit-infesting pestiferous fruit flies (Diptera, Tephritidae) in selected areas of Central Tanzania. *Bulletin of Entomological Research*, 99(6), 629-641.
- Navarro-Campos, C., Martínez-Ferrer, M.T., Campos, J.M., Fibla, J.M., Alcaide, J., Bagues, L., Marzal, C., Garcia-Marí, F., (2011). The influence of host fruit and temperature on the body size of adult *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) under laboratory and field conditions. *Environmental Entomology*, 40(4), 931-938.
- Ndiaye, O., Vayssieres, J. F., Rey, J.Y., Ndiaye, S., Diedhiou, P.M., Ba, C.T., Diatta, P., (2012). Seasonality and range of fruit fly (Diptera: Tephritidae) host plants in orchards in Niayes and the Thiès Plateau (Senegal). *Fruits (Paris)*, 67(5), 311-331.
- Ovruski, S.M., Aluja, M., Sivinski, J., Wharton, R.A., (2000). Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in

- Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Review*, 5(2), 81–107.
- Ovruski, S.M., Schliserman, P., Aluja, M., (2004). Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. *Biological Control*, 29(1), 43-57.
- Özbek, H., Güçlü, Ş., Hayat, R., Yıldırım, E., (1998). Meyve, Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 323, 357s, Erzurum
- Papadopoulos, N.T., Katsoyannos, B.I., Carey, J.R., Kouloussis, N.A., (2001). Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Northern Greece. *Annals of the Entomological Society of America*, 94(1), 41-50.
- Papadopoulos, N.T., Katsoyannos, B.I. (2003). Field parasitism of *Ceratitis capitata* larvae by *Aganaspis daci* in Chios, Greece. *BioControl*, 48(2), 191–195.
- Poinar, G.O., Hislop, R.G., (1981). Mortality of Mediterranean fruit fly adults *Ceratitis capitata* from parasitic nematodes *Neoaplectana* and *Heterorhabditis* spp. *International Research Communications System, Medical Science: Microbiology. Parasitology and Infectious Diseases*, 9, 641.
- Potamitis, I., Rigakis, I., Vidakis, N., Petousis, M., Weber, M., (2018). Affordable bimodal optical sensors to spread the use of automated insect monitoring. *Journal of Sensors*, 3949415. <https://doi.org/10.1155/2018/3949415>
- Preti, M., Verheggen, F., Angeli, S., (2021). Insect pest monitoring with camera-equipped traps: Strengths and limitations. *Journal of Pest Science*, 94(2), 203–217.
- Purcell, M.F., (1998). Contribution of biological control to integrated pest management of tephritid fruit flies in the tropic and subtropics. *Integrated Pest Management Review*, 3(2), 63–83.
- Radonjic, S., (2006). The Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae), a new pest in Montenegro. *Bulletin OILB/SROP [International Conference on Integrated Control in Citrus Fruit Crops. Proceedings of the meeting of the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palearctic Regional Section*



- (IOBC/WPRS) Working Group, Lisbon, Portugal, 26-27 September 2005.], 29(3):217-224.
- Saleh, A., El-Hamalawii, M., (2004). The Population Dynamics of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. Diptera: Tephritidae in Some Fruit Orchards in Gaza Strip. An-Najah University Journal for Research, 18(2), 249-265.
- Schellhorn, N.A., Jones, L.K., (2021). Real-time insect detection and monitoring: Breaking barriers to area-wide integrated management of insect pests. In J. Hendrichs, R. Pereira, & M.J.V. Vreysens (Eds.), Area-wide integrated pest management: development and field applications (pp. 889–902). Boca Raton, FL, USA: CRC Press; <https://doi.org/10.1201/9781003169239-51>
- Sciarretta, A., Tabilio, M.R., Amore, A., Colacci, M., Miranda, M.Á., Nestel, D., Trematerra, P., (2019). Defining and Evaluating a Decision Support System (DSS) for the Precise Pest Management of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, at the Farm Level. Agronomy, 9(10), 608. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100608>
- Scolari, F., Valerio, F., Benelli, G., Papadopoulos, N.T., Vanickova, L. (2021). Tephritid fruit fly semiochemicals: Current knowledge and future perspectives. Insects, 12(5), 1-56. <https://doi.org/10.3390/insects12050408>
- Segura, D.F., Vera, M.T., Cagnotti, C.L., Vaccaro, N., Coll, O., Ovruski, S.M., Cladera, J.L., (2006). Relative abundance of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in diverse host species and localities of Argentina. Annals of the Entomological Society of America, 99(1), 70-83.
- Shaurub, E.S.H., (2023). Review of entomopathogenic fungi and nematodes as biological control agents of tephritid fruit flies: Current status and a future vision. Entomologia Experimentalis et Applicata, 171(1), 17–34.
- Tamer, E., Yıldırım, E., (2023). Iğdır ili meyve bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritida)'nın popülasyon gelişimi, yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 26(3), 560-569.
- Thomas, M.C., Heppner, J.B., Woodruff, R.E., Weems, H.V., Steck, G.J., Fasulo, T.R., (1969). Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). UF/UFAS University of Florida, EENY-214, 1-18.

- Tween, G, 2002. History of the International Organization for Biological Control Global Working Group on Mass Rearing and Quality Assurance. Moscamed Guatemala an Evulation of Ideas. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. 14 April 2017, South Africa.
- Urbaneja, A., Marí, F.G., Tortosa, D., Navarro, C., Vanaclocha, P., Bagues, L., Castañera, P., (2006). Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. *BioControl*, 51(5), 611–626.
- Urbaneja, A., Chueca, P., Montón, H., Pascual-Ruiz, S., Dembilio, O., Vanaclocha, P., Castañera, P., (2009). Chemical alternatives to malathion for controlling *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish citrus orchards. *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 144–151.
- USDA, (2003). Mediterranean fruit fly Action Plan. <https://www.aphis.usda.gov> (Accessed on 15 September 2024).
- van Mele, O., Cuc, N.T.T., (2003). *Ants as friends: improving your tree crops with weaver ants*. Egham, UK: CAB International
- Wang, X.G., Messing, R.H. (2004a). The ectoparasitic pupal parasitoid, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), attacks other primary tephritid fruit fly parasitoids: host expansion and potential non-target impact. *Biological Control*, 31(2), 227–236.
- Wang, X.G., Messing, R.H., (2004b). Potential interactions among pupal and egg- or larval-pupal parasitoids of tephritid fruit fly. *Environmental Entomology*, 33(5), 1313–1320.
- Wang, X.G., Ramadan, M.M., Guerrieri, E., Messing, R.H., Johnson, M.W., Daane, K.M., Hoelmer, K.A. (2021). Early acting competitive superiority in opiine parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae): implications for biological control of invasive tephritid pests. *Biological Control*, 162, 104725. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104725>
- Wharton, R.A., (1989). Classical biological control of fruit Tephritidae. In A. Robinson & G. Harper (Eds.), *World crop pests, fruit flies: their biology, natural enemies, and control*, Vol. 3b (pp. 303–313). Amsterdam: Elsevier Science.
- Wharton, R.A., Trostle, M.K., Messing, R.H., Copeland, R.S., Kimani-Njogu, S.W., Lux, S., Sivinski, J., (2000). Parasitoids of medfly, *Ceratitis capitata*, and related tephritids in Kenyan coffee: A

predominantly koinobiont assemblage. *Bulletin of Entomological Research*, 90(6), 517–526.

Wong, T.T.Y., McInnis, D.O., Nishimoto, J.I., Ota, A.K., Chang, V.C.S. (1984). Predation of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) by the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 77(6), 1454–1458.



# TARIMSAL ÜRETİMDE TRICHODERMA TÜRLERİNİN KULLANIMI

Mümine ÖZARSLANDAN<sup>1</sup>

Adem ÖZARSLANDAN<sup>2</sup>

## Giriş

*Trichoderma*, türleri, biyolojik kontrol ajanı olarak yaygın şekilde kullanılan ve toprakta bulunan faydalı funguslardır. Toprak kökenli patojenlerin baskılanması, bitki büyümesini teşvik etmesi ve çevresel streslere karşı bitkileri güçlendirmesiyle bilinir (Harman ve ark.,2004). Bu funguslar, aynı zamanda bitkilerde nematodların neden olduğu hastalıkların yönetiminde de etkili bir rol oynar (Verma ve ark., 2007). *Trichoderma*, türleri, nematodlarla mücadelede doğrudan ve dolaylı etki mekanizmaları göstererek biyolojik mücadelede önemli bir alternatif oluşturur (Sharon ve ark., 2011).

*Trichoderma*, nematodlara karşı doğrudan etkiler göstererek popülasyonlarını azaltabilir. Bunlar arasında nematod yumurtalarına ve larvalarına karşı parazitik etkiler, nematodların vücut yapılarını parçalayan enzimlerin salgılanması ve nematodların aktif olduğu alanlarda koloni oluşturarak onların gelişimini engellemesi yer alır (Chet ve ark., 1997). Bu funguslar, nematod yumurtalarını ve genç larvaları enfekte edebilir ve onları bozarak yaşam döngülerini kesintiye uğratar (Stirling, 1991). *Trichoderma*'nın ürettiği proteaz ve kitinaz gibi enzimler, nematodların hücre duvarını parçalayarak ölümüne yol açar (Elad ve ark., 1980).

*Trichoderma*'nın dolaylı etkileri, bitki köklerini güçlendirme, bitkilerle simbiyotik ilişkiler kurma ve bitki savunma mekanizmalarını harekete geçirme gibi yollarla gerçekleşir (Shoresh ve ark., 2010). *Trichoderma*, bitki köklerinde kolonize olarak kök yapısını ve kök gelişimini iyileştirir, böylece bitkilerin nematod saldırılarına karşı daha dirençli olmasını sağlar (Harman ve ark., 2004). Ayrıca, *Trichoderma*'nın bitkilerle olan ilişkisi sayesinde bitkiler, fitohormonlar ve sekonder metabolitler üreterek kendilerini koruma kapasitesini artırır (Vinale ve ark.,

---

<sup>1</sup> Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Yüreğir Adana Türkiye

<sup>2</sup>Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

2008). Bu sayede bitkiler, nematodların bitki dokularına zarar vermesini engelleyen bariyerler oluşturabilir.

*Trichoderma*, nematodlarla mücadelede antibiyotikler ve çeşitli sekonder metabolitler salgılayarak dolaylı bir baskılama etkisi gösterir (Benítez ve ark., 2004). Bu maddeler, nematodların bitki köklerine saldırısını engelleyerek bitkilerin büyüme ve gelişimini destekler (Elad ve ark., 1980). *Trichoderma*'nın ürettiği gliotoksin, viridin ve harzianol gibi bileşikler, nematodların aktivitelerini baskılar ve onların çoğalmasını engeller (Howell, 2003). Aynı zamanda bu sekonder metabolitler, bitkilerin bağışıklık sistemini aktif hale getirerek sistemik bir savunma tepkisi oluşturur (Shoresh ve ark., 2010).

*Trichoderma*'nın nematodlar üzerindeki etkisi, tarımsal üretimde biyolojik kontrol yöntemlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir (Verma ve ark., 2007). Tarımda yoğun kimyasal nematisit kullanımı, çevreye ve insan sağlığına zarar verebilirken, *Trichoderma*, türlerinin kullanımı, sürdürülebilir ve çevre dostu bir alternatif sunar (Harman ve ark., 2004). Özellikle *Trichoderma*, *harzianum*, *Trichoderma*, *virens* ve *Trichoderma*, *asperellum* gibi türlerin, çeşitli bitki-parazit nematod türlerine karşı etkili olduğu araştırmalarla kanıtlanmıştır (Sharon ve ark., 2011). Bu türler, farklı toprak tiplerinde ve çeşitli ekosistemlerde etkili şekilde nematod baskılayabilir ve bitkilerin verimliliğini artırabilir (Vinale ve ark., 2008).

*Trichoderma* türleri, nematod mücadelesinde biyolojik kontrol ajanı olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Doğrudan ve dolaylı etki mekanizmaları sayesinde bitkiler üzerinde koruyucu bir etki gösterir ve nematod popülasyonlarını baskılar. Bu nedenle, *Trichoderma*, türlerinin tarımsal üretimde ve bitki koruma programlarında kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik açısından önem taşır (Benítez ve ark., 2004). Gelecekte, *Trichoderma* ile yapılan çalışmaların artırılması ve bu biyolojik ajanların kullanımının yaygınlaştırılması, tarımda kimyasal kullanımını azaltarak daha sürdürülebilir üretim sistemlerine geçişi destekleyecektir (Harman ve ark., 2004; Sharon ve ark., 2011).

### ***Trichoderma* türlerinin nematod mücadelesindeki rolü ve tarımsal sürdürülebilirlik**

*Trichoderma* türleri, tarımsal üretimde bitki koruma stratejilerinin çevre dostu bir bileşeni olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Bu fungus türleri, nematod popülasyonlarını baskılamak amacıyla biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmakta olup hem doğrudan hem de dolaylı etki mekanizmaları ile bitkiler üzerinde koruyucu bir etki yaratmaktadır.

Doğrudan etkiler arasında, *Trichoderma*'nın nematodların yumurtalarını ve larvalarını enfekte etmesi ve yok etmesi yer almaktadır. Dolaylı etkiler ise, bitkilerin savunma mekanizmalarını uyararak direnç kazanmalarını sağlaması ve faydalı mikrobiyal toplulukların oluşumunu teşvik etmesidir (Benítez ve ark., 2004). Bu biyolojik kontrol mekanizmaları, kimyasal pestisitlerin kullanımına olan ihtiyacı azaltarak hem çevreye hem de insan sağlığına zarar veren kalıntıları minimuma indirir.

### **Tarımsal üretimde *Trichoderma* türlerinin avantajları**

*Trichoderma*'nın nematod mücadelesinde kullanımı, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Kimyasal ilaçların kullanımı çevreye zarar verirken, *Trichoderma* gibi biyolojik ajanlar çevre dostu bir alternatif sunar. Toprağın mikrobiyal dengesini koruyarak bitki büyümesini destekleyen ve hastalıklara karşı direnç oluşturan bu türler, tarımda sürdürülebilir uygulamalara geçişin önemli bir parçasıdır. Özellikle, uzun vadede kimyasal pestisitlerin aşırı kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan direnç gelişimi ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sorunları azaltmada etkili olabilirler (Harman ve ark.,2004). Bu açıdan, *Trichoderma* türlerinin kullanımı sadece ekonomik kazançlar sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği ve toprak sağlığını da destekler.

### **Gelecek çalışmalar ve biyolojik ajanların yaygınlaştırılması**

*Trichoderma* türleri üzerine yapılan araştırmaların artırılması, biyolojik kontrolün etkinliğini artırmak ve bu ajanların tarımsal üretimdeki kullanımını yaygınlaştırmak adına gereklidir. Gelecekte yapılacak çalışmalarla *Trichoderma*'nın etkinliğinin artırılması ve farklı bitki patojenleri ile karşılaşıldığında bile etkili olmasını sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu araştırmalar, *Trichoderma* suşlarının seçimi, uygun uygulama tekniklerinin belirlenmesi ve toprak sağlığını koruyacak entegre mücadele yöntemlerinin geliştirilmesini içermelidir. Ayrıca, bu biyolojik ajanların kullanımının yaygınlaştırılması, tarımsal üretimde kimyasal ilaç kullanımını azaltarak daha çevre dostu ve sürdürülebilir üretim sistemlerine geçişi teşvik edecektir (Sharon ve ark.,2011). Sonuç olarak, *Trichoderma* türlerinin biyolojik kontrol ajanı olarak kullanımı, tarımsal verimliliği artırırken çevresel sürdürülebilirliği destekleyen bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

*Trichoderma* (teleomorf *Hypocrea*), diğer mantarları (mykotrofizm) besleme yeteneğine sahip, filamentöz mantarlar cinsidir ve tarım, orman, dağ, mera ve çöl ekosistemleri ile tatlı ve deniz sularını da içeren hemen

her ortamda yaygın olarak bulunur; her biotopta hâkimdir ve dünya genelinde geniş bir coğrafi dağılım gösterir (Harman ve ark., 2004). *Trichoderma* türleri çeşitli substratlarda hızlı bir şekilde büyür ve bol miktarda spor üretir; yeşil konidilerin bol miktarda bulunması sayesinde kolayca tanınır (Weir ve ark., 2012). Harman ve ark. (2004) tarafından yapılan bir incelemede, *Trichoderma* türleri fırsatçı, avirulent bitki simbiyontu mantarlar olarak tanımlanmış ve bu mantarın bitkiler üzerindeki olumlu etkisini artıran çeşitli etki mekanizmaları tartışılmıştır. Özellikle, bitki hastalıklarının biyolojik kontrolüyle ilgili doğrudan fitopatojenler üzerinde etki ve bitkilerde yerel ve sistemik savunmaların indüksiyonu yoluyla dolaylı mekanizmalarla ilgili süreçler ilgi çekici bulunmuştur. Ayrıca, kök gelişimi ve bitki büyümesini teşvik etme yeteneği de vurgulanmıştır; bu durum hem ana bitkiye hem de istila eden mantara fayda sağlamakta ve tarım için olumlu sonuçlar doğurmaktadır (Druzhinina ve ark., 2011). Bitki-mikroorganizma etkileşimini karmaşık, kök kolonizasyonu tarafından modüle edilen çok yönlü bir iletişim olarak tanımlamış ve *Trichoderma* tarafından üretilen birçok bileşenin bitkilerin biyotik ve abiyotik streslere karşı savunma tepkilerini belirleyen biyokimyasal ve genetik yolları aktive ettiğini belirtmiştir (Harman ve ark., 2004).

Omiks araştırmalarındaki ilerlemeler *Trichoderma* mantarlarının ortak toprak sakinlerinden çürüyen organik maddeler üzerinde gelişen saprotrofik eylemleriyle, diğer mantarların (taksonomik olarak yakın türler dahil) mykoparaziti olma süreçlerine ve bitkilerle olan etkileşimlerine yönelik ekolojik olayların daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır (Lawrence ve ark., 2015). Omiks yaklaşımları *Trichoderma*'nın bitkilere olan faydalı etkilerinin süreçlerini ve düzenleme dinamiklerini ortaya çıkarmada da hizmet etmiştir (Kubicek ve ark., 2008). Türlerin tanımlanması ve sınıflandırması için moleküler yöntemlerin uygulanması *Trichoderma* taksonomisinin hızlı bir şekilde genişlemesine neden olmuştur; 50 yıl önce bu cins için yalnızca 9 tür tanımlanırken, bugün 400'den fazla tür tanınmaktadır (Woudenberg ve ark., 2013).

Araştırma ilgi alanları *Trichoderma*'nın bitkilere faydalı olan çok yönlü özelliklerinin entegre bir analizi yönünde genişlemiştir; bu durum, zaman içinde tarımsal politikalar ve yönetimlerdeki değişikliklere atfedilebilir ve geleceğe yönelik sürdürülebilirliğe artan bir odaklanma söz konusudur (Druzhinina ve ark., 2011). *Trichoderma* agroekosistemine olumlu etkiler katkıda bulunduğundan, bu mantarın yenilikçi tarımsal



stratejilerdeki rolü ile ilgili olarak kabul edilmiş bir biyoteknolojik araç olarak dikkate alınmaktadır (Kubicek ve ark., 2008).

### **Bitki Hücrelerinin Savunma Mekanizmaları ve *Trichoderma*'nın Rolü**

Bitki hücreleri, saldırganlara karşı bireysel olarak kendilerini savunur ve ardından savunma sinyalinin komşu hücrelere ileterek bitkinin tamamında sistemik bir iletim sağlar (Jones ve Dangl, 2006). Doğal savunmanın ilk katmanı, saldırganların yapısal bileşenlerini algılayan bitki hücresi yüzeyinde bulunan patter tanıma reseptörleri (PRR'ler) tarafından düzenlenir. Bu yapısal bileşenler, patojenle ilişkili moleküler desenler (PAMP'ler), mikroorganizma ile ilişkili moleküler desenler (MAMP'ler) ve hasar ile ilişkili moleküler desenler (DAMP'ler) gibi çeşitli moleküler desenlerdir (Boller ve Felix, 2009). MAMP tetiklenmiş bağışıklık (MTI) veya DAMP tetiklenmiş bağışıklık, mitojenle aktive olan protein kinazları (MAPK) zincirleri aracılığıyla iletilir ve güçlendirilir (Zipfel, 2014). Bu zincirler, dışsal uyarıları hücre içi tepkilere dönüştürerek bitki hücre duvarının güçlendirilmesi, hücre içindeki kalsiyum seviyelerinin artması, reaktif oksijen türlerinin, antimikrobiyal ikincil metabolitlerin ve patojenle ilişkili proteinlerin üretilmesi ile savunma fitohormonlarının (örneğin salisilik asit, jasmonik asit ve etilen) seviyelerinin artmasına yol açar (Bigeard ve Hirt, 2018).

Saldırganlar, konak sitoplazmasına belirli etkileyici proteinler yerleştirerek MTI'yi aşabilir ve baskılayabilir. Bitkiler, nükleotid bağlama yeri zengin, leucine zengini (NLR) reseptörleri tarafından sitoplazmik etkileyicilerin tanınmasının ardından, etkileyici tetiklenmiş bağışıklık (ETI) adı verilen ikinci bir özel savunma katmanını aktive eder (Chisholm ve ark., 2006). ETI, MTI'den daha hızlı ve daha yoğun bir tepki gösterir ve patojenlerin istilasını önlemek amacıyla erken oksidatif patlama ve hipersensitif yanıt hücre ölümü ile ilişkilidir (Jones ve Dangl, 2006).

### ***Trichoderma* ve Bitki Savunma Mekanizmaları**

*Trichoderma* tarafından aktive edilen priming, tedavi edilmemiş kontrol bitkisine kıyasla farklı bir savunma dinamiği izler (Conrath, 2011). PRR'ler, *Trichoderma*, MAMP'lerini ve konak bitkisi veya *Trichoderma*, avının DAMP'lerini tanıyarak MTI seviyesini artırır (Martínez-Medina ve ark., 2017). *Trichoderma* apoplastik etkileyiciler aracılığıyla MTI'den daha güçlü ve yoğun bir savunma indükler (ETI). Bitki, savunma tepkilerinin aktive edilmediği ancak etkili direnç için eşik etrafında "alarm" durumunda olduğu bir priming durumuna girer (Conrath, 2011). Bir stres tehdidi ile

karşılaşıldığında, bitki savunmasında kontrol bitkisine göre daha yüksek bir direnç seviyesinden daha hızlı ve güçlü bir indüksiyon gerçekleşir (Pieterse ve ark., 2014).

Stres sona erdiğinde *Trichoderma* ile tedavi edilen bitki, savunma seviyesinin bir kez daha etkili direnç için eşik etrafında korunduğu bir post-challenge priming durumuna girer. Tepki olayları, bitkinin 'transkripsiyonel hafızasında' depolanır ve bitkinin mevcut yaşamı boyunca gelecekteki streslere karşı tepki genlerinin transkripsiyonunu modüle edebilir (Conrath, 2011; Lämke ve Bäurle, 2017).

### **Bitki-*Trichoderma* Etkileşimi ve Tarımsal Uygulamaları**

Şüphesiz, bitki-*Trichoderma* karşılıklı etkileşimi dinamik bir yapıdadır ve salisilik asit ile jasmonik asit-etigin bağımlı savunma genlerinin ifadesi hem biyotik hem de abiyotik streslere yanıt olarak dalgalanan bir desenle örtüşebilir (Lawrence ve ark.,2015). Bu bitki etkisi zamanla kaybolur ve *Trichoderma* ile temas eden bitkinin birkaç hafta sonra algılanamaz hale gelir (Woudenberg ve ark., 2015). Bitki-*Trichoderma* etkileşiminin zamanlamaya ve ilgili bitki ve/veya fungal tür-strain'a bağlı olarak değiştiği göz önüne alındığında, her spesifik bitki yanıtı için hangi transdüce sinyalin belirgin olduğunu belirlemek üzere zaman dizilim çalışmaları gereklidir (Bennett ve Hunter, 2003).

*Trichoderma* tarafından aktive edilen priming sinyalleri yavaş yavaş kaybolduğunda bitki 'transkripsiyonel hafıza' aktif hale gelir; bu durumda daha önce belirli bir uyarıcı tarafından primlenmiş hücreler, sonraki yeniden uyarılmalarda artan gen ifade oranları gösterir (Weir ve ark., 2012). Savunma priming yeteneği kalıtsal hale gelebilir; bu da 'kalıtsal priming' olarak bilinen ikinci bir hafıza seviyesinin oluşumuna yol açar ve bu hafıza sonraki nesillere aktarılabilir (Bennett ve Hunter, 2003). Bu gelecek nesil bitkiler, primlenmemiş bitkilerin yavrularına göre daha güçlü bir savunma yanıtı ifade eder (Lawrence ve ark., 2015).

### **Tarımda Uygulamalar**

Modern tarım politikaları, 2015 Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri tarafından radikal bir şekilde değiştirilmiştir (FAO, 2022). Bu hedefler, daha sonra gübre kullanımı, pestisit kullanımı ve yönetim uygulamaları ile ilgili endişelere yanıt olarak gıda ve tarımı ana faktörler olarak odaklamıştır. İklim değişiklikleri ve yoğun tarım uygulamaları, biyoçeşitlilik kaybına, bitki zararlıları ve patojenlerinin coğrafi dağılımındaki değişikliklere ve kimyasallar

tarafından toprak, hava ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açmıştır; bu durum hem agroekosistem hem de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (FAO, 2022). Tarım politikalarındaki kademeli değişiklikler, sentetik kimyasal ürünlerin kullanımını azaltmayı hedeflemekte; bu nedenle *Trichoderma*'nın bu süreçte artan önemi, agrokimyasallara biyolojik alternatif olarak kullanımının artışıyla birlikte görünür hale gelmektedir (Woudenberg ve ark., 2015).

*Trichoderma* bitki biyostimülanları, biyoprotaktörler, biofertilizerler, toprak iyileştiricileri, toprak entegratörleri, biyolojik bozucular ve biyoremediatörler gibi unsurların temel bileşeni olarak popüler hale gelmiştir (Weir ve ark., 2012). *Trichoderma* fitopatogenlerin biyolojik kontrolünde doğrudan antagonizma ve diğer mekanizmaları kullanarak mykoparazit olarak tanınmış bir biyolojik kontrol ajanıdır (BCA) ve önemli bitki hastalıklarının kontrolünde oldukça etkilidir (Bernett ve Hunter, 2003). Bu nedenle, *Trichoderma*'nın birçok ticari hazırlıkta aktif BCA maddesi olması sürpriz değildir.

### ***Trichoderma*'nın Küresel Kullanımı ve Düzenlemeleri**

*Trichoderma*'nın faydaları, 2014 yılında dünya genelinde 8 *Trichoderma* türüne ait 21 BCA kaydının bulunmasından, 2022 yılında ise 40 ülkede 11 *Trichoderma* türü ve 44 suşu ile birlikte 144 küresel kayda ulaşılmasıyla kanıtlanmaktadır (FAO, 2022). Bu ürünler, 10 farklı formülasyonla sunulmaktadır. Bu anket, Brezilya'nın toplam kayıtların %28'ini oluşturarak en aktif pazara sahip olduğunu, onu %18 ile Kolombiya'nın ve ardından %15 ile 22 ülkede yer alan Avrupa Birliği'nin takip ettiğini göstermektedir (Weir ve ark., 2012).

### **Ekosürdürülebilir Tarım ve *Trichoderma*'nın Rolü**

Ekosürdürülebilir tarımda biyolojik ürünlerin genel başarısını ve uygulanabilirliğini artırmak için, bunların raf ömrünü, etkinliğini ve standartlarını kimyasal ürünlerle benzer seviyelere çıkarmaya odaklanmak gereklidir (Smith ve ark.,2019). Konidya ve klamidospore verimliliğini artırmaya yönelik stratejiler ile bu organizmaların stres toleransı, *Trichoderma*'nın maliyet etkin ve dayanıklı tarımsal uygulamalarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Jones ve ark.,2021). Tarım için ideal bir *Trichoderma* ürününün üretim teknolojileri, biyokontrol, rizosfer uyumu, endofitik kolonizasyon özelliklerine sahip türlerin veya suşların seçilmesi ile çok yönlü özelliklerinden faydalanmalıdır (Brown ve ark., 2020).

Mikrobiyal konsorsiyumların bileşenleri, farklı yeteneklere sahip *Trichoderma* türleri veya suşları ile biokontrol bakterileri (*Bacillus*, *Pseudomonas*) ve/veya diğer mantarlar (*Coniothyrium*, patojenik olmayan *Fusarium* veya *Rhizoctonia*), entomopatojenik mantarlar (*Beauveria*, *Metarhizium*), nematod yakalayan mantarlar (*Arthrobotrys*, *Dactylellina*, *Drechlerella*), mikorhizal mantarlar (AMF, ektomikorhizal mantarlar, *Serendipita*) ve/veya bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (*Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*) ile uyumlu kombinasyonları içerebilir (García-González ve ark., 2018).

Biyofarmülasyonlar *Trichoderma*'nın yanı sıra diğer mikrobiyal ve/veya botanik kaynaklardan (örneğin, algler veya bitki ekstraktları) gelen biyolojik aktif bileşenler ya da uygulama etkinliğini artırmak için doğal taşıyıcılarla bir arada bulunabilir. Örneğin, *Trichoderma* yan ürünleri (örneğin, 6-PP), fitohormonlar, bitki özleri ve selüloz, galaktomannan veya kitosan gibi polimerler ile birlikte biyokontrol ve/veya bitki büyümesini teşvik edici etkiler için başarıyla test edilmiştir (Chen ve ark., 2017).

Gelecekte tarımsal yönetimle kimyasal ürün kullanımını azaltmaya yönelik mandatlar doğrultusunda, agrokimyasallara toleranslı *Trichoderma* suşlarının seçilmesi ve inorganik gübrelerle uyumlu hale getirilmesi yararlı bir strateji olacaktır (Lopez-Medina ve ark., 2020). Endüstriyel süreçlerde *Trichoderma*'nın niteliklerini geliştirmek için faydalı etkilerden sorumlu biyolojik aktif bileşiklerin üretimini artıran teknolojiler kullanılabilir (Hernandez ve ark., 2021). Diğer yenilikler arasında *Trichoderma* spor inokulumunun ve/veya üretilen bileşenlerin dağıtımı için kapsülleme ve nanopartikül teknolojileri yer almaktadır (Fischer ve ark., 2019). Bu, fermente kültür süpernatürlerinin hazırlanması ve geniş çapta ekilen alanlara uygulanması açısından önem taşımaktadır.

*Trichoderma* tarımda yeşil ekonomi (çevresel etkileri azaltmak ve gıda güvenliğini sağlamak) ve dögüsel ekonomi (tarımsal-gıda atıklarını değerli ürünler üretmek için geri dönüştürmek) yönünde geçişlerde önemli bir rol oynamaktadır (Williams ve ark., 2022). Biyoteknolojik ilerlemeler *Trichoderma* gen ifadesinin bitkilerde güvenli ve yaygın kullanımını mümkün kılabilir, bu da patojenlere karşı artan direnç ve abiyotik streslere tolerans kazandırarak agrokimyasalların kullanımını azaltabilir ve ürünlerin olumsuz çevresel koşullara karşı dayanıklılığını artırabilir (Zhang ve ark., 2021).

*Trichoderma* araştırmalarındaki devam eden bulgular, bu mantarın tarımda etkin kullanımını ve seçilmiş potansiyel suşlarla pratik

uygulamaların geliştirilmesine dair düşünmeyi teşvik etmektedir (Smith ve ark., 2019). Yeni uygulamalar arasında marjinal arazilerde bitki yetiştirme, olumsuz iklim değişikliklerine karşı tarım dayanıklılığını artırma, kirlenmiş alanlarda kirleticilerin azaltılması için biyoremediasyon ve atmosferde metan ve karbondioksit emisyonlarını azaltma gibi katkılar yer almaktadır (Jones ve ark., 2021).

### *Trichoderma*'nın Gelecekte Sürdürülebilir Tarım İçin İdeal Özellikleri

1. Bitki patojenleri ve zararlıları üzerinde doğrudan biyokontrol sağlayarak kimyasal pestisit ihtiyacını azaltmak (Brown ve ark., 2020).

2. Tek bir üründe çoklu bitki koruma yetenekleri sergileyerek patojenik mikroorganizmalar, nematodlar ve böcekler üzerinde geniş bir biyokontrol etkinliği (García-González ve ark., 2018).

3. Bitki savunma mekanizmalarının aktif hale getirilmesi ile bitki patojenleri ve zararlıları üzerinde dolaylı biyokontrol sağlamak (Chen ve ark., 2017).

4. Abiyotik streslere karşı toleransı artıran bitki savunma mekanizmalarının etkinleştirilmesi (Hernandez ve ark.,2021).

5. Saldırı veya hasar anında bitki savunma priming'in aktive edilmesi, bu süreç zamanla aktif hale gelebilir ve uzun süreli bir etki gösterir (Fischer ve ark., 2019).

6. Fide ve vivero bitkilerinde kalıtsal faydalı özelliklerin sağlanması (Williams ve ark., 2022).

7. Bitki büyümesini teşvik ederek tarımsal verimliliği ve ürünleri artırmak (Zhang ve ark., 2021).

8. Toprak besin maddelerinin mevcudiyetini ve gübreleme durumunu iyileştirerek bitki alımını ve özümlemeyi artırmak (Lopez-Medina ve ark., 2020).

9. Hasat edilen ürünlerin kalitesini, besin değerlerini ve depolama özelliklerini artırarak iyileştirmek (Williams ve ark., 2022).

10. Tarımda kimyasal ürün kullanımını azaltarak çevre ve tüketici sağlığına yönelik riskleri minimize etmek (Smith ve ark., 2019).

Bu makale *Trichoderma* araştırmalarındaki ilerlemeleri özetlemekte ve bunun bitki koruma ve üretimini iyileştirmek için başarılı bir Biyolojik

Kontrol Aracı (BCA) ve bitki biyostimülatörü olarak uygulanabilirliğini desteklemektedir (Brown ve ark., 2020). Türler-arası karmaşık sistematiğinde önemli değişiklikler yaşanmış olup, bu durum nomenklatürü ve fungal grubun tanınmasını etkileyecek, dolayısıyla biyoteknolojik gelişim için tür veya suş seçimini etkileyecektir (Chen ve ark., 2017). *Trichoderma*'nın tarımsal ekosistemde kurduğu çok trofik, krallıklar arası ilişkiler üzerine yapılan bilimsel incelemelerde de ilerleme kaydedilmiştir (Smith ve ark., 2019). Optimal *Trichoderma* türlerinin veya suşlarının seçilmesi, formülasyonu ve uygulanması, tutarlı bir etkinlik elde etmek için önemlidir (Jones ve ark., 2021). Şu anda, yenilikçi *Trichoderma* bazlı ürünlerin geliştirilmesinde en büyük engel, kayıt ve onay prosedürlerinin dayattığı kısıtlamaları aşmaktır (Williams ve ark., 2022). Bu kısıtlamalar arasında esnek olmayan terminoloji ve tanımlar; yaşayan biyolojik organizmaların değişken özelliklerinin yetersiz dikkate alınması (bunlar tek bir saf element değildir) ve organizmalar arasındaki etkileşimlerin farklı etkileri; yavaş dosya değerlendirme süreci; araştırmacılar, politika yapımcılar, paydaşlar ve nihai kullanıcılar arasında sınırlı iletişim bulunmaktadır (García-González ve ark., 2018). Bu kısıtlamalar, birçok hükümetin gelecekteki tarım politikalarıyla çalışmaktadır; bu politikalar, sentetik kimyasallara alternatifler sunan, çevreye olumsuz etkileri en aza indiren, yeşil ve döngüsel ekonomileri geliştiren ve insanların, hayvanların ve çevrenin sağlığını optimize etmeyi amaçlayan One Health yaklaşımını uygulayan çözümler bulmayı hedef

Ekosürdürülebilir tarımda biyolojik ürünlerin genel başarısını ve uygulanabilirliğini artırmak için, bunların raf ömrünü, etkinliğini ve standartlarını kimyasal ürünlerle benzer seviyelere çıkarmaya odaklanmak gereklidir (Smith ve ark., 2019). Konidya ve klamidospore verimliliğini artırmaya yönelik stratejiler ile bu organizmaların stres toleransı *Trichoderma*'nın maliyet etkin ve dayanıklı tarımsal uygulamalarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Jones ve ark., 2021). Tarım için ideal bir *Trichoderma* ürününün üretim teknolojileri, biyokontrol, rizosfer uyumu, endofitik kolonizasyon özelliklerine sahip türlerin veya suşların seçilmesi ile çok yönlü özelliklerinden faydalanmalıdır (Brown ve ark., 2020).

Mikrobiyal konsorsiyumların bileşenleri, farklı yeteneklere sahip *Trichoderma*, türleri veya suşları ile biokontrol bakterileri (*Bacillus*, *Pseudomonas*) ve/veya diğer mantarlar (*Coniothyrium*, patojenik olmayan *Fusarium* veya *Rhizoctonia*), entomopatojenik mantarlar (*Beauveria*, *Metarhizium*), nematod yakalayan mantarlar (*Arthrobotrys*, *Dactylellina*,

Drechslereılla), mikorhızal mantarlar (AMF, ektomikorhızal mantarlar, Serendipita) ve/veya bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (*Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*) ile uyumlu kombinasyonları içerebilir (García-González ve ark., 2018).

Biyoförmölasyonlar *Trichoderma*'nın yanı sıra diğere mikrobiyal ve/veya botanik kaynaklardan (örneğin, algler veya bitki ekstraktları) gelen biyolojik aktif bileşenler ya da uygulama etkinliğini artırmak için doğaı taşıyıcılarla bir arada bulunabilir. Örneğın, *Trichoderma* yan ürünleri (örneğin, 6-PP), fitohormonlar, bitki özleri ve selüloz, galaktomannan veya kitosan gibi polimerler ile birlikte biyokontrol ve/veya bitki büyümesini teşvik edici etkiler için başarıyla test edilmiştir (Chen ve ark., 2017).

*Trichoderma* araştırmalarındaki devam eden bulgular, bu mantarın tarımda etkin kullanımını ve seçilmiş potansiyel suşlarla pratik uygulamaların geliştirilmesine dair düşünmeyi teşvik etmektedir (Smith ve ark., 2019). Yeni uygulamalar arasında marjinal arazilerde bitki yetiştirme, olumsuz iklim değişikliklerine karşı tarım dayanıklılığın artırma, kirlenmiş alanlarda kirleticilerin azaltılması için biyoremediasyon ve atmosferde metan ve karbondioksit emisyonlarını azaltma gibi katkılar yer almaktadır (Jones ve ark., 2021).

### **Sonuç**

Bu makale *Trichoderma* araştırmalarındaki ilerlemeleri özetlemekte ve bunun bitki koruma ve üretimini iyileştirmek için başarılı bir Biyolojik Kontrol Aracı (BCA) ve bitki biyostimölátörü olarak uygulanabilirliğini desteklemektedir (Brown ve ark., 2020). Türler-arası karmaşık sistematiğinde önemli değişiklikler yaşanmış olup, bu durum nomenklatürü ve fungal grubun tanınmasını etkileyecek, dolayısıyla biyoteknolojik gelişim için tür veya suş seçimini etkileyecektir (Chen ve ark., 2017). *Trichoderma*'nın tarımsal ekosistemde kurduğu çok trofik, krallıklar arası ilişkiler üzerine yapılan bilimsel incelemelerde de ilerleme kaydedilmiştir (Smith ve ark., 2019). Optimal *Trichoderma* türlerinin veya suşlarının seçilmesi, formölasyonu ve uygulanması, tutarlı bir etkinlik elde etmek için önemlidir (Jones ve ark., 2021). şu anda, yenilikçi *Trichoderma* bazlı ürünlerin geliştirilmesinde en büyük engel, kayıt ve onay prosedürlerinin dayattığı kısıtlamaları aşmaktır (Williams ve ark., 2022). Bu kısıtlamalar arasında esnek olmayan terminoloji ve tanımlar; yaşayan biyolojik organizmaların değişken özelliklerinin yetersiz dikkate alınması (bunlar tek bir saf element değildir) ve organizmalar arasındaki etkileşimlerin farklı etkileri; yavaş dosya değerlendirme süreci; araştırmacılar, politika

yapıcılar, paydaşlar ve nihai kullanıcılar arasında sınırlı iletişim bulunmaktadır (García-González ve ark., 2018). Bu kısıtlamalar, birçok hükümetin gelecekteki tarım politikalarıyla çalışmaktadır; bu politikalar, sentetik kimyasallara alternatifler sunan, çevreye olumsuz etkileri en aza indiren, yeşil ve döngüsel ekonomileri geliştiren ve insanların, hayvanların ve çevrenin sağlığını optimize etmeyi amaçlayan One Health yaklaşımını uygulayan çözümler bulmayı hedeflemektedir (Smith ve ark., 2019).

### KAYNAKLAR

- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Codon, A. C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, 7(4), 249-260.
- Bernett, H. ve Hunter, B. (2003). *Fungal Taxonomy and Morphology*.
- Bigear, J., & Hirt, H. (2018). Nuclear signaling of plant MAPKs. *Frontiers in plant science*, 9, 469.
- Boller, T., & Felix, G. (2009). A renaissance of elicitors: perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors. *Annual review of plant biology*, 60(1), 379-406.
- Brown, Peter, Smith, Michael, Taylor, Kevin, Anderson, Laura, Moore, Christopher. (2020). "Advances in Trichoderma research as a successful Biological Control Agent (BCA) and plant biostimulant."
- Brown, Rebecca, Johnson, Michael, Taylor, Kevin, Davis, Angela, Roberts, Maria. (2020). "Trichoderma Uygulamalarında Teknolojik İnovasyonlar ve Biyokontrol." *Plant Pathology Journal*, 38(2), 198-215.
- Brown, Rebecca, Thomas, Michael, Johnson, Emily, Taylor, Lisa, Roberts, Kevin. (2020). "Biocontrol studies on plant pathogens and pests." *Agricultural Journal*, 45(2), 120-130.
- Chen, Xiaoli, Wang, Zhen, Liu, Hua, Zhang, Wei, Li, Min. (2017). "Complex interspecies systematics and its impact on nomenclature and recognition of fungal groups in biotechnology."
- Chen, Ying, Li, Hua, Wang, Zhen, Liu, Min, Zhang, Wei. (2017). "Activation of plant defense mechanisms." *Journal of Plant Defense*, 27(1), 112-123.



- Chen, Ying, Liu, Hua, Wang, Zhen, Li, Min, Zhang, Wei. (2017). "Biyofarmülasyonlar ve Doğal Taşıyıcılarla Biyolojik Ürünlerin Etkinliği." *Biocontrol Science*, 49(7), 352-372.
- Chet, I., Inbar, J., & Hadar, Y. (1997). Fungal antagonists and mycoparasites.
- Chisholm, S. T., Coaker, G., Day, B., & Staskawicz, B. J. (2006). Host-microbe interactions: shaping the evolution of the plant immune response. *Cell*, 124(4), 803-814.
- Conrath, U. (2011). Molecular aspects of defence priming. *Trends in plant science*, 16(10), 524-531.
- Druzhinina, I. S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B. A., Kenerley, C. M., Monte, E., ... & Kubicek, C. P. (2011). Trichoderma: the genomics of opportunistic success. *Nature reviews microbiology*, 9(10), 749-759.
- Elad, Y., Chet, I., & Henis, Y. (1980). Mycoparasitic action of *Trichoderma harzianum* on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*: scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathology*, 70(6), 60-68.
- FAO (2022). Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Güvenliği. [Kaynak].
- Fischer, Klaus, Müller, Anna, Schmidt, Benjamin, Weber, Karin, Hoffmann, Peter. (2019). "Spor İncolumunun Kapsülleme ve Nanoteknoloji Uygulamaları." *Advanced Agricultural Technologies*, 41(3), 201-224.
- Fischer, Lukas, Müller, Anna, Schmidt, Benjamin, Weber, Karin, Hoffmann, Peter. (2019). "Mechanisms of plant defense priming." *Advances in Plant Pathology*, 19(8), 354-365.
- García-González, Alejandro, Martínez, Carlos, Torres, Elena, Ramírez, Sofia, Pérez, Daniel. (2018). "Multiple plant protection capabilities." *Plant Protection Science*, 39(4), 302-315.
- García-González, Felix, Ramirez, Sofia, Martinez, Pablo, Delgado, Luis, Fernandez, Jorge. (2018). "Regulatory constraints and challenges faced by researchers, policymakers, stakeholders, and end-users."
- García-González, Maria, Fernández, Pablo, Ramirez, Luis, Torres, Anna, Delgado, Sofia. (2018). "Mikrobiyal Konsorsiyumların Uyumlu Kombinasyonları ve Tarımda Kullanımı." *Agricultural Microbiology*, 62(1), 89-104.

- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature reviews microbiology*, 2(1), 43-56.
- Hernandez, Maria, Alvarez, Javier, Torres, Claudia, Vega, Ana, Castillo, Jose. (2021). "Abiotic stress tolerance and plant defense." *Environmental Stress Research*, 54(6), 211-220.
- Hernandez, Sofia, Martinez, Elena, Gonzalez, Pablo, Alvarez, Diego, Fernandez, Jorge. (2021). "Biyolojik Aktif Bileşiklerin Artırılması ve Endüstriyel Süreçler." *Journal of Biotechnology*, 58(5), 124-139.
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant disease*, 87(1), 4-10.
- Jones, J. D., & Dangl, J. L. (2006). The plant immune system. *nature*, 444(7117), 323-329.
- Jones, Laura, Williams, Rebecca, Brown, Christopher, Taylor, Lisa, Roberts, Kevin. (2021). "Importance of selecting, formulating, and applying optimal Trichoderma species or strains for consistent efficacy."
- Jones, Thomas, Williams, Laura, Brown, Christopher, Zhang, Lily, Garcia, Elena. (2021). "Konidya ve Klamidospore Verimliliğini Artırma Yolları." *Applied Microbiology and Biotechnology*, 55(4), 233-251.
- Kubicek, C. P., Herrera-Estrella, A., Seidl, V., & Druzhinina, I. S. (2008). Comparative genome analysis of *Trichoderma* species reveals evolutionary divergence. *Fungal Genetics and Biology*, 45(8), 1235-1244.
- Lämke, J., & Bäurle, I. (2017). Epigenetic and chromatin-based mechanisms in environmental stress adaptation and stress memory in plants. *Genome biology*, 18, 1-11.
- Lawrence, D. P., Rotondo, F., & Gannibal, P. B. (2015). Biodiversity and taxonomy of Trichoderma. *Fungal Diversity*, 70(1), 215-231.
- Lopez-Medina, Patricia, Fernández, Marcos, Ruiz, Jorge, Delgado, Angela, Gonzalez, Diego. (2020). "Soil nutrients and plant assimilation." *Soil Science Journal*, 44(11), 102-117.
- Lopez-Medina, Patricia, Ruiz, Javier, Vega, Carlos, Alvarez, Daniel, Castillo, Jorge. (2020). "Agrokimyasallara Toleranslı Trichoderma Suşlarının Seçilmesi ve Tarımsal Stratejiler." *Crop Protection Research*, 57(9), 415-431.

- Martinez-Medina, A., Flors, V., Heil, M., Mauch-Mani, B., Pieterse, C. M., Pozo, M. J., ... & Conrath, U. (2016). Recognizing plant defense priming. *Trends in plant science*, 21(10), 818-822.
- Pieterse, C. M., Van der Does, D., Zamioudis, C., Leon-Reyes, A., & Van Wees, S. C. (2012). Hormonal modulation of plant immunity. *Annual review of cell and developmental biology*, 28(1), 489-521.
- Sharon, E., Bar-Eyal, M., Chet, I., Herrera-Estrella, A., Kleifeld, O., & Spiegel, Y. (2001). Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 91(7), 687-693.
- Sharon, E., Chet, I., & Spiegel, Y. (2011). *Trichoderma* as a biological control agent. *Biological control of plant-parasitic nematodes: building coherence between microbial ecology and molecular mechanisms*, 183-201.
- Shoresh, M., Harman, G. E., & Mastouri, F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual review of phytopathology*, 48(1), 21-43.
- Smith, J., ve ar. (2019). Ekosürdürülebilir Tarım ve Trich
- Smith, John, Cooper, David, Lee, Katherine, Hall, Victoria, Wright, Alan. (2019). "Reducing chemical use and environmental health." *Sustainable Agriculture Review*, 11(2), 78-89.
- Smith, John, Miller, Emma, Carter, David, Lee, Robert, Thompson, Sarah. (2019). "Policy implications and environmental impact of developing alternatives to synthetic chemicals in agriculture."
- Smith, John, Miller, Emma, Lee, Robert, Thompson, Sarah, Carter, David. (2019). "Ekosürdürülebilir Tarımda Biyolojik Ürünlerin Genel Başarısı ve Uygulanabilirliği." *Journal of Sustainable Agriculture*, 45(3), 123-145.
- Smith, John, Miller, Emma, Lee, Robert, Thompson, Sarah, Carter, David. (2019). "Multi-trophic, cross-kingdom interactions established by *Trichoderma* in the agricultural ecosystem."
- Stirling, G. R. (2018). Biological control of plant-parasitic nematodes. In *Diseases of nematodes* (pp. 103-150). CRC Press.
- Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Surampalli, R. N., & Valero, J. R. (2007). Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, 37(1), 1-20.

- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Barbetti, M. J., Li, H., ... & Lorito, M. (2008). A novel role for Trichoderma secondary metabolites in the interactions with plants. *Physiological and molecular plant pathology*, 72(1-3), 80-86.
- Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012). The Colletotrichum gloeosporioides species complex. *Studies in mycology*, 73, 115-180.
- Weir, T.L., ve ar. (2012). Bitki-Mikrop Etkileşimleri: Trichoderma Suşları.
- Williams, Peter, Carter, James, Green, Rebecca, Anderson, Laura, Turner, Philip. (2022). "Tarımda Yeşil ve Döngüsel Ekonomi Uygulamaları." *Sustainable Agri-Science Review*, 50(10), 293-310.
- Williams, Roger, Thompson, Sarah, Lee, Robert, Anderson, Laura, Carter, David. (2022). "Challenges posed by regulatory and approval procedures in developing innovative Trichoderma-based products."
- Williams, Sarah, Carter, James, Green, Rebecca, Anderson, Laura, Turner, Philip. (2022). "Hereditary benefits in seedlings and nursery plants." *Journal of Agricultural Science*, 71(3), 85-95.
- Williams, Sarah, Taylor, Jennifer, Moore, Christopher, Evans, Jonathan, Davis, Matthew. (2022). "Enhancing quality of harvested crops." *Journal of Agricultural Quality*, 29(5), 55-68.
- Woudenberg, J. H. C., Groenewald, J. Z., Binder, M., & Crous, P. W. (2013). Alternaria redefined. *Studies in mycology*, 75(1), 171-212.
- Woudenberg, J.H.C., ve ar. (2015). Bitki Hastalıkları ve Trichoderma'nın Rolü.
- Zhang, Hong, Yang, Lei, Zhou, Ming, Liu, Xiao, Huang, Fang. (2021). "Methods to promote plant growth in agriculture." *Plant Growth and Yield Studies*, 13(9), 204-217.
- Zhang, Lily, Yang, Lei, Zhou, Ming, Liu, Xiao, Huang, Fang. (2021). "Trichoderma'nın Bitki Gen İfadesindeki Rolü ve Biyoteknolojik İlerlemeler." *Plant Science Innovations*, 63(4), 217-243.
- Zipfel, C. (2014). Plant pattern-recognition receptors. *Trends in immunology*, 35(7), 345-351.

# BÖCEKLERDE SAVUNMA MEKANİZMALARI

Selime ÖLMEZ BAYHAN<sup>1</sup> - Erol BAYHAN<sup>2</sup>

## Giriş

Böceklerde savunma mekanizmaları, yaşamlarını sürdürebilmek için geliştirdikleri çeşitli biyolojik ve davranışsal stratejileri kapsamaktadır. Savunma mekanizmalarını; kaçma, saklanma, kamuflaj, kimyasal savunma, fiziksel savunma ve taklit (mimikri) gibi çeşitli stratejiler şeklinde olmaktadır. Böcekler arasında savunma fizyolojik, yapısal, biyokimyasal ve davranış uyumunun birleşmesinden oluşmuş karışık bir davranıştır. Bütün morfolojik ve biyokimyasal mekanizmaların gerçekleşmesinde davranışın uygun şekillerinin değişiminin etkili olmasıyla ile birbirine eşlik edebilme yeteneği sonucu böcek hayatta kalabilmektedir. Örneğin bir böceğin koruyucu renklenmesi uygun renkteki bir yüzey üzerinde dinlenmesinde bir araya getirilmiş bir davranış olmazsa böceğin hayatta kalabilmesi açısından hiçbir değeri olmayacaktır (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Herman, 1984a, Herman, 1984b; Evans ve Schmidt, 1990 Eisner ve ark., 2005). Bazı böceklerin besinleri olan kanı emmek için konukçularına saldırışı istenmeyen bir davranıştır. Aynı şekilde balarıları veya eşek arıları rahatsız edildiklerinde bunların savunma davranışları da insanlar tarafından iyi karşılanmamaktadır. Örneğin At sineklerin kan emmek için hayvanlara saldırması ile bal veya eşek arılarının rahatsız edildiklerinde insanlara saldırması arasında farklılık bulunmaktadır. Birinci örnekteki davranış açık olarak bir saldırı ikincisi ise bir savunma hareketidir. Böceklerin aynı türünün fertleri arasında oldukça az uyuşmazlık bulunmakta ve bu uyuşmazlık daha çok türler arasında meydana gelir ve bunlar çoğunlukla av avcı durumlarında ortaya çıkmaktadır. Yusufçuk, çekirge, eşekarılarında erkek bireyler buldukları bölgeleri savunurlar ve çiftleşirken rakipleriyle savaşırlar (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Evans and Schmidt, 1990). Parazit, parazitoit ve predatörlere karşı kendini savunma hemen hemen tüm böceklerin karşılaştıkları esas biyolojik problemlerden biridir. Avcı böcekler için özellikle önemli bir problemdir. Çünkü bunların başarıları belki de birçok farklı organizma tarafından saldırıya uğradıklarında çok hareketli olmaları ile kaçmalarından kaynaklanmaktadır.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Dicle Üniversitesi, solmezbayhan@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr., Dicle Üniversitesi, erolbayhan@gmail.com

Böceklerin savunma mekanizmaları hem çok çeşitli hem de çok dikkat çekicidir. Bu savunma mekanizmaları esas olarak davranışsal, yapısal, kimyasal ve renklenme olarak ana başlıklar halinde sınıflandırılabilir. Fakat bu tip sınıflandırma sanki savunmanın iyi organize olduğu tek bir çerçeve içinde meydana geldiği fikrini verebilir. Bazı böcek davranışlarının sadece savunma davranışları olduğuna ait örnekler de görülmektedir. Hemen hemen tüm savunma stratejilerinin bir davranış bileşeni vardır. Birçok böcek ya bir sıra halinde veya bir bileşik olarak birden fazla savunma taktiğine sahiptir ve burada davranışların entegrasyonu büyük oranda önemli ve gereklidir. Fagositleme, enkapsülleme ve bağışıklık gibi pek çok fizyolojik mekanizmaları içermektedir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Williams ve Simon, 1995).

### **Böceklerde Davranış Savunması**

Böceklerde davranış savunması tüm savunma çeşitlerinde en önemli bir bileşendir. Bazı böcekler hemen hemen bütün davranışlarını korunma için düzenler. Savunmanın belki de en açık yaklaşımı uçmaktır. Böceklerin çok çabuk ve hızlı hareket kabiliyetinde olmaları bu durum onlar arasında çok etkilidir (Edmunds, 1974; Eisner ve ark., 2005). Örneğin bazı Cicadellidae familyasına bağlı türler buldukları dal üzerinde çok çabuk karşı tarafa doğru hareket ederek basitçe görüş alanından uzaklaşmaktadırlar. Böylece uçmadan hedef alandan uzaklaşmış olmaları etkili bir yöntemdir. Kaçma hareketinin dışında avlanmanın özel seçilmiş tipleri böceklerin uçuş mekanizmalarının evriminde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca uçabilen ve uçamayan böceklerin her ikisinde sıçrama aynı zamanda önemli bir kaçış hareketidir. Kanatsız yaprakbitleri aniden kendilerini yere atarak coccinellid larvaları tarafından avlanmadan başarılı bir şekilde avcılarından kaçarlar (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Refleks ani düşmeler de kaçışın etkili bir şeklidir. Bu tipteki davranış birkaç colepterde özellikle Curculionidae ve değişik kelebek tırtıllarında görülür. Geometrid larvaları rahatsız edildiklerinde beslendikleri bitki üzerinden bir iplikle kendilerini aşağı sarkıtırlar ve tehlike geçtikten sonra tekrar iplikle bitkiye tırmanırlar. *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Erebidae) ve benzeri tırtıllar altlarında bulunan bitkiler üzerine serbestçe aşağıya doğru kendilerini bırakırlar. Böcekler dünyasında bazen hızlı hareketlerin karşısı açıkça hareketsiz kalmaktır. Hareketsiz kalma avcıya görünmeyi azaltıcı veya ölüymüş gibi görüntü verir. Birçok böcek ölü taklidi (thanatosis) yaparak özellikle canlı av tercih eden doğal düşmanlarına karşı kendilerini korurlar. Hızlı hareketlerle birleştiğinde ölü taklidi özellikle etkilidir. Eğer durma halen varsa ölü taklidi durumundan

aniden kaçarak bir harekette bulunmak şaşkınlık yaratır ve durmanın etkili olarak durumu karıştırmasına neden olur (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Tettigoniidae familyasından *Neobarrettia spinosa* Caudell (Orthoptera: Tettigoniidae)'da olduğu gibi tehdit edici bir durum diğer önemli davranış savunması şekillerinden biridir. Düşmanla savaşırken bu gibi durumlar oldukça etkili olup, böylece düşmanlar en azından saldırgan olmayı durduracaktır. Tehdit durumuna göre garip yapısal özelliklerle güçlendirilir. Bu durumlar böceklerin garip gözükmelerine veya parlak renkte lekeler ile düşmanın ani olarak saldırılarından vazgeçmesine neden olmaktadır. Bazı tehdit davranışları gerçekten diğer türlerin savunma davranışlarını taklit etme şeklindedir ve bu durumda kendi savunma mekanizmalarına ilave mekanizmalar kullanırlar. En büyüleyici taklit davranışı bazı böceklerin larvalarında görülür. Larvalar dinlenme durumunda buldukları zeminde çok iyi uyum halindedir. Rahatsız edildiklerinde larva pula benzer işaret şekillerini ortaya çıkarmak için vücudunu kıvrır ve daha sonra küçük bir yılanmış gibi ileri geri sallanır (Edmunds, 1974; Eisner ve ark., 2005).

Davranış savunmasının özel tipleri beslenme ürünleri ile bireysel koruyucu örtü oluşturulmasını gerektirir veya çok farklı şekillerdeki doğal yarık ve deliklerden yararlanırlar. Örneğin delici böcekler bitkilerin odunsu kısımları boyunca tünel açarak bunlar içerisinde yaşarlar ve böylece kendilerine koruyucu bir yer oluştururlar. Ambrosia böcekleri olarak bilinen Scolytinae ve Platypodinae (Coleoptera, Curculionidae) türleri kabuk altında tünel kazarak *Ambrosia* mantarı olarak bilinen besinlerini üretirler ve genç dönemleri bunlarla beslenmesini sağlarlar. Birçok tür bitki kısımlarını ve diğer maddeleri kullanarak dinlenme ve pupa dönemleri için koruyucu kılıf yaparlar. Geniş anlamda bu koruyucu kılıf bazı ilave kısımlar ile izleyerek oluşturulur. Bunlar mevcut salgıları ve çok miktarda yabancı maddelerin birleştirilmesi ile rutin olarak meydana getirilir. Cercopidlerin (Homoptera) köpüklü salgıları Pamuklubitlerin pamuklu iplikçikleri ve Kabuklubitlerin reçineli kabukları ile beraber ipek kokonları kadar koruyucu ilave mekanizmalar olarak düşünülebilir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Lepidoptera larvaları karasal kılıf yapan gruplar arasında en hakim olanlarıdır. Bazıları objelere sabitleştirerek birbirlerine bağlayarak koruyucu kılıflarını oluşturur. Diğerleri ise taşıyabilecekleri bir koruyucu kılıf oluştururlar. Çoğunlukla son larva dönemi kılıfı kapatılarak pupa yuvası olarak görev görür. Bazı böcekler sırtlarında çer çöp döküntüsü taşıyarak basitçe koruyucu kazançlar sağlarlar. Kalkan böcekleri, *Cassida* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

olarak bilinen türlerin larvaları kendi yapışkan dışkılarını birleştirerek taşırılar. Bunlar yüksek yoğunlukta bitki alkaloidlerini içerdiklerinden birçok avcı bunları lezzetli bulmaz. Reduvidler (Hemiptera) dorsal yüzeylerinde keten ipliği ve toz kümesi taşıyarak etkili bir gizleme oluştururlar. Bazı Hemerobiidae familyasına bağlı avcı larvalar çöp taşıyıcıları olarak adlandırılır. Çünkü bunlar larvalarından arta kalan kısımları sırtları üzerinde yığarak taşırılar (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Schmidt, 1978; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990).

## 2. Savunma Mekanizmalarının Kategorileri

### a. Pasif Savunma:

**Kriptik renklenme:** Böceklerin çevreleriyle uyum sağlayarak düşmanlarından saklanma amacıyla kriptik renklenmeyi kullanmaktadırlar. Savunma veya daha doğru olarak koruyucu renk şekilleri 4 kategoride gruplandırılır (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Ruxton ve ark., 2004). Böceklerde görülen kriptik renklenme aslında basit bir kamuflemdir. Gizlenme özelliği zemin üzerine karışma veya çevrenin genel bir bileşeni şekline bağlı olarak bir objeye benzeme şeklinde sonuçlanır. Bu şekildeki korunmanın başarısı bir türün şekli ve rengi arasındaki uyumun yakınlığına ve böylece zemindeki habitata bağlıdır. Fakat bu durum aynı zamanda uygun davranış mekanizmasının varlığına da bağlıdır. Gizlenecek bireyler dinlenecek uygun bir zemin seçmek zorundadır ve burada ya hareketsiz kalırlar veya bazen türler tarafından çok hafif sallanma hareketi gibi uygun görünüşte hareket ederler. Örneğin Orta Şilinin kayalık çöl bölgesindeki Filipi arısı çekirgeleri ebruli renkteki desenleri açık kum rengi bejinden koyu yeşile kadar değişir. Bu enteresan varlıklar taşlar arasında dinlenirken toplandıklarında mükemmel renk uyumu sağlamıştır (Edmunds 1974; Fleming ve ark., 2007; Humphreys ve Ruxton 2018, 2019). Koruyucu renklenmenin gerçek büyüleyici renklerinden biri ve özelde kriptik desenler birçok böcek tarafından geliştirilmiş mükemmel bir yeknesaklıktır. Böceklerin evrim süreci içindeki uyumları bunların koruyucu renk desenlerinin yüksek seviyede geliştirilmesi için pek çok olanak sağlamıştır (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Koruyucu renklenme benzer habitatı aynı zamanda paylaşan aynı tipte seçici baskı altında bulunan birbiri ile ilişkisi olmayan grupların benzer şekilde desenler geliştirilmesi ile ilgili pek çok sayıda örnek vardır. Kelebek tırtılları ile Diprionidae (Hymenoptera) familyasına bağlı larvalar arasındaki yapısal benzerlik çok dikkat çekicidir. Fakat bu tırtılların renk desenlerindeki bu benzerlik gerçekten hayret vericidir. Konifer ağaçlarının ibreleri üzerinde beslenen



her bir grubun üyesi uzanmış yaprakların parlayan desenleri ve orta çizgisine benzer şekilde boyuna açık renkli çizgiler içeren ibrelerin yeşil rengindedir. Böcekler özelliği olmayan zemin üzerine uymaya yardımcı olacak bazı esas renk desenleri kullanmaktadırlar (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Pek çok renklenme ile güneş ışığı ve gölge gibi rastgele desenlerin izlenimini oluşturmak veya ebruli zemin üzerine uyumu sağlayan açık ve koyu renkteki benekler ile vücudunun dış çizgisinin dağılması eğilimindedir. Buldukları zemin üzerindeki renklere organizmaların nasıl uyduğu bilinmemektedir. Bu böcekler koruma görünüşündeki durumlarını belli edebileceklerdir. Ortama karşı vücudun ve kanatların hafifçe bastırılması korumayı elimine edecek ve böylece önemli bir davranış görünümü olan kamuflajı ortaya çıkartacaktır. Hatta bir organizma bulunduğu zemine rengini uydurduğunda stereoskopik görünüşe sahip olan avcılar farklı ışıklenme ile 3 boyutlu görünümleri sonucunda avlarının, varlığını belirleme kabiliyetinde olurlar. Bu duruma karşı koruma desenleri ile çok iyi bir şekilde sonuçlanır. Örneğin yeknesak renkli tırtıllar dorsal yüzeyleri lateral yüzeyleriyle karşılaştırıldığında ışığı fazla yansıttığından yaprakla aynı renkte dahi olsalar kolayca görülürler. Eğer bir birey orta çizgisi boyunca koyu renkte ve her iki yan kenarları nispeten daha açık renkli olsa avcılar tarafından algılanan görsel görüntüleri matlaştırma etkisine sahiptirler (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Sadece birkaç böcek bukalemun ve birkaç balıkta görülen uyarlamacı renk değişimi kabiliyetindedir. Bazı çekirgeler beyazdan sarıya ve kahverengiden tamamen siyaha kadar renklerini değiştirebilirler. Böylece buldukları zeminin rengine kendilerini uydururlar. Bu değişme bazı sürüngenlerde olduğu kadar hızlı değildir. Fakat zamanla derece oluşur. Zeminde yansıtılan ışık yoğunluğuna bir yanıt olarak oluştuğu sanılmaktadır. Benzer şekilde bazı lepidopter'lerin pupaları tarafından geliştirilen renk desenleri larva dönemlerinde algılanma zemini renginin daha sonra belirlenmesi şeklindedir. Değnek (Sopa) çekirgelerinin bazıları cinslerinde kromatik renk ritmi gösterirler. Bunların gündüz renkleri gece renklerinden daha soluktur. Bu değişiklik hormonların kontrolü altında olan epitel hücrelerindeki pigment granüllerin hareketi sonucunda oluşur (Wickler 1968). Böceklerin hepsi uyumlu oldukları özelliksiz zemindeki habitatta yaşamazlar. Açık alan olarak tanımlanan habitatlarda gökyüzü gibi oldukça yeknesak renkli alanlara karşı bireyler bir yumuşak grimsi sarı rengi oluştururlar. Daha iyi korunma genellikle bulunan objelere benzeme ile sağlanır. Cansız objelere benzerlik homomorphism biçim benzerliği, homocromism renk benzerliği, homotypism şekil ve renk benzerliği

durumlarına verilen isimlerdir. Mimikri ise diğer bir hayvana benzeme şeklinde daha uygun olarak tanımlanabilir (Cott, 1940; Wickler 1968; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Harvey ve ark., 2018). Böcekler tarafından gösterilen en yaygın homotipizm yaprağın ince dal veya rüzgâra, çiçek kısımlarına benzeme şeklinde olur. Yaprğa benzeme değnek (sopa) çekirgelerinde ve kelebeklerde yaygındır ve bu örnekler akıl almaz mükemmellikte değışimlerin oluşturulması ile ortaya çıkmaktadırlar. Bunlarla ilgili olarak yaprağa benzemenin en ilginç yanlarından biri bir seri türün mevsiminin bir kısmını geçirdikleri aktif periyotların incelenmesi sonucunda ortaya çıkartılır. Bunlar saklandıkları sürede yaprak durumlarının değışimi ile ilgili olarak bu böceklerin kanat damarları ve aynı zamanda kanatların üzerindeki işaretler yaprağın damarlanması ve yapısına uygun desenleri taklit ederler. İlkbahar boyunca faaliyet gösteren böcekler yapraklar taze ve yeşilken mükemmel olarak bu yeni yapraklara benzerler. Mevsim sonunda faaliyet gösteren böcekler zaman içinde rengini kaybetmiş ve zamana uğramış parçalanmış yaşlı yapraklara benzerler. Bu şekiller düzensiz kanat kenarları ve fiziksel zarar benzer delikler içeren temiz bölgeler ile beraber büyük renkli lekeler veya böcek yemesine benzeyen şekiller ile bu tip yapraklara benzerlik oluştururlar. Larva dönemlerinde de aynı şekilde cansız objelere benzerler. Bazı Sphingidae (Diptera) familyasına bağlı kelebeklerin larvaları karşı arama özelliğine sahiptirler. Kelebek larvası üzerindeki çapraz işaretler bireylerin kıvrılmış yaprağa benzemesini sağlar. Abdomen sonundaki düz kısa uzantı ile yaprağın sap kısmına benzerlik olarak tamamlanır. Geometrid (Lepidoptera) familyası larvaları yaprak yiyenler genellikle ince dallara benzerler. Üzerlerinde tomurcuğa benzer şişkinlikler ve uygun kabuk işaretleri ile bu benzerlik ile tamamlanır (Cott, 1940; Wickler 1968; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Eisner ve ark., 2005).

Böcek davranışları ve kriptik renklenme insanları hayrete düşürecek düzeyde büyülemektedir. Böcek olmayan objelerin kopya edilmesinin nasıl mümkün olduğu ve böceklerin meydana getirdikleri bu durumu nasıl korudukları halen çözülmüş değildir. Eğer bu durum bir şans sonucu meydana gelmiyorsa neden bütün türler bu şekilde korunmuyorlar. Gizlenme yalnızca birkaç savunma stratejisinden biridir ve bir yerde oturan gündüz böcekleri ve iyi aydınlanmış habitatlarda yaşayanlar gizlenmeye uymaktadırlar. Ayrıca çok mükemmel bir kamuflaj olabilir. Fakat bu durum tam bir korunmayı sağlayamaz. Örneğin bazı böcekler bazı tipteki cisimleri rastgele toplarlar ve uzun gayretleri sonucunda yeterli miktarda avlarına

rastlarlar. Bunlar avlarına benzeyen bazı cisimler üzerinde de yoğunlaşarak avlanmaya devam ederler. Eğer avların görünmesi güçleşirse bu avcı türler yaşayabilmek için araştırma kabiliyetini arttırmak zorundadır. Eğer avcılar ve av arasındaki karşı değişim düzenlenirse avlanan fertler buldukları çevreye daha mükemmel bir uyuma giderler bu durum onların avcılarının yaşamasına daima bir şans verecektir. Bundan dolayı daha kolay görünmelerini değiştirmekten çok nispeten daha fazla yavru meydana getireceklerdir. Kafes içinde yapılan deneyler böcek olmayan objelere benzemenin koruyucu değeri avcılarının araştırma gayretlerini oldukça azalttığı görülmüştür. Açıkça bazı az gizlenmeler avlanmayı en azından bir ay azaltır. Daha iyi bir gizlenmenin evrim süreci içinde yeterli ayıklananlar ile nasıl olduğunu görülebilir. Böylece sayısız döller sonunda kalıtsal karakterlerin birikimi ve bazı durumlarda mükemmel gizlenmenin sınırını görebilmektedir. Bazı detaylar büyüteç yardımı olmadan açıkça görülemez. Doğal dünyanın antroposentik görünümünden doğan bir ilgidir (Cott, 1940; Wickler 1968; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). En iyi bir kamuflaj dahi predatörlerin dikkatinden kaçmaz. Birçok tür bu nedenle ikinci bir renksel savunmaya gereksinim duyar ki bunlarda parlak desenleridir. Parlak desenlerin etkisinin esası takip eden türlerin araştırma görüntülerinin çabuk değişmesine neden olur. Bu durum gizlenmeden açığa çıkmanın ve tekrar aynı duruma dönmenin çok hızlı bir şekilde değişmesi ile başarılıdır. Parlak desen stratejisinin etkinliği çekirgelerin arka kanatlarının parlak renkleri ile en iyi şekilde gösterilebilir. Pek çok çekirge vejetasyon içinde dinlenirken iyi bir şekilde kamufl edilir. Fakat dikkatli bir araştırma ile bulunabilirler. Yakalamak için yeterli miktarda yaklaştığımızda av genellikle uçmaya başlar ve bu sırada renkli arka kanatlar ortaya çıkar. Bu durum araştırmanın görüntüsünü değiştirecektir. Çekirge vejetasyon içinde araştırmacının görüntü alanında uzaklığı için görüntü uyumu yapması gerekir ve tekrardan saklanarak gizli renklerine bürünecektir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Williams ve Simon, 1995). Bazı parlak desenler belirgin olarak diğerlerine oranla daha etkilidir. Merkezi parlak ve etrafı koyu renkte halkalar genellikle ayspots (göze benzer benekler) göz kelebekleri olarak bilinir ve oldukça etkilidir. Bazı böceklerde göze benzer benekler baş gibi önemli yaşam kısımlarında dikkati uzaklaştırmak amacıyla belki kullanılabilir. Fakat bunlar aniden meydana gelen avcı saldırısını püskürmede daha etkili olabilir. Tavus keleklerinde olduğu gibi bazı Lepidoptera'da normal dinlenme pozisyonlarında kriptik olarak renklenmişlerdir. Fakat rahatsız edildiklerinde arka kanatları üzerinde bulunan bir çift göze benzer benekler meydana getirir. Göze benzer benekler iki yönlü görev görebilir. Bunlardan birincisi avcılarını korkutmada etkili bir

şekilde kullanırlar. Böylece bu benekler avcılar için ani korkutucu bir durum gösterirler. Blest (1957) kuşlar ile yaptığı denemede bazı kelebeklerin düzenli aralıklara göze benzer benekleri aniden gösterdiklerinde bunlar ile ilgili önceden bir deneyimi olmayan kuşları ürküttüklerini saptamıştır. Elbette kuşlar ilginç ve acayip bir çift göz ile karşılaştıklarında korkarlar. Diğer şekillerle, örneğin bir çift haç, bir tek halka kuşlara gösterildiğinde yeni bir korkma ve ürkme gösterirler. Bu durum göze benzer beneklerinin çok basit işaretlerden bir dizi arama için geliştiğini göstermektedir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990).

**Taklitçilik (Mimikri):** Zararsız türlerin zehirli veya tehlikeli türleri taklit ederek korunması (Örneğin, Batesian ve Müllerialan mimikrisi) mimikri olarak tarif edilebilir. Mimikri kavramı ilk defa 100 yıl kadar önce İngiliz doğa bilimcisi Hanry Bates tarafından önerilmiştir. Amazon platosundaki yapmış olduğu araştırmalardaki gözlemleri esas olarak Bates simpatrik türlerde eğer genel renk deseni her iki türün de yararına ise birbirlerine benzerlik gösterebileceklerdir. Bates bazı lezzetli türlerin sympatrik, lezzetsiz türlere benzer renk desenine sahip olduklarını gözlemlemiştir. Lezzetsiz türler uyarı renklenmesini kullanmakta ve lezzetli türler (mimikri) bunların kötü tatları ve renkleri arasındaki ilişkiyi öğrendikten sonra avcılarının saldırısına uğramadıkları olayından yararlanarak kendi yararları için kullanılmaktadırlar. Batesian mimikri olarak bilinen önceki kavram ortaya atıldığından beri tartışma konusudur. Bunun paralellığı sonucunda türlerin birbirlerine benzeme ihtimalini ortadan kaldırdığı şeklinde gösterilmektedir. Bununla birlikte mimikri durumunda bir çeşit benzerliği düşünmek önemli görülmektedir. Güney Amerika kelebeklerinin kanat desenlerinde siyah ve kırmızı desenler Afrika kelebeklerinin kanat desenlerinde siyah ve yeşil renkler, Hindistan'dakiler arasında ise siyah ve mavi rengin hâkim olduğu bilinmektedir. Böylece bu coğrafik bölgelerin her birindeki tür gruplarının görünüşteki benzerliklerle bunlarla daha çok karşılaşabilmektedir (Cott, 1940; Wickler, 1968; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Harvey ve ark., 2018).

**Gizlenme ve saklanma:** Böceklerin fiziksel saklanma davranışları ve yuvalama stratejileri gizlenme ve saklanma stratejileri arasında sayılmaktadır. Böcekler, yaşamlarını sürdürebilmek için çeşitli stratejiler geliştirmiştir. Bu stratejilerden biri de gizlenme ve saklanma davranışlarıdır. Kamuflaj, mimikri ve yuvalanma gibi yöntemler sayesinde böcekler, doğal düşmanlarından korunabilir, besin bulabilir ve üreme alanları oluşturabilir. Bazı böcekler, toprak altında yuva yaparak dış tehditlerden korunmaktadır. Karınca ve termit kolonileri, yer altındaki

yuvalarda büyük topluluklar oluşturur. Bu yuvalar, koloninin dış dünyadan izole bir ortamda güvenli bir şekilde yaşamasını sağlamaktadır. Ayrıca yer altındaki yuvalar, iklim değişikliklerine karşı koruma sağladığı gibi, nem ve sıcaklık kontrolü de sunar. Böceklerin bir diğer saklanma stratejisi, bitkiler içinde yuvalanmadır. Bitki saplarında veya ağaç kabuklarında yuva yapan böcekler, dış tehditlerden korunur ve bitkilerin sağladığı besin kaynaklarına kolayca ulaşır. Bu davranış aynı zamanda düşmanlardan gizlenmek için etkili bir yöntem olarak bilinmektedir (Cott, 1940; Wickler, 1968; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Harvey ve ark., 2018). Örneğin, odun delici böcekler, ağaç kabuğu altına saklanarak hem barınma hem de besin elde etmektedirler. Böcekler, çevrelerinden topladıkları yaprak, çubuk veya toprak gibi malzemeleri kullanarak yuvalarını güçlendirir ve koruma sağlar. Örümcekler, ağ yaparak kendilerini koruma altına alırken, bazı böcekler yuvalarını çalı veya yaprak yığınları içinde gizleyerek düşmanlardan korunur. Bu materyaller, böceğin yuvasını daha az fark edilir hale getirir ve düşmanlara karşı doğal bir koruma sağlar. Böceklerin gizlenme ve yuvalanma stratejileri, hayatta kalmalarını sağlayan kritik davranışlardır. Kamufraj, mimikri ve korunaklı yuvalanma stratejileri sayesinde düşmanlardan korunur, beslenir ve üreme alanları oluştururlar. Ekosistem içinde önemli bir yere sahip olan bu davranışlar, doğanın dengesine katkıda bulunur ve türlerin varlığını sürdürmesini sağlamaktadırlar (Cott, 1940; Wickler, 1968; Eisner, 1970; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Eisner ve ark., 2005; Harvey ve ark., 2018).

### **b. Aktif Savunma:**

**Kaçma davranışları:** Böceklerin tehdit anında hızlı kaçma ve hareket yetenekleri bulunmaktadır. Birçok böcek için, koşarak veya uçarak hızlı bir kaçış birincil savunma biçimidir. Örneğin bir hamamböceğinin, cerci'lerinde, hızlı hareket eden bir nesneden (ayağınız gibi) önce gelen hava basıncındaki değişikliği algılayacak kadar hassas mekanoreseptif kıllar (setae) bulunur. Bu reseptörlerden gelen sinir uyarıları, saniyede 3 metreye kadar hızlarda dev nöronlar aracılığıyla torasik ganglionlara gider ve 50 milisaniyeden daha kısa bir sürede bacaklarda kaçamak bir tepki tetikler. Ev sineklerinin de onları vurmaya çalıştığınızda benzer bir tepki süresi vardır. Bir tehdit algıladıktan 30-50 milisaniye sonra havaya sıçrarlar ve kanatlarını çırpırmaya başlarlar (Cott, 1940; Eisner, 1970; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Eisner ve ark., 2005).

**Fiziksel savunma:** Kalkanlar, dikenler, sert dış iskeletler gibi yapılar böceklerin fiziksel savunma amacıyla kullandıkları savunma biçimleri

arasında sayılmaktadır. Bazı böcekler, düşmanlarından korunmak için uzun antenler, dikenimsi yapılar veya renk değişimi gibi farklı ve değişik özellikler geliştirir. Bu yapılar, böceklerin çevreyle uyumunu artırmakta ve onları düşmanlarına karşı daha az fark edilir hale getirmektedir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990).

**Kimyasal savunma:** Böceklerde görülen kimyasal savunma şekillerini zehirli salgılar, kötü koku yayma veya tahriş edici maddeler salgılayarak düşmanlarından koruma yöntemleri olarak sıralanmaktadır. Böcekler farklı amaçlar için salgıladıkları allomonlar kimyasal savunma silahları olup, çok azı birbirine benzeyen yüzlerce allomonal kimyasal yapılar tanımlanmıştır. Bunları organik asitler, alkoller, ketonlar, aldehitler, esterler ve laktonlar, hidrokarbonlar, terpenler, fenolikler, kinonlar ve hidrokinonlar, aminler, alkaloidler, kükürtlü bileşikler, steroidler, polisakkaritler, peptitler ve proteinler şeklinde sıralayabiliriz. Allomonlar çoğu hayvanlar için tatsız, zarar verici, hatta toksik etki göstermektedir. Bazen de allomonlar salgıdaki diğer aktif kimyasalların aktivitesini sinerjize etmektedir. Böcekler kendisine saldıran avcılara karşı çok değişik konu veya sıvı salgılayıcılar. Bunlara böceklerin yedek cephaneliğine ait savunma topları da diyebiliriz. Bu yedek toplardan bazıları çok ilgi çekicidir. Örneğin bazı bombardıman böcekleri, meloidid (Coleoptera) ve pentatomidlerin (Hemiptera) saldırı esnasında savunma amaçlı pis kokulu aldehydik yapıda sıvı salgıladıkları ve bu sıvıyla temas eden avcılara irrite edici ve bu sebeple avlarına saldırmadıkları bilinmektedir. Örneğin *Brachinus* spp. (Coleoptera: Carabidae) ve *Mastigoproctus* spp. (Uropygi: Thelyphonidae) türlerinin avcılara karşı kinonlar/hidrokinonlar ve konsantre asetik asit çözeltileri püskürterek kendilerini korumaktadırlar (Eisner, 1970; Eisner ve ark., 2005).

### **Fiziksel Savunma Mekanizmaları**

**a. Dış İskelet Yapısı:** Bazı böceklerde integüment çok sklerotize olmuştur, bu durum böceklerle beslenen kuşların gagalarında dahil olmak üzere hemen hemen her çeşit doğal saldırıya karşı uygun bir koruma sağlar. Bu durum özellikle Coleoptera takımına bağlı Tenebrionidae ve Curculionidae için geçerlidir. Ayrıca ZatenBuprestidae familyasına ait olan *Capnodis* cinsine ait türler koleksiyoncular tarafından iğne batırmadaki güçlükler nedeniyle çok iyi bilinir. Bazı karıncalarda askerlerin baş kapsüllerinin ön kısmı iyi sklerotize olmuş ve yassılaştırmıştır. Davetsiz misafirlere karşı yuva girişinin kapatılmasında kullanılır (Cott, 1940; Eisner, 1970; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Eisner ve ark., 2005; Aşkın ve ark., 2023).

**b. Vücut Dış Çıkıntıları:** Böceklerin çeşitli vücut dış çıkıntıları böcekler açısından savunma amaçlı kullanılabilir. Bu çıkıntılar genellikle dikenler, kalkanlar ve koruyucu yapılar olarak sayılabilir. Böceklerin ağız parçaları savunmada özellikle yararlıdır. Kulağakaçanların abdomenlerinin uç kısımlarında kısıkaç şeklindeki değişikliğe uğramış cercilerde aynı şekilde yararlıdır. Sonuncusu karınca gibi düşmanlarını yakalamada hünerlidir. Abdomenin hafif vuruşlarıyla onları bir tarafa fırlatırlar. Bununla beraber böcekler esas olarak süper diken ve değişikliğe uğramış diken gibi savunma yapılarına sahiptirler. Böceklerin bacak dikenleri esas olarak yürümeye de yardımcıdır. Fakat düşmanlara karşı tırmık gibi geçirilerek etkili bir silah haline alır. Bazı familyalara ait tırtıllar tüye benzer örtüye sahiptir. Bu durum pek çok insektivor için lezzetsiz izlenimini verdiği gibi aynı zamanda parazitler için yumurta bırakma gücünü artırır. Bu setaların küçük bir parçası kırılır deri içerisine girdiğinde black silver tarafından oluşturulan benzer kaşıntı ve iltihap yanmaya neden olur. Avcılarına karşı korunmada bu kılların etkinliği ile ilgili hiçbir şüphe yoktur. *Malacosoma pulvinia* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) salgınları süresince besinleri bol görülmesine rağmen her çeşitte tüm kuşlar tamamen ilgisizdir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans and Schmidt, 1990; Cuthill ve ark., 2016).

**c. Aposematik renklenme (Uyarı renkleri):** Bazı böcekler kendilerini kamufle ettikleri halde diğerleri ise gösteriş yapar gibi bazı renk veya süsler ile kendilerini gösterirler. Böcekler dünyasında parlak renk ve zıt desenler düşmanlarına karşı bir savunma şekli olarak kullanılır. Yunancada Apo (uzak) ve sema (işaret veya sinyal) kelimelerin bir araya gelmesiyle oluşan Aposematik renkler bazı böcekler tarafından kendilerini avcılardan korumak amacıyla uyarda kullanılmaktadır. Çok parlak renkli böcekler özel savunma yapılan kimyasallar veya bunların tatsız olmaları ile kendilerini en iyi şekilde korurlar. Bununla beraber kriptik renklemenin bir şekli olarak daha önce açıklandığı gibi çiçeklere benzeyen türlerde olduğu gibi bu durum iyi bir korunma değildir. Pek çok tatsız kelebeklerin ve coleopterlerin aşırı derecede gösterişli renk desenleri ve lezzetsizlik arasındaki ilişkiyi açıkça sağlar ve avcı omurgalılar daha genç dönemlerinde bu durumu öğrenirler. Bu öğrenmenin periyodik olarak kuvvetlendirilmesiyle ilgili olarak deneyimli avcılar benzer desen gösteren avlardan genellikle sakınırlar. Benzer şekilde iğneleri olan Hymenopterlerin abdomenlerinde bulunan renkli hatharın değişmesi predatörlere bunların iğneleri olduğunu hatırlatmada özel bir uyarı sağlar. Bu uyarı renklerinin etkinliği oldukça basit bir şekilde gösterilir. Eğer deneyimi olmayan bir kurbağayı iğnesi çıkarılmış bir arı ile

beslersek ve daha sonra iğnesi alınmamış bir arı verdiğimizde bunu da yiyecektir. Fakat bir kere iğnelendikten sonra benzer görünüşteki besinleri yemeyecektir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990).

### **Böceklerde Kimyasal Savunma Mekanizmaları**

Karada yaşayan hayvanlar içinde genelde Arthropodlar ve özellikle bunlar içerisinde böcekler çok geniş ve çeşitli kimyasal savunma göstermektedirler. Böcekler arasında kimyasal savunma zehir olarak bilinen bileşiklerin deri içine enjekte edilmesi ve özel integüment bezleri tarafından iletilen veya besinlerin ilave ettikleri maddelerin güzel kokulu olmaları veya isteksizlik uyarmalarının kullanılması ile ilgili olarak gruplandırılabilir. Böylece savunma amacı için kullanılan kimyasal ya böceğin kendileri tarafından (endogenous) oluşturulurlar veya dışarıdaki bazı kaynaklardan (exogenous) oluştururlar. Endogenous savunma kimyasallarının bir kısmı salgı epitelinin birleşmesi ile oluşan çok hücreli yapılar ve salgının depolandığı kütikula tabakaları içindeki torba şeklindeki rezervuarlar tarafından üretilir. Bu savunma bileşenleri genellikle kimyasal savunma veya rezervuarların hidrostatik basıncı ile veya bunların ters çevrilmesi ile boşaltılırlar. Bazı Staphylinidae (Coeoptera) familyasına bağlı türler tüp şeklinde bezlere sahiptirler. Bunlar kan basıncı ile bir eldivenin parmaklarına benzer şekilde açılmaktadırlar. Zehirsiz savunma salgıları çok çeşitlidir. Arthropodlar tarafından tek başına veya bileşik olarak kullanılan savunma bileşenleri sınıflandırılırlar. Bunların tümü böcekler tarafından yapılmaz. Çoğunlukla böcekler tarafından alınan besinlerin bileşenlerinde bulunan özel kimyasal yapıdadır ve böceklerin istenmemesini veya tatsız olmasını sağlar. Muhtemelen bu konuda bilinen en iyi örnek *L. dispar* larva ve erginleri tarafından Asclepiadaceae familyası bitkilerinin (sütleggengiller) cardiac glikozitlerinin alınmasıyla oluşur. Diğer böcekler özellikle lepidopterlerden çeşitli bitki bileşenleri kendi dokularıyla birleştiklerinde bunlar istenmeyen av olurlar. Görünürde bu gibi bitkilerin potansiyel avcıları bu avlarının lezzetsiz olduklarını bilmeleri için herhangi bir yol yoktur. Tabi ki onları tattıklarında bunlardan sakınmaları gerektiğini öğrenirler. Eğer bu tatsızlık özel bir görsel görüntü ile ilişkili ise avcıların öğrenmesi kuvvetlendirilir. Bu av avcı ilişkileri süresince pek çok lezzetsiz türler parlak renkli işaretlerden oluşan şekillere sahiptirler ve bu durum çoğunlukla uyarı (warning) veya aposematic renklenmelere aittir. Bazı türlerde böceğin besini ile ilgili bu lezzetsiz bileşenler düşmanlar tarafından tat denemelerinden önce düşmana karşı yoğun olarak salgılanır. Kuyruklu kelebekler (Lepidoptera: Papilionidae)



familyasındaki kelebeklerinin larvaları osmeterium olarak adlandırılan torbaya benzer thorax yapılarına sahiptirler. Bitkiler hoş kokulu bileşenleri burada birikir ve rahatsız edildiklerinde bir cevap olarak bunları dışarıya çıkararak bir koku salgırlar. Anason Papilionidlerin larvaları bu konuda bilinen en iyi örnektir. Rahatsız edildiklerinde portakal rengindeki osmeteriumlarını çıkararak uçucu mason yağı bileşenlerini salgırlar. İnsanların yaptıkları herbisitlerin karıncalar tarafından alındığında ve çekirgeler tarafından bunların püskürtüldüğü yaprakların yenmediğini ve repellent etkiye sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bu herbisitler köpük ile birleştğinde çekirgeler savunma reaksiyonu gösterir (Cott, 1940; Edmunds, 1974; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990). Enjekte edilmeyen savunma kimyasalları hoş kokulu olan ve hoş kokulu olmayanlar olarak ayrılırlar. Hamamböceği, kulağakaçan, Coleoptera'nın bazı familyaları, Hemiptera'nın bazı familyaları oldukça karakteristik kokulara sahiptir. Bizim duyu organlarımız bunları hemen istenmeyen, hoşlanılmayan kokular olarak algırlar. Bu bileşenlerin pek çoğu yalnızca tehlike olduğunda salgılanmaz. Bunların, üretildikleri integüment yüzeyindeki epitel bezler, tarafından salgılanır. Herhangi bir kimse Tenebrionidae (Coleoptera) familyası bireyleri ile *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)'ın bireylerini elle tutarsa bunların kokuları ellerinde uzun süre kalır (Aşkın ve ark., 2023). Gerçekten bu türler iğnelenip kurutulduktan sonra koleksiyonu da kokuturlar. Karıncalar bir sürü sitral üretir. Citronella ile yakından ilişkili olan bu bileşik ticari böcek repellenti olarak geniş alanlarda kullanılır.

Böceklerde savunmada kullanılan pek çok kimyasal büyük oranda repellent olarak görev görür ve saldırganı engeller. Fakat bu maddelerin bazılarının yüksek konsantrasyonu çok tehlikeli bazı kimyasallar esas zehir olarak görülür. Meloid kabarcık böcekleri (Coleoptera: Meloidae) olarak bilinen bireylerin vücut integümentlerinde cantharidin bileşeni bir zaman insan afrodisyaki olarak düşünülmüş olmasına rağmen mokuzalarında kuvvetli tahriş edici ve kabartılar oluşturucu yapıya sahip olduğu için bu alandaki kullanımlarından vazgeçilmiştir. Bir başka bileşik olan ve Staphylinidae familyasından *Paederus* cinsi tarafından üretilmekte olan pederin bileşeni birçok dermatitise neden olmuştur. Coleoptera'dan ekstrakte edilen saponin bileşeni Güney Amerika, Afrika ve Asya yerlileri tarafından oklarının uç kısmına yerleştirilerek kullanılmış ve kuvvetli felç edici yapıya sahip bir zehir olduğu bilinmektedir. Formikasit karıncaları iğnesizdir. İsimlerinden anlaşılacağı üzere kolonileri savunmada ve diğer organizmaların hücumuna uğradığında formik asit salgırlar. Formik asit dıştan uygulandığında veya sprey yapıldığında bu karıncalar 30 cm kadar

yürür ve mandibulları ile yaralandıkları yöne doğru giderler. Böcekler arasında karşılaşılan kimyasal savunmanın en sık örneği *Brachinus* cinsini de içeren carabidlerdir. Bu küçük siyah coleopterler isimlerini bunların savunma salgılarının patlayıcı şeklinde salındıklarında işitilebilir oldukları için bombardıman böcekleri adını almışlardır. Bunların abdomenlerinin uç kısmının kaldırılması ve döndürülmesiyle bombardıman yaparlar. Bu iç savunma organı ile başlar ilgili bezler tarafından hidrojen peroksit ve hidrojen guanin salgılarını içeren bir depodan oluşur. Bu iki bileşik kütikular çember içinden geçerek katalitik enzim ile temasa geçer. Bu üç bileşenin her biri karıştığında reaksiyon oluşur. Oksijenin ani patlaması ile düşmana doğru görülebilir bir koanin bulutu oluşur (Moore ve Walkbank, 1968; Forsyth, 1972; Erwin ve Sims, 1984; Ball ve McCleve, 1990). Geniş anlamda zehirler enjekte edildiğinde tüm zehri toksik bileşenlerdir. Bu belirleme seta, eradikating kıllar ve spineler ile ilişkili epitel hücreler tarafından üretilen bileşiklerdir. Tükürük salgıları ağız parçaları tarafından enjekte edilir. Ayrıca akulate, Hymenoptera'nın zehirli iğneleri bulunmaktadır. Benzer şekilde zehirsiz bileşenleri genellikle etkisizdir. Organizmaya enjekte edildiğinde zehirler karakteristik bir yanıt verirler. Pek çok avcı böceğin tükürük salgıları gibi bazı zehirlerin esas görevi sindirime yardımcı olduğu için genel toksik özelliğine sahiptir. Bunlar çevirdikleri dokuları dönüşümsüz şekilde sıvılaştırmak veya küçültmek özelliğindedir: Sivrisinekler gibi hem kanla beslenen böceklerde bu salgılar pıhtılaşmayı geciktiren bir Antikoagülen içerirler ve beslenmenin devamlılığını sağlarlar. Aculeate (Hymenoptera) iğne bezleri tarafından üretilen bezler parazitik eşek arıları tarafından paralyze edilecek zehir şeklinde olabilir. Bazı paralyze edici zehirler oldukça geniş bir etkiye sahiptir. Fakat diğerleri sadece birkaç konukçu türüne özelleşmiştir. Bu özelleşmiş görünüm parazitin konukçu tercihinden çok bileşenlerin doğal kimyasal yapılarına bağlıdır. Bunlardan başka pek çok zehir değişikdir. Yumurta bırakmaya yardımcı olacak geçici paralyze oluştururlar. Diğerleri ise devamlı felç meydana getirir. Sosyal arıların, eşek arılarının ve karıncaların zehirleri esas olarak koloniyi savunma için kullanılır. Böcek zehirlerinin kimyasal yapıları oldukça değişikdir. Biyokimyasal açıdan yalnızca birkaç tanesi uygun bir şekilde çalışabilmiştir (Schmidt, 1998).

### **Böceklerde Taklit Ve Kamuflaj (Mimikri Ve Kriptik Renklenme)**

**Müllerian mimikrisi:** İki veya daha fazla tehlikeli türün birbirini taklit ederek avcılara karşı caydırıcı etkilerini artırması şeklinde ifade edilen mimikriye Müllerian mimikrisi olarak isimlendirilmektedir. Mimikri

kavramının karşıtları bireysel özelliklerin dereceli birikimi gizlenmenin gelişmesinde uygun bir görev gösterdiği halde mimikrinin gelişmesinde etkili bir şekilde çalışılmayacağını tartışır. Avcıların sakınmayı öğrendikleri modellere benzeyen bu taklitçi canlı bireylerin bu uygun koruma özelliklerini doğal ayıklanmanın olduğu dönemlerde esas değişiklikler olarak mı kazandıkları konusu halen soru işaretidir. Bununla beraber hatırlamamız gereken pek çok taklit desenli türler hareketli iken görev görür. Böylece bunlar saklanmada kullanılan desenler gibi çok gelişmiş desenlere belki gereksinimleri yoktur. Kamufleji çoğunlukla çok yakınlarında olmalarına rağmen predatörlerin çok dikkatli araştırmalarına karşı koyar. Bu duruma karşı tartışma ise bu gibi değişimler esas mutasyonlar sonucunda veya bunların başlangıçlarının yakın olmasıyla oluşur. Gerçekten iyi savunmuş bir türe benzer diğer iyi savunmamış türlerle ilgili pek çok örnek vardır. Aynı zamanda bazı türler vardır ki değişimlere bazı kısımlarındaki orjinal desenleri kalmasına karşın diğer kısımlar bir kısmı ile aynı olduğu lezzetsiz türlere görünüş bakımından açıkça benzerler. Sonuç olarak her zaman taklidin pek çok örneğinde görülen detayları fevkaladedir ve taklitteki bazı yararların açıkça paralelizmdeki bir hata veya yaygınlaşma ile geçmesinin sonucudur (Harvey ve ark., 2018; Quicke ve ark., 2018). Doğa bilimcisi Müller taklit edecek türlerin tüm bireylerinin lezzetsiz olduğunu belirtmiştir. Bundan dolayı 2 veya daha fazla lezzetsiz simpatrik tür benzer görünüme sahip olduklarında bu benzerliğin Müllerial mimikri olarak isimlendiririz. En azından tecride yararlı olabilmek için türlerin bir grubu farklı işaretlerin çok genel uyarı işaretlerine uyumlu oldukları görülür. Avcılar farklı desenler yerine yalnızca bir deseni öğrenip tanıyabilecektir. Farz edelim ki bu avcılar lezzetsiz avlarının görünümünü öğrenmek için bazı kötü deneyime gereksinim duyduğunda bir grup lezzetsiz tür bu durumu paylaşmak için predatörleri eğitmek amacıyla kendilerini kurban eder. Çeşitli araştırmacılar birbirleriyle yakın ilişkili olan türlerin birbirlerine benzemelerini bunların aynı atadan gelmeleriyle açıklamış ve tartışmışlardır. Örneğin siyah ve sarı çizgili eşek arılarının iki cinsi benzer şekillerde renklenmiş bu desen muhtemelen bir atadan miras kalmıştır. Bu gibi durumda birinin model diğerinin taklit olabileceğini düşünemeyiz. Burada tam anlamda bir mimikri yoktur. Bu durum teknik olarak görünüşte etkili olmasına karşın Müllerial mimikrinin etkili olup olmadığı ana sorusu daha önemli görülür. Örneğin Güney Amerika'da 4 farklı familyayı içeren Müllerial katlidine sahip bir grup vardır. Bu Müllerial türlerine ilave olarak yenebilen (lezzetli) Batesian mimikri gösteren iki tür bulunur. Bunların hepsinden avcılar sakınırlar. Mimikri esas olarak kelebekler üzerinde çalışılan ilk araştırmanın etkisiyle genellikle renk desenlerindeki benzerlik olarak düşünülür. Renk

benzerliği tek başına tüm görünüş benzerliği kadar etkili olmayacağı açıktır. Gerçekten hem şekil hem de renk bakımından birbirlerine benzeyen farklı takımlardan pek çok tür vardır. Bir Cerambycidae (Coleoptera), bir Hemiptera, bir Lepidoptera ve bir örümcek eşek arısından oluşan mimikri halkası olarak isimlendirilen en farklı gruplardan biridir. Bunların hepsi oldukça çarpıcı benzerlikte çok lezzetsiz ve yumuşak vücutlu böceklerdir. Hem model hem de taklit şekillerine esasta güvenen mimiklerinin pek çok örneği vardır ki bunlar monokromatikler (tek renkli olma). Bazı durumlarda taklitçiliğin yararları çok açıktır. Savunmasız uzun antenli Cerambycidler berbat kokulu Tenebrionidlere benzerler. Diğer durumlarda birçok karınca taklidinde olduğu gibi benzerliğin önemi belirsizdir. Kimyasal savunmalara rağmen karıncalar, kuşlar, sürüngenler, kurbağalar ve memeliler tarafından yenir. Böylece karınca taklitçiliği basitçe benzeyen predatörlere karşı daha korunma sağlayarak kazançlı olacaktır. Bu durum bazı türlerin karıncalar ile karışık olmalarına yardımcı olabilir. Yuvalarının devamlı sakinleri olmayı uzatsalar dahi böylece dikkat çekmezler ve konukçularına benzemeyen pek çok karınca misafiri vardır. Karıncalar genelde çok sayıdadırlar. Diğer bir türün birkaç bireyi dikkatleri çekmeden bunlarla beraber hareket edecek ve böylece yaşamlarını geliştirme şansına sahip olacaktır. Bu esaslar ne olursa olsun karıncalar ile ilgili olmayan tüm böcekler arasındaki benzerlik Hemipterler'de de olduğu gibi dikkat çekicidir (Harvey ve ark., 2018; Quicke ve ark., 2018).

**Batesian mimikrisi:** Zararsız bir böceğin zehirli bir türü taklit etmesi Batesian mimikrisi olarak bilinmektedir. Batesian mirmkrinin etkili kalması için model ve taklitçi arasında sayısal bir değer bulunması açıktır. Bu gibilere predatörler aynı görünüşteki lezzetli ve lezzetsiz avları ile ilgili olarak fazla bir deneyimleri yoktur. Bir taklit deseninin geliştirilmesi için bir lezzetli türün modelden daha az bollukta bulunması gerekmektedir. Böylece benzerliliğin yararları sabit kalabilecektir. Genç avcılarının öğrenmesi lezzetli türler ile karşılaşması ile yavaşlatılabilecektir. Bu durum model üzerine avcı baskısını arttırabilecek ve birbirinden ayırıcı renk desenleri seçimine yönlendirecektir. Bu şekilde gözden geçirdiğimizde taklit yeteneğinin dereceli değişimi tamamıyla mümkün görülmektedir ve taklit geniş anlamda değişime sabit olmakla değil beraberce geliştirilebilecektir (Harvey ve ark., 2018; Quicke ve ark., 2018).

**Kamufraj:** Böceklerin çevreleriyle bütünleşmesi için renk ve desen uyumunu kullanma stratejileri kamufraj yetenekleri sayesinde sağlamaktadırlar. Kamufraj bitkiler (Wiens, 1978; Lev-Yadun and Ne'eman, 2013) ve hayvanlar (Kerr, 1941; Kettlewell, 1965; Stevens and Merilaita,

2011) aleminde evrimsel süreç içerisinde çeşitli şekillerde özellikle avcılara karşı kullanılmıştır. Özellikle Insecta sınıfında kamuflajı bir bireyin avcılara karşı tespit edilmesini zorlaştırmak, doğru şekilde tanınmasını önlemeye yardımcı olacak vücut renklerini, morfolojik yapılarını, hatta çevresindeki materyalleri kullanarak kendilerini avcılardan korumak amacıyla kullanmaktadırlar. Kamuflaj, avın potansiyel avcılar tarafından tespit edilmesini veya doğru bir şekilde tanınmasını önlemeye yardımcı olduğu için en yaygın avcı karşıtı savunma biçimlerinden biridir (Skelhorn ve Rowe, 2016; Stevens ve Merilaita, 2009). Kamuflaj olmuş avlar vücut renklerini (Cuthill ve ark., 2005; Stevens ve ark., 2009; Stevens ve ark., 2014), morfolojik yapıları (Liu ve ark., 2014; Skelhorn, 2015; Skelhorn ve ark., 2010), çevrede bulunan materyalleri (Hultgren ve Stachowicz, 2009) veya hatta hareket kalıplarını (Anderson ve McOwan, 2003; Srinivasan ve Davey, 1995; Stevens ve Merilaita, 2009) kullanarak kendilerini daha iyi gizlerler (Anderson ve McOwan, 2003; Skelhorn ve Rowe, 2016; Stevens ve Merilaita, 2009). Stevens ve Merilaita (2009) ve Skelhorn ve Rowe (2016) belirli yaygın kamuflaj formlarını tanımladılar. En genel formlar, kripsis veya maskeli balo gibi görsel kamuflajdır (Skelhorn ve Rowe, 2016; Stevens ve Merilaita, 2009). Ayrıca, arka planın kendisi daha heterojense kamuflajlı nesnelere bulunmasının daha zor olduğu gösterilmiştir (Duncan ve Humphreys, 1989; Lovell ve ark., 2008; Merilaita, 2003; Troscianko ve ark., 2009). Habitatın görsel karmaşıklığı ve görsel arka plan karmaşıklığı genellikle av tespit süresini artırır (Dimitrova ve Merilaita, 2009). Merilaita (2003), Görsel arama verimliliği, hem hedef-dikkat dağıtıcı hem de dikkat dağıtıcı-dikkat dağıtıcı benzerliğine bağlı olarak değişebilir (Duncan ve Humphreys, 1989; Lovell ve ark., 2008). Görsel kamuflaj stratejilerinin ortak bir özelliği, hepsinin avcının tespitini veya tanınmasını engellemek için kamuflaj konusunu çevresine uyarlamaya odaklanmasıdır. Bu kamuflaj biçimleri, kamuflaj konusunu vücut rengi, şekil adaptasyonu veya kendisini "süsleme" vb. yoluyla bir uzlaşmaya zorlar. Burada, yeni keşfedilen bir görsel kamuflaj biçimini tanımlıyor. Yetişkin yaprak böceklerinin delik besleme kamuflajı, kamuflaj konusunun kendisinden ziyade çevresel arka planı değiştirerek veya "süsleyerek" görsel tespiti veya tanınmayı daha zor hale getirir.

### **Sosyal Böceklerde Savunma Mekanizmaları**

**Koloni savunması:** Karıncalar, arılar ve termitler gibi sosyal böceklerin yuvalarını ve kolonilerini savunma davranışları koloni (Grup) savunmasıdır. Grup savunması eusosyal böceklerin önemli davranış uyumu olarak bilinir (Schmidt, 1977; Schmidt, 1998). Termit işçileri açıklığı

kapatmak ve yuvalarındaki zararı tamir etmek için toplanırlar ve nasutiler saldırganın etrafını çevirmede görev görürler ve frontal bezlerinin yapışkan salgıları ile ipliklerle bunları sararlar (Wilson, 1975; Schmidt, 1977; Deligne ve De Coninck, 2006; Batchelor ve Briffa, 2011). Arılar, eşek arıları ve karıncalar yuvalarını savunmada grup halinde iğne batırma davranışları göstermektedirler ve karıncaların özelleşmiş asker kastları besin toplayan işçi kastlarını savunmasında grup halinde hareket ederler. Bununla birlikte grup savunması davranışları eusosyal böcekler için sınırlı değildir. Çok genelleşme Hymenoptera'lar arasında bu gibi davranışların etkinliği ile ilgili iyi deneysel olaylar bilinir. Bu durum özellikle testere sineklerinde görülür. Diğer gregar ve koloni halinde yaşayan türlerin dikkatli çalışılması sonucunda grup savunmasının yaygın olduğu görülür (Schmidt, 1977; Schmidt, 1998). *Neodiprion* (Hymenoptera) ve *Diprion* (Hymenoptera) arılarının bazı türlerinin larvaları anterior ve posterior sonlarını aynı anda sarsılma hareketi ile kaldırır ve bir grup savunması gösterirler ve bu sırada ağız parçalarından reçineli yapışkan bir madde çıkarırlar. Probb 1960 bu davranışların hem parazit hem de kuş avcılarının saldırılarını engellediğini açıklamıştır. Tosto 1972 *Neodiprion* larvaları yayıldıklarında *Podisus modestus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) yalnızca sıradan ayrılmış tek larvalara saldırarak diğerlerine zarar vermeden bunu çeker. Bununla birlikte bu larvalar sık bir grup olduğunda bir bireye avcının saldırısıyla ilgili çabaları koloninin geri kalan üyeleri tarafından grup savunma yanıtını uyarı olarak kullanırlar. Predatör saldırısı başarıya ulaştığında avcıya larvalardan sızan sıvı ile bulaşır ve bu ilave saldırıları yavaşlatır. Grup savunması davranışının sonunda başarısız saldırıların sayısı artar ve belirli bir zaman içinde *P. modestus* daha az saldırı yapar (Wilson, 1975; Schmidt, 1977; Blum, 1981; Evans and Schmidt, 1990; Williams and Simon, 1995; Schmidt, 1998; Deligne and De Coninck, 2006; Batchelor and Briffa, 2011).

**İşbirlikçi savunma stratejileri:** Feromonlar aracılığıyla iş birliği ve düşmanlara karşı toplu saldırılar. Sosyal böcekler savunma kabiliyetlerini grup davranışı düzenleyerek kuvvetlendirirler. Kızgın arılar ve eşek arıları kovanda savunuculara telaşesi ile çoğunlukla tehlikeye cevap verirler. Bunlarda grup iğneleme davranışdır ve daha sonra zehirle ilişkili alarm feromonunun salgılanması ile tehlikeye yanıt verirler. Bazı afit türleri arasında alarm feromonu olduğu saptanmıştır. Avcılar tarafından saldırıya uğradıklarında avlanan afit kornikullarında bir damla üretilir. Bu salgının uçucu bileşenleri diğer afitleri 1-3 cm uzaklığa kadar geri püskürtür. Karıncalarda alarm feromonuna sahiptir. Bunlar yuva yakınında rahatsız

edilmeye hemen bu feromon yardımıyla askerleri çağırırlar. *Eosinophilia langioidila* karıncaların işçileri yabancı karıncaların saldırısına karşı kendi topraklarını bir anlamda savunmak için işaretlerler. Bazı termit türlerinde özelleşmiş askerler nasuti olarak isimlendirilir. Yapışkan frontal bez salgılarını enjekte etmek için besin hortum şeklinde bir uzantısı bulunur, işçiler belirlenmiş iz üzerinde ileri geri hareket ederken nasutiler besin toplayıcılarını korumak amacıyla onların güzergahlarına bu hortum şeklindeki kısımlarıyla işaretlerler. Bir grup nasuti birlikte çalışarak düşmanın etrafını çevirir. Yapışkan iplik şeklindeki sertleşen salgılarını bırakırlar. Başlarını bir taratan diğer tarafa sallayarak kendilerinden büyük düşmanı çabucak bu iplikle sararlar (Schmidt, 1977; Blum, 1981; Evans ve Schmidt, 1990; Schmidt, 1998).

### **Sonuç**

Böcekler, hayatta kalma mücadelesinde çeşitli savunma mekanizmaları geliştirerek doğadaki varlıklarını sürdürmüşlerdir. Bu mekanizmalar, çevresel tehditlere karşı fiziksel, kimyasal ve davranışsal stratejilerden oluşur. Her bir savunma yöntemi, böceklerin yaşadığı ekosisteme ve karşılaştıkları tehditlere bağlı olarak şekillenir.

Fiziksel savunma mekanizmaları, dış tehditlere karşı ilk savunma hattını oluşturur. Sert dış iskelet, dikenli yapı veya vücut zırhı gibi özellikler, avcılarının böceklere zarar vermesini zorlaştırır. Bunun yanında, bazı böcek türleri, tehlikeli görünmek için parlak renkler sergileyerek uyarı sinyalleri gönderir. Bu özellik, özellikle yırtıcılara karşı caydırıcı bir etki yaratır.

Kimyasal savunma mekanizmaları ise daha etkili ve genellikle tehlike anında devreye giren yöntemlerdir. Örneğin, bazı böcekler düşmanlarını şaşırtmak veya uzaklaştırmak için kötü koku salgılar. Zehirli sıvılar veya toksik maddeler salgılayan türler ise düşmanlarını doğrudan etkisiz hale getirebilir. Bu mekanizmalar, böceklere hem savunma hem de avcılarını eğitim yoluyla kaçıdırma avantajı sağlar.

Davranışsal savunma mekanizmaları da hayatta kalma şansını artırır. Kamufraj, yani çevreyle uyumlu renk ve desenlere sahip olmak, böceklerin fark edilmesini zorlaştırır. Bazı türler ise taklitçilik (mimetizm) yoluyla zehirli veya tehlikeli başka bir canlıyı andırarak avcılarını yanıltır. Ani sıçramalar, hızlı uçuşlar veya grup halinde hareket etmek gibi yöntemler de böceklerin dikkat çekmeden kaçmalarını sağlar.

Sonuç olarak, böceklerin savunma mekanizmaları, onların ekosistemlerdeki hayatta kalma ve uyum yeteneklerini artıran, oldukça çeşitli ve etkili stratejilerden oluşur. Bu mekanizmalar, yalnızca böceklerin yaşamını sürdürebilmesi açısından değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekolojik dengenin sağlanması açısından da kritik bir öneme sahiptir. Böceklerin bu karmaşık savunma sistemlerinin incelenmesi, tarımsal zararlılarla biyolojik mücadelede yeni yaklaşımlar geliştirilmesine ve ekosistemlerin işleyişine dair daha derin bir anlayışa olanak sağlar.

### KAYNAKLAR

- Aşkın, A.K., Akça, İ., Saruhan, İ., & Altaş, K., Karadeniz Bölgesindeki Önemli İstilacı Böcek Türleri, İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar, eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi, 2022, ss. 171-205, ISBN:978-625-6957-26-8.
- Ball, G. E., & McCleve, S. (1990). The middle American genera of the tribe Ozaenini, with notes about the species in southwestern United States and selected species from Mexico. *Quest. Ent.* 26, 30–116.
- Batchelor T.P. & Briffa M. (2011). Fight tactics in wood ants: individuals in smaller groups fight harder but die faster. *P. Roy. Soc. Lond. B. Biol.* 278: 3243–3250.
- Blest, A.D. (1957). The Function of Eyespot Patterns in the Lepidoptera. *Behaviour*, 11(2-3), 209-258. <https://doi.org/10.1163/156853956X00048>.
- Blum, M. S. ( 1981 ). *Chemical Defenses of Arthropods*. Academic Press, New York.
- Cott, H. B. ( 1940 ) . *Adaptive Coloration in Animals*. Methuen, London, U.K.
- Cuthill, I. C., Stevens, M., Sheppard, J., Maddocks, T., Párraga, C. A. , & Troscianko, T. S. (2005). Disruptive coloration and background pattern matching. *Nature*, 434(7029), 72–74.
- Cuthill, I. C., Sanghera, N. S., Penacchio, O., Lovell, P. G. , Ruxton, G. D. , & Harris, J. M. (2016). Optimizing countershading camouflage. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 13093–13097.
- Deligne J. & De Coninck E. (2006). Suicidal defence through a dehiscent frontal weapon in *Apilitermes longiceps* soldiers (Isoptera: Termitidae). *Belg. J. Entomol.* 8: 3–10.



- Edmunds M (1974). *Defence in Animals: A Survey of Anti-Predator Defences*. Longman, Harlow.
- Edmunds, M. ( 1974 ) . *Defence in Animals*. Longan, Essex, U.K.
- Eisner T, Eisner M, & Siegler M. (2005). *Secret Weapons: Defenses of Insects, Spiders, Scorpions, and Other Many-Legged Creatures*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, London.
- Erwin, T. L. & Sims, L. L. (1984). Carabid beetles of the West Indies (Insects: Coleoptera): a synopsis of the genera and checklists of tribes of Caraboidea and of the West Indian species. *Quest. Ent.* 20, 351–466.
- Evans, D. L., and Schmidt, J. O. (eds. ) (1990). *Insect Defenses: Adaptive Mechanisms and Strategies of Prey and Predators*. State University of New York Press , Albany, NY .
- Fleming P.A., Muller D., Bateman P.W. (2007). Leave it all behind: a taxonomic perspective of autotomy in invertebrates. *Biological Reviews* 82, 481–510.
- Forsyth, D. J. (1972). The structure of the pygidial defence glands of Carabidae (Coleoptera). *Proc. Zool. Soc. Lond.* 32, 253–309.
- Harvey, J. A., Visser, B., Ode, P. J. et al. (2018) Ant-like Traits in Wingless Parasitoids Repel Attack from Wolf Spiders, *Journal of Chemical Ecology* 44, 894-904.
- Hermann H.R. 1984a. Defensive mechanisms: general considerations. In: *Defensive Mechanisms in Social Insects* (Hermann H.R., Ed), Praeger, New York, pp 1–31
- Hermann H.R. 1984b. Elaboration and reduction of the venom apparatus in aculeate Hymenoptera. In: *Defensive Mechanisms in Social Insects* (Hermann H.R., Ed), Praeger, New York, pp 201–238
- Humphreys R.K., & Ruxton G.D. (2018). A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 72, 22.
- Humphreys R.K., & Ruxton G.D. (2019). Dropping to escape: a review of an under-appreciated antipredator defence. *Biological Reviews* 94, 575–589.
- Kerr JG (1941) The art of camouflage. *Nature* 147: 21.
- Kettlewell H (1965) Insect survival and selection for pattern. *Science* 148: 1290–1296.

- Lev-Yadun S, & Ne'eman G. (2013). Bimodal colour pattern of individual *Pinus halepensis* Mill. seeds: a new type of crypsis. *Biol J Linn Soc* 109: 271–278.
- Moore, B. P., & Wallbank, B. E. (1968). Chemical composition of the defensive secretion in carabid beetles and its importance as a taxonomic character. *Proc. R. Ent. Soc. B* 37, 62–72.
- Quicke, D. L. J., Volponi, M. A. S., Kitching, I. J., & Butcher, B. A. (2018). First record of the remarkable clearwing moth, *Akaisphecica melanopuncta* O. Gorbunov & Arita, 1995 (Sesiidae: Sesiinae: Osminiini), from Thailand, with comments on likely Batesian mimicry, *Journal of Asia- Pacific Entomology* 21, 490-492.
- Ruxton G.D., Sherratt T., Speed M.P. (2004). *Avoiding Attack: The Evolutionary Ecology of Crypsis, Warning Signals, and Mimicry.* Oxford University Press, Oxford.
- Schmidt, J. O. (1982). Biochemistry of insect venoms . *Annu. Rev. Entomol.* 27, 339 – 368.
- Schmidt J.O. (1977). Defensive strategies of wasps and ants: *Dasymutilla occidentalis* and *Pogonomyrmex badius*. PhD thesis, University of Georgia, Athens.
- Schmidt J.O. (1978). Ant venoms: A study of venom diversity. In: Shankland DL, Hollingworth RM, Smyth T (Eds) *Pesticide and Venom Neurotoxicity.* Plenum (New York), 247–263.
- Schmidt J.O. (1998). Mass action in honey bees: Alarm, swarming and the role of releaser pheromones. In: VanderMeer RK, Breed MD, Espelie KE, Winston ML (Eds) *Pheromone Communication in Social Insects.* Westview (Boulder), 257–290.
- Stevens, M., Lown, A. E., & Wood, L. E. (2014). Camouflage and individual variation in shore crabs (*Carcinus maenas*) from different habitats. *PLoS One*, 9(12), e115586.
- Stevens M., & Merilaita S. (2011) *Animal Camouflage: Mechanisms and Function.* Cambridge University Press, London.
- Wickler, W. ( 1968). *Mimicry in Plants and Animals.* McGraw– Hill, New York.
- Wiens D (1978) *Mimicry in Plants.* In “*Evolutionary Biology*” Ed by MK Hecht, WC Steere, B Wallace, Springer US, Boston, pp 365–403.

Williams, K. S., & Simon, C. (1995), Ecology, Behavior and Evolution of Periodical Cicadas, *Annual Review of Entomology* 40, 269-295.

Wilson E.O. (1975). *Sociobiology*. Belknap Press, Cambridge, M.A.



# SİYAH KARPUZ BÖCEĞİ, *CORIDIUS VIDUATUS* (F.) (HETEROPTERA: DINIDORIDAE)

Şener TARLA<sup>1</sup> - Gülcan TARLA<sup>2</sup>

## Giriş

Dünyada hızla artan insan nüfusu ve küresel güçlerin enerji savaşları sonucu beslenme sorunları gün geçtikçe artmaktadır. Tarım yapılabilir alanların genişletilmesine yönelik çalışmaların yakın zamanda mümkün olmayacağı anlaşılmıştır. Sınırlı olan tarım alanlarında yapılmakta olan tarımsal üretimin birim alandaki verimliliğinin artırılması gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle zararlı organizmalardan kaynaklanan ürün kayıplarının önlenmesi günümüzde artık daha büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda hızla artan küresel ısınma ve bunun sonucu kuraklık nedeniyle toplam ürün miktarlarında azalmalar olmaktadır. Dünya üzerinde küresel ısınmanın yol açabileceği sorunlar maddeler halinde verilmiştir (Akın, 2006; Sevinç ve Aktuğ, 2023). Yıllar geçtikçe artmakta olan ve endişe verici olan bu sorunlar nedeniyle mevcut gıda fiyatlarındaki artışın devam edeceği tahmin edilmektedir.

Karpuz dünyada ve ülkemizde özellikle sıcak mevsimlerde sevilerek tüketilen ve insan beslenmesinde önemli ürünlerden birisi olarak bilinmektedir. Beslenme ve insan sağlığı açısından önemli bir yere sahip olup, su oranı %90'ın üzerinde, şeker içeriği ise %8-14 arasındadır. Protein ve yağ bakımından fakir olmasına karşın içerisinde B, C ve A vitaminleri bulundurmaktadır. Ayrıca, Ca, P, Fe ve Mg bulundurmasıyla da sağlık bakımından önemli bir üründür. İnsan sağlığı göz önünde bulundurulduğunda, kanser ve diğer hastalık riskini azaltan yüksek likopen konsantrasyonları içeren, tohumları amino asit ve mineraller içermesiyle önemli bir bitki olduğu görülmektedir (Godwin ve ark., 2008). Cucurbitaceae familyasına dahil olan Karpuz, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai yeryüzünde üretilen yaş sebzeler içerisinde üretim miktarı olarak domates ve patatesten sonra gelmektedir. Dünyada yaklaşık 3 milyon hektar ekim alanı ile üretim hacmi yaklaşık 101 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2021). Ülkemizde ise bulunduğumuz yılda yaklaşık 3.2 milyon ton karpuz üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2024). Türkiye dünya

---

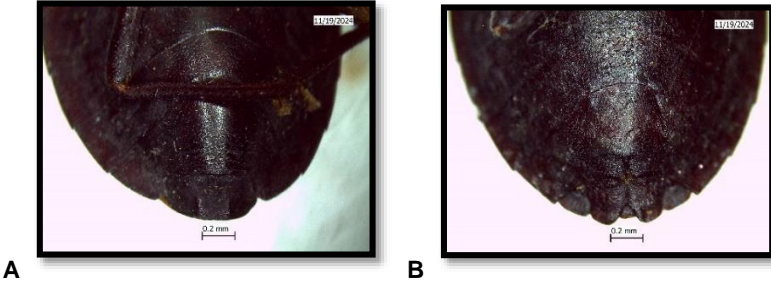
<sup>1</sup> Prof. Dr., Uşak Üniversitesi, sener.tarla@usak.edu.tr

<sup>2</sup> Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, gulcan.tarla@usak.edu.tr

karpuz üretiminde Çin Halk Cumhuriyeti'nden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Ülkemiz açısından bu denli önemli olan karpuz bitkisinin gen merkezi Afrika olduğu bildirilmiştir (Jeffrey, 1975; Robinson ve Deckers-Walters, 1997). Karpuz Afrika kıtasının daha kurak bölgelerinde ve Hindistan'ın tamamında ve Asya'nın bazı bölgelerinde 4000 yıldan uzun süreden beri yetiştirilmektedir. Buna rağmen bitkinin tam olarak coğrafi kökeni ve kültüre alınma süreci günümüzde tam olarak bilinmemektedir (Munisse ve ark., 2011). İlgili konu hakkında yürütülen çalışmalar ile bu cinse dahil türlerin gen merkezi günümüzde yabancı olarak mevcut oldukları Afrika'daki Kalahari çölüdür (Esquinas-Alcazar ve Gulick, 1983; van der Vossen ve ark., 2004). Bunun aksine diğer bir görüşe göre ise muhtemelen Kuzey Afrika'da bulunan Sahel Bölgesi olabileceği bildirilmiştir (Wasylikowa ve Van der Veen, 2004). Ayrıca diğer bir görüşe göre ise Hindistan'ın ikincil bir gen merkezi olduğu savunulmaktadır (Whitaker ve Davis, 1962). Önemli bir ürün olan Karpuz bitkisinin Afrika'dan Asya kıtasına milattan sonra ortalama 800 ve Avrupa kıtasına ise 961 senesinde götürülmüş olduğu ve buradan da ABD kıtasına Avrupalılar tarafınca 17. Yüzyılda götürülmüş olduğu bildirilmiştir (Wehner, 2008).

Dünyada ve ülkemizde önemli bir ürün olan karpuzda birçok bitki koruma sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Ülkemizde karpuzda zararlı olan birçok böcek bulunmaktadır (Giray, 1971; Akkaya, 1995; Uygun ve ark., 1998; Sağlam ve Özder, 2007; Bayram ve Bayhan, 2012; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2017). Siyah karpuz böceği, *Coridius viduatus* (F.) (Heteroptera: Dinidoridae) bunlardan birisidir. Bu türün de dahil olduğu *Coridius* cinsi ilk olarak Illiger (1807) tarafından tanımlanmıştır. Stal (1867, 1870)'de bu türün farklı olduğu düşüncesiyle *Aspongopus* cinsi içerisinde vermiş olsa da günümüzde artık araştırmacılar bu türü *Coridius* cinsi altında vermektedirler (Durai, 1987; Lis, 1990; Rolston, 1996; Ahmad ve ark., 1997; Lis ve Kocorek, 1997; Kocorek ve Danielczok- Demska, 2002).

*Coridius viduatus* erginleri oval olup boyu 1.8- 2 cm ve eni ise 0.8- 1 cm uzunluktadır (Schumeterer, 1969). Ülkemizde toplanan örneklerde yapılan ölçümlere göre ise ortalama  $1.84 \pm 0.51$  (n = 10) cm ve eni ise  $1.07 \pm 0.39$  (n = 10) cm uzunlukta olduğu belirlenmiştir (Tarla ve ark., 2013). *Coridius viduatus*'un erkek (A) ve dişi (B) bireyleri (Şekil 1) abdomen sonları yardımıyla birbirlerinden kolaylıkla ayrılabilir. Dişi bireylerde abdomenin sonu kısmında ventral çok plakalı yapıdadır. Aşağıda bu zararlı ile ilgili verilmiş olan tüm resimler orijinal olup tarafımızca çekilmiştir.



Şekil 1. *Coridius viduatus*'un erkek (A) ve dişi (B) bireyleri (Orijinal)

*Coridius viduatus* çoğu Afrika ülkesinde karpuzun en önemli zararlılarından birisidir. Bu böceğin yayılış alanları tüm Afrika, Arap Yarımadası, Mısır, İsrail, İran ve Türkiye olarak belirtilmektedir (Hoberlandt, 1954; Linnavuori, 1994, 1989; Rolston, ve ark., 1996; Tarla ve ark., 2013). Zararlı, Sudan'da karpuz üretim alanlarında ana zararlı olarak bildirilmiştir (Mustafa ve ark., 2008). Ülkemizde ise bu tür hakkında araştırmalar incelendiğinde Önder ve ark. (2006) tarafından Bursa ve Gaziantep illerinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Pentatomoidea üst familyası hakkında Hatay ili ve çevresinde sürdürülen bir çalışmada bu zararlı tespit edilmemiştir (Tarla ve Doğanlar, 1999). Daha sonraki yıllarda bu illerde gerçekleşen çalışmalar sonucu Hatay'da ilk olarak 2004 yılında *C. viduatus* Acı kavun, *Ecballium elaterium* (L.) A. Richard (Cucurbitaceae) üzerinde tespit edilmiştir. Günümüze kadar yapılan gözlemler sonucu bu zararlının konukçusu olan kültür bitkilerinde tespiti yapılamamıştır. Buna benzer durum İsrail'de de meydana gelmiş olup, zarar verdiği kültür bitkisi konusunda çiftçiler tarafından verilen bir bilgi bulunmadığı bildirilmiştir (Ben-Yakir ve ark., 1996). Aynı araştırmacı deneme sonucu 21 adet kültür bitkisinde karpuz hariç gelişimini tamamlamadığı ve tercih testleri sonucu karpuz ile acı kavun sunulduğunda %80 oranında ikinci bitkinin tercih edildiği bildirmiştir. Bundan dolayı *C. viduatus* doğal koşullarda acı kavun ile biyolojik mücadele amacıyla kullanılabilceği fakat karpuz bitkisine bulaşma olasılığının incelenmesi gerektiğini belirtilmiştir (Ben-Yakir ve ark., 1996). Laboratuvar koşullarında sadece acı kavun ve karpuz bitkileri üzerinde gençler gelişerek yaşamını tamamlamıştır (Tarla ve ark., 2013). Ülkemizde çoğu yerde doğal olarak bulunmakta olan Acı kavun, Akdeniz havzasında bulunan Kabakgillere ait *Ecballium* cinsinin tek (monotipik) türüdür (Richard ve ark., 2003). Yöresel olarak değişmekle birlikte; acı

kavun, acı düvlek, eşek hıyarı, cıratan, cırtlak, cırtlangıç, şeytan keleş, yabancı hıyar gibi isimlerle de bilinmektedir.

Siyah karpuz böceği Sudan'da Karpuz, *C. lanatus*'un ana zararlılarından birisidir (Adra, 2005; Mustafa ve ark., 2008). Schmutterer (1969) *C. viduatus*'un kavun, salatalık, bir dizi yabancı kabakgil, pamuk ve yer fıstığına saldırdığını bildirilmiştir. Fakat ülkemizde söz konusu bitkilerde zararlı olduğu ile ilgili bir bilgi ve bulguya rastlanmamıştır. Bu türün Türkiye'de karpuz, kavun ve kabak üretiminin büyük kısmının gerçekleştirildiği Adana, Bafra ve Diyarbakır gibi şehirlerde yoğunluğunun artması durumunda ciddi ekonomik kayıplar meydana getirebileceği rapor edilmiştir (Dursun ve Fent, 2022). Farklı karpuz çeşitlerini tercih etmesi konusunda bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin bu zararlıın konukçu tercihi bakımından Crimson, Sugar Baby ile yerel karpuz çeşidi Saphinga arasında önemli bir fark olduğu bildirilmiştir (Gubartalla ve ark., 2018). Zararlıın geliştirilmiş karpuz çeşitlerinden Crimson (%78), Sugar Baby (%72) ve daha az oranda Kongo (%69)'yu tercih ettiği ve yerel çeşitleri en az tercih ettiği saptanmıştır (Gubartalla ve ark., 2018). Ülkemizde bulaşık olan alanlarda hangi çeşit karpuzların üretimde kullanıldığı ve bu çeşitlerin bu zararlı tür tarafından tercih edilip edilmediği konusu bilinmemektedir. Bu nedenle mevcut olduğu alanlarda buna yönelik çalışmaların yapılması uygun olacaktır. Böylece bu zararlıın ülkemizde geniş alanlara dağılmasının sebepleri daha iyi anlaşılacaktır. Bu doğrultuda mücadele için stratejiler geliştirilebilecektir.

Siyah karpuz böceğinin sorun oluşturduğu ülkelerde zararlıın bazı biyolojik özellikleri konusunda fazla olmasa da bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında değişik faktörlerden dolayı birbirinden farklı sonuçlar alındığı görülmektedir. Ülkemizde bu türün tespiti dışında bu konuda Tarla ve ark. (2013) tarafında yapılan çalışma dışında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Doğada bu zararlı konusunda yapmış olduğumuz çalışmalar sonucunda bazı biyolojik özellikleri incelenmiştir. Konukçu bitki acı kavunun özellikle sürgünleri üzerinde ve yapraklarının alt kısmında çok sayıda yumurta paketleri (Şekil 2A) ve bitki başına çok sayıda nimfler (Şekil 2B) veya erginler (Şekil 3) bulunabilmektedir. Yumurtalar genelde yaprakların alt yüzeyine farklı sayıda iki sıralı kümeler halinde ya da saplar ve damarlar boyunca uzun sıralar halinde yoğun olarak bırakılmaktadır.





A

B

Şekil 2. *Coridius viduatus*'un yumurta paketleri (A) ve nimfleri (B) (Orijinal)



Şekil 4. *Coridius viduatus* erginleri (Orijinal)

Bir dişi birey ortalama 300-500 adet yumurtayı kümeler halinde bırakabilir (Mohammed, 2003; Ahmed, 2004; Adra, 2005; Abdalla, 2010). Kontrollü koşullar altında gıda olarak acı kavun kullanıldığında  $24 \pm 2$  °C'de bu zararlının yumurtadan ergin olması süresi 5-6 hafta olduğu, dişi başına ortalama 741 adet yumurta verdiği ve bu yumurtalardan çıkan nimfler yaklaşık 470 adet yeni bireye dönüştüğü bildirilmiştir (Ben-Yakir ve ark., 1996). Bırakılan yumurtaların açılma süresi 7-8 gün olup yumurtadan çıkma oranı %95-100 arasındadır (Mohammed, 2003 ve Gubara, 2002). Yumurtadan çıkan genç nimfler, yaşlarına bağlı olarak soluk kahverengiden kırmızımsı siyaha kadar değişen renklerde. Yeni yumurtadan çıkan nimfler yumurta kümesinin yakınında toplu olarak bir arada bulunurlar. Son evredeki nimfler yetişkinlere renk ve görünüm olarak benzer fakat sadece tam olarak gelişmiş kanatları mevcut değildir. Genellikle nimfler toplu olarak bir arada konukçu bitkiden beslenirler (Schumeterer, 1969). Nimfler 42-45 günlük bir süre içerisinde 5 gömlek değiştirerek ergin olurlar. Bu şekilde yılda iki nesil vererek yaşamlarını

sürdürürler (Mohammed, 2003 ve Gubara, 2002). Bu türün biyolojisi yakın zamanda Gubartalla ve ark. (2018) tarafından daha detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Bu zararlının mücadelesinde karbaril, malathion vb. gibi daha az kalıcı pestisitlerin, düşük toksisiteleri, etkililikleri gibi başlıca olumlu özelliklerinden bazıları nedeniyle, yeni stratejilerinde ve entegre zararlı yönetiminde (IPM) dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir (Abdalla ve ark., 2020). Aynı çalışmalarında çevre dostu etmenlerden entomopatojen fungal etmeni *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)'nın ve bitki kökenli *Azadirachta indica* A. Juss (neem) denemelerinde ölüm oranının %10'a ulaşmadığını bildirmişlerdir.

*Coridius viduatus*'un doğal düşmanları konusunda yapılmış olan yeterince sayıda araştırma mevcut değildir. Mineo, (1990) tarafından yumurta parazitoiti olarak *Maruza senegalensis* (Hymenoptera: Scelionidae) bildirilmiştir. Ali ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada yumurta parazitoiti olan *Ooencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) tarafından ilkbaharda, yazın ve sonbaharda olmak üzere parazitlenme oranının sırasıyla %30, %77 ve %84 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar en yaygın avcının ise *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) olduğunu fakat bu türün düşük yoğunlukta bulunduğunu belirtmişlerdir. Mevcut doğal düşman ve etki oranlarının bilinmesi bu zararlının ülkemizde gelecekte sorun olması durumunda önemli olacaktır. Avcı olarak bildirilen *C. septempunctata* ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Yukarıda verilmiş olan diğer türlerden özellikle yumurta parazitoitleri içerisinde cins düzeyinde tespit edilmiş olan *Ooencyrtus* %84 parazitlenme oranıyla umut vadetmektedir.

### **Sonuç**

Bu zararlının üreme gücünün yüksek olması nedeniyle zarar oluşturduğu ülkelerde ne kadar tehlikeli bir zararlı olduğunu göstermektedir. Bu zararlının gelecekte ülkemizde Acı kavun, *E. elaterium* dışında diğer kültür bitkilerine geçme olasılığı her zaman bulunmaktadır. Buna karşın yabancı ot olarak sorun oluşturan acı kavun ile biyolojik mücadelede kullanılması bakımından faydalı olması da dikkate alınmalıdır. Bu nedenle bu zararlının ülkemizde mevcut olduğu alanlarda takibe alınması uygun olacaktır. Gubartalla ve ark. (2018) tarafından bu zararlının biyolojisi incelenmiş ve yerli türleri daha az tercih ettikleri bildirilmiştir. Bizim ülkemizde kültür bitkilerine yönelmemelerinin nedeninin mevcut karpuz çeşitlerinden kaynaklı bir durum olup olmadığı konusunda

çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak yukarda verilmiş olan bilgiler ışığında ülkemizde bu zararlının gelecekte durumunun takip edilmesi, doğal düşmanların dikkate alınması, zarara neden olması durumunda ise insan ve çevre sağlığı ön planda tutularak kimyasal mücadeleden ziyade sürdürülebilir yöntem veya yöntemlerle mücadele edilmesi uygun olacaktır.

### KAYNAKLAR

- Abdalla, M.I. (2010). Ecology, biology, behaviour and control of the melon bug, *Aspongopus viduatus* (Fabricius) (Hemiptera: Dinidoridae). Ph.D. Thesis, University of Khartoum, Sudan.
- Abdalla, M.I., Elbashir, E., Safi, A.I.A. and A.E. Abobaker (2020). Use of *Azadirachta indica*, *Metarhizium anisoplae*, Carbaryl 85% EC and Malathion 57% EC to Control Aestivated *Aspongopus viduatus* (Hemiptera: Dinidoridae), International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries 8:(2), 59-67.
- Adra, A. (2005). Biological, ecological, and morphological studies on the melon bug *Coridius viduatus* (Fabricius) Hemiptera, Dinidoridae on watermelon in North Kordofan State M.Sc. Thesis Faculty of Natural Resources University of Kordofan, Sudan.
- Ahmad, I., M., Hussain and S. Kamaluddin (1997). A review of Genus *Coridius* Illiger (Hemiptera: Dinidoridae) from Indo-Pakistan sub-continent with description of two new species from Mekran and Bangladesh and their cladistic relationships. Proc. Pakistan Congr. Zool. 17: 305-320.
- Ahmed, A.I. (2004). Studies on the ecology and control of the melon bug *Coridius viduatus* (Fabricius) (Heteroptera: Dinidoridae), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Kordofan, Sudan.
- Akın, G. (2006). Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, XLVI(2), 35-37.
- Akkaya, A. (1995). Diyarbakır ve Şanlıurfa İlleri Sebze Alanlarında Bulunan Zararlı ve Yararlı Böcek ve Akar Türlerinin Saptanması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 80.
- Ali A.W.M., Nasser, M.A.K., El-Hariry M.A. and S.M. Gameel (2005). Incidence and population dynamics of the black melon bug (*Coridius*

- viduatus*) in the New Valley, Egypt. In: Plant protection and plant health in Europe: introduction and spread of invasive species, held at Humboldt University, Berlin, Germany, 9-11 June 2005 [ed. by Alford, D. V. Backhaus, G. F.]. Alton, UK: British Crop Protection Council, 211-212.
- Bayhan, E. and S.Ö. Bayhan (2017). Determination of Some Biological Parameters *Henosepilachna elaterii* Rossi (Coleoptera: Coccinellidae) on Different Watermelon Cultivars. MEJS, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2017, doi: 10.23884/mejs.2017.3.1.01.
- Bayram, Y. and E. Bayhan (2012). The Effect of Certain Watermelon Varieties on the Biology of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). XXIV. International Congress of Entomology Daegu, Korea (Oral Presentation). 1-25 August 2012.
- Bayram, Y. ve E. Bayhan (2015). Pamuk Yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin farklı karpuz çeşitlerindeki popülasyon gelişimi. Plant Protection Bulletin, 55(2), 143-155.
- Ben-Yakir, D., Gal, D., Chen, M., and D. Rosen (1996). Potential of *Aspongopus viduatus* F. (Heteroptera: Pentatomidae) as a biocontrol agent for Squinting cucumber, *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. (Cucurbitaceae), Biological Control, 7 (1), 48-52.
- Durai, P.S.S. (1987). A revision of the Dinidoridae of the world (Hemiptera: Pentatomidae). Orient. insects. 21: 163-360.
- Dursun, A. ve M. Fent 2022. Türkiye’de Dağılım Gösteren İstilacı Heteroptera (Insecta: Hemiptera) Türlerinin Ekonomik Önemi, Ed: Kaçar, G.,: İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar, Paradigma Akademi, 1-36 s.
- Esquinas-Alcazar, J.T. and P.J. Gulick (1983). Genetic Resources of Cucurbitaceae – a global report. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- FAO (2021). <http://www.fao.org> (Erişim Tarihi: 15.05.2023).
- Giray, H. (1971). *Epilachna chrysomelina* F. (Coleoptera: Coccinellidae)'nin tanınması ve biyolojisi üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları:186, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 57 s.
- Godwin, C. Olarewaju, M. O., Yetunde, R. O., Kayode, E. A., George, O. E. and T.O. Reginab (2008). Compositional Studies of *Citrulus*

- lanatus* (water melon seeds). The International Journal of Nutrition and Wellness, 6 (1).
- Gubara, S.M. (2002). Pests status, ecology and control. Plant Protection Department Annual Report, Ministry of Agriculture, Khartoum, Sudan.
- Gubartalla, A.E.Z., Ibrahim I.A. and S.M. Solum (2018). Biology and Dispersal of the Watermelon Bug *Coridius viduatus* (F.) (Heteroptera: Dinidoridae) on Different Cucurbit Crops, in North Darfur State, Sudan, Asian Research Journal of Agriculture, 10(3): 1-9.
- Hoberlandt, L. (1954). Hemiptera-Heteroptera from Iran, I. Acta Ent. Mus. Nat. Pragae 29: 121-148.
- Illiger, J.C.W. (1807). Fauna Etruscasistens Insectaquae in provinciis Florentina et Pisanapraesertimcollegit Petrus Rossius. Vol. 2. Iterumedita et annotatisperpetuisaucta. Helmstadii, Fleckeisen, vi, 511 pp.
- Jeffrey, C. (1975). Further Notes on Cucurbitaceae: III. Some African taxa. Kew Bul., 30: 475-493.
- Kocorek, A. and T. Danielczok-Demska (2002). Comparative morphology of the spermatheca and its taxonomic value in the family Dinidoridae (Hemiptera: Heteroptera). European Journal of Entomology 99: 91-98.
- Linnavuori, R.E. (1989). Heteroptera of Yemen and South Yemen. Acta Entomologica Fennica, 54:1-40.
- Linnavuori, R.E. (1994). Heteroptera from Socotra. - Entomol. Fennica5:151-156.
- Lis, J. A. and A. Kocorek (1997). The hindwing venation and its taxonomic value in Dinidoridae (Hemiptera: Heteroptera). Genus 8(3-4): 567-581.
- Lis, J.A. (1990). New genera, new species, new records and checklist of the Old World Dinidoridae (Heteroptera, Pentatomoidea). Ann. Upper Silesian Mus., Entomol. 1: 103-147.
- Mineo, G. (1990). Studies on the Scelionidae (Hymenoptera: Proctotrupoidea) XXIX. New data on the distribution of *Marruzamineo*. Frustula Entomologica, 11, 41-45.

- Mohammed, A.O. (2003). Studies on the biology, ecology and possible control measures of the melon bug *Coridius viduatus* (Fabricius) (Heteroptera: Dinidoridae). M.Sc. Thesis Faculty of Natural Resources, University of Kordofan, Sudan
- Munisse, P., Andersen, S.B., Jensen, B.D., and J.L. Christiansen (2011). Diversity of landraces, agricultural practices and traditional uses of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Mozambique. African Journal of Plant Science Vol. 5(2), pp. 75-86.
- Mustafa, N.E.M., Mariod, A.A. and B. Matthäus (2008). Antibacterial Activity of the *Aspongopus viduatus* (Melon bug) oil. J. Food. Safety, 28: 577–586.
- Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan, S., and M. Fent (2006). Heteroptera (Insecta) Catalogue of Turkey, İzmir, 153 s.
- Richard, W., Rust, R.W., Vaissière, B.E. and P. Westrich (2003). Pollinator biodiversity and floral resource use in *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae), a Mediterranean endemic. Apidologie 34: 29–42.
- Robinson, R.W. and D.S. Decker-Walters (1997). Cucurbits. CABI., Wallingford, UK. ISBN: 0 85199 1335.
- Rolston, L.H., Rider, D.A., Murray, M.J., and R.L. Aalbu (1996). Catalog of the Dinidoridae of the World. Papua N. Guin. J. Agric. For. And Fish., 39: 22-101.
- Sağlam, Ö. ve N. Özder (2007). Karpuz Telliböceği *Henosepilachna elaterii* Rossi (Coleoptera: Coccinellidae)'nin farklı konukçu bitkilerdeki bazı biyolojik özellikleri, Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27.08.2007 - 29.08.2007.
- Schumeterer, H. (1969). Pests of crops in Northeast and central Africa. Gustav Fisher, Stuttgart, 296 pp.
- Sevinç, M.Y. ve S.S. Aktuğ (2023). Nüfus Artışının Yol Açtığı Sorunlara Küresel Bakış, AUSB, 6(11): 13-30.
- Stål, C. (1867). Bidragtill Hemipteren as systematic. Öfv. Vet.-Akad. Förth. 24: 501-532.
- Stål, C. (1870). Enumeratio Hemipterorum. Bidragtill en foreteckningofver alla hittills kända Hemiptera jemte systematiska meddelanden. Enumeratio Dinidorinorum. 16 Sv. Vet.-Akad. Handl. 9: 79-89.
- Tarla, Ş. ve M. Doğanlar (1999). Hatay ve Çevresinde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) Yumurta Parazitoidleri, Bunlara

- Alternatif Konukçu Olan Pentatomid Türleri ve Bu Türlerin Konukçu Bitkileri. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Ocak 1999, Adana. 97-106.
- Tarla, Ş., Yetişir, H. and G. Tarla (2013). Black watermelon bug, *Coridius viduatus* (F.) (Heteroptera: Dinidoridae) in Hatay Region of Turkey, Journal of Basic & Applied Sciences, 9: 31-35.
- TUIK (2024). Türkiye İstatistik Kurumu <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-2.Tahmini-2024-53448> (Erişim tarihi: 19/11/2024).
- Uygun, N., M.R., Ulusoy ve H. Başpınar (1998). Sebze Zararlıları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Yayın No: 213, ders Kitapları Yayın No: A-68, I. Baskı, Adana, 168s.
- Van der Vossen H.A.M., Denton, O.A. and I.M. El Tahir (2004). *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. In Grubben GJH, Denton OA (eds) Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables. PROTA Foundation/Backhuys Publishers/CTA, Wageningen, Netherlands, p. 185191.
- Wasylikowa, K. and Van der M. Veen (2004). An archaeological contribution to the history of watermelon, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai (syn. *C. vulgaris* Schrad.). Vegetation History and Archaeobotany 13: 213–217.
- Wehner, T.C. (2008). Watermelon. In Prohens, J, Nuez F (eds) Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. Springer Science+Business Media, New York, pp. 381-418.
- Whitaker, T.W. and G.N., Davis (1962). Cucurbits: Botany, Cultivation and Utilization, Leonard Hill, London, UK.





# DOMATES GÜVESİ, *TUTA ABSOLUTA* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)'NİN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU VE MÜCADELESİ

Gülşay KAÇAR<sup>1</sup> - Derya KÖSELİ<sup>2</sup>

## Giriş

Anavatanı güney Amerika olan ve ekonomik kayıplara sebep olabilen Domates güvesi veya Domates yaprak galeri güvesi olarak bilinen *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) bitkilerin kök bölgesi hariç tüm organlarında beslenebilmekte ve %100'e varan oranda ürün kaybına neden olmaktadır (Chang ve Metz, 2021). *Tuta absoluta* ilk kez 1917 yılında Meyrick isimli araştırmacı tarafından Peru (Güney Amerika)'da *Phthorimaea absoluta* olarak tanımlanmış, Povolny tarafından ise 1994 yılında *Tuta absoluta* olarak ilan edilmiştir (Barrientos ve ark., 1998). Zararının bugüne kadar 90'dan fazla ülkede yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (EPPO, 2021). Zararının Avrupa'da ilk olarak 2006 yılında İspanya'da, 2008 yılından itibaren ise İtalya, Fransa, İngiltere, Hollanda ve Yunanistan gibi birçok Avrupa ülkesinin yanı sıra Afrika ülkelerinde de varlığı rapor edilmiştir (Ünlü ve ark., 2014; EPPO, 2021). *Tuta absoluta*, Türkiye'ye ilk olarak 2009 yılında Ege Bölgesi'nde İzmir ve Muğla'da domates bitkilerinde varlığı belirlenmiştir (Kılıç, 2010). *Tuta absoluta* erginlerinin uçarak veya rüzgâr ile sürüklenerek birkaç kilometreye kadar hareket edebildiği bildirilmiştir (van Deventer, 2009). Ayrıca, zararının tüm biyolojik dönemlerini bitki üzerinde geçirebilmesi nedeniyle meyveler, fide, taşıma materyali ve diğer araçlarla farklı alanlara taşınabildiği bildirilmiştir (Anonim, 2018). Türkiye'de zaman içerisinde zararlı hızla yayılarak Marmara Bölgesi (Güven ve ark., 2017), Akdeniz Bölgesi (Erler ve ark., 2010; Portakaldalı, 2013a, b; Aslan ve ark., 2017; Kılıçoğlu, 2022), İç Anadolu Bölgesi (Ünlü, 2011; Erdoğan ve ark., 2014b; İlbay, 2019), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Bayram ve ark., 2014b) ve Doğu Anadolu Bölgesi (Canbay ve ark., 2014)'nde tespit edilerek neredeyse Türkiye'nin tamamına yayıldığı rapor edilmiştir. Domates güvesi gibi istilacı bir türün geniş bir coğrafik alana yayılma başarısı, adaptasyonunu destekleyen hem

<sup>1</sup> Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, gulaysahan@yahoo.com

<sup>2</sup> Ziraat Yüksek Mühendisi, Tarım Kredi Kooperatifi, Adana, deryakoca4536@gmail.com

biyotik hem de abiyotik faktörlerin belirlenebilmesiyle anlaşılacağı bildirilmiştir (Cifuentes ve ark., 2011).

*Tuta absoluta* erginleri küçük, ince ve uzun yapılı, yaklaşık 5-7 mm boyunda; antenleri uzun ve iplik şeklinde; kanat açıklığı 1 cm, gümüşümsü gri kahverengi renkte olup, ön kanatları üzerinde büyüklü küçüklü siyah noktalar bulunur. Erkek bireylerin abdomeni dişilere göre daha küçülmüş, renkleri gri, dişiler krem renginde, genel olarak erkek bireylerin rengi dişilere göre daha koyudur. Çiftleşmeden sonra bir dişi yaklaşık 300 adet yumurta koyar, yumurtaları silindirik, hafif küresel olup, 0.35-0.4 mm boyunda ve 0.2 mm enindedir (Vargas, 1970; Barrientos ve ark., 1998). Yumurtaları 25-80 günde açılır (Cuthbertson ve ark., 2013). Yumurtalarının %90'nı ilk dört günde bırakılır (Pereyra ve Sánchez, 2006). Yeni koyulan yumurtaların rengi kremsi beyaz, açılmaya yakın, renk koyulaşır, sarı ve sarımsı turuncu renge dönüşür. Yumurtadan çıkan larvalar dört dönem geçirir; birinci dönem larvalar parlak sarı yeşil beyazımsı krem renkli 0.5-0.9 mm ve başı siyah, ikinci ve dördüncü larva dönemlerinde renk önce yeşilimsi renge, sonra da açık pembemsi olur ve kahverengiye dönüşen başının arkasında bulunan koyu renkli bant ayırt edici olup, son dönem larva koyu yeşil renkli baş ve arkasında karakteristik koyu renkli bantlı, yaklaşık 7.5 mm'ye kadar ulaşır. Pupaları silindirik ve yaklaşık 4-4.5 mm boyunda, 1.5 mm genişliğinde olup başlangıçta yeşilimsi renkte olan rengi, ergin çıkışına yakın dönemde koyulaşarak kahverengiye dönüşür. Domates güvesini, Patates güvesi'nden *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) ayıran en önemli özellik, larvanın başında bulunan bandın daha geniş olmasıyla ayrıldığı kaydedilmiştir (Vargas, 1970; Barrientos ve ark., 1998).

*Tuta absoluta* erginleri geceleri ve çoğunlukla alacakaranlıkta aktif olup, yumurtalarını çoğunlukla bitkilerin yaprak olmak üzere sap, gövde, tomurcuk, çiçek, meyve ve meyve çanak yapraklarına genellikle tek tek veya nadir olarak gruplar halinde bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar bitkinin kök hariç tüm organlarında galeriler açarak beslenir ve genellikle buldukları yerde bir kokon içinde pupa olurlar (Torres ve ark., 2001). Kışı yumurta, pupa veya ergin olarak geçiren zararlı, şartlar uygun olursa kışlamayıp yılda 10-13 döl verebildiği kaydedilmiştir (Barrientos ve ark., 1998; Siqueira ve ark., 2001; EPPO, 2005; Lietti ve ark., 2005; Desneux ve ark., 2010; Garzia ve ark., 2012). İklim koşulları uygun olduğu sürece tüm yıl diyapoza girmeden döl vererek çoğalabildiği bildirilmiştir (Ponti ve ark., 2021).

*Tuta absoluta* erginleri, kış aylarında seralarda yaşamlarını devam ettirirken, yaz aylarında açık alanda yetiştirilen tarla ürünlerine geçerek yayılış gösterir ve alaca karanlıkta uçarak Akdeniz iklimi koşullarında yıl boyunca hayatlarını sürdürebildiği kaydedilmiştir (Garzia ve ark., 2012; Öztemiz, 2012). Van Damme ve ark. (2015), iklim koşullarının bu zararlının büyüme, gelişme ve yayılışı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Victor ve ark., 2019). Dişi 126.3 ile 166.9 arasında yumurta bırakır, yumurta-ergine ölüm oranı çeşitlere bağlı olarak %21.4 ile %46.4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Krechmer ve Foerster, 2017). Zararlının gelişme sıcaklığı optimum 30°C olup, yaşam döngüsünü çevre koşullarına bağlı olarak 29-38 günde tamamladığı, en düşük 14°C ve en yüksek 34.6°C sıcaklıkta yaşayabildikleri kaydedilmiştir (EPPO, 2005; Aynalem, 2018). Ortalama yaşam döngüsü 24-38 gün, bazen 60 günden fazla uzayabildiği, biyolojik aktivitelerinin başlaması için minimum sıcaklığın 4°C olması gerektiği bildirilmiştir (Barrientos ve ark., 1998). *Tuta absoluta* soğuğa dayanıklı olup, larvaları -18.2°C, pupaları -16.7°C ve erginleri -17.8°C'ye kadar yaşayabilir (van Damme ve ark., 2015). Molla ve ark. (2009), İspanya'da domates yaprak ve meyve zararının sıcaklıkla doğru orantılı olduğunu, üretim sezonunun sonuna doğru sıcaklığın yükselmesi ile *T. absoluta* popülasyonunun artış gösterdiğini ve buna paralel olarak bitkinin yaprak ve meyve zarar oranlarında artış olduğu kaydedilmiştir.

Zararlı, Solanaceae familyasında beslenen oligofag bir tür olup, erginleri öncelikle ana konukçu olarak domatesi (*Solanum lycopersicum* L.) tercih etmekle birlikte, aynı zamanda diğer konukçularından olan biber (*Capsicum* spp.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), patates (*Solanum tuberosum* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris*) gibi birçok kültür bitkisinde beslenerek önemli zarara neden olduğu, yabancı otlardan köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), sirken (*Chenopodium* sp.), şeytan elması (*Datura stramonium* L.), fener otu (*Physalis angulata* L.), horozibiği (*Amaranthus viridis* L.), kanyaş (*Sorghum halepense* L.), domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) ve *Physalis peruviana* L. konukçuları arasında kaydedilmiştir (Pereyra ve Sanchez, 2006; Garzia, 2009; Desneux ve ark., 2010; Ünlü, 2012; Campos ve ark., 2017; Mansour ve ark., 2018; Han ve ark., 2019; Verheggen ve Fontus, 2019).

Zararlının larvaları domatesin hem yeşil hem de kırmızı renkli döneminde zarar yapabilmekte, sapta beslenmesiyle bitkinin genel gelişimi bozulmakta ve bitkinin kurummasına neden olabileceği, ayrıca larvaların

meyvelerde beslenmesi sonucu, pazar değerinin düştüğü ve açtıkları galerilerinden sekonder etmenlerin girmesiyle çürümelerine neden oldukları kaydedilmiştir (Kılıç, 2010). Karut ve ark. (2011), *T. absoluta* larvalarının neden olduğu bitki başına vuruk meyve oranını %38.4 olarak bulmuşlardır. Portakaldalı ve ark. (2013b), doğu Akdeniz ve güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kahramanmaraş'da *T. absoluta* ile bulaşıklığı %16-30.7 arasında belirlemişlerdir. Ekonomik zarar potansiyeli çok yüksek olan bu tür, açık alan ve örtü altı domates yetiştiriciliğinin ana zararlısı konumunda olduğu, domatesin en önemli zararlılarından birisi konumuna geldiği bildirilmiştir (Barrientos ve ark., 1998; Miranda ve ark., 1998). Zararının hızla yayılabilmesi, ortama uyum kabiliyetinin fazla olması, döl süresinin kısa ve üreme gücünün yüksek olması nedeniyle domates yetiştiriciliğinin yapıldığı tüm bölgelerde ana zararlı konumuna geçebildiği kaydedilmiştir (Barrientos ve ark., 1998). *Tuta absoluta* larvalarının yaprak epidermi arasında mezofil dokuda ve meyve içerisinde endofitik olarak beslenmesi nedeniyle kimyasal mücadele ile kontrol altına alınmasının zor olduğu kaydedilmiştir (Cocco ve ark., 2013).

Ülkemizde zararlı ilk belirlendiği tarihten itibaren hızla yayılmış ve yoğun popülasyon oluşturmuş, mücadele edilmediğinde ciddi oranda ürün kaybına neden olmuştur. Bu nedenle zararlıyla mücadele çalışmalarına önem verilmekle birlikte, yüksek oranda kullanılan pestisitlerin oluşturduğu dayanıklılık problemi sonucu alternatif mücadele olanakları araştırılmaktadır. Bu derlemede domatesin ana zararlısı konumuna geçen *T. absoluta*'nın Türkiye'deki durumu, yapılan çalışmalar ışığında kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

### **Domates Güvesi Popülasyon Gelişimi, Yayılışı ve Biyolojisi**

*Tuta absoluta*, Türkiye'de 2009 yılı ağustos ayında ilk kez Ege Bölgesi'nde İzmir'in Urla ilçesinde domates tarlasında tespit edilmiştir (Kılıç, 2010). Daha sonrasında ise Akdeniz Bölgesi'nde Antalya'da (Erler ve ark., 2010), Mersin'de (Karut ve ark., 2011), İç Anadolu Bölgesi'nde Konya'da (Ünlü, 2011), Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde Şanlıurfa'da (Mamay ve Yanık, 2012), Marmara Bölgesi'nde Yalova'da (Çetin ve ark., 2014) ve doğu Anadolu Bölgesi'nde ise Erzincan ve Iğdır illerinde (Canbay ve ark., 2016) domates alanlarında zararının varlığı tespit edilmiştir. Domates güvesi'nin Türkiye'de yayılış gösterdiği iller Çizelge 1'de detaylı olarak verilmiştir.

**Çizelge 1.** *Tuta absoluta*'nın Türkiye'de tespit edildiği iller

<b>Bölge</b>	<b>İl Adı</b>	<b>Kaynak</b>
<b>Ege Bölgesi</b>	İzmir	Kılıç, 2010; EPPO, 2010
	Aydın	Başpınar ve ark., 2014
	Muğla	EPPO, 2010; Türkmen, 2019
	Manisa	Mıhçı, 2016
	Denizli	Kılıçoğlu, 2022
	Uşak	Aksoy, 2015, Aksoy ve Karaca, 2015
	Afyon	Tanık ve ark., 2020
<b>Akdeniz Bölgesi</b>	Adana	Portakaldalı ve ark., 2013a
	Antalya	Erlar ve ark., 2010
	Mersin	Karut ve ark., 2011; Aslan ve ark., 2017; Aygel, 2018; Aygel ve Aslan, 2023
	Hatay	Karabüyük, 2011
	Isparta	Bayındır ve ark., 2016
	Burdur	Kavak ve Koçak, 2023
	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., 2017
	Osmaniye	Karabüyük, 2011
<b>İç Anadolu Bölgesi</b>	Konya	Ünlü, 2011, 2012; Özkan ve ark., 2017
	Eskişehir	Erdoğan ve ark., 2014b
	Ankara	Erdoğan ve ark., 2014b
	Nevşehir	İlbay, 2019
<b>Marmara Bölgesi</b>	Çanakkale	EPPO, 2010; Kasap ve ark., 2011; Alaca ve ark., 2018 Polat., 2014
	Bursa	Aksoy ve Kovancı, 2015
	Balıkesir	Kılıç, 2010
	Sakarya	Çetin ve ark., 2014
	Kocaeli	Çetin ve ark., 2014
	Bilecik	Çetin ve ark., 2014
	Yalova	Çetin ve ark., 2014
<b>Karadeniz Bölgesi</b>	Zonguldak	Erdoğan ve ark., 2014b
	Bartın	Erdoğan ve ark., 2014b
<b>Doğu Anadolu Bölgesi</b>	Erzincan	Canbay ve ark., 2016
	İğdir	Canbay ve ark., 2016
<b>Güney Doğu Anadolu Bölgesi</b>	Diyarbakır	Bayram ve ark., 2014, b; Bayram ve ark., 2017
	Şanlıurfa	Mamay ve Yanık, 2012 Bayram ve ark., 2014a; Azlı, 2019
	Kilis	Portakaldalı ve ark., 2013b
	Gaziantep	Portakaldalı ve ark., 2013b
	Mardin	Bayram ve ark., 2014b

Yapılan çalışmalar incelendiğinde zararlının hızlı bir şekilde farklı bölgelere yayılabildiği görülmekte ve kısa bir zaman diliminde neredeyse Türkiye'nin tüm bölgelerinde zararlının tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 1). Zararlının popülasyon gelişimi ile ilgili farklı illerde birçok çalışma yürütülmüştür. Mersin'de yapılan çalışmada zararlının seralarda ilk erginlerinin nisan ayının sonunda (Karut ve ark., 2011), batı Akdeniz Bölgesi'nde mart sonu-nisan başında (Tatlı, 2011) Şanlıurfa'da açık alanda mayıs ayının başında (Aksu, 2012; Mamay ve Yanık, 2012), Adana'da seralarda nisan ayının başında (Portakaldalı ve ark., 2013a), Erzincan'da açık alanda mayıs sonu-haziran başında (Canbay ve ark., 2014), Uşak'ta seralarda haziran başında, açık alanda ise haziran ayının ortasında (Aksoy, 2015), Bursa'da açık alanda temmuz ortalarında (Aksoy ve Kovancı, 2016), Antalya'da açık alanda temmuz ayı başında, seralarda nisan ayı ortasında (Topuz ve ark., 2016) ile serada kasım başı-mart başında (Gürsu, 2017), Diyarbakır'da açık alanda mayıs sonu-haziran başında (Bayram ve ark., 2017), Kahramanmaraş'ta seralarda mart sonu-nisan başında (Aslan ve ark., 2017), Çanakkale'de açık alanda mart ayı sonunda, en fazla ergin haziran başında (Alaca ve ark., 2018), Muğla'da açık alanda şubat ayı ortasında (Türkmen, 2019), Denizli'de açık alanda haziran ayı ortasında (Kılıçoğlu, 2022), İzmir'de açık alanda nisan ayı ortasında (Çayıcı ve Ünlü, 2023) ve son olarak Eskişehir'de seralarda nisan sonu-mayıs başında (Koca, 2023) tespit etmişlerdir. Mayıs sonundan itibaren seralarda popülasyon artışının sıcaklık artışına bağlanmıştır (Karut ve ark., 2011). Genel olarak yukarıda yapılan popülasyon takibi çalışmaları değerlendirildiğinde Domates güvesi'nin ilk ergin uçuşları seralarda mart sonu-nisan ayı başında itibarıyla, açık alanda ise mayıs ve haziran aylarında başladığı görülmüştür. Uşak'ta bulunan sera ve açık alanlarda yürütülen çalışma sonucunda, zararlının tuzaklarda yakalanan ergin sayısı seralarda en fazla 483 adet/hafta, açık alanlarda 351 adet/hafta olarak belirlemişlerdir (Aksoy ve Karaca, 2015).

Yalova'da doğa koşullarında *T. absoluta*'nın iklim koşullarına bağlı olarak 4-5 döl verdiği belirlenmiştir (Çetin ve ark., 2014). Benzer şekilde zararlının Şanlıurfa'da da 4 döl verdiği ve ergin uçuşlarının yaklaşık yedi ay sürdüğü, ilk ergin çıkışının mayıs ayının ilk yarısında gerçekleştiği, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında olmak üzere dört tepe noktası oluşturduğu, dolayısıyla doğada 4 döl verebildiği ve kasım ayına kadar yedi ay boyunca aktif olarak uçuşunun devam ettiği tespit edilmiştir (Mamay ve Yanık, 2012). Azlı (2018). Şanlıurfa'da Domates güvesi'nin en yüksek popülasyon yoğunluğu Ferolite tipi tuzaklarda eylül ayında, temmuz ve

ağustos aylarında ise daha düşük yoğunlukta oldukları belirlenmiştir. Çanakkale’de zararlının 1 dölünü yabancı otlarda, 5 dölünü domates üzerinde tamamlamak üzere toplam 6 döl verdiği ve erginlerin doğada dokuz boyunca aktif olduğu tespit edilmiştir (Polat, 2014). Çanakkale’de yapılan diğer çalışmada açık alan domates üretim alanlarında 5 döl verdiğini ve döl süresinin sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Polat ve ark., 2016; Alaca ve ark., 2018). Erdoğan (2016), iç Anadolu Bölgesinde *T. absoluta*’nın ilk ergin çıkışının 24 Mayıs- 8 Haziran tarihinde gerçekleştiği, 3.5- 4.5 döl verdiğini; döl sürelerini ilk yıl sırasıyla 39, 29 ve 36 günde, ikinci yıl ise 32, 29, 31 ve 47 günde tamamladığını ve zararlının açık alanda kışı geçiremediğini bildirmişlerdir. İzmir ili Bayındır ilçesinde yapılan çalışmada ise 3 veya 4 döl verdiği, ergin bireylerin yaklaşık olarak doğada beş ay aktif kalarak ağustos sonlarına kadar görüldüğü bildirilmiştir (Çayıcı ve Ünlü, 2023). Erdoğan (2016), orta Anadolu Bölgesinde zararlının dölünün yıllara göre değiştiğini; 3.5 döl (döl süreleri 39, 29 ve 36 gün) ile 4.5 döl (döl süreleri 32, 29, 31 ve 47 gün) verdiğini, ayrıca zararlının açık alanda kışı geçiremediği bildirilmiştir. Benzer şekilde, *T. absoluta*’nın kış aylarında serada canlılıklarını devam ettirmekte ve yaz aylarında açık alanda bulunan ürünlere geçerek yayılış gösterdiği kaydedilmiştir (Potting ve ark., 2009). Çaylak (2021), İzmir’de domates ve ikinci ürün patatesten feromon tuzaklarda tüm yıl *T. absoluta* saptanmış, bulaşıklık en fazla domates ve ikinci ürün patates alanlarında %100’e kadar çıktığını belirlemiştir.

Türkiye’de de zararlının biyolojisini ortaya koymak amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür. Domates güvesi, tropikal ve subtropikal bölgelerdeki önemli bir zararlı olarak kabul edilmektedir. Yapılan laboratuvar çalışmasında Domates güvesi’nin erkek ömrü 3.37-6.14 gün, dişi ömrünün ise 7.7-9.75 gün arasında değiştiği, ergin öncesi gelişme süresi 30.18 gün, yumurta açılma süresi ise 4.10 gün, toplam larva süresi 10.97 gün ve pupa süresinin ise 9.53 gün; bir dişi toplam 141.16 yumurta bırakırken, yumurtlama döneminin 7.88 gün sürdüğü bildirilmiştir (Erdoğan ve Babaroğlu, 2014a). Bu türün biyolojik özellikleri bilmek, zararlının bölgesel yayılımını anlamak açısından önemli rol oynamaktadır. Domates güvesi’nin döl süresi 461.20-470.94 gün-derece olarak belirlenmiştir (Polat ve ark., 2016). Domates bitkisi üzerindeki gelişme eşiği ise 8.94°C, toplam gelişme süresi 419.46 gün-derece olarak tespit edilmiştir (Özgökçe ve ark., 2016). Zararlının gelişme süresi sıcaklıkla orantılı olarak değişmekte olup, 15-29°C sıcaklık aralığında 78.17 günden 21.39 güne kadar azalma göstermiş olup en düşük, en iyi ve en yüksek

sıcaklık talepleri sırasıyla 8.90-12.50, 31.00-31.07 ve 35.90-38.50°C olarak belirlenmiştir (Polat ve ark., 2016). Domates güvesi'nin farklı domates çeşitlerinde (Newton, Caracas, Torry ve Şimşek) gelişme, ölüm oranı ve yaşam çizelgelerinin incelendiği çalışmada, Şimşek domates çeşidini diğer çeşitlere oranla daha az tercih ettiğini bulmuşlardır (Çekin ve Yaşar, 2015). *Tuta absoluta*'nın en uzun ergin öncesi toplam gelişme süresinin ortalama 28.4 gün ile Polo domates çeşidinde, en kısa 23.3 gün ile Vitello'da belirlenmiş, en düşük ölüm oranı %8 ile Nehir, en yüksek %32 ile Dumas çeşidinde tespit edilirken, en yüksek ölüm oranı 4. larva döneminde saptanmıştır. Aynı çalışmada seçimli denemede en az yumurta 7.5 adet ile 5656 çeşidinde, seçimsizde en az yumurta 56.8 adet ile İskender çeşidinde saptanmıştır (Kurtarıcı, 2021). Domates güvesi zararı Antalya domates seralarında; Mayıs F1 (%8.81), Nazal F1 (%6.80), Lamia F1 (%2.25), Newton F1 (%1.50), Nazal F1 (%1.22) ve Verfy F1(%0.64), ikinci yılda M333 F1 (%4.90), Destegül F1 (%4.50), Ceren F1 (%3.1-3.60), Ceren F1 %3,10 ve Nazal F1 (%0.62-2.90) olarak belirlenmiştir (Gürsu, 2017). Başka çalışmada, Savarona domates çeşidinde *T. absoluta*'nın toplam larva dönemi 12.3 gün, pupa dönemi ise 5.38 gün olarak saptanmış ve çiftleşme süresinin bu böceğin üreme yeteneği üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Tosun, 2014). *Tuta absoluta*'nın bitki başına yumurta, larva ve pupa sayıları çalışmanın ilk yılı 2.20, 10.6 ve 1.67 adet olarak, ikinci yılı ise sırasıyla 1.0, 4.1 ve 0.3 adet olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Portakaldalı ve ark., 2013b). Çanakkale'de *T. absoluta*'nın domates alanlarının %88'inin bu zararlı ile bulaşık olduğu belirlenmiş olup zararlının *Capsicum annuum* L. ve *Solanum melongena* L. gibi kültür bitkilerinde zararlının tespit edildiği, bunların yanı sıra yabancı otlar arasında *Solanum nigrum* L., *Convolvulus arvensis* L., *Sinapis arvensis* L. ve *Sonchus oleraceus* L. gibi bitkilerde de zararlının farklı biyolojik dönemleri tespit edilmiştir (Polat ve ark., 2015). Benzer şekilde Ögür ve ark. (2014) Konya ilinde Domates güvesi'nin domatesin yokluğunda beslenip geliştirebildiğini ve üreyebildiğini, konukçusu yabancı otlar olarak *Chenopodium album* L. (Sirken) (Chenopodiaceae)'un yapraklarında zararlının biyolojik dönemleri tespit edilmiştir. Türen ve Yaşar (2015), *T. absoluta*'nın laboratuvar koşullarında farklı patates çeşitlerinde (alegría, marabel, marfona ve lady olympia) yaşam çizelgesi parametrelerini incelemişler; tüm patates çeşitlerinde gelişimini tamamladığı ve üremesini sürdürebildiği, alegría çeşidinin bu zararlı için en uygun çeşit olduğunu bildirmişlerdir. Serada diğer bir çalışmada, *T. absoluta*'nın domates ve patlıcan bitkileri üzerine bıraktığı yumurtalar ile larva sayılarında istatistik olarak fark olmamasına rağmen, patlıcan bitkisinde daha fazla yumurta ve



larva tespit edilmiştir (Bayındır ve Birgücü, 2017). *Tuta absoluta*'nın patlıcan, köpek üzümü ve tarla sarmaşığına nazaran domatesi daha fazla tercih ettiğini bildirmişlerdir (Karabüyük ve ark., 2012). *Tuta absoluta*'nın biber, domates ve patlıcan bitkilerine sırasıyla ortalama 0.03, 19.82 ve 8.03 adet yumurta bıraktıklarını belirlemişlerdir (Uzun, 2015; Uzun ve ark., 2015).

*Tuta absoluta*'nın gen sekansına göre genetik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla Mitokondrial Cytochrome Oxidase subunit I (mtCOI) bölgesini ele almışlar; Antalya ilindeki feromon tuzaklardan toplanan *T. absoluta* erginlerinin DNA izolasyonları EZNA SQ Tissue DNA kit protokolüne göre yapmışlardır. Analizler sonucunda, *T. absoluta* ile *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) arasındaki genetik yakınlığı 0.117 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçların mtCOI nükleotid analiz yönteminin *T. absoluta*'nın tür ayrımını yapmada güvenilir olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Yükselbaba ve ark., 2009). Domates güvesi'nin larva, pupa, ergin gibi farklı biyolojik dönemlerindeki protein içeriği ve protein fraksiyonlarındaki değişimini incelemişlerdir. Domates güvesi'nin farklı biyolojik dönemlerinin protein içeriklerinin farklı özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Kuyulu ve ark., 2017).

### **Domates Güvesi ile Mücadele Çalışmaları**

Günümüzde, tarımsal alanlarda ürün kayıplarını azaltmak amacıyla çeşitli mücadele yöntemleri geliştirilmiş, bunlar arasında kimyasal mücadele, hızlı sonuçlar elde edilmesi ve uygulama kolaylığı nedeniyle yaygın olarak tercih edilmesine karşın, kimyasal mücadelenin hedef olmayan organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri, diğer zararlı türlerin ana zararlı konumuna gelmesi, doğal düşmanların zarar görmesi, dayanıklılık sorunları ve çevre ile insan sağlığına olumsuz etkileri gibi problemleri ortaya çıkarması sebebiyle, alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Entegre mücadele, çeşitli tekniklerin bir arada kullanılarak zararlı popülasyonlarının ekonomik zarar eşiği altında tutulmasını sağlamaktadır (Smith ve Reynolds, 1966). Entegre mücadele içinde kullanılan biyolojik mücadele, doğal dengeyi koruyarak, dayanıklılık sorunlarını ortadan kaldırarak, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemeden sürdürülebilir bir çözüm sunabildiği bildirilmiştir (Uygun ve ark., 2010; Koca ve Kaçar, 2021).

Domates güvesi'nin, domatesin büyüme aşamasından, pazara sevk edilmesi ve hatta işlendiği sürece kadar görülebildiği ve zararlıyla müdahale edilmediği takdirde zarar oranı %100'ü bulabileceği

kaydedilmiştir (EPPO, 2005). Zararlının gerek biyolojisi ve gerekse beslenme davranışı nedeniyle kimyasal mücadelesi istenilen sonucu verememiştir. Bu sebeple daha yoğun tarımsal ilaç kullanılmış ve buna bağlı olarak ilaçlara karşı dayanıklılık geliştiği bildirilmiştir (Siqueira ve ark., 2000; Lietti ve ark., 2005). Entegre zararlı yönetimi programlarında (IPM) özellikle direnç ve yoğun insektisit kullanımı gibi sorunlar göz önüne alınarak kapsamlı ve alternatif kontrol yöntemlerinin araştırılması gerektiği kaydedilmiştir (Polat ve Tiryaki, 2019). Kültürel mücadele kapsamında; fidelerin zararlı ile bulaşık olmamasına özen gösterilmesi, bulaşık yaprak, meyve ve bitkilerin üretim alanından uzaklaştırılarak imhası, üretim alanı ve çevresinde zararlıya konukçuluk edebilecek yabancı otlarla mücadele edilmesi, hasat sonrası tarlada kalan bulaşık bitki artıklarının imhası, ürün münavebesi, hasattan sonra derin sürüm yapılması, yetiştirme tekniğine uygun gübreleme ve sulamanın yapılması, seradaki giriş ve havalandırma açıklıklarının zararlının giremeyeceği incelikte tül ile kapatılması gerektiği bildirilmiştir (Kılıç, 2010; Başpınar ve ark., 2014). Ayrıca, bu zararlıya karşı birçok mücadele yöntemi uygulanmakta olup, feromonların kullanımı ve tuzakla yakalama uygulamalarına dayanan yöntemlerin IPM programları yoluyla dünyanın birçok ülkesinde kontrol altına alındığı bildirilmiştir (Gonzales-Cabrera ve ark., 2011; Cherif ve Lebdi- Grissa, 2017; Aksoy ve Kovancı, 2016; Bayram ve ark., 2017).

### **Biyolojik Mücadele**

Dünyada Domates güvesi'ne yoğun ilaçlama yapılmasına rağmen, domates meyvelerinin %5-27'sinin zarar gördüğü, üründe kalıntı sorununa neden olduğu, ürünün maliyetini artırdığı ve doğal düşmanları azalttığı bildirilmiştir (Franca, 1993; Braz, 2000; Lietti ve ark., 2005; Asma ve ark., 2018).

Ülkemizde Domates güvesi'nin biyolojik mücadele çalışmalarında *Trichogramma* cinsine (Hymenoptera: Trichogrammatidae) bağlı parazitoitlerinin yanı sıra *Nesidiocorus tenuis* Resuter ve *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae) olmak üzere aktif olarak mücadelede kullanılan iki farklı avcı türün varlığı bildirilmiştir (Keçeci, 2010). Ancak, Günyayla (2019, laboratuvarında yerli *T. absoluta* yumurtalarında *Trichogramma evanescens* Westwood (%19.4), *T. brassicae* Bezdenko (%14.33) ve *T. pinto* Voegele (%17.,59)'nin (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parazitlenme etkisi ortaya çıkarılmıştır. Antakya'da *T. absoluta*'nın doğal düşmanları arasında Hymenoptera'dan parazitoitleri olarak; *Bracon hebetor* Say, *Bracon didemie* (Beyarslan) ve *Closterocerus clarus* (Szelenyi) (Braconidae), *Ratzeburgiola christatus*

(Ratzeburg), *R. incompleta* Boucek, *Baryscapus bruchophagi* (Gahan) (Eulophidae), *Brachymeria secundaria* (Ruschka) ve *Hockeria unicolor* Walker (Chalcididae), *Pteromalus intermedius* (Walker) (Pteromalidae) bulunduğu, parazitlenme oranlarının %0.7- 37 arasında değiştiği belirlenmiştir (Doğanlar ve Yiğit, 2011). Bayram ve ark. (2014a), güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise Domates güvesi'nin larva parazitoitleri olarak *B. hebetor* ve *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) ve *Campoplex* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ile 12 avcı böcek türü belirlemiştir. Çaylak ve Başpınar (2022), İzmir'den *T. absoluta* predatörleri olarak; *Coccinella septempunctata* (L.), *Hippodamia variegata* (Goeze), *Scymnus levaillanti* (Mulsant) (Col. Coccinellidae), *Macrolophus pygmaeus* Rambur ve *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae), *Nysius graminicola* (Kolenati) (Hemiptera: Lygaeidae) ve parazitoitleri olarak; *Sympiesis* sp. (Hym.: Eulophidae) *PNigalio* sp. (Hym.: Eulophidae), *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) belirlenmiştir. Türkmen (2019), Muğla'da Domates güvesi'nin doğal düşmanları olarak *M. pygmaeus*, *Orius niger*, *O. hortvathi*, *O. albidipennis* ve *O. vicinus* (Hemiptera: Anthocoridae) ve *Bacillus thuringiensis* tespit edildiğini bildirmiştir. Altun (2020), Şanlıurfa'da açık alanda üretilen domates tarlalarındaki doğal düşmanlarından *B. hebetor*'un yapraklarda, *N. tenuis*'in ise meyvelerde *T. absoluta* mücadelesinde daha etkili olduğunu belirlemiştir. Güven ve ark. (2017), serada yapılan salım çalışmasında meyvelerde bulaşma oranlarına bağlı olarak en etkili ve en düşük meyve bulaşma oranının *N. tenuis*'in salındığı parsellerde saptandığını bildirmiştir. *Tuta absoluta*'nın biyolojik mücadelesinde *Trichogramma* türleri ile *N. tenuis* ve *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) gibi predatörler, mikroorganizmalardan *B. thuringiensis*-(Bt) birlikte uygulandığı takdirde daha iyi sonuç alındığını kaydetmiştir (Öztemiz, 2012). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *T. evanescens* Westwood salımı ile parazitlenme oranının %0.27; zararlının yumurta ve larva sayılarındaki azalmanın sırasıyla %63.29 ve %54.61, meyvelerdeki bulaşma oranının %8.0 ve kontrol parselinde ise %68 olduğu saptanmış, *T. evanescens* ve *N. tenuis* salımının birlikte yapıldığı parselde, kontrole göre %76 oranında ürün artışı sağlanmış olup meyvelerdeki bulaşmanın kontrol parsel ile kıyaslandığında %97.05 oranında azaldığı belirlenmiştir (Öztemiz ve ark., 2012). Öztemiz ve Portakaldalı (2012), *T. absoluta*'nın biyolojik mücadelesinde *T. evanescens* ve *N. tenuis*'in salım etkinliklerini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada dört farklı uygulama gerçekleştirmiş olup, zararlının yumurta sayısındaki azalma oranı *T. evanescens*, *N. tenuis* ve *T. evanescens* ile *N. tenuis*'in birlikte salımı yapılan parsellerde sırasıyla %51.79, %47.80

ve %79.68 olarak tespit etmişlerdir. Larva sayısındaki azalma oranı ise sırasıyla *T. evanescens*, *N. tenuis* ve *T. evanescens* ile *N. tenuis*'in birlikte salımı yapılan parsellerde %50.27, %37.77 ve %78.53 olarak belirlemişlerdir. *Tuta absoluta* yumurtalarında parazitlenme oranı %57.85 ile %59.25 arasında değiştiğini ve doğal düşmanların birlikte salım yapıldığında daha başarılı sonuçlar elde edildiğini bildirmişler.

Mikrobiyal mücadele çalışmaları kapsamında *B. thuringiensis*'li preparatların, entomopatojen fungus ve entomopatojen nematod (EPN) uygulamalarının yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği ve başarılı sonuçların elde edildiği görülmüştür. Özcan (2019), *B. thuringiensis kurstaki* HD-73 preparatının, *T. absoluta* larvaları üzerinde %100'e varan ölüm oranlarına ulaşıldığını bildirmiştir. Karabüyük ve ark. (2012), doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki domates alanlarında *T. absoluta* larvalarına karşı üç bakteri ve üç fungus izolatu ile ticari bir preparat olan KingBo (%0.2 Oxymatrine, %4 Psoralen), zararlıların uygulamışlar ve bakteri izolatlarının larvaların %30-33'ünü, fungus izolatlarının %61-63'ünü ve KingBo'nun %75-100'ünü etkilediği belirlenmiştir. Benzer şekilde, *B. thuringiensis* (Bt) biyopestisitlerinin *T. absoluta*'nın larva dönemlerine etkisini laboratuvar koşullarında incelenmiş ve en yüksek etkinlik %97.8 ile Delfin'de, bunu sırasıyla Dacron (%92.5), Florbac (%86.9), Dipel (%81.9), Rebound (%75.4) ve Agree (%72.7) takip ettiği tespit edilmiştir (Taş, 2021). Bayındır ve ark. (2017), beş farklı entomopatojen fungus türünün (*Aspergillus* sp., *Beauveria* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp.) *T. absoluta*'nın 2. dönem larvaları üzerindeki etkinliklerini incelemişler; 7. günde, en yüksek ölüm oranlarının %75 ile *Trichoderma* sp. tarafından olduğunu bildirmişlerdir. İnanlı ve ark. (2012), *T. absoluta*'ya karşı entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana*'nın zararlıın yumurta döneminde ve *Metarhizium anisopliae*'nin ise larva döneminde etkili olduğunu saptamışlardır. Acarbulut (2013), saksı denemelerinde *B. bassiana*'nın zararlı ile bulaşma öncesi yapılan uygulamaların başarılı olduğunu, bitki epidemisine girdikten sonraki uygulamaların etkili olmadığını bulmuşlardır. Açılöğlü (2013), *T. absoluta*'ya karşı yaptıkları çalışmada *Paecilomyces fumosoroseus* ve *P. lilacinus*'un etkili olduğunu ancak *P. fumosoroseus*'un etkisinin *P. lilacinus*'a göre daha yüksek olduğunu saptamış olup saksı denemelerinde, her iki etmen için hem bulaşma öncesi hem de sonrası yapılan uygulamaların etkili olduğunu ancak son sayımlarda fungusların etkisinin azaldığını bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, *B. bassiana*'nın laboratuvar ve saksı koşullarında *T. absoluta*'ya karşı etkinliğini test etmiş ve zararlı ile bulaşma olmadan önce yapılan

uygulamaların başarılı olduğunu, ancak zararlının bitkiye bulaştıktan sonra yapılan uygulamaların etkili olmadığını bildirmişlerdir (Karaca ve ark., 2013).

Entomopatojen nematodlar ile ilgili yapılan çalışmalarda *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Türköz (2015), *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın *T. absoluta*'nın yaprak dışında bulunan üçüncü dönem larvalarına, yaprak galerisi içerisindeki son dönem larvasına ve pupa dönemine karşı farklı yoğunluklarda uygulamıştır. *Steinernema feltiae*'nin yaprak içerisindeki larvalarda %19, pupalarda %7 gibi düşük oranlarda ölüm meydana getirdiğini ve bu sonuçlara göre; EPN'lerin sadece yaprak dışında bulunan *T. absoluta* larvalarının mücadelesinde etkili olduğunu bildirmiştir. Çanakkale'de domates tarlalarında dört yerel entomopatojen nematod türü; *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın *T. absoluta*'ya karşı etkinlikleri çalışılmıştır. *Steinernema feltiae* %90.7 ile %94.3 etkiliyken, *S. affine* ise %39.3 ve %43.7 olarak bulunmuştur. *Tuta absoluta*'nın EPN lere duyarlı olduğu ve duyarlılığın nematod türüne göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Gözel ve Kasap 2015). Gözel (2016), *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* türlerinin 40 farklı izolatını farklı sıcaklıklarda (10, 15, 20, 25°C) *H. bacteriophora*'nın %0-83.67, *S. feltiae*'nin %0-93.33, *S. carpocapsae*'nin %0-43.33, ve *S. affine*'nin %0-39,67 ölüm oranlarına neden olduğunu belirlemiştir. Doğal koşullarda ise *H. bacteriophora* %0-81, %0-83, *S. feltiae* %0-90.67, %0-94.33, *S. carpocapsae* %0-43.67, %0-49.33 ve *S. affine* %0-39.33 ile %0-43.67 ölüm oranlarını tespit etmiş olup entomopatojen nematod türlerinin etkinliğinin sıcaklık ve nematod türüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmalar, *T. absoluta*'ya karşı entomopatojen nematodların etkili bir biyolojik kontrol aracı olabileceğini, ancak etkinliklerinin nematod türü, çevre koşulları ve hedeflenen gelişim dönemine bağlı olarak farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur. EPN'lerin özellikle *T. absoluta*'nın larva dönemine karşı etkili olduğu, bunun türler arasında farklılık gösterdiği ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerin önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır.

### **Biyoteknik Mücadele**

Biyoteknik mücadele çalışmaları kapsamında çoğunlukla izleme ve kitlesel tuzaklama amacıyla feromon tuzaklar kullanılmıştır. Bu zararlıya karşı literatürler incelendiğinde eşeysel çekici tuzak uygulamalarının da

girerek arttığı görülmüştür. Eşeyssel çekici tuzaklardan delta tipi tuzak, su + feromon tuzağı ve Ferolite en çok kullanılanlar arasında yer almış, kullanılan bu tuzakların zararlıların erginlerini cezbedip yakalaması üzerine ülkemizde ve diğer ülkelerde hem tarlada hem de serada birçok araştırma yapılmış ve değişik bulgular kaydedilmiştir (Tatlı ve Göçmen, 2011; Mamay ve Yanık, 2012).

Domates güvesi ile biyoteknik mücadeleye dair çalışmalarda farklı yöntemlerin etkinliği incelenmiş ve önemli bulgulara ulaşılmıştır. Tanık ve ark. (2020), Afyonkarahisar'da domates serasında *T. absoluta*'ya karşı siyah, sarı ve mavi tuzaklardan; feromonlu siyah tuzakların daha etkili olduklarını bulmuşlardır. Topuz ve ark. (2016), domates tarlasında ve serada feromon+su tuzakları ile örtü altında ise feromon+su ve feromon+ışık+su tuzaklarının etkinliğini araştırmışlar; örtüaltı seralarda kültürel önlemlerle iyileştirilen feromonların etkinliğinin arttığını ve daha az ilaçlama ile sonuçlandığını, tarlada ise yüksek başlangıç zararlıının popülasyonlarıyla mücadelede tuzaklar etkili olmuş olsa da yeterince kontrol altına alınamadığı kaydedilmiştir. Ancak örtü altında feromon+su tuzaklarının 4 adet/da, feromon+ışık+su tuzaklarının ise 2 adet/da kullanılabilceğini, tarlada ise biyolojik mücadele ve kimyasallarla kombine edilerek 6 adet tuzak/da olarak önerilmiştir. Aksoy ve Kovancı, (2016), Bursa'da, delta tipi tuzakların, su tuzağı ve ışık+su tuzağına göre daha fazla ergin yakaladığını ve bu tuzakların insektisitlerle yapılan kontrollerle kıyaslandığında enfekte yaprak ve meyve yüzdesini önemli ölçüde azalttığını bulmuşlardır. Alaca ve ark., (2018), Çanakkale'de su+feromon tuzaklarının zararlı popülasyonunu azaltmada etkili olduğunu ancak yalnızca kimyasal mücadele ile yeterli kontrol sağlanamadığını, kültürel önlemlerle biyoteknik mücadelenin güçlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bayram ve ark. (2017), Diyarbakır'da su+feromon tuzağı ve feromon uygulamalarının zararlıyı tek başına kontrol etmede yeterli olmadığını, ancak bu yöntemlerin kombine bir mücadele stratejisinin parçası olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Pehlevan ve Kovancı (2013) Bursa'da yaptıkları çalışmada, feromonlu tuzakların ve ışık kaynağı içeren su tavaşı tuzaklarının etkinliğinin karşılaştırıldığı çalışmada; ışık kaynağı içeren tuzakların daha az ergin yakaladığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Azlı (2018), Şanlıurfa domates ekimi yapılmış alanlara yakın Delta, Su + feromon tuzağı ve Ferolite tipi tuzaklar kurulmuş; en fazla ergin sayısı Ferolite tip tuzaklarda, en düşük ergin Delta tipi tuzaklarda belirlenmiştir. Özkan (2012), *T. absoluta*'nın mücadelesinde renk tuzakları (kırmızı, sarı, mavi, beyaz, siyah) ve üç farklı tuzak tipi (ferolit, su tavaşı, rulo)

kombinasyonlarının kullanıldığı çalışmada; ferolit tuzaklarının en başarılı olduğu, bunu su ve rulo tuzaklarının izlediği, tuzak türünden bağımsız olarak siyah ve beyaz renklerin en fazla ergin yakaladığı, sarı renkli tuzakların ise en az ergin yakaladığını ve erginlerin %49'unun ferolit tuzaklarda, %38'inin su tavalarda, %13'ünün rulo tuzaklarda yakalandığını bildirmiştir (Polat, 2020). Diğer taraftan çiftleşmeyi engelleme uygulaması olarak Konya'da feromon uygulanan tarlada erkeklerin yakalanma sayısının kontrole göre daha düşük olduğu ve zararlı bulaşma oranlarının feromon uygulanan tarlarda azaldığını bildirmişlerdir (Ünlü ve ark., 2021). Zengin ve Karahan (2021), Uşak'ta örtü altı domates üretiminde feromon yayıcılar aracılığıyla yapılan şaşırtma tekniğinin incelendiği çalışmada; zararlı popülasyonunun önemli ölçüde azaldığını, ancak insektisit uygulamaları ile karşılaştırıldığında zarar görmüş meyve sayısında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Son olarak, Çetiner (2019), Çanakkale'de Domates güvesi ile mücadelede kitlesel tuzaklama ile kontrolü amacıyla yapılan uygulama sonunda feromon+su tuzakları, ışık+su tuzakları ve şaşırtma tekniklerinin popülasyonu azaltmada etkili olduğu ve diğer mücadele ile desteklenen entegre yönetimle başarılı sonuç alınacağı bildirilmiştir.

### **Kimyasal Mücadele**

Türkiye'de domates alanlarında önemli zarara sebep olan *T. absoluta* ile mücadelede entegre mücadele kapsamında birçok yöntemi uygulansa da çoğunlukla kimyasal kullanımına başvurulması sonucu, zararlının zamanla direnç kazanması sebebiyle kimyasal mücadelenin etkinliğinin azaldığı bildirilmiştir (Durmuşoğlu ve ark., 2011). Zararlının yaprak epidermisi altında galeriler açarak beslenmesinden dolayı kimyasal mücadelesi oldukça zorlaştığı kaydedilmiştir (Cabello ve ark., 2009).

*Azadirachta indica* A. Juss ve *Melia azedarach* L. ağaçlarından elde edilen biyo-insektisitler, doğal düşmanlara zararlı etkileri olmayışları veya düşük seviyelerde olmaları nedeniyle çevre dostu alternatifler arasında bildirilmiştir (Erdoğan, 2013). Başpınar ve ark. (2014), azadirachtin uygulamasının bulaşık meyve sayısını ve ağırlığını azalttığını, ayrıca diğer yöntemlere kıyasla bulaşık meyve oranını daha düşük seviyede tuttuğunu belirtmişlerdir. Bayındır ve ark. (2016), farklı bitki özlerinin *T. absoluta*'nın üçüncü ve dördüncü dönemlerine etkisini inceledikleri çalışmada; en etkili özütün Fungatol+Neem Sprey (50.0-001) olduğunu tespit etmişlerdir. Balcı (2016), klasik ve nanoformülasyonlu bazı bitkisel kökenli tüm formülasyonlar (Çayağacı ve Nem ağacı), ticari neem preparatlarına göre daha az etkili bulunmuş, ancak her ikisinin nanoformülasyonlar klasik

formülasyonlarına göre daha etkili bulunmuştur. Öte yandan, Şenel (2013), *Laurus nobilis* ve *Rosmarinus officinalis* bitkilerinden elde edilen hexan ekstraktlarının özellikle yüksek konsantrasyonlarda *T. absoluta* da %100 ölüm oranına ulaştığını rapor etmiştir. Durmuşoğlu ve ark. (2011), laboratuvarında bitkisel kökenli insektisitlerin *T. absoluta*'nın dördüncü dönem larvaları üzerindeki etkilerini incelemiş ve daldırma yönteminin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Doğanlar ve ark (2011; 2015), Hatay'da domates serasında *T. absoluta* mücadelesinde *B. thuringiensis*, cyromazine, diflubenzuron, lufenuron, CTPR+abamectin uygulamalarından; CTPR+abamectin en etkili bulunmuş, bunu Bt izlemiştir. Satış (2013), Şanlıurfa'da domates seralarında *T.uta absoluta*'nın larvalarına etkinliğini ve *B. thuringiensis var. kurstaki* ve chlorantraniliprole + abamectin preparatlarının etkinliği uygulamasında;, chlorantraniliprole +abamectini, *B. thuringiensis*'e kıyasla daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Çatalbudak ve ark. (2018), laboratuvarında *B. thuringiensis* içeren iki biyopreparat ve üç yerel biyopreparatın, *T. absoluta* larvalarına etkileri yerel izolatların en yüksek dozunda %25, ruhsatlı dozlarında Delfin %70, Rebound ise %59 oranında etkili bulunmuştur. Kavak ve ark. (2017), Muğla'da örtü altı domates serasında Tarımbor (Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub>.4(H<sub>2</sub>O)) gübresinin beş farklı konsantrasyonunun (10, 20, 30, 40, 50 g/da), zararlıya karşı en yüksek dozun Spinosad'a yakın bir etki oluşturduğunu belirlemişlerdir. Birgücü (2016), mekanik zarar görmüş yaprakların sayısında artışın *T. absoluta*'nın yumurta sayısında azalmaya sebep olduğunu belirlemiştir. Birgücü ve ark. (2020), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) tarafından domateste oluşan yaralardan ortaya çıkan uçucu yağların *T. absoluta*'nın dişilerinin yumurta bırakmasını engellediği bulunmuş olup, uçucu yağların zararlı türlerle mücadelede kullanılabileceği belirtilmiştir.

Dağlı ve ark. (2012), laboratuvarında spinosad, chlorantraniliprole ve abamectin'in *T. absoluta* popülasyonunda %100 ölüm oranına neden olduğunu, buna karşılık diğer insektisitlerin daha düşük etkinlik gösterdiğini belirlemiştir. Çelik (2013), sublethal dozların *T. absoluta*'nın biyolojik gelişimi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada; spinosadın larva ve pupa gelişme süresini kısaltırken, indoxacarb ve chlorantraniliprole+abamectin'in gelişim sürelerini uzattığını rapor etmiştir. Satış (2013), chlorantraniliprole+abamectin'in açık alanlarda *T. absoluta* larvalarına karşı etkili olduğunu bildirmiştir. Kanlı (2014), spinosad, indoxacarb ve chlorantraniliprole+abamectin'in yumurtalar üzerindeki



ovisidal etkilerini vurgulamış ve bu insektisitlerin kimyasal mücadelede yumurta dönemini hedef alacak şekilde kullanılmasını önermiştir. Birgücü ve ark. (2014), chlorantraniliprole+abamectin, spinosad ve emamectin benzoate'in *T. absoluta* larvalarında yüksek ölüm oranına neden olduğunu, buna karşın azadirachtin ve metaflumizonun daha düşük etkinlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Süzen (2016), cyromazine'in larva bulaşıklığını ve yaprak zararını azalttığını, buna karşın azadirachtin'nin daha düşük bir etki gösterdiğini belirlemiştir. Manavoğlu (2018), ticari ilaçlardan Altacor 35WG (chlorantraniliprole), Durivo 300SC (chlorantraniliprole+thiomexam) ve Tunga (flubendiamide) kullandıkları çalışmada, Altacor 35WG ve Durivo 300SC kimyasalların toprak uygulamaları zararlıya karşı etkili bulunmuştur. Yalçın ve ark. (2015), *T. absoluta*'nın Aydın ve Urla'dan toplanan bireyelerine indoxacarb, spinosad, azadirachtin, chlorantraniliprol ve metaflumizon direnç durumlarının değerlendirildiği çalışmada; Aydından toplanan bireyelerin azadirachtin dışındaki kimyasallara direnç oluşturduğu bulunmuştur. Urla'dan toplanan bireyelerin azadirachtin dışındaki kimyasallara daha hassas olabileceği belirlenmiştir. Usluy (2013), Domates güvesi'nin insektisitlere karşı direncinin belirlendiği çalışmada; Aydından toplanan bireyelerdeki LC50; indoxacarb, metaflumizone, spinosad ve chlorantraniliprole açısından, Urla'dan toplanan bireyelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Urla'dan toplanan bireyelerde LC50 değeri azadirachtin'in için daha yüksek tespit edilmiştir. Ancak insektisit ve sinerjistik madde (PBO, DEM, TRİP) ile direncin düşürülebileceği bulunmuştur.

Tüm bu bulgular, *T. absoluta* mücadelesinde çevre dostu yöntemlerin önemini ve etkili insektisitlerin seçiminin zararlı kontrolünde kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışmalar, *T. absoluta* mücadelesinde farklı biyo-insektisitler ve kimyasalların etkinliğini ortaya koymuştur. Biyo-insektisitlerden özellikle *Azadirachta indica* ve *Melia azedarach* gibi bitkisel özler, çevre dostu seçenekler olarak öne çıkmıştır, ancak bu yöntemlerin etkinliği kullanılan konsantrasyona ve uygulama şekline bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Ayrıca, chlorantraniliprole+abamectin ve *Bacillus thuringiensis* gibi kimyasal ve biyolojik kombinasyonların, zararlıların kontrolünde başarı sergiledikleri, ancak çevresel etkilerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, *T. absoluta*'nın kontrolü için kullanılacak yöntemlerin daha etkili hale getirilmesi ve insan sağlığı ile çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Gelecekte, bu yöntemlerin sinerjistik etkilerinin daha iyi

anlaşılması, sürdürülebilir zararlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

### **Sonuç**

Domates bitkisinin ana zararlısı olan ve yüksek üreme potansiyeline sahip olmasından dolayı artan popülasyonlarında ciddi verim kayıplarına neden olan *T. absoluta* ile; tüm Dünyada yoğunlaşan ve bilinçsizce yapılan kimyasal mücadele uygulamaları, zararlının pestisitlere karşı direncini oldukça artırmıştır. Kimyasal preparatların kullanımında zararlının döneminin ve popülasyonunun saptanmadan, üreticiler arasında da toplu mücadele edilmediğinden dolayı uygulama sayıları ve miktarlarında zamanla artarak devam etmiştir. Aynı zamanda kullanılan bu pestisitlerin doğaya ve insan sağlığına verdiği zarar önemli bir boyuta ulaşmıştır. Bu nedenle zararlı ile mücadelede; zararlının biyolojisi, fizyolojisi, anatomisi ve alternatif mücadele olanaklarının saptanması gibi konular ile ilgili çalışmalar önem kazanmıştır. Zararlının popülasyon yoğunluğunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilmek amacı ile uygun olan tüm mücadele yöntemlerinin bir arada kullanımı olarak bilinen Entegre mücadele yöntemleri göz önüne alınmaktadır. Bu zararlı ile ilgili ülkemizde yapılan tüm çalışmalardan elde edilen sonuçların, zararlı ile mücadelede ve yapılacak olan çalışmalarda izlenmesi gereken yollara ışık tutacağı hedeflenmektedir.

### **KAYNAKLAR**

- Acarbulut, H. (2013). Entomopatojen, *Beauveria bassiana* (Bals.-Crv.)'nın Domates güvesi (*Tuta absoluta*) (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ne karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanım olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Isparta, Yüksek Lisans Tezi, 45s.
- Açıloğlu, B. (2013). Entomopatojen *Paecilomyces fumosoroseus* ve *Paecilomyces lilacinus*' un Domates güvesi *Tuta absoluta*' ya karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanım olanakları. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 77s.
- Aksoy, A. (2015). Uşak ili yoğun domates üretimi yapılan alanlarda (Koyunbeyli ve Hatipler Köyü) Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin açık ve sera koşullarında popülasyon gelişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi., s. 20-30.

- Aksoy, A., & Karaca İ. (2015). Uşak İlinde yoğun domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda (Hatıpler ve Koyunbeyli) sera ve açık alan koşullarında Domates yaprak galeri güvesinin popülasyon gelişimi. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences Volume 19*(3): 80-84.
- Aksoy, E., & Kovancı, O. B. (2016). Mass trapping low-density populations of *Tuta absoluta* with various types of traps in field-grown tomatoes. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 123(2): 51-57.
- Aksu, A. (2012). Domates güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae))'nin Şanlıurfa ili domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ekim alanlarındaki yaygınlığı, popülasyon gelişmesi ve zarar durumunun belirlenmesi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi., s. 17-39.
- Alaca, B., Egesel, B., Efil, F., Dönmez, T., & Ergin, F. (2018). Çanakkale'de Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ne karşı biyoteknik mücadele çalışması. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6:97-107.
- Altun, A. (2020). Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'te zararlı olan *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin Şanlıurfa ilindeki parazitoit ve predatör türlerinin belirlenmesi ve etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. s. 45-70.
- Anonim, (2018). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, *Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, Ankara, s. 98-103.
- Aslan, M.M., Gençoğlan, S., & Aygel, G. (2017). Kahramanmaraş İlinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates güvesi)'nin yayılışı ve popülasyon yoğunluğu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(4), 229-343.
- Asma, C., Ons, I., Sabrine, B., & Kaouthar, L. (2018). Life-stage-dependent side effects of selected insecticides on *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. *Phytoparasitica*, 46:105–113.
- Aygel, G. (2018). Mersin ili açık alanda farklı domates ve patlıcan çeşitlerinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon takibi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen

- Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, Yüksek lisans tezi, 37s.
- Aynalem, B. (2018). Tomato leafminer [(*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] and its current ecofriendly management strategies a review. *J. Agric. Biotechnol. Sustain. Dev.* 10 11–24, <https://doi.org/10.5897/JABSD2018.0306>.
- Azlı A. (2019). Harran ovasında domateste zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon takibinde farklı tuzakların işlerliği. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 20-35.
- Balcı, H. (2016). Klasik ve nano formülasyonlu bazı bitkisel kökenli insektisitlerin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) üzerine etkilerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, s. 25-35.
- Barrientos, R., Apablaza, J., Norero, A., & Estay, P. (1998). Temperatura base y constante termica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigacion Agraria*, 25 (3):133-137.
- Başpınar, H., Yıldırım, E.M., & Şenel, M. (2014). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın mücadelesinde zararlı ile bulaşık yaprakların ortamdaki uzaklaştırılması ve azadirachtin uygulamasının birlikte etkisinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2), 111-120.
- Bayındır, A., Birgücü, K.A., & Karaca, İ. (2016). *Tuta absoluta* ve *Macrosiphium euphorbiae*'nin Domates bitkisinde dikey dağılımı, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 20, Sayı 2, 215-219.
- Bayındır E. A., & Birgücü, A. K. (2017). Larva dönemindeki farklı konukçuların *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyolojik özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 12(2), 6-11.
- Bayındır, A., Abdelaziz, O., Birgücü, A.K., Karaca, İ., Oufroukh, A., & Senoussi, M.M. (2017). Entomopatojen fungusların *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2): 191-195.
- Bayram, Y., Bektaş, Ö., Büyük, M., Bayram, N., Duman, M., & Mutlu, Ç. (2014a). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Domates güvesi [(*Tuta*

- absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve doğal düşmanlarının surveyi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2), 99-110.
- Bayram Y., Bektaş Ö., Büyük M., Bayram N., Duman M., & Mutlu Ç. (2014b). Diyarbakır ili domates alanlarında *Domates güvesi* [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin popülasyon gelişimi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(4):343-354
- Bayram, Y., Duman, M., Buyuk, M., & Mutlu, C. (2017). Efficiency of Pheromone Water Traps and Life Cycle of (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Diyarbakır Province, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (12 A), 531- 538.
- Bilgiç, H. (2016) Domateste *Trialeurodes vaporariorum* ve *Macrosiphum euphorbiae* ile bulaşma seviyesine göre *Tuta absoluta*'nın yumurta bırakma tercihi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi s. 15-25.
- Birgücü, A. K., Bilgiç, H., & Karaca, İ. (2020). Oviposition Preference of *Tuta absoluta* in Response to Infestation Level of *Trialeurodes vaporariorum* and *Macrosiphum euphorbiae*, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 57 (2):267-275 DOI: 10.20289/zfdergi.631635
- Birgücü, A.K., Çelikençe, Y., Karaca, İ., & Bayındır, A. (2014). Biyo ve sentetik insektisitlerin *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya gelişme engelleyici etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38 (4): 389-400.
- Braz, J. (2000). Initial Studies of Mating Disruption of the Tomato Moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Using Synthetic Sex Pheromone. *Journal of the Brazilian Chemical Society Chem. Soc.*, 11(6).
- Cabello, T., Gallego, J. R., Vila, E., Soler, A., Del Pino, M., Carnero, A., Hernández-Suárez, E., & Polaszek, A. (2009). Biological Control of The South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), with Releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in Tomato Greenhouse of Spain. *International Organisation for Biological and Integrated Control/West Palaearctic Regional Section Bulletin*, 49, 225-230.
- Campos, MR., Biondi, A., Adiga, A., Guedes, RNC., & Desneux, N. (2017). From the Western Palaearctic region to beyond: *Tuta absoluta* 10 years after invading Europe. *J Pest Sci* 90:787–796

- Canbay, A., Alaserhat, İ., & Tohma, Ö. (2014). Erzincan ve Iğdır İlleri Domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) ve predatörlerinin popülasyon takibi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45 (1): 79 – 97.
- Canbay, A., Alaserhat, İ. & Alıcı, H. (2016). Erzincan ilinde yetiştiriciliği yapılan sebze türleri, entomolojik sorunları ve çözüm önerileri. *Uluslararası Erzincan Sempozyumu* (28 Eylül-1 Ekim 2016, Erzincan), Cilt 3, s. 629-639.
- Chang, PEC., & Metz, MA. (2021). Classification of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae: Gelechiinae: Gnorimoschemini) based on cladistic analysis of morphology. *P Entomol Soc Wash* 123:41–54.
- Cherif, A., &Lebdi-Grissa, K. (2017). Population dynamics of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tunisia natural conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5: 427-432
- Cifuentes, D., Chynoweth, R., & Bielza, P. (2011). Genetic study of Mediterranean and South American populations of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) (Lepidoptera: Gelechiidae) using ribosomal and mitochondrial markers. *Pest Management Science* 67(9): 1155-1162.
- Cocco, A., Deliperi & S., Delrio, G., (2013). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*, 137: 16–28.
- Cuthbertson, A. G. S., Mathers, J. J., Blackburn, L. F., Korycinska, A., Luo, W., Jacobson, R. J., & Northing, P. (2013). Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. *Insects*, 4, 185-197
- Çatalbudak, E.Ş., Aydın, A., & Durmuşoğlu, E. (2018). Bazı biyopreparatların *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkinliğinin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 8(4): 113-122.
- Çaylak, B. (2021). Tire ve Ödemiş ilçelerinde domates, birinci ve ikinci ürün patates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]' nin popülasyon değişimi, zararı ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 20-45.
- Çayıçi, F., & Ünlü, L. (2023). Bayındır (İzmir) ilçesi domates tarlalarında *Domates güvesi* [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1): 52-63. DOI:10.29050/harranziraat.1199328.
- Çaylak, B., & Başpınar, H. (2022). Tire ve Ödemiş (İzmir) ilçelerinde domates ve patates alanlarında *Domates güvesi* [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin doğal düşmanlarının belirlenmesi *Türk. Biyo. Mücadele Derg.* 2022, 13 (1): 1-11 DOI:10.31019/tbmd.1031598.
- Çekin, D., & Yaşar, B. (2015). *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin farklı domates çeşitleri üzerinde yaşam çizelgesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 199- 206.
- Çelik, E. (2013). Bazı İnsektisitlerin *Domates güvesi*, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) üzerinde sublethal etkilerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya, Yüksek Lisans Tezi, 48s.
- Çetin, G., Hantaş, C., & Sönmez, İ. (2014). Güney Marmara Bölgesi'nde *Domates güvesi* [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin doğa koşullarında bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3), 181-189.
- Çetiner, K. (2019). Çanakkale ilinde *Domates yaprak galeri güvesi*, *tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin kitlesel tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 35-45.
- Dağlı, F., İkten, C., Sert, E., & Bölücek, E. (2012). Susceptibility of tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) populations from Turkey to 7 different insecticides in laboratory bioassay. *European and Mediterranean Plant Protection Organisation Bulletin*, 42(2), 305-311.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, KAG., Burgio, G., Arpaia, S., & Narváez-Vasquez, CA. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J Pest Sci* 83:197–215.

- Doğanlar M. & Yiğit A. (2011). Parasitoid Complex of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae) in Hatay, Turkey. *KSU Journal of Natural Science*, 14(4): 28-37.
- Doğanlar, M., Yıldırım A., & Yiğit, A. (2011). Sera domateslerinde zararlı *Tuta absoluta* Meyrick, Lepidoptera: Gelechiidae mücadelesinde çevre dostu bazı ilaçları etkileri. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi* (28-30 Haziran 2011), Kahramanmaraş Bildirileri, 496s.
- Doğanlar, M., Yıldırım, A., & Yiğit, A. (2015). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) mücadelesinde *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki ve bazı çevre dostu pestisitlerin etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6 (1): 13-24.
- Durmuşoğlu, E., Hatipoğlu, A., & Balcı, H. (2011). Bazı bitkisel kökenli insektisitlerin laboratuvar koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera Gelechiidae) larvalarına etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (4): 651-663.
- EPPO, (2005). EPPO Datasheets on Quarantine Pests: *Tuta absoluta*. *EPPO Bulletin* 35:434-435. <http://www.eppo.org>, (Erişim tarihi: 10.08. 2023).
- EPPO, (2010). First Record of *Tuta absoluta* in Turkey (2010/208). *EPPO Reporting Services* 11(208). <http://www.eppo.org>, (Erişim tarihi: 10.08. 2023).
- EPPO, (2021). <https://gd.eppo.int/taxon/GNORAB/distribution>. Accessed on 9 June 2021.
- Erdoğan, P. (2013). *Azadirachta indica* A. Juss ile *Melia azedarach* L. bitkilerinden elde edilen insektisitlerin özellikleri ve zararlılara etkisi. *araelmas Science and Engineering Journal* 3 (2): 14-25.
- Erdoğan, P. (2016). Orta Anadolu Bölgesinde Domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera:Gelechiidae)]'nin bazı biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Korum Bülteni*, 56(2): 199 – 208. ISSN 0406-3597.
- Erdoğan, P., & Babaroğlu, N.E. (2014a.) Life Table of the Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (2): 80-89.
- Erdoğan, P., Barış, A., & Alpkent, Y. N. (2014b). Orta Anadolu bölgesinde domateslerde zararlı olan Domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin sürveyi ile popülasyon takibi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (3): 255-265.



- Erdoğan, P. (2016). Orta Anadolu Bölgesinde Domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin bazı biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(2): 199-208.
- Erler, F., Can, M., Erdoğan, M., Ates, A.O., & Pradier, T. (2010). New record of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown tomato in Southwestern Turkey (Antalya). *Journal of Entomological Science*. 45(4): 392-393.
- Franca, F.H. (1993). Por Quanto Tempo Conseguiremos Conviver Com a Traca-Do-Tomateiro. *Hortic. Bras.*, 11:176–178.
- Garzia, G. T. (2009). *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), A host plant of *Tuta absoluta* in Italy. *IOBC/WPRS Bull.*, 49: 231-232.
- Garzia, G.T., [Siscaro, G.](#), [Biondi, A.](#) & [Zappalà, L.](#) (2012). *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. [EPPO Bulletin](#), 42 (2): 205-210.
- Gonzalez-Cabrera, J., Molla, O., Monton, H. & Urbaneja, A. (2011) Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) for Controlling the Tomato Borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *BioControl*, 56: 71-80. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9310-1>
- Gözel Ç (2016). Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin mücadelesinde entomopatojen nematodların kullanım olanakları. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 83 s
- Gözel, Ç., & Kasap, İ. (2015). Entomopatojen nematodların Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı domates tarlasındaki etkinliği. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39 (3): 229-237.
- Günyayla, H. (2019). Laboratuvar koşullarında [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] üzerinde farklı *Trichogramma* türlerinin etkinliğinin belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 30- 45.
- Gürsu, G. (2017). Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde domates yaprak galeri güvesi, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 68s.

- Güven, B., Kılıç, T., Mihci, B., Şahin, Ç., & Uysal, D. (2017). Ege Bölgesinde *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8 (1): 59-70.
- Han, P., Bayram, Y., Shaltiel-Harpaz, L., Sohrabi, F., Saji, A., Esenali U.T. et. al. (2019). *Tuta absoluta* continues to disperse in Asia: damage, ongoing management and future challenges. *J Pest Sci* 92:1317–1327.
- İlbay, K. (2019). Domates güvesi (*Tuta absoluta*), (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin Nevşehir ilinde yayılışı, yoğunluğu ve popülasyon değişiminin belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kayseri, Yüksek Lisans Tezi, 80s.
- İnanlı, C., Yoldaş, Z., & Birgücü, A.K. (2012). Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* Bals. ve *Metarhizium anisopliae* Metsch.'nin *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yumurta ve larva dönemlerine etkisi. *Ege Üniversite Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (3): 239-242.
- Kanlı, B. (2014). Antalya ili, örtü altı domates yetiştiriciliğinde kullanılan bazı pestisitlerin Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) yumurtaları üzerindeki toksik (ovisidal) ve sublethal etkilerinin araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 46s.
- Karabüyük, F. (2011). Doğu Akdeniz Bölgesi sebze alanlarında Domates yaprak galeri güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick)]'nin popülasyon gelişmesi, yayılışı, konukçuları ile parazitoit ve predatörlerinin saptanması. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Karabüyük, F., Horuz, S., Aysan, Y., & Ulusoy M. R. (2012). Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3 (2): 133-144.
- Karaca, İ., Daniel, P., & Özger, Ş. (2013). Neem ekstraktların biyoinsektisit olarak kullanımı. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4 (2): 165-178.
- Karut, K., Kazak. C., Döker. I., & Ulusoy. M.R. (2011). Mersin ili domates seralarında Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick. 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yaygınlığı ve zarar durumu. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (2): 339-347.

- Kasap, İ., Gözel, U., & Özpinar, A. (2011). A new pest in tomatoes; the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Proceedings of Çanakkale Agriculture Symposium* (Yesterday, Today, Future), Çanakkale Onsekiz Mart University, Agriculture Faculty, Çanakkale, 284–28.
- Kavak, H., Tuna, A.L., & Civelek, H.S. (2017). Tarımbor ((Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub>.4(H<sub>2</sub>O)) gübresinin sera koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya insektisit etkisi ile domates bitkisinin fizyolojisi ve biyokimyası üzerindeki etkilerinin saptanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (2):157-165.
- Keçeci, M. (2010). The tomato leaf miner [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]. *Journal of Voice of Agriculture*, 26: 9-12.
- Kılıç, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*. 38(3): 243–244.
- Kılıçoğlu, S. R. (2022). Denizli ili Çivril ilçesi tarla koşullarında *Tuta absoluta* (meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Koca, D. (2023). *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon takibi ve alternatif mücadele olanaklarının saptanması. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 16s.
- Koca, A. S. K., & Kaçar, G. (2021). *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Crambidae) ve *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Biyolojik mücadelesi. In: *Bitki Korumada Son Gelişmeler, Paradigma Akademi Yayınları*, s. 73-95.
- Krechemer, F.S., & Foerster, L.A. (2017). Development, reproduction, survival, and demographic patterns of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on different commercial tomato cultivars. *Neotropical Entomology*, pp 1–7.
- Kurtarıcı, N. (2021). Farklı domates çeşitleri üzerinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın bazı biyolojik özelliklerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 35-45.

- Kuyulu, A., Genç H., & Kahraman, F. (2017). Domates yaprak güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin farklı biyolojik dönemlerinde protein içeriği ve protein fraksiyonlarındaki değişimin incelenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*: 5 (1): s. 79–86.
- Lietti, M.M.M., Botto, E., & Alzogaray, R.A. (2005). Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.*, 34 (1): 113-119.
- Mamay, M., & Yanık, E. (2012). Şanlıurfa'da domates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin popülasyon gelişimi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(3), 189-198.
- Manavoğlu, M. (2018). *Tuta absoluta*'ya karşı topraktan uygulanan bazı pestisitlerin etkinliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Entomoloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 15-25.
- Mansour, R., Brévault, T., Chailleux, A., Cherif, A., Grissa-Lebdi, K., & Haddi, K. (2018). Occurrence, biology, natural enemies and management of *Tuta absoluta* in Africa. *Entomol Gen* 38:83–111.
- Mıhçı, B. (2016). İzmir ve Manisa illerinde domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin yumurta parazitoiti *Trichogramma euproctidis* (Girault, 1911) (Hym.: Trichogrammatidae)'in yayılışı, doğal etkinliği ve bazı pestisitlerin laboratuvar koşullarında yan etkilerinin araştırılması. Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Miranda, M. M. M., Picanco, M., Zanoncio, J. C., & Guderis, R. N. C. (1998). Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Sciences Technology*, 8(4), 597-606.
- Mollá, Ó., Montón, H., Vanaclocha, P., Beitia, F. & Urbaneja, A. (2009). Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49: 209-214.
- Öğür, E., Ünlü, L., & Karaca, M. (2014). Chenopodium album L. A new host plant of *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae). *Türk Entomoloji Bülteni*, 4 (1): 61-65.
- Özcan, G. (2019). *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki HD-73 İrkinin Cry1Ac toksin üretim koşullarının biyoreaktör ortamında optimizasyonu ve Domates güvesine (*Tuta absoluta*) (Meyrick)

- (Lepidoptera: Gelechiidae) karşı biyolojik etkinliğinin değerlendirilmesi. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, s. 25-120.
- Özgökçe, M.S., Bayındır, A., & Karaca, İ. (2016). Temperature-dependent development of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40 (1): 51-59.
- Özkan, Z. (2012). Çumra (Konya)'da domates seralarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi ile mücadelesinde kitle yakalama tekniğinin kullanılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Konya, Yüksek Lisans Tezi. 36s.
- Öztemiz, S., Kütük, H. & Portakaldalı, M. (2012). Biological Control of Tomato Leafminer Lepidoptera Gelechidae on Greenhouse Grown Tomato in Turkey. *Journal of Entomological Science*, 47(3), 272-274.
- Özkan, Z., Ünlü, L., & Ögür, E. (2017). Örtü altı domates yetiştiriciliğinde Domates güvesi *Tuta absoluta* Meyrick' ne karşı kullanılan feromon ve ferolite tuzaklarının etkinliğinin karşılaştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 394-403.
- Öztemiz, S. (2012) Domates güvesi *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) ve biyolojik mücadelesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(4): 47-57.
- Öztemiz, S., & Portakaldalı, M. (2012). *Tuta absoluta* (Meyrick)'nın Biyolojik Mücadelesinde *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ve *Trichogramma evanescens* Westwood'in Etkinliğinin Belirlenmesi. *Selçuk Tar Gıda Bil Der*, 27(2):105-111
- Pereyra, P. C., & Sánchez, N. E., (2006). Effect of Two Solanaceous Plants on Developmental and Population Parameters of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop Entomology*, 35, 671-676.
- [Pehlevan](#), B., & [Kovanci](#), O. B. (2013). Monitoring adult populations of *Tuta absoluta* in field-grown processing tomatoes in northwestern Turkey. *Proceedings of the 24th International Scientific-Expert-Conference of Agriculture and Food Industry*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 25-28 September 2013. 396-400.

- Polat, B. (2014). Çanakkale ilinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)' nin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerinin araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Polat, B. (2020). Batakovası (Çanakkale) açık alan domates yetiştiriciliğinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Bahçe*, 49(1): 35 – 41.
- Polat, B., Özpınar, A., & Şahin, A.K. (2015). Çanakkale ilinde Domates güvesi *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]' nin konukçuları ve bulaşma oranının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55 (4), 331-339.
- Polat, B., Özpınar, A., & Şahin, A.K. (2016). Studies of selected biological parameters of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick.) (Lepidoptera: Gelechiidae) under natural conditions. *Phytoparasitica*, 44:195-202.
- Polat, B., & Tiryaki, O. (2019). Determination of some pesticide residues in conventional grown and IPM- grown tomato by using QuEChERS method. *J. of Envir. Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes* 54(2): 112-117.
- Ponti, L., Gutierrez, AP., Campos, MR., Desneux, N., Biondi, A., & Neteler, M. (2021). Biological invasion risk assessment of *Tuta absoluta*: mechanistic versus correlative methods. *Biol Invas.* <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02613-5>.
- Portakaldalı M., Öztemiz S., & Kütük H. (2013a). Adana'da açık alan domates yetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve doğal düşmanlarının popülasyon takibi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2): 45-54.
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H., Büyüköztürk H.D., & Ateş A.Ç. (2013b). Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin yayılış durumu. *Türk Entomol. Bülteni*. 3 (3): 133- 139.
- Potting, R., van der Gaag, D.J., Loomans, A., van der Straten, M., Anderson, H., MacLeod, A., Castrillón, J.M.G., & Cambra, G.V. (2009). *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food quality (LVN) Plant protection service of the Netherlands. <http://www.minlnv.nl>, (Erişim tarihi:16.12. 2009).

- Satış, Ü. (2013). *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ve Chlorantraniliprole+Abamectin preparatlarının Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'te zararlı olan *Tuta absoluta* (Meyrick,1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates güvesi)'nin larvalarına etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55s.
- Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C., & Picanço, M.C. (2000). Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agric. and For. Entomol.*, 2 (2):147-153.
- Smith, R. F., & Reynolds, H. T. (1966). Principles, definition and scope of integrated pest control. Proceedings of the FAO Symposium on Integrated Pest Control, Part 1, 11-18.
- Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C., Fragoso, D. B., & Magalhães, L. C. (2001). Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Pest Management*, 47(4), 247-251.
- Süzen, M. (2016). Azadirachtin a ve Cyromazine preparatlarının domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.)' te zararlı olan *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates güvesi)'nin larvalarına etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 25–38.
- Şenel, M. (2013). Bazı bitkisel ekstraktların *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)' nin farklı biyolojik dönemlerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 24s.
- Tanık, R., Çelikpençe, Y., & Karaca, İ. (2020). Afyonkarahisar ili domates serasında önemli zararlı popülasyonlarının renkli yapışkan tuzaklar ile izlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 71-77.
- Taş, B. (2021). *Bacillus thuringiensis* preparatlarının laboratuvar koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı etkinliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 25-60.
- Tatlı, E. (2011). Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin Batı Akdeniz Bölgesi domates üretim alanlarında yayılışının ve popülasyon dalgalanmasının saptanması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 39s.

- Tatlı, E. & Göçmen, H. (2011). Domates Yaprak Galeri Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Batı Akdeniz Bölgesi Domates Üretim Alanlarında Popülasyon Değişiminin Saptanması
- Torres, J.B., Faria, C.A., Evangelista, W.S., & Pratisoli, D. (2001). Within plant distribution of leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes. *Notes on Plant Phenology. Int. J. Pest Manag.*, 47 (3) :173-178.
- Topuz, E., Tekşam, İ., & Karataş, A. (2016). Batı Akdeniz Bölgesi'nde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyoteknik mücadele olanaklarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(3):239-258.
- Tosun, H.Ş. (2014). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın farklı çiftleşme sürelerinin yaşam çizelgesi parametreleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Türen, N., & Yaşar, B. (2015). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın laboratuvar koşullarında farklı patates çeşitleri üzerindeki yaşam çizelgesi parametreleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 112-119.
- Türkmen, Y. M. (2019). Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Milas (Muğla) tarla koşullarında biyo-ekolojik özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Türköz, S. (2015). Bazı entomopatojen nematodların *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep: Gelechiidae)'ya karşı etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Uzun, F. (2015). *Tuta absoluta*'nın domates, biber ve patlıcan bitkilerine yumurta bırakma tercihinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 32-45.
- Usluy, M. (2013). Domates güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Lep.: Gelechiidae)'nde insektisit direncinin önlenmesi ve geciktirilmesi olanaklarının araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 54s.



- Uzun, F., Birgücü, A. K., & Karaca, İ. (2015). Determination of oviposition preference of *Tuta absoluta* to tomato, pepper and eggplant. *Asian Journal of Agriculture and Food Science* 3(5): 569-578.
- Uygun, N., Ulusoy, M. R. & Satar, S. (2010). Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 Sayı: 1 (1): 1 – 14.
- Ünlü, L. (2011). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick)'nın Konya ilinde örtüaltında yetiştirilen domateslerdeki varlığı ve popülasyon değişimi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (4): 27-29.
- Ünlü, L. (2012). Patato a new host plant of *Tuta absoluta* povolny (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. *Pakistan Journal Zoology*, 44(4), 1183-1184.
- Ünlü, L., Ögür, E., & Özkan, Z. (2014). Yarı kurak alanlarda yetiştirilen domates bitkisinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişiminin belirlenmesi. *Selçuk Tar Bil Der*, 1(1):21-26.
- Ünlü, L., Ögür E., & Uulu T. E. (2021). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in open field tomato crops using the mating disruption technique. *Phytoparasitica*, 49(3), 385-396.
- van Deventer, P. (2009). Leafminer threatens tomato growing in Europe. *Agri- & HortiWorld, Fruit & Veg Tech* p 10-12.
- Vargas, H. (1970). Observaciones sobre la biologia enemigos naturales de las polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick). *Depto. Agricultura, Universidad del Norte-Arica*, 1: 75-110.
- Van Damme, V., Berkvens, N., Moerkens, R., Berckmoes, E., Wittemans, L., De Vis, R., Casteels, H., Tirry, L., & De Clercq, P. (2015). Overwintering potential of the invasive leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) as a pest in greenhouse tomato production in Western Europe. *Journal of PestScience*, 88(3), 533–541.
- Verheggen, F., & Fontus, R.B. (2019). First record of *Tuta absoluta* in Haiti. *Entomol Gen* 38:349–353.
- Victor, N., Gathu, R., & Mwangi, M. (2019). Prevalence of *Tuta absoluta* (meyrick) and chemical management in loitoktok, kajiado county, Kenya. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* (9) 27–37.

- Yalçın, M., Mermer, S., Turgut, C., & Kozacı, D. L. (2015). Insecticide resistance in two populations of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) from Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(2), 137-145.
- Yükselbaba, U., Göçmen, H. & İkten, C. (2009). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Mitokondrial Cytochrome Oxidase Subunit I (mtCOI) gen bölgesinin belirlenmesi. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş, 225.
- Zengin, E., & Karahan, A. (2021). Örtüaltı Şartlarında Domates Güvesi [*Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)]'Ne Karşı Şaşırtma Tekniğinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. 3rd International Cukurova Agriculture And Veterinary Congress 9- 10 October 2021 Adana / Turkey. 1-11.

# KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Gülcan TARLA<sup>1</sup> - Şener TARLA<sup>2</sup>

## Giriş

Küresel iklim değişikliği ‘fosil yakıt kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklikler, orman alanlarının azalması ve sanayi süreçleri gibi insan faaliyetleri ile atmosfere salınan sera gazlarının birikimlerindeki hızlı artışla doğal sera etkisinin güçlenmesi sonucunda yerkürenin ortalama yüzey sıcaklığındaki yükselme ve iklimde meydana gelen değişiklikler’ olarak ifade edilmektedir. Dünyada iklim değişikliği hissedilir bir şekilde yaşantımızı etkilemekte, kuraklık, salgın hastalıklar, erozyon, çölleşme, şiddetli hava olaylarının artması, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, deniz seviyesinde yükselme, doğal dengenin bozulması sonucunda canlı türlerinin zarar görmesi ve insan sağlığının bozulması gibi istenmeyen sonuçlara yol açmaktadır. İklim değişikliğinin pek çok sektöre etkileri olduğu bilinmektedir. En önemli etkisi ise tarım üzerinde olacaktır. Çünkü daha sıcak ortamlar bitkiler için fizyolojik stres oluşturacak ve aynı zamanda böcek ve hastalık baskısının artmasına yol açacaktır. İnsanlar sahip oldukları bilim ve teknolojiyi kullanarak her ne kadar bu etkileri en aza indirmeye çalışsa da, tarımsal üretimde verim ve kaliteyi çoğu zaman doğa ana belirlemektedir. Küresel boyuttaki iklim değişikliğinin tarıma olan etkileri genel olarak aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Anonim, 2018).

- Daha sıcak ve daha az yağışlı iklim koşullarının oluşması
- Olağan dışı meteorolojik olayların artış gözlenmesi
- Su kaynaklarının azalması
- Kuraklığın şiddetinde artış
- Toprak ve su kalitesinin bozulması
- Ekosistemlerin bozulması ve biyolojik çeşitlilikte azalma

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, gulcan.tarla@usak.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., Uşak Üniversitesi, sener.tarla@usak.edu.tr

- Ekolojik alanların kaymaları
- Tarımsal üretim ve kalitenin azalması
- Tarımsal zararlı ve hastalıkların artışı
- Gübrelemede ve ilaçlamada sorunlar
- Sürdürülebilir gıda güvenliğinin sağlanamaması

Küresel boyutlara ulaşmış olan bütün bu sorunlara uluslararası ortak çalışmalarla hali hazırda çözüm bulunmaya çalışılsa da sorunların boyutları ve sayısı giderek daha da artmaktadır. Birleşmiş Milletler tarafından 1994 yılında yürürlüğe konan ‘‘İklim Değişikliğiyle Mücadele Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)’’, 2004 yılında yürürlüğe giren ‘‘Kyoto Protokolü’’ ve ayrıca 2016’da yürürlüğe giren ‘‘Paris Anlaşması’’ bu ortak mücadelenin en önemlileridir. Türkiye Dünyada iklim değişikliğinden en çok etkilenmesi beklenen bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası’nda yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye’de kuraklığın çok geniş bölgelerde hissedileceği ve buna bağlı olarak aşırı derecede sıcak günlerin sayısında artış olacağı tahmin edilmektedir.

Tarımsal üretimde kullanılan her türlü bitkinin büyümesi genel olarak toprak, güneş ışığı, su ve sıcaklık ihtiyacı gibi dinamik bazı bileşenlere bağlıdır. İklim sayılan tüm bu bileşenlerin hepsine birden etki eden ortak bir paydadır. İklim değişikliğinin tarım sektörü için yaratmış olduğu risk, içerdiği birçok bilinmezlik yüzünden çok yüksek seviyededir. Bu sebepten ötürü, farklı Bitki Praziti Nematodların (BPN) sıcaklık artışı, yükselen CO<sub>2</sub> ve değişen yağış düzeyi gibi çeşitli iklim parametrelerindeki değişiklikler karşısında verdiği tepkiler üzerinde pek çok araştırmalar ve modellemeler yapılmıştır. Bu modellemeler temelde sıcaklık ve su rejimlerindeki değişikliklerle ilgilidir. İklim değişikliklerinin tarım alanlarındaki etkileri arasında, bitki paraziti türlerin epidemiyolojisi ve yönetimi üzerindeki etki, bitki verimliliği nedeniyle üreme döngülerinin değişmesi, daha kuzeye ya da daha da yüksek irtifalara göçler nedeniyle zararlıların coğrafi dağılımların değişmesi ve vektörlerin yayılması yer alır. Konu ile ilgili yürütülmüş olan bir çalışma iklim değişikliği nedeniyle daha yüksek toprak sıcaklıklarının nematodun üremesinin azalmasına yol açabileceğini, ancak artan nematod virülensi nedeniyle ürün kayıplarının artabileceğini göstermektedir (Khanal ve Land, 2023).

TÜSİAD’ ın 2020 Tarım ve Gıda Raporunun ‘‘İklim Odaklı Politikalar’’ başlığında belirttiği üzere küresel ortalama sıcaklıktaki her bir santigrat derece artışın, küresel ortalama arazi verimlerini buğdayda %6,

mısırdaki %7,4, çeltikte %3,2 ve soya fasulyesinde %3,1 azaltacağı öngörülmektedir. Dünya genelinde yayınlanan literatürde kullanılan bin civarında model sonucunu değerlendiren IPCC, 3 °C lik sıcaklık artışları için (2050 yılı civarında) %25-50 gibi oldukça yüksek seviyede verim kayıpları ile karşı karşıya kalabileceğimizi öngörmektedir. Tüm bu öngörülerin gerçekleşme olasılıkları ise konunun uzmanı uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan resmi raporlarla ortaya konmuştur. UNEP Emisyon Açığı Raporuna göre, sıcaklık artışının mevcut gidişata göre bu yüzyılın sonuna kadar 2,4-2,6°C'ye kadar ulaşabileceği belirtilmiştir (Anonim, 2022).

İklim değişikliğinin tarıma olan etkilerinin arasında zararlılarda ve hastalıklarda görülmesi beklenen artış bitki koruma açısından ayrıca öneme sahiptir. İklim değişiklikleri sonucunda görülen sıcaklık artışları veya aşırı yağışlar bitki hastalık ve zararlıları için daha uygun ortamları oluşturabilmekte, beklenmeyen ve hızlıca gelişebilen bu hastalık ve zararlı istilası nedeniyle ürünlerin miktarı ve kalitesi düşmektedir.

Abiyotik faktörlerdeki kalıcı ve şiddetli değişiklikler, eninde sonunda yaban hayatını, türlerin biyolojik yok oluşlarını, ekosistemleri ve tarım alanları da dahil olmak üzere tüm gezegenimizin biyomunu etkiler. Aynı ekosistemin parçaları olan konukçu ve parazit organizma ilişkileri hassas ekolojik dengelere bağlıdır ve en küçük değişikliklerden bile etkilenir (Wolinska ve King, 2009). Ayrıca, dış çevresel değişiklikler hayat döngülerinde serbest yaşayan aşamalara sahip olan parazitleri doğrudan etkiler (Okulewicz, 2017).

Bitki paraziti nematodlar (PPN), dağılımda kozmopolit olan ve zorunlu patojenler olarak bitkilerle beslenen, segmentsiz, psödodelomik ve mikroskopik boyutlardaki solucan görünümü canlılardır. Günümüze kadar 4000'den fazla sayıda PPN türü tanımlanmıştır. Bunlar her yıl dünya çapında yaklaşık olarak 358 milyar ABD doları değerinde ürün kaybına yol açmaktadır (Abd-Elgawad ve ark., 2015). Her ne kadar PPN'ler gerçek bir serbest yaşayan aşama içermese de, toprakta yaşayan ve beslenmeyen enfeksiyöz aşamalarının var olması, bu canlıların iklim değişikliğinin korkutucu sonuçlarından muaf olmadığını gösterir. Bu nedenle, PPN'lerin biyoloji ve ekolojisindeki değişim, bitki yetiştiriciliği için endişe verici bir tehdittir.

Günümüzde yaklaşık 4.100 PPN türü, açık alanlarda ve korumalı koşullar altındaki (örtüaltı) tarımsal ve bahçe ürünlerine tahmini olarak yılda 173 milyar ABD doları zarar vermektedir (Elling, 2013).

Ekonomik açıdan önemli olan ve yaygın olarak dağılımı görülen PPN cinsleri arasında *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp., *Globodera* spp., *Pratylenchus* spp., *Radopholus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Nacobbus* spp., *Ditylenchus* spp., *Aphelenchoides* spp., *Xiphinema* spp., *Longidorus* spp., *Trichodorus* spp., *Belonolaimus* spp., *Belonolaimus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. ve *Haplolaimus* spp. nematodları gibi nematodlar yer almaktadır (Eves-van den Akker, 2021). Bunlar ya bitki kökleri üzerinde özel beslenme hücreleri oluştururlar (örn. kök-ur nematodları tarafından dev hücreler, kist nematodları tarafından sensityumlar) veya bitkilere besin transferini etkileyerek köklerin içinden ya da dışından beslenirler. Böylece PPN'ler, içeriden (yarı endo- ve endoparazitler) veya dışarıdan (ektoparazitler) konukçu-patojen ilişkisi geliştirerek bitkilerin fizyolojisini, kök sistemini, besin alımını ve su kullanım verimliliğini önemli ölçüde yönlendirir ve değiştirir (Siddique ve ark., 2022).

Ayrıca buna ek olarak, birçok PPN türü bitkide oluşturdukları yaralar yüzünden, enfekte ettikleri bitkileri yara oluşumunu sinerji haline getiren bakteriyel, fungal ve viral patojenlere yatkın hale getirir (Khan, 1993).

Bitki parazitik nematodlarının farklı türlerinin artan sıcaklık, yükselen CO<sub>2</sub> veya değişen yağış seviyesi gibi çeşitli iklim değişikliği parametrelerine gösterdiği tepkiler de farklıdır. Bu konu üzerinde birçok araştırmacı aşağıda verilen örneklerde görüleceği üzere, değişen sıcaklık, CO<sub>2</sub> ve yağış seviyeleri taklit edilerek, bitki paraziti nematodların bu değişen koşullara verdiği tepkiyi gözlemlemeye ve ölçmeye çalışmıştır.

## **12. Değişen İklimsel Parametrelerin Bitki Paraziti Nematodlara Etkisi**

### **1.1. Yüksek Sıcaklığın Etkisi**

Ortalama küresel sıcaklığın gezegenin binlerce yıldan bu yana deneyimlemediği bir hızda artmakta olduğu ve 2015 yılından sonraki yılların gezegenimizde ulaşılan ve üst üste yaşanan en sıcak yıllar olduğu bildirilmiştir (Callery, 2022). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli'nin 2023 tarihli 6. Değerlendirme Raporunda, küresel sıcaklığın on dokuzuncu yüzyılın sonlarından beri 1.09 °C arttığı, 2040 yılına kadar 1.5 °C ve bu yüzyılın sonuna kadar ise 4.4 °C artacağı tahmin edildiği vurgulanmıştır (Anonim, 2023). Kuzey yarı kürede kışlar tahmin edilebileceği üzere daha sıcak olacak ve permafrostun çözülmesi ise bitki örtüsü desenini değiştirecektir (Van Hemert ve ark., 2015). Ortalama sıcaklıklardaki artışlar

aşağıda alt başlıklar halinde verildiği üzere bitki paraziti nematodları birden fazla şekilde etkilemektedir.

### 1.1.1. Bitki Paraziti Nematodların Dağılımındaki Bölgesel (Enlemsel) Kayma

Artan sıcaklıklar PPN'lerin dağılımında bölgesel (enlemsel) kaymalara neden olmaktadır. Boland ve ark. (2004), 1987'de Kanada'da tanımlandıktan sonra soya kist nematodunun (*Heterodera glycines* Ichinohe) iklim değişikliği (ve diğer bazı faktörler) nedeniyle Amerika'nın kuzey ve kuzeydoğu bölgesindeki birçok eyalete yayıldığını bildirmiştir.

1960'lardan bu yana, *Meloidogyne* (*Meloidogyne incognita* Kofoid & White, 1919), *Helicotylenchus* (*Helicotylenchus pseudorobustus* (Steiner, 1914) Golden, 1956, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) Golden, 1956), *Pratylenchus* (*Pratylenchus brachyurus* Godfrey, 1929, *Pratylenchus vulnus* Allen&Jensen) ve *Ditylenchus*'un (*Ditylenchus dipsaci* Kühn, 1857) farklı türlerinde küresel ısınma nedeniyle kuzey yarımküreye doğru bir kayma (enlemsel) yaşanmıştır (Bebber ve ark., 2013). Kesin olarak kanıtlanmamış olsada küresel ısınma nedeniyle *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira 'in ABD'de dağılımının genişleyeceği öngörülmektedir (Leach ve ark., 2009).

Öte yandan, İspanya, Almanya, Fransa, Avusturya, Polonya, Fas ve Ukrayna'dan *H. schachtii* popülasyonları üzerine yapılan bir çalışma, küresel ısınmanın sözkonusu nematodun kuzey popülasyonlarını güçlü bir şekilde etkileyebileceğini göstermiştir (Fournet ve ark., 2018).

Ayrıca ortalama sıcaklıktaki 1°C'lik bir artışın, Büyük Britanya'da virüs vektörü longidorid ve trichodoridlerin kuzeye doğru (yaklaşık olarak 160-200 km) yayılmasına neden olacağı öngörülmektedir (Neilson ve Boag, 1996). Modelleme *Xiphinema diversicaudatum* Thorne (Çilek Latent Halkalı Leke ve Arabis Mozaik Virüslerinin vektörü), *Longidorus macrosoma* Hooper, 1961 (Ahududu Halkalı Leke Virüsünün vektörü) ve *Longidorus attenuatus* Hooper, 1961 (Domates Siyah Halkalı Leke Virüsünün vektörü) popülasyonlarının kuzeye, kuzeydoğu ve güney İskoçya'ya kadar göç edeceğini göstermiştir. Virüs bulaştıran PPN'ler tarafından farklı ve yeni coğrafi konumların kolonizasyonu, ürün verimliliği için ciddi bir tehdit oluşturacaktır.

Hindistan'da iklim değişikliği, çeltik bitkisi kök-ur nematodu *Meloidogyne graminicola* Golden & Birchfield, 1968 'nın coğrafi dağılım desenini de etkilemektedir. Daha önce sadece yaylalarda yetiştirilen çeltik

bitkisinde zararlı olduğu düşünölen *M. graminicola*, sonradan tepe ekosistemleri de dahil Hindistan'daki bütün büyük çeltik bitkisi yetiştirme alanlarına yayılmıştır (Dutta ve ark., 2012). Aynı zamanda *M. graminicola*'nın ortam CO<sub>2</sub> seviyesine (400 ppm) göre yüksek CO<sub>2</sub> koşullarında (700 ppm) çeltik bitkisi köklerine daha fazla zarar verdiği gözlemlenmiştir (Prasad ve Somasekhar, 2009).

### 1.1.2. Bitki Paraziti Nematodların Yoğunluğunda Artış

Bölgesel kaymanın yanı sıra artan sıcaklıklar PPN'lerin popölasyon yoğunluğu ve bolluğu üzerinde de değişikliklere neden olmaktadır. Artan sıcaklık maksimum gelişme seviyesine ulaşana kadar nematod yaşam döngüsü kısalmır (Adams, ve ark., 1982). Daha kısa bir nematod yaşam döngüsü nematodların daha hızlı üremesine (üreme oranının artmasıyla) ve ürönlere daha fazla zarar vermesine (virölensliğinin ve hastalık şiddetinin artmasıyla) olanak tanır. Birleşik Krallık'ın kuzey bölgelerinde *Longidorus caespiticola* Hooper, 1961 'nın görülme sıklığı ile sıcaklıktaki 1°C'lik artış arasında güçlü bir pozitif korelasyon kanıtlanmıştır (Boag ve Neilson, 1996). Artan sıcaklıkta daha yüksek PPN yoğunluğu Hindistan'ın Keşmir vadisinde de fark edilmiştir (Nisa ve ark., 2021).

Ayrıca artan sıcaklık çam solgunluk nematodu olarak bilinen *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 ve vektör böceği *Monochamus alternatus* Hope, 1842 'un Asya'da ve özellikle Avrupa'nın ve Amerika'nın kuzey kısımları gibi dünyanın risk altında olan çeşitli bölgelerinde dağılımını hızlandırmıştır (Hirata ve ark., 2017).

Daha önceden ılıman kökenli olduğu varsayılan çam solgunluk nematodu, artık sıcak iklimlerde daha yaygın hale gelmiştir. Yaz aylarında görölen yüksek sıcaklık ve düşük yağış koşulları yüzünden çam ağaçlarındaki su stresi, nematod dağılımındaki değişiklik ve vektör insidansı çam solgunluğu hastalığının ilerlemesini hızlandırmaktadır (Liu ve ark., 2022).

Ancak, Qinghai-Tibet platosunda ise sıcaklıktaki artış PPN yoğunluğunda azalmaya neden olmuştur (Liu ve ark., 2022). Benzer şekilde, küresel ısınmanın (yüksek CO<sub>2</sub> ile birlikte) yarı kurak çayırlandaki PPN yoğunluğunu azalttığı görölmüştür (Mueller ve ark., 2016). Göröldüğü üzere nematod popölasyonundaki artış yalnızca tek bir kritere (sıcaklık artışı) bağlanamaz. Doğada birçok çevresel faktör (yüksek rakım gibi) iç içedir ve birlikte etki eder.



Bazı PPN türlerinin (*Meloidogyne floridensis* Handoo et al., 2004, *M. incognita*, *Ditylenchus phyllobius* Thorne, *R. reniformis*) konukçu aradıkları dönemlerinde daha sıcak olan toprağa doğru göç etmeyi tercih ettikleri bildirilmiştir (Leitao ve ark, 2021). Bu tür çalışmalardan yola çıkarak, iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen sıcaklık artışının belirli PPN türlerinin yatay ve/veya dikey olarak göç etmesiyle, toprakta daha fazla birikmesine neden olabileceği varsayılabilir.

### **1.1.3. Bitki Paraziti Nematodların Zararlı Olma Statüsünün Değişmesi**

Sıcaklık artışı enlemsel ve/veya boylamsal kaymaların ve PPN'lerin yoğunluğu ve dağılımı üzerine olan etkilerinin yanı sıra üçüncü bir etkiye daha sahiptir. Bu etki bazı nematod türlerinin zararlı olup olmama statüsünün değişmesidir. PPN'lerin çoğunluğu uygun bir ortamda 2-4 hafta içinde yaşam döngülerini tamamlar. Sıcaklıktaki ufak bir değişiklik yaşam döngüsü üzerinde önemli bir etki yaratır (Evans ve Perry, 2009). Düşük sıcaklık yavaş gelişmeyi desteklerken, daha sıcak koşullar altında gelişmenin hızlandığı görülür (Tyler, 1933). Bu doğrultuda, küresel ısınmaya bağlı sıcaklık artışı, daha kısa yaşam döngüsü süreleri ile mevsim başına daha fazla nesil ile sonuçlanır (Trudgill ve ark., 2005). Daha fazla sayıda nematod nesli, üretim üzerinde olumsuz bir etkiyle birlikte bitki başına düşen parazit yükünün artmasına neden olacaktır.

Örneğin, yüksek toprak sıcaklığı *G. pallida* Stone, 1973 popülasyonunu azaltırken, Güney Birleşik Krallık'ta *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923 popülasyonunu artırır (Jones ve ark., 2017).

Rusya'da gerçekleştirilen benzer bir araştırma ise, küresel ısınma nedeniyle ülkede endişe verici bir istilacı zararlı haline gelen *G. rostochiensis*'in yoğun yayılımını bildirmektedir (Pridannikov ve ark., 2022).

### **1.1.4. Bitki Paraziti Nematodların Cinsiyet Oranlarının Değişmesi**

Yüksek sıcaklığın partenogenetik kök-ur nematodlarında dişiden erkeğe cinsiyet değişimine neden olduğu saptanmıştır (Papadopoulou ve Triantaphyllou, 1982).

### **1.1.5. Bitki Paraziti Nematodların Metabolik Aktivitelerinin Değişmesi**

Serbest yaşayan nematod *Plectus murrayi* Yeates, 1970 'nin Antarktika popülasyonu üzerinde yakın zamanda yapılan bir çalışma, sıcaklıktaki artışın nematodun metabolik aktivitelerini ve O<sub>2</sub> tüketimini artırdığını ve böylece ekosistemin işlevini ve yapısını bozduğunu göstermiştir (Robinson ve diğerleri, 2023). Bu durumun diğer nematodlarda da görülmesi mümkündür.

### **1.1.6. Yüksek Sıcaklığın Enfekte Bitkinin Duyarlılığını Artırması**

Yüksek sıcaklığın PPN'lerle enfekte konukçu bitkilerde su stresi simptomlarını şiddetlendirmesi ve dolayısıyla da beslenmelerini etkilemesi muhtemeldir. Dahası, Mi geni (domates kültür türü *Solanum lycopersicum* L.'a aktarılmış nematoda karşı direnç geni) tarafından yönetilen direncin özellikle 28 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kaybolmasından dolayı iklim değişikliğinin bitkilerin kök-ur nematodlarına karşı direncini kırabildiği görülmüştür (Williamson ve Kumar, 2006).

### **1.1.7. Bitki Paraziti Nematodların Virülensliklerinin Değişmesi**

Sayılan tüm bu etkilerin dışında değişen iklime uzun süre maruz kalma sırasında nematod türlerinde de ısıya dayanıklı genetik bileşenlerin edinilmesi, daha virulent ve iklime adapte olmuş biyotiplerin ortaya çıkması mümkündür.

## **1.2. Yükselen Karbondioksitin Etkisi**

Dünya genelindeki farklı bazı ekosistemlerden alınan veriler bir araya getirildiğinde, yüksek CO<sub>2</sub> koşullarının PPN bolluğu ve dağılımı üzerinde olumlu, olumsuz veya nötr etki yarattığı sonucuna varılabilir. Genel olarak, kök biyokütlesinin artması sonucunda yüksek CO<sub>2</sub> seviyesinin kökte beslenen nematodları da olumlu etkilediği kabul edilmektedir (Wang ve ark., 2019). Yeni Zelanda'nın mera alanlarında yükseltilmiş (475 ppm) ve ortam (360 ppm) CO<sub>2</sub> seviyeleri koşullarında yapılan çalışmalar, PPN'lerin diğer toprak organizmalarına kıyasla yükseltilmiş CO<sub>2</sub> koşullarında daha yoğun hale geldiğini göstermektedir (Yeates ve ark., 2003). Hoeksema ve ark. (2000), düşük azot içeriğine sahip topraklarda yüksek CO<sub>2</sub> altında trichodoridlerin yoğunluğunun arttığını göstermiştir.

Ancak, yüksek CO<sub>2</sub> koşulları her zaman PPN dağılımını ve yoğunluğunu olumlu yönde etkilemez. Örneğin, Li ve ark. (2007), Çin'de yükseltilmiş CO<sub>2</sub> koşulları altında çeltik-buğday rotasyon sisteminde PPN yoğunluğunda hiçbir değişiklik olmadığını bildirmiştir,

Eisenhauer ve ark. (2012), yükseltilmiş CO<sub>2</sub> koşulları altında, toprak besin ağı sisteminin etkilendiğini ve toplam PPN yoğunluğunda azalma olduğunu kaydetmiştir. Ancak Neher ve Weicht (2013), çam ormanlarında yüksek CO<sub>2</sub> koşullarında PPN cinsi *Aphelenchoides*'in yoğunluğunda azalma gözlemlerken, *Xiphinema* etkilenmemiş ve *Longidorus* yoğunluğu ise artmıştır.

Artan CO<sub>2</sub> seviyelerinin PPN insidansı üzerinde farklı (pozitif veya olumsuz veya nötr) etkisi olmasına rağmen, bitki-PPN etkileşimi üzerindeki etkisi oldukça karmaşıktır.

### 1.3. Değişen Yağışın Etkisi

İklim değişikliği, yağış miktarını, sıklığını ve mevsimsel dağılımını değiştirmektedir (Chen ve Sun, 2017).

Yağışın zamansal ya da mekansal değişimi, sonunda PPN topluluğunu etkileyen toprak nemini etkiler. Nematodlar konukçu bulma, gelişme ve beslenme gibi her türlü aktiviteleri için suya fazlaca ihtiyaç duyarlar (Yeates ve diğerleri, 1999). Genel olarak, yüksek yağış miktarına PPN'ler diğer trofik grupların nematodlarından tipik olarak daha yoğun bir tepki gösterir (Guogang ve diğerleri, 2020). Artan yağış koşullarında ve daha uzun vadeli yıllık yağış altında, PPN'ler bitki biyokütlesindeki eş zamanlı artış nedeniyle fayda elde ederler (Olusanya ve ark., 2019).

ABD, Tennessee'de, Kardol ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, PPN'lerin iklim değişikliği tehdidi altında toprak neminin yüksek sıcaklık ve yüksek CO<sub>2</sub>'den daha belirgin şekilde etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Yağıştaki değişiklik ayrıca PPN toplulukları ile nematodların doğal parazitöitleri veya avcıları arasındaki hassas dengeyi bozabilir. Küresel ısınma nedeniyle aşırı dercede kurak yılların sıklığında öngörülen artış, PPN'ler üzerindeki avcı baskısını azaltarak, PPN popülasyon yoğunluğunu ve bitki istilasını artırır (Franco ve ark., 2019). Artan bitki hasarı daha sonra karbon döngüsünü ve ekosistem üretimini değiştirerek kuraklık etkilerini kötüleştirir.

Ayrıca, Colagiero ve Ciancio (2012), değişen toprak nemi rejimlerinin PPN'lerin biyokontrol ajanlarının çıkışlarını, gelişmelerini, yoğunluklarını ve yayılmalarını etkilediğini öngörmüştür.

#### 1.4. Aşırı İklim Olaylarının Etkisi

İklim değişikliği, ekosistemi ve küresel gıda güvenliğini ciddi bir şekilde tehdit eden kuraklıklar, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, fırtınalar, şiddetli sağanak yağışlar ve dolu fırtınaları gibi aşırı hava olaylarının sıklığını artırır. Nematodlar, genel olarak, iklimsel uçlarda (ekstrem koşullarda) veya öngörülemeyen zorlu koşullarda hayatta kalmak için çeşitli yapısal ve davranışsal adaptasyonlara sahiptir (McSorley, 2003). Örneğin, *Meloidogyne* spp. sıcaklık dalgalanması, konukçuda azalan fotosentez, besin eksikliği, artan konukçu savunması gibi olumsuzluklarla başa çıkabilmek için popülasyon içerisinde cinsiyet oranlarını değiştirebilir ve tersine çevirebilir (McSorley, 2003). Ek olarak, PPN'ler kuraklık olayları altında cryptobiosis veya anhydrobiosis gibi neredeyse durmuş gelişim ve yaşam durumuna girebilir. Daha sonra ortam elverişli hale geldiğinde normal vücut işlevlerini tekrar kazanabilirler. Ancak, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, fırtınalar veya bunların sürekliliği durumu gibi ekstrem iklim koşullarının PPN'ler üzerindeki etkileri ile ilgili raporlar son derece yetersizdir. Pressler ve ark. (2019), orman yangınlarının toprakta yaşayan mikroorganizmalar ve mezofauna üzerindeki etkilerini incelerken, bakteri, mantar ve diğer mikroplara kıyasla nematodların daha az etkilenen bir grup olduğunu belirtmiştir. Renčo ve ark. (2022), toprak nematod topluluklarının yangın sonrası iyileşmesinin yangın olayının şiddetine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Şiddetli fırtınaların (hortum, kasırga, siklon ve tayfun dahil) PPN topluluğu üzerindeki etkisi nadiren incelenmiştir. Ancak, kuvvetli rüzgarların bitkileri devirebileceği ve böylece bitki örtüsünün azalmasına neden olabileceği ve bunun da ilişkili rizosferde yaşayan ekto-, semiendo- ve endoparazitik PPN yoğunluğunu kısa vadede değiştirebileceği tahmin edilmektedir. Fırtınalar ayrıca PPN'lerin daha uzak ve yeni yerlere yayılmasına yardımcı olabilir. Çoğunlukla kist nematodlarının canlı yumurtalar içeren kistleri savrulabilir veya *Anguina* gibi gal nematodları ile bulaşık tohumlar savrulabilir. Ancak toprakta yaşayan PPN'ler büyük ölçüde etkilenmeden kalacaktır.

#### 2. İklim Değişikliği Durumunda PPN Yönetimi

İklim değişikliğinin yıkıcı etkileri giderek daha da görünür hale gelmektedir. İklim değişikliğinin etkisi dünya genelinde her yerde aynı

olmadığından dolayı bazı bölgeler nematod biyolojisinde daha fazla etkiye yol açabilecek sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava koşulları yaşayabilir. Etkilenen alanın genişlemesi, artan nesil sayısı, fazla üreme, çoğalan kök biyokütlesi ya da azalan konukçu savunması gibi olaylar PPN kolonizasyonunu, yoğunluğunu ve verdiği zararı kötüleştirebilir. Bu doğrultuda, kış aylarındaki veya ılıman bölgelerdeki yüksek sıcaklık, ilgili bölgelerdeki ekonomik üretimi etkileyecek olan bazı PPN'lerin daha yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmasına sebep olabilir. Etkilenen alanın genişlemesine, yeni alanların istilasına ve yeni plantasyonların tahribatına neden olabilir. Bunun sonucunda ortaya çıkan popülasyon artışı yönetilemez hale gelebilir. Üstelik normalin üzerinde artan üreme oranı ve daha mevsim başında nesillerin tamamlanmasıyla daha da kötüleşebilir.

Nem ve yağış profilindeki sık yaşanan değişiklikler küçük, ara sıra ve mevsimsel zararlıların sürekli ve ana zararlı statüsüne ulaşmasına yol açabilir. Dahası, sıcaklık ve UV radyasyonundaki artış, bağıl nemdeki azalma ile birleşince çeşitli zararlı yönetim stratejilerini etkisiz hale getirebilir. Cinsiyet dönüşümü, dayanıklı (kriptobiyotik) yaşam evreleri, açık toprakta hayatta kalma oranının azalması, patojenitenin değişmesi gibi durumlar gözlenebilir.

Şu anda genel bir ortak eğilimi tahmin etmek oldukça zordur. PPN'lerin muhtemelen belirli ve bölgesel farklılıklara göre tepki vereceği varsayılabilir. İklim değişikliğinin getirdiği daha yüksek toprak sıcaklıklarında etkili olabilecek daha iyi nematod yönetim programları geliştirmek için, nematod biyolojisindeki değişiklikleri ve doğal ortama çok benzeyen toprak ortamlarında bitkilerdeki oluşan sonuçları doğru anlamak kritik öneme sahiptir.

Bu kritik kavşakta, artık mevcut PPN yönetim taktiklerine güvenemeyebiliriz. Entegre Nematod Yönetimi (INM) uygulamaları, PPN popülasyon düzeyini ekonomik eşik değerinin altında tutmak için kültürel, fiziksel, botanik, kimyasal ve biyolojik gibi farklı kontrol önlemlerinin birleşimini içerir. Buna göre, PPN yönetim stratejileri yaklaşan çevresel dalgalanmalara uyacak şekilde ayarlanmalıdır. Yaz ve kış aylarının sürelerindeki değişiklikler topraktaki PPN popülasyon dinamiklerini değiştirebilir. Bitkilerdeki zararı önlemek için ekim programında ve ilişkili ürün yönetim uygulamalarında çok az ayarlama yapılması gerekebilir. Biyofümigasyon ve ürün rotasyonu gibi sürdürülebilir yönetim taktikleri de tarımsal ekosistemlerde karbon parçalanmasının iyileştirilmesi için büyük önem kazanmıştır (Somasekhar ve Prasad, 2012). Ayrıca, organik yeşil gübrelerin ve hayvansal gübrelerin eklenmesiyle birlikte yapılan toprak

solarizasyonunu sera gazı emisyonuna katkıda bulunulabilir (Lee ve ark., 2021).

Küresel ısınmanın nematod antagonisti bakteri ve mantar kökenli biyoajanlarının aktivitesini etkilemesi olasıdır. Ancak bu şimdye kadar yeterince keşfedilmemiş bir alandır. Bu bağlamda, sıcaklıktaki artış, UV radyasyonu (ozon tabakasının incelmesinin artması nedeniyle) ve iklim değişikliği nedeniyle azalan bağıl nem, saha koşullarında hiperparazitik potansiyellerini değiştirebilir.

Olumsuz etkiler ayrıca, PPN'lere karşı R geni tarafından sağlanan bitki direnç potansiyelini muhtemelen değiştirecektir. Doğal seçim baskısına uygun olarak konukçu direncindeki bu tür değişiklikler, değişen fenoloji, davranış ve parazitik potansiyele sahip yeni PPN biyotiplerini (daha virulent veya direnci kıran) de ortaya çıkarabilir. Bitki direncini arttırmayı temel alan ıslah çalışmalarına yönelmek doğru bir strateji olacaktır.

İklim değişikliği nedeniyle düzensiz ve anormal yağışlarla birlikte sıcaklık dalgalanmaları, topraktaki kimyasalların (nematisitlerin) kalıcılığını ve bulunabilirliğini etkileyebilir. Bu da nihayetinde PPN kontrol önlemlerini etkiler. Değişen iklimler sonucunda PPN'lerin beklenen daha fazla görülmesi nedeniyle çiftçi toplulukları arasında nematisitlere olan talebin artması muhtemeldir. Bu konuda da daha etkili ve seçici yeni kimyasallar formülasyonlar üzerinde yoğunlaşan çalışmalar önem arz etmektedir.

### **Sonuç**

İklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan bölgelerde (özellikle Akdeniz havzasında) gerek iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlanması ve gerekse sera gazı emisyonunun azaltılması iklim değişikliğinin tarım üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etme konusunda büyük fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda, arazi bozunumunun önlenmesi için gıda güvenliği ve gıda temininin sürekliliği açısından sürdürülebilir toprak yönetimi, iklim dostu olan tarım uygulamaları, biyolojik çeşitliliğin korunması, tarım ve orman alanlarının daha verimli kullanımı çerçevesinde düşük karbon salımı yapan teknolojilerin adaptasyonu ve yaygınlaştırılması ve tarımsal çevrenin koruma-kullanma dengesi içerisinde sürdürülebilir kullanımının yaygınlaştırılmasını amaçlayan tarımsal projelerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.

En kısa sürede INM metodlarının sürdürülebilir en iyi şekilde kullanılabilmesine dair bir çözüm arayışına gidilmesi de şu anda iyi bir seçenek gibi görünmektedir. Hastalık ve zararlıların neden olabilecekleri risklere karşı biyolojik çeşitlilik bir kazançtır. Gerek bitki florasındaki gerekse hayvan faunasındaki tür çeşitliliği, tarım alanında yaşanabilecek olası bölgesel boyutta salgınlarda (epidemic) ya da küresel boyutta (pandemic) bir felaket durumunda salgının boyutlarını hafifletmesinin yanısıra, ekosistemin kendini mümkün olabilecek en kısa zamanda yeniden toparlayabilmesine olanak sağlayacaktır.

### KAYNAKLAR

- Abd-Elgawad, M. M. M. & Askary, T. H. (2015). Impact of phytonematodes on agriculture economy. In *Biocontrol Agents of Phytonematodes* (eds Askary, T. H. & Martinelli, P. R. P.) 3–49 (CAB International, 2015). <https://doi.org/10.1079/9781780643755.0003>.
- Adams, H. S., Osborne, W. W. & Webber, A. J. Jr. (1982). Effect of temperature on development and reproduction of *Globodera solanacearum* (Osborne's cyst nematode, tobacco pest, Virginia). *Nematologica* 12, 305–311
- Anonim,(2018).[www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20ve%20Tar%C4%B1m.pdf](http://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20ve%20Tar%C4%B1m.pdf)
- Anonim, (2022). [www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022](http://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022)
- Anonim, (2023). <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Bebber, D., Ramotowski, M., Gurr, S. (2013). Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nat. Clim. Change* 3, 985–988. doi: 10.1038/nclimate1990
- Boag, B., Neilson, R. (1996). Effects of potential climate changes on plant-parasitic nematodes. *Asp. Appl. Biol.* 45, 331–334.
- Boland, G. J., Melzer, M. S., Hopkin, A., Higgins, V., Nassuth, A. (2004). Climate change and plant diseases in Ontario. *Can. J. Plant Pathol.* 26, 335–350. doi: 10.1080/07060660409507151
- Callery, S. (2022). Six Questions to Help You Understand the 6th Warmest Year on Record. <https://climate.nasa.gov/news/3139/six-questions-to-help-you-understand-the-6th-warmest-year-on-record/>

- Chen, H., Sun, J. (2017). Anthropogenic warming has caused hot droughts more frequently in China. *J. Hydrol.* 544, 306–318. doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.11.044
- Colagiero, M., Ciancio, A. (2012). Climate changes and nematodes: expected effects and perspectives for plant protection. *Redia* 94, 113–118.
- Dutta, T. K., Ganguly, A. K., Gaur, H. S. (2012). Global status of rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6, 6016–6021. doi: 10.5897/AJMR12.707
- Eisenhauer, N., Cesarz, S., Koller, R., Worm, K., Reich, P. B. (2012). Global change belowground: impacts of elevated CO<sub>2</sub>, nitrogen, and summer drought on soil food webs and biodiversity. *Glob. Chang. Biol.* 18, 435–447. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02555.x
- Elling, A. A. (2013). Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology* 103, 1092–1102. doi: 10.1094/PHYTO-01-13-0019-RVW
- Evans, A. F., Perry, R. N. (2009). “Survival mechanisms,” in Root-knot nematodes. Eds. Perry, R. N., Moens, M., Starr, J. L. (Wallingford: CABI), 201–219. doi: 10.1079/9781845934927.02
- Eves-van den Akker, S. (2021). Plant nematode interactions. *Curr. Opin. Plant. Biol.* 62, 102035. doi:10.1016/j.pbi.2021.102035
- Fournet, S., Pellan, L., Porte, C., Piriou, C., Grenier, E., Montarry, J. (2018). Populations of the beet cyst nematode *Heterodera schachtii* exhibit strong differences in their life-history traits across changing thermal conditions. *Front. Microbiol.* 9. doi: 10.3389/fmicb.2018.02801
- Franco, A. L., Gherardi, L. A., de Tomasel, C. M., Andriuzzi, W. S., Ankrom, K. E., Shaw, E. A., et al. (2019). Drought suppresses soil predators and promotes root herbivores in mesic, but not in xeric grasslands. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 12883–12888. doi: 10.1073/pnas.190057211
- Guogang, Z., Xin, S., Yang, L., Jia, M., Wang, Z., Han, G., et al. (2020). The response of soil nematode fauna to climate drying and warming in *Stipa breviflora* desert steppe in inner Mongolia, China. *J. Soils. Sediments.* 20, 2166–2180. doi: 10.1007/s11368-019-02555-5
- Hirata, A., Nakamura, K., Nakao, K., Kominami, Y., Tanaka, N., Ohashi, H., et al. (2017). Potential distribution of pine wilt disease under



- future climate change scenarios. *PloS One* 12, e0182837. doi: 10.1371/journal.pone.0182837
- Hoeksema, J. D., Lussenhop, J., Teeri, J. A. (2000). Soil nematodes indicate food web responses to elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Pedobiologia* 44, 725–735. doi: 10.1078/S0031-4056(04)70085-2
- Jones, L. M., Koehler, A. K., Trnka, M., Balek, J., Challinor, A. J., Atkinson, H. J., et al. (2017). Climate change is predicted to alter the current pest status of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* in the united kingdom. *Glob. Chang. Biol.* 23, 4497–4507. doi: 10.1111/gcb.13676
- Kardol, P., Cregger, M. A., Company, C. E., Classen, A. T. (2010). Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects. *Ecology* 91, 767–781. doi: 10.1890/09-0135.1
- Khan, M. W. (1993). *Nematode interactions* (Dordrecht: Springer Science & Business Media).
- Khanal, C., Land, J. (2023). Study on two nematode species suggests climate change will inflict greater crop damage. *Sci Rep.* 13, 14185 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41466-x>
- Leach, M., Agudelo, P., Gerard, P. (2009). Effect of temperature on the embryogenesis of geographic populations of *Rotylenchulus reniformis*. *J. Nematol.* 41, 23–27.
- Lee, H. H., Kim, S. U., Han, H. R., Owens, V. N., Kumar, S., Hong, C. O. (2021). Mitigation of global warming potential and greenhouse gas intensity in arable soil with green manure as source of nitrogen. *Environ. pollut.* 288, 117724. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117724
- Leitao, D. A. H. S., Pedrosa, E. M. R., Dickson, D. W., Oliveira, A. K. S., Rolim, M. M. (2021). Temperature: a driving factor for *Meloidogyne floricola* migration toward different hosts. *J. Nematol.* 53, e2021–e2074. doi: 10.21307/jofnem-2021-074
- Li, Q., Liang, W., Jiang, Y., Shi, Y., Zhu, J., Neher, D. A. (2007). Effect of elevated CO<sub>2</sub> and fertilisation on soil nematode abundance and diversity in a wheat field. *Appl. Soil Ecol.* 36, 63–69. doi: 10.1016/j.apsoil.2006.11.003
- Liu, Y., Wang, W., Liu, P., Zhou, H., Chen, Z., Suonan, J. (2022). Plant-soil mediated effects of long-term warming on soil nematodes of alpine meadows on the qinghai–Tibetan plateau. *Biology* 11, 1596. doi: 10.3390/biology11111596

- McSorley, R. (2003). Adaptations of nematodes to environmental extremes. *Fla. Entomol.* 86, 138–142. doi: 10.1653/0015-4040(2003)086[0138:AONTEE]2.0.CO;2
- Mueller, K. E., Blumenthal, D. M., Carrillo, Y., Cesarz, S., Ciobanu, M., Hines, J., et al. (2016). Elevated CO<sub>2</sub> and warming shift the functional composition of soil nematode communities in a semiarid grassland. *Soil Biol. Biochem.* 103, 46–51. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.08.005
- Neher, D. A., Weicht, T. R. (2013). Nematode genera in forest soil respond differentially to elevated CO<sub>2</sub>. *J. Nematol.* 45, 214–222.
- Neilson, R., Boag, B. (1996). The predicted impact of possible climatic change on virus-vector nematodes in great Britain. *Eur. J. Plant Pathol.* 102, 193–199. doi: 10.1007/BF01877106
- Nisa, R. U., Tantray, A. Y., Kouser, N., Allie, K. A., Wani, S. M., Alamri, S. A., et al. (2021). Influence of ecological and edaphic factors on biodiversity of soil nematodes. *Saudi. J. Biol. Sci.* 28, 3049–3059. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.02.046
- Okulewicz, A. (2017). The impact of global climate change on the spread of parasitic nematodes. *Ann. Parasitol.* 63, 15–20. doi: 10.17420/ap6301.79
- Olusanya, O. A., Gong, S., Tariq, A., Pan, K., Sun, X., Chen, W., et al. (2019). The effect of phosphorus addition, soil moisture, and plant type on soil nematode abundance and community composition. *J. Soils. Sediments.* 19, 1139–1150. doi: 10.1007/s11368-018-2146-5
- Papadopoulou, J., Triantaphyllou, A. C. (1982). Sex differentiation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal. *J. Nematol.* 14, 549–566.
- Prasad, J. S., Somasekhar, N. (2009). Nematode pest of rice: Diagnosis and management. Technical bulletin no. 38, directorate of rice research (ICAR). (Hyderabad, India: ICAR-Directorate of Rice Research), 29.
- Pressler, Y., Moore, J. C., Cotrufo, M. F. (2019). Belowground community responses to fire: meta-analysis reveals contrasting responses of soil microorganisms and mesofauna. *Oikos* 128, 309–327. doi: 10.1111/oik.05738
- Pridannikov, M. V., Zinovieva, S. V., Khudyakova, E. A., Limantseva, L. A., Osipov, F. A., Dergunova, N. N. and V. G. Petrosyan (2022). Range dynamics of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*

- (Wollenweber 1923) (Nematoda, heteroderidae) under conditions of global climate change in Russia. *Russ. J. Biol. Invasions*. 13, 510–529. doi: 10.1134/S2075111722040099
- Renčo, M., Adámek, M., Jílková, V., Devetter, M. (2022). Post-fire recovery of soil nematode communities depends on fire severity. *Diversity* 14, 1116. doi: 10.3390/d14121116
- Robinson, C. M., Hansen, L. D., Xue, X., Adams, B. J. (2023). Temperature response of metabolic activity of an Antarctic nematode. *Biology* 12, 109. doi: 10.3390/biology12010109
- Siddique, S., Coomer, A., Baum, T., Williamson, V. M. (2022). Recognition and response in plant–nematode interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.* 60, 143–162. doi: 10.1146/annurev-phyto-020620-102355
- Somasekhar, N., Prasad, J. S. (2012). “Plant–nematode interactions: consequences of climate change,” in *Crop stress and its management: perspectives and strategies*. Eds. Venkateswarlu, B., Shanker, A. K., Shanker, C., Maheswari, M. (Dordrecht: Springer), 547–564.
- Trudgill, D. L., Honek, A., Li, D., van Straalen, N. M. (2005). Thermal time - concepts and utility. *Ann. Appl. Biol.* 146, 1–14. doi: 10.1111/j.1744-7348.2005.04088.x
- Tyler, J. (1933). Development of the root-knot nematode as affected by temperature. *Hilgardia* 7, 389–415. doi: 10.3733/hilg.v07n10p389
- UNEP Emissions Gap Report (2022). United Nations Environment Program Emissions Gap Report 2022. Available at: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
- Van Hemert, C., Flint, P. L., Udevitz, M. S., Koch, J. C., Atwood, T. C., Oakley, K. L., et al. (2015). Forecasting wildlife response to rapid warming in the alaskan Arctic. *BioScience* 65, 718–728.
- Wang, J., Li, M., Zhang, X., Liu, X., Li, L., Shi, X., et al. (2019). Changes in soil nematode abundance and composition under elevated [CO<sub>2</sub>] and canopy warming in a rice paddy field. *Plant Soil* 445, 425–437. doi: 10.1007/s11104-019-04330-4
- Williamson, V. M., Kumar, A. (2006). Nematode resistance in plants: the battle underground. *Trends Genet.* 22, 396–403. doi: 10.1016/j.tig.2006.05.003

- Wolinska, J., King, K. C. (2009). Environment can alter selection in host–parasite interactions. *Trends Parasitol.* 25, 236–244. doi: 10.1016/j.pt.2009.02.004
- Yeates, G. W., Newton, P. C. D., Ross, D. J. (1999). Response of soil nematode fauna to naturally elevated CO<sub>2</sub> levels influenced by soil pattern. *Nematology* 1, 285–293. doi: 10.1163/156854199508289
- Yeates, G. W., Newton, P. C. D., Ross, D. J. (2003). Significant changes in soil microfauna in grazed pasture under elevated carbon dioxide. *Biol. Fertil. Soils.* 38, 319–326. doi: 10.1007/s00374-003-0659-5

# ROOT LESION NEMATODE ASSOCIATED WITH MAIZE IN BOLU

Nagihan DUMAN<sup>1</sup> - Mustafa İMREN<sup>2</sup>

## Introduction

In Türkiye, the leading cereals based on production volume or cultivated area are maize (*Zea mays*), grain sorghum (*Sorghum bicolor*), and wheat (*Triticum aestivum*) (TUIK, 2024). Maize (*Zea mays* L.) is the most widely produced crop. It has a production amount of 1 billion tons worldwide. Maize is among the most grown products in Türkiye. It is planted as the main crop after wheat and barley or what most farmers plant as a second crop (TUIK, 2024).

Maize production is divided into 35% for human consumption and 65% for animal feed (Keskin et al., 2005), although its use in various industries in Türkiye has expanded significantly in recent years. It was predicted that grain product production amounts would decrease by 8.3% in 2024, and maize production would be approximately 8.3 million tons (TUIK, 2024). Maize is primarily cultivated in Türkiye's Marmara, Black Sea, Southeastern Anatolia, and Mediterranean regions, where it plays a significant role in the economy. Although the potential for nematodes to harm maize has been recognized since the 1950s, recent changes in farming practices may lead to higher nematode populations and an increase in their economic impact as pests of maize. Several species of plant-parasitic nematodes cause damage to plants by feeding on roots (Bozbuga, 2021; Bozbuga, 2022; Acan et al., 2023; Bozbuga et al., 2023; Yüksel et al., 2023; Akyol et al., 2024; Arpacı et al., 2024; Bozbuga et al., 2024).

Root lesion nematode, which are polyphagous pests. It has a wide host range such as primarily wheat, canola, mustard, chickpeas, barley, and maize (Handoo et al., 1993; Castillo and Vovlas, 2007).

Numerous species of plant-parasitic nematodes affect maize crops. These nematodes are frequently unnoticed as pests due to their small size and the subtle nature of the damage they cause, yet they can lead to

---

<sup>1</sup> Msc Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Gölköy, 14030 Bolu, Türkiye, nagihanduman@ibu.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Gölköy, 14030 Bolu, Türkiye, e-mail: mustafaimren@ibu.edu.tr

considerable yield reductions by damaging maize roots (Figure 1). The most prevalent nematode genera in maize include *Criconebella* (ring nematode), *Xiphinema* (dagger nematode), *Meloidogyne* (root-knot nematode), *Hoplolaimus* (lance nematode), *Pratylenchus* (lesion nematode), *Paratrichodorus* (stubby root nematode), *Helicotylenchus* (spiral nematode), *Longidorus* (needle nematode), *Tylenchorhynchus* (stunt nematode) and *Belonolaimus* (sting nematode), (Tylka et al., 2009).

Among these, root-lesion nematodes (RLNs) are considered economically damaging pathogens affecting maize (Simon et al., 2021).



**Figure 1.** Nematode damage within plant tissue (N. Duman)

Plant-parasitic nematodes are a primary biological factor responsible for economic yield losses in regions where maize is grown. They are crucial in restricting the productivity of maize crops, significantly impacting overall crop performance (Walters, 1979 a, b). Türkiye recent surveys pointed out the root-lesion nematode (*Pratylenchus* spp.) is the major genus and most distributed in maize fields (Yigit and Akyazi, 2024).

Symptoms caused by root lesion nematode infection are nonspecific and can easily be ignored or confused with symptoms caused by other pathogens, nutrients, and water deficiencies. Generally, the nematode species, population density, and environmental conditions affect symptom expression. Therefore, above-ground symptoms are not highly specific (Jepson, 1987), but irregular clusters with lesion nematode-infected plants may be visible in maize fields (Bridge and Starr, 2007).

The most common below-ground symptom caused by roots of a host plant by lesion nematode parasitism is necrotic lesions, which vary in size (Bridge and Starr, 2007). Damage to fibrous root systems caused by nematodes can destroy the epidermis and cortical parenchyma (Gao and Cheng, 1992), resulting in tissue sloughing and severe necrosis. Additionally, significant root reduction and the excessive growth of lateral roots may occur (Ogiga and Estey, 1975; Zirakparvar, 1980). *Pratylenchus zae* causes mechanical cell damage and necrosis in cortical tissues and stellar, leading to the formation of cavities (Olowe and Corbett, 1976; Olowe, 1977). Patel et al. (2002) observed notable reductions in chlorophyll content, plant height, root and shoot weight and alongside a nearly tenfold increase in *P. zae* populations in maize cultivated in pots. Conversely, *Pratylenchus brachyurus* tends to induce more necrosis than mechanical injury (Olowe and Corbett, 1976).

Damage caused by lesion nematodes is often recognizable through the appearance of small lesions (Fortuner and Jacq, 1976; Olowe and Corbett, 1976; Bridge and Starr, 2007) on the root surface.

The primary aim of this study was to assess the populations of root lesion nematodes in the major maize-growing regions of Bolu province, with the goal of providing detailed identification information about these nematodes in the area.

Little information is available about plant parasitic nematodes, especially grain nematodes, in maize fields in Bolu province;

- (i) identification of plant parasitic nematodes in maize production areas in the province and
- (ii) identification of plant parasitic *Pratylenchus* spp.
- (iii) determining the frequency and population density of nematodes.

The aim of this study is to determine the prevalence of root lesion nematodes in maize growing areas in the Bolu region of Türkiye.

## **Materials and Methods**

### **Soil sampling locations:**

In 2024, surveys were conducted in the Mudurnu district of Bolu province (Figure 2). A total of 28 soil samples were obtained from the rhizosphere of maize plants at a depth of about 20 cm.



**Figure 2.** Sampling locations in Bolu Province, Türkiye (nonymous, 2024)

**Table 1.** Survey sites and their coordinates for identifying root-lesion nematodes in maize plants within the Bolu region

District		Latitute	Longitute
Mudurnu	Karatas I	40 ° 50 '49.0 " N	31 ° 22 '62.9 " E
	Karatas II	40 ° 50 '43.4 " N	31 ° 22 '56.0 " E
	Dibekhanı	40 ° 51 '92.8 " N	31 ° 21 '51.8 " E
	Yıldırım Beyazıd I	40 ° 52 '67.4 " N	31 ° 21 '28.0 " E
	Kilözü I	40 ° 52 '34.0 " N	31 ° 19 '45.2 " E
	Kilözü II	40 ° 51 '39.2 " N	31 ° 19 '72.8 " E
	Yıldırım Beyazıd II	40 ° 51 '00.0 " N	31 ° 20 '04.4 " E
	Yıldırım Beyazıd III	40 ° 51 '01.0 " N	31 ° 20 '05.7 " E
	Esenkaya I	40 ° 49 '81.9 " N	31 ° 19 '00.6 " E
	Esenkaya II	40 ° 49 '81.0 " N	31 ° 19 '07.3 " E
	Yıldırım Beyazıd IV	40 ° 49 '77.6 " N	31 ° 18 '53.2 " E
	Yıldırım Beyazıd V	40 ° 49 '45.2 " N	31 ° 17 '54.5 " E
	Muduşlar I	40 ° 49 '25.1 " N	31 ° 16 '65.1 " E
	Muduşlar II	40 ° 49 '51.9 " N	31 ° 15 '64.5 " E
	Munduşlar III	40 ° 49 '56.7 " N	31 ° 15 '45.4 " E
	Karacakaya	40 ° 49 '66.8 " N	31 ° 14 '66.8 " E
	Munduşlar IV	40 ° 49 '33.9 " N	31 ° 15 '04.3 " E
	Munduşlar V	40 ° 48 '04.9 " N	31 ° 17 '32.3 " E
	Munduşlar IV	40 ° 47 '83.6 " N	31 ° 16 '49.6 " E
	Gedikler I	40 ° 52 '35.3 " N	31 ° 29 '31.7 " E
Gedikler II	40 ° 52 '45.5 " N	31 ° 29 '71.3 " E	



Gedikler III	40 ° 52 '29 .0 " N	31 ° 29 '21 .0 " E
Alpagut I	40 ° 51 '79 .4 " N	31 ° 24 '65 .7 " E
Abant I	40 ° 51 '72 .7 " N	31 ° 24 '41 .1 " E
Abant II	40 ° 51 '72 .7 " N	31 ° 24 '41 .1 " E
Alpagut II	40 ° 52 '97 .9 " N	31 ° 24 '38 .2 " E
Karataş III	40 ° 50 '76 .7 " N	31 ° 22 '97 .8 " E
Yıldırım Beyazıt VI	40 ° 49 '42.7 " N	31 ° 19 '81 .8 " E

Soil samples were collected using a hand shovel, and the geographic coordinates of each field were recorded using a GPS device (Table 1).

The subsamples were thoroughly mixed, and a 1 kg portion of soil was set aside. These samples were promptly placed in labelled plastic bags then moved to the lab, where they were stored at +4°C until analysis.

### Nematode extraction

Soil samples of 100 cm<sup>3</sup> were processed using the Modified Baermann Funnel technique (Hooper, 1986) to extract root-lesion nematodes. To detect the presence of *Pratylenchus* nematodes in root tissues collected from the field, the acid fuchsin staining procedure defined by Moltmann (1988) was employed for confirmation.

This method was originally developed by Baermann (1917) with later modifications by Marais et al. (2017) and Schumacher and Grabau (2022). A 15 cm length rubber tubing was fitted at the end of a conical funnel. A clamp was attached near the free end of the tubing. The funnel and tube were filled with water, the clamp was opened, and sufficient water was drained off to remove air bubbles trapped in the tube then a wire mesh was placed on top of the funnel. The funnel was refilled with water to cover the wire mesh. Subsequently, a tissue (Kimwipe) was carefully placed on top of the wire mesh and submerged in water exactly 5 g of chopped maize roots (< 1 cm pieces) were added to 150 mL of tap water and blended for 30 seconds using the pulse setting of a kitchen stick blender (Living and Co. New Zealand). The mixture was then placed on a 38-µm mesh-sized sieve (Glenammer, UK) to remove excess water. The moist roots remaining on the sieve were transferred to the Baermann funnel and uniformly spread over the tissue. Water was gently poured along the inner surface of the funnel to cover the sample (without complete submersion) and the sample was covered with a Kimwipe and a Petri plate to prevent desiccation. The sample was then allowed to incubate at 25±3 °C for 48 hours. During this time any nematodes present in the blended root sample were assumed to have migrated into the surrounding water in the funnel. The clamp on the tube was opened and the water containing nematodes (nematode

suspension) was drained off and collected in a 100-mL beaker. Excess water was removed using a 38- µm sieve and nematodes were washed off the sieve using ~10-15 mL water into a 50-mL sterilized sample bottle for counting.

## Results

In 2024, 28 soil samples were taken in maize production areas in Mudurnu district of Bolu province. In conclusion morphological features root lesion nematode populations obtained (Table 2).

**Table 2.** The density detection of root lesion in maize plants in the Bolu region.

District		Density
Mudurnu	Karatas I	600
	Karatas II	300
	Dibekhanı	200
	Yıldırım Beyazıd I	100
	Yıldırım Beyazıd II	100
	Yıldırım Beyazıd III	200
	Yıldırım Beyazıd IV	300
	Yıldırım Beyazıd V	100
	Kilözü I	100
	Kilözü II	200
	Esenkaya I	500
	Esenkaya II	1200
	Muduşlar I	100
	Muduşlar II	300
	Muduşlar III	200
	Muduşlar IV	100
	Muduşlar V	100
	Muduşlar IV	300
	Karacakaya	200
	Gedikler I	600
	Gedikler II	300
	Gedikler III	100
	Alpagut I	20
	Abant I	10
	Abant II	10
	Alpagut II	60
	Karataş III	40
	Yıldırım Beyazıd VI	80

After nematode extraction from 100 grams of soil, how many nematodes were present in 1 milliliter was calculated. According to these results, A very dense nematode was detected in Esenkaya II location (Table 2). This density is followed by Karataş I and Gedikler I locations.

In the present study, the most common species were determined to be *Pratylenchus* spp. in Mudurnu.

### **Discussion**

This study delivers on the occurrence and population density of *Pratylenchus* species in maize fields within Bolu Province. The findings confirm that root-lesion nematodes are prevalent across maize-growing areas in the region. Consequently, it is essential to investigate their distribution, effects, and management strategies collectively. The complexity of these nematodes and the conditions in which they thrive highlight the need for practical management solutions. Integrated approaches should focus on developing nematode-resistant crop varieties, ensuring the production and supply of healthy seeds, adopting effective crop management practices, monitoring nematode diversity, and leveraging biotechnological advancements to mitigate yield losses. Similarly, Root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.), widespread parasites of plant roots in temperate regions, *P. neglectus* and *P. scribneri* in maize fields showing nutrient deficiency-like symptoms in Shandong Province, China (Qui et al., 2016).

Furthermore, a deeper understanding of how different cropping systems influence nematode spread and interactions is crucial for long-term control strategies. Root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.), particularly *P. thornei* and *P. neglectus*, are significant pests of cereal crops worldwide, causing severe yield losses, prompting global efforts to control these pests through cultural practices, resistant varieties, and advanced molecular techniques and accurate identification, with resistance breeding emerging as the most sustainable and economically viable control strategy (Mokrini et al., 2019). Yigit and Akyazı (2024) reported that Root-lesion nematodes (RLNs) are among the most damaging nematode pathogens affecting maize, causing significant economic damage. Many maize-producing regions worldwide have reported significant yield losses attributed to these nematodes.

*P. neglectus* and *P. scribneri* damage maize roots, reducing yield, with higher early-season nematode densities causing proportional declines in seed test weight and yield per unit root density (Todd and Oakley, 1996). *Pratylenchus scribneri* is identified on corn in Inner Mongolia, China, marking its first regional report, with greenhouse studies confirming root damage and significant nematode population increases, impacting maize production economically (Li et al., 2019). Root lesion nematodes

(*Pratylenchus* spp.) are unevenly distributed across Sakarya Province's wheat fields, with the highest density of 25 nematodes per gram of soil in Pamukova, the lowest density in Hendek, and the least infestation observed in Geyve's fields (Keçici et al., 2022). Similarly, this study revealed that root lesion nematodes showed an irregular and uneven distribution across the sampling areas, highlighting variability in their presence and density depending on specific environmental and field conditions in maize fields (Table 2).

This study offers valuable foundational insights for devising nematode management strategies in maize fields in Bolu province, where nematodes have been identified, and research on the subject remains limited. The population densities observed in this investigation suggest a potential threat to grain crops. Further studies are essential to assess the significance of plant-parasitic nematodes, particularly rooting nematode species, in maize and to explore their interactions with different maize cultivars. Accurate species-level identification of *Pratylenchus* is a critical step for implementing control strategies that involve selecting resistant varieties. Given the challenges of microscopic identification, which is both labor-intensive and time-consuming, diagnostic laboratories often classify root lesion nematodes only at the genus level. However, molecular techniques based on DNA analysis now enable precise species identification. Additionally, advanced molecular methods have been developed to extract DNA from soil samples, facilitating simultaneous species identification and quantification.

### REFERENCES

- Acan, H., Yüksel, E., Duman, N., Öcal, A., Dinçer, D., Bozbuğa, R., Yıldız, Ş., Laslı, S-E, Amer, M., Canhilal, R., Dababat, A., & İmren, M. (2023). Incidence and diversity of plant-parasitic nematodes associated with wheat-cropping systems in the inner part of the Aegean Region of Türkiye. *Nematology*, 1(aop), 1-12. <https://doi.org/10.1163/15685411-bja10285>
- Akyol, G. B., Yüksel, E., Elçi, E., Bozbuğa, R., Dababat, A., İmren, M., & Toktay, H. (2024). *Heterodera schachtii* (Nematoda: Heteroderidae) Associated with Cabbage-Cultivation Systems in Anatolia Region of Türkiye. *Horticulturae*, 10(6), 635. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060635>

- Anonymous, (2024). [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Bolu\\_districts.png](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Bolu_districts.png) ( Access date : 13.10.2024)
- Arpacı, B. B., Bozbuga, R., Güler, P. G., Ates, S. Y., Yildiz, H. N., & Kara, P. A. (2024). Molecular, genetic, and morphological interactions of viruses, viroids, bacteria, insects, and nematodes on pepper. In *Pepper Virome* (pp. 335-370). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15576-5.00001-0>
- Baermann, G. (1917). Eine einfache methode zur auffindung von *Ancylostomum* (Nematoden) larven in erdproben. *Geneeskd Tijdschr Ned Indie*, 57, 131-137.
- Bozbuga, R. (2021). Commonalities of molecular response in tomato plants against parasitic nematodes. *Biology Bulletin*, 48(Suppl 2), S12-S21. <https://doi.org/10.1134/S1062359021150036>
- Bozbuga, R. (2022). Molecular analysis of nematode-responsive defence genes CRF1, WRKY45, and PR7 in *Solanum lycopersicum* tissues during the infection of plant-parasitic nematode species of the genus *Meloidogyne*. *Genome*, 65(5), 265-275. <https://doi.org/10.1139/gen-2021-0083>
- Bozbuga, R., Yildiz, S., Yuksel, E., Özer, G., Dababat, A. A., & İmren, M. (2023). Nematode–citrus plant interactions: host preference, damage rate and molecular characterization of Citrus root nematode *Tylenchulus semipenetrans*. *Plant Biology*, 25(6), 871-879. <https://doi.org/10.1111/plb.13566>
- Bozbuga, R., Haydar Erol, Ü., Bülent Arpacı, B., Gök Güler, P., Arıdıcı Kara, P., Nilufer Yıldız, H., & Kahya, D. (2024). Perspective Chapter: Symbiotic Interactions among Plant Pests and Pathogens – Nematodes, Bacteria, Viroids, Viruses, Insects, and Other Organisms. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1007539
- Bridge, J., & Starr, J. L. (2007). *Plant nematodes of agricultural importance: a color handbook*. Elsevier.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management* (Vol. 6). Brill.
- Fortuner, R., & Jacq, V. A. (1976). In vitro study of toxicity of soluble sulphides to three nematodes parasitic on rice in Senegal. *Nematologica*, 22(3), 343-351.

- Gao, X. B., & Cheng, H. R. (1992). Observations on infections of *Pratylenchus scribneri* in maize roots. *Nematologia Mediterranea*, Vol. 20, No. 1, 141-142.
- Handoo, Z. A., Huettel, R. N., & Golden, A. M. (1993). Description and SEM observations of *Meloidogyne sasseri* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), parasitizing beachgrasses. *Journal of Nematology*, 25(4), 628.
- Hooper, D.J., 1986 Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: J.F. Southey (Ed.), *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Reference Book 402. London: Her Majesty's Stationery Office: 59–80.
- Jepson, S. B. (1987). *Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species)* (pp. x+-265pp).
- Keskin, B, H. Akdeniz, I.H. Yilmaz and N. Turan. 2005. Yield and Quality of Forage Corn (*Zea mays* L.) as Influenced by Cultivar and Nitrogen Rate. *J. Agron.*, 4(2):138-141.
- Li, Y., Lu, Q. S., Wang, S., Liu, Y. K., Wang, K., Yuan, H. X., & Li, H. L. (2019). Discovery of a root-lesion nematode, *Pratylenchus scribneri*, infecting corn in Inner Mongolia, China. *Plant Disease*, 103(7), 1792-1792.
- Keçici, A. İ., Bozbuğa, R., Öcal, A., Yüksel, E., Özer, G., Yıldız, Ş., Lahlali, R., Slaats, B., Dababat, A.A. & İmren, M. (2022). Diversity and identification of plant-parasitic nematodes in wheat-growing ecosystems. *Microorganisms*, 10(8), 1534.
- Marais, M., Swart, A., & Buckley, N. (2017). Overview of the South African plant-parasitic nematode survey (SAPPNS). *Nematology in South Africa: a view from the 21st century*, 451-458.
- Mokrini, F., Viaene, N., Waeyenberge, L., Dababat, A. A., & Moens, M. (2019). Root-lesion nematodes in cereal fields: importance, distribution, identification, and management strategies. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s41348-018-0195-z>
- Moltmann, E. (1988). Investigations of host location by juveniles of *Heterodera avenae*, Conference paper Journal article, 53, (2b), Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, 929-939.

- Ogiga, I. R., & Estey, R. H. (1975). Penetration and colonization of *Brassica rapa* and *Zea mays* root tissues by *Pratylenchus penetrans*. Vol. 56, No. 1, 23-30.
- OIowe, T. (1977). Histological changes in mays root induced by *Pratylenchus brachyurus* and *P. zae* in the absence of other micro-organisms, Nigerian Journal of Plant Protection, 3: 41-51.
- Olowe, T. & Corbett, D. C. M. (1976). Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zae*. Nematologica, 22 : 202-211.
- Ortega, A. C. (1987). Insect pests of Maize. *A guide for field identification. (CIMMYT, 1987).*
- Patel, N. B., Patel, D. J., & Patel, A. D. (2002). Effect of *Pratylenchus zae* on maize. Indian Phytopathol. 55:333–334.
- Qiu, Z. Q., Mo, A. S., He, Q., Wu, H. Y., & Zhou, X. B. (2016). Root-lesion nematodes on maize in Shandong, China. Journal of General Plant Pathology, 82, 224-227.
- Schumacher, L. A., & Grabau, Z. J. (2022). Evaluation of three common root extraction methods for *Rotylenchulus reniformis* recovery from cotton roots. Plant Health Progress 23: 288-291.
- Simon, A. C., Lopez-Nicora, H. D., & Niblack, T. L. (2021). Impact of plant parasitic nematodes on maize in mid-western USA: an unrecognized or ignored threat to production. In Integrated Nematode Management: State-of-the-art and visions for the future (pp. 34-40). Wallingford UK: CABI.
- Todd, T. C., & Oakley, T. R. (1996). Seasonal dynamics and yield relationships of *Pratylenchus* spp. in corn roots. Journal of Nematology, 28(4S), 676.
- TUIK, 2024. <https://www.tuik.gov.tr/Home/Index> (Access date: 01.11.2024).
- Tylka, G. L., Gebhart, G. D., Marett, C. C., Mullaney, M. P., & Wiggs, S. N. (2009). *Evaluation of Soybean Varieties Resistant to Soybean Cyst Nematode in Iowa--2008*. Iowa State University University Extension.
- Walters, M. C. (1979a). The possible status of parasitic nematodes as limiting factors in maize production in South Africa. Technical communication No. 142. Department of Agricultural Technical Services, Pretoria, pp 62–68.

- Walters, M. C. (1979b). Present status of knowledge of nematode damage and control in South Africa. Technical communication No. 152. Department of Agricultural Technical Services, Pretoria, pp 62–68.
- Yigit, U., & Akyazi, F. (2024). Distribution, morphological and molecular characterization of root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) (Tylenchida: Pratylenchidae) in maize (*Zea mays* L.) (Poales: Poaceae) in Türkiye. *Molecular Biology Reports*, 51(1), 918. <https://doi.org/10.1007/s11033-024-09843-5>
- Yüksel, E., Imren, M., Özer, G., Bozbuğa, R., Dababat, A. A., & Canhilal, R. (2023). Occurrence, identification, and diversity of parasitic nematodes in apple (*Malus domestica* Borkh.) orchards in the Central Anatolia Region of Türkiye. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(6), 1331-1346. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00782-0>
- Zirakparvar, M. E. (1980). Host range of *Pratylenchus hexincisus* and its pathogenicity on corn, soybean, and tomato. *Phytopathology*, 70, 749-753. DOI: 10.1094/Phyto-70-749



# **ENDEMIC HETEROPTERA (HEMIPTERA) SPECIES FROM TÜRKİYE: BIODIVERSITY, IMPORTANCE AND CONSERVATION**

**Ahmet DURSUN<sup>1</sup> - Meral FENT<sup>2</sup>**

## **Introduction**

Endemism is the condition in which a taxon is found only in a certain region, country, island or zoogeographic area and is used to describe taxa distributed in certain areas (Morrone, 2008; Masseti, 2009). The word endemic, meaning native, originates from the Latin word "Endemos". A living organism is defined as "Endemic" if it is both native and its distribution is limited to a specific geographic area. The distribution of endemic species is generally determined by ecological and physical conditions (Masseti, 2009). Endemic taxa increase the amount of biological and genetic diversity, so they have both local and global importance (Skarbek, 2008).

It is known that organisms living in regions with eco-climatic stability suffer higher losses due to habitat degradation than organisms living in unstable regions (Danielsen, 1997). Endemic taxa are species in stable regions that have adapted to specific regions and ecological conditions. Endemic species are often at risk of extinction due to habitat destruction, deterioration of ecological conditions and global warming, as they usually have zero migration, narrow habitats and climate intolerance (Morrone, 2008; Malcolm et al., 2006). Anthropogenic effects such as deforestation and opening agricultural areas and habitat loss negatively affect all biological diversity, especially endemic species (Malcolm et al., 2006).

Areas where the distribution areas of more than one taxon overlap are called endemism areas. The areas of endemism can be consecutive and intertwined (Morrone, 2008). Endemic species can expand their distribution

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Amasya University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, 05100, Amasya, Türkiye. ahmet.dursun@amasya.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr. Trakya University, Faculty of Science, Department of Biology, 22030, Edirne, Türkiye. m\_fent@hotmail.com

areas, and if they move to other islands, other countries or zoogeographic regions, they lose their endemism characteristics.

Türkiye consists of two peninsulas (Thrace and Anatolia) separated by the Marmara Sea and the straits (the Dardanelles and Istanbul Straits) between the continents of Europe and Asia. Türkiye has the characteristics of the Alpine Mountain Ranges-Temperate Zone. It is known that many different mountain ranges, and especially the Anatolian Diagonal, create habitats and enable the development of relict and endemic fauna and flora elements belonging to neighboring phytogeographic regions (Avcı, 2005; Atalay, 2011).

Türkiye has three biogeographic regions, called Europe-Siberian, Mediterranean and Iran-Turan, and is a center where they intersect. Due to microhabitats formed because of short-term changes in climatic and geographical features, Türkiye has gained the characteristic of a small continent in terms of biodiversity (Demirsoy, 1996). A long-term stable climate in a region allows the fauna and flora elements in that region to develop and evolve without facing the threat of extinction due to climate change (Newmark, 2002). Türkiye has been less affected by glacial-interglacial cycles, has a stable climate and has been an important shelter during the Quaternary Ice Age thanks to its topographic structure and different ecological and climatic conditions. For this reason, Türkiye has hosted populations for a longer period and genetic diversity has increased. It is known that Anatolia being both a glacial and continental shelter is among the important factors shaping biodiversity (Gür, 2017).

Due to Türkiye's location, it is on the transit route of Asian, European and African fauna elements, and the Caucasus, the Mediterranean and the Irano-Anatolian hotspot meet in Türkiye. Approximately 11,400 plant species are known in the country. Of these, 3,700 species are known to be endemic. Approximately 34% of Türkiye's flora consists of endemic plants (Avcı, 2005; Kaya & Aksakal, 2005). Because of the differences in climate characteristics that occur over very short distances in Türkiye, a rich flora has been formed, and Türkiye's fauna is parallel to the richness of its flora (Avcı, 2005).

The suborder Heteroptera is one of the important insect groups in the world. More than 45,000 species of Heteroptera are known from all continents except Antarctica, and more than 10,000 of these species are distributed in the Palearctic region (Henry, 2017; Aukema, 2018). It is known that 1668 of these species are distributed in Türkiye (Çerçi et al,

2024). The type locality of 257 species is in Türkiye and 128 species/subspecies are endemic to Türkiye (Dursun & Fent, 2017; Çerçi et al, 2024). The presence of ecological differences between the east and west of the Anatolian Diagonal affects the endemism rate of Heteroptera (Hemiptera: Insecta) species as well as other fauna elements (Dursun & Fent, 2017).

Endemic species are the species most affected by changing ecological conditions, because they are species adapted to certain conditions and usually have limited distribution areas. Ecosystems are damaged and biodiversity is decreasing because of anthropogenic activities such as construction, opening of new agricultural areas, widespread use of chemical control in agriculture, industrialization, destruction of forest areas.

It is known that most of the endemic species are found in dense forests (Burgess et al, 2001). The protection and the expansion of forest areas are especially important for the protection of Anthocoridae and Reduviidae species found in the forest ecosystem. For this reason, periodic monitoring of endemic species is important in terms of conservation biology.

## **Material and methods**

We checked the distribution and type localities of all Heteroptera species in Türkiye using the “Palearctic Region Heteroptera Catalogue” and “Localities of Heteroptera (Insecta: Hemiptera) from Turkey” (Dursun & Fent, 2017; Aukema, 2018) and then included species described in recent publications (Çerçi et al, 2024). We found that 125 species and 3 subspecies of the total 1668 Heteroptera species distributed in Türkiye are endemic to the Turkish fauna.

The list of endemic species, their distribution and the abundance of species in Türkiye are given in Table 1.

## **Results**

A country's ground resources are as important as its underground resources, and biodiversity is at the forefront of these resources. Endemic species are the most important elements of biological diversity, and it is important to both record and protect them. Endemic species are known to have both regional and global importance, and they also increase genetic

diversity and biodiversity. It is known that biodiversity and endemism rates are very high in Anatolia, and it is even reported that more than a third of the species found in Anatolia are endemic (Şekercioğlu et al, 2011; Karacaoğlu & Turan, 2022). As a result of the examination of the studies conducted on the suborder Heteroptera in Türkiye to date, it was concluded that 1668 Heteroptera species were distributed from Türkiye. Of these 257 species were described from Türkiye and 125 species and 3 subspecies (*Rhabdomiris striatellus wagneri* Kerzhner & Schuh, 1998, *Thermocoris rivalis suctor* Seidenstücker, 1957 and *Coptosoma maura seidenstueckeri* Davidová-Vilimová & Štys, 1980) are endemic to the Turkish Heteroptera fauna. Josifov & Simov (2006) reported 92 endemic and 34 subendemic species and subspecies of Heteroptera from the territory of the Balkan Peninsula. There are 25 known endemic Heteroptera species in Bulgaria. In Greece, the number of endemic species is 44, excluding Crete, there are 24 species. The island of Crete, the southernmost region of the Balkan Peninsula, has the highest percentage of endemic species compared to the total number of Heteroptera. Twenty-five of the species in Crete are Balkan endemics, 20 of which are known so far only from Crete. Most of the endemic Heteroptera species of the Balkan Peninsula are of Mediterranean origin, as their distribution shows the same trends as those of Mediterranean species: their numbers tend to increase from north to south and east to west and decrease from the plains to the higher parts of the mountains (Josifov & Simov, 2006).

When we look at the distribution of endemic taxa distributed in Türkiye according to families, it is seen that the most taxa belong to the Miridae family (91 species/subspecies). The fact that this number is higher than other families is due to new studies conducted especially on the Miridae family. 14 species of the Pentatomidae family, 6 species of the Rhyparochromidae family, 4 species of the Plataspidae family, 3 species each of the Tingidae and Reduviidae families, 2 species of the Aradidae family, 1 species each of the Anthocoridae, Rhopalidae, Cymidae, Geocoridae and Scutelleridae families of suborder Heteroptera are endemic to the Anatolian (Türkiye) (Table 1).

When the rare status of 128 endemic Heteroptera species distributed in Türkiye is examined, the abundance of very rare species draws attention. We can say that 56 species are very rare (43,75%), 33 species are rare (25,78%), 21 species are nearly common (16,40%) and 18 species are common (14,06%) (Table 1).

Considering that the type locality of 48 endemic Heteroptera species for the Turkish fauna is the Mediterranean hot zone fauna element, the taxa *Tuponia (Chlorotuponia) coruhica* Wagner, 1976 and *Picromerus brachypterus* Ahmad & Önder, 1990 are the fauna elements of the region close to the Caucasus hot spot, and 13 species are the Irano-Anatolian hot zone fauna elements, we can say that heteropteran species diversity of Türkiye is very rich (Table, 1). When we look at the local distribution of endemic species, it is seen that the distribution of 61 species was not recorded outside the Type localities (Table, 1). Although the taxon *Mustha longispinis* Reuter, 1890 was recorded from Ankara, we think that this finding should be confirmed. In Turkish Thrace, a total of 7 species are endemic, including the taxa *Elatophilus (Euhadrocerus) pachycnemis* Horváth, 1907 belonging to the family Anthocoridae, *Isometopus (Isometopus) anlasi* Çerçi & Dursun, 2017, *Macrotylus (Macrotylus) hamatus* Seidenstücker, 1963 and *Psallus (Phylidea) collaris* (Wagner, 1975) belonging to the family Miridae, *Oncocephalus biguttula* Horváth, 1901 belonging to the family Reduviidae and *Picromerus brachypterus* Ahmad & Önder, 1990 and *Picromerus pseudobidens* Ahmad & Önder, 1990 belonging to the family Pentatomidae. Of these species, *Isometopus (Isometopus) anlasi* Çerçi & Dursun, 2017 has been recorded only from Turkish Thrace (Istanbul- European part of Türkiye) and is not known from Anatolia. The other six species are also known from Anatolia. On the other hand, 127 species/subspecies level endemic taxa are recorded from Anatolia, but also 121 specis are only endemic in Anatolia (Table, 1).

Table 1. Endemic Heteroptera species distributed in Türkiye. The species known from only one province: Very rare, 2 or 3 provinces: Rare, 4 or 5 provinces: Nearly common, and 6 or more provinces: Common.

	Taxonomy	Type locality	Distribution in Türkiye	Rarity
<b>Cimicomorpha</b>				
<b>Cimicoidea</b>				
<b>Anthocoridae</b>				
<b>Anthocorinae</b>				
<b>Anthocorini</b>				
1	<i>Elatophilus (Euhadrocerus) pachycnemis</i> Horváth, 1907	Halki nr İstanbul [=Heybeliada, İstanbul]	Hatay, İstanbul, Karaman, Konya (Horváth, 1907; Seidenstücker, 1958; Önder, 1982)	Nearly common
<b>Miroidea</b>				
<b>Miridae</b>				
<b>Bryocorinae</b>				
<b>Dicyphini</b>				

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

2	<i>Dicyphus (Brachyceroea) seleucus</i> Seidenstücker, 1969	Harbiye [=Harbiye] (Hatay)	Hatay (Seidenstücker, 1969)	Very rare
3	<i>Dicyphus (Dicyphus) caycumensis</i> Sanchez & Cassis, 2018	Çaycuma (Zonguldak)	Zonguldak (Sanchez & Cassis, 2018)	Very rare
<b>Cylapinae</b>				
<b>Fulviini</b>				
4	<i>Fulvius anatolicus</i> Çerçi & Gorczyca, 2021	Bürücek, Toros (Adana)	Adana, Mersin (Çerçi et al., 2021a)	Rare
<b>Deraeocorinae</b>				
<b>Deraeocorini</b>				
5	<i>Cranocapsus (Cranocapsus) turcicus</i> Kıyak, 1990	Küçükusu (Göksun, Kahramanmaraş)	Kahramanmaraş (Kıyak, 1990)	Very rare
6	<i>Deraeocoris (Deraeocoris) delagrangei</i> (Puton, 1892)	Akbes [=Akbez] (Hassa, Hatay)	Antalya, Hatay, Mersin, Muğla (Puton, 1892; Wagner, 1976; Önder, 1976a; Lodos et al., 2003)	Nearly common
<b>Isometopinae</b>				
<b>Isometopini</b>				
7	<i>Isometopus (Isometopus) anlasi</i> Çerçi & Dursun, 2017	Esenyurt (İstanbul)	İstanbul (Çerçi & Dursun, 2017)	Very rare
8	<i>Isometopus (Isometopus) diversiceps</i> Linnavuori, 1962	Sakaltutan, Iskenderun [=İskenderun] (Hatay)	Bolu, Gaziantep, Hatay, Karaman, Mardin (Linnavuori 1962, 1965; Önder, 1981; Matocq et al. 2014; Çerçi & Koçak, 2023)	Nearly common
<b>Mirinae</b>				
<b>Mirini</b>				
9	<i>Alloeonotus obtusus</i> Wagner, 1968	Gölbaşı (Ankara)	Ankara (Wagner, 1968)	Very rare
10	<i>Calocoris rubicundus</i> Reuter, 1904	Bulghar Dagh [=Bolkar Mountain, Namrun] (Mersin)	Adana, Ankara, Eskişehir, Karaman, Mersin (Hoberlandt, 1956; Lodos et al., 2003)	Nearly common
11	<i>Closterotomus kroesus</i> (Seidenstücker, 1977)	Bolkar-Dağ [=Bolkar Mountain, Namrun] (Mersin)	Adana, Giresun, Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş, Karaman, Mersin, Niğde (Seidenstücker 1977; Kothe et al., 2004; Matocq et al. 2014; Yazıcı & Yıldırım 2016a; Çerçi & Koçak, 2023)	Common
12	<i>Cyphodema cilicica</i>	Namrun of	Adana, Karaman,	Nearly

	Seidenstücker, 1954	Tarsus (Çamlıyayla, Mersin)	Mersin, Niğde, Osmaniye (Seidenstücker, 1954a; Önder, 1976b; Lodos et al. 2003; Kothe et al., 2004; Çerçi & Koçak, 2023)	common
13	<i>Cyphodema permix</i> Horváth, 1906	Konya and Kaisarie [=Kayseri]	Kayseri, Konya (Dursun & Fent, 2017)	Rare
14	<i>Dichroscytus tauricus</i> Seidenstücker, 1954	Namrun [Mersin]	Adana, Antalya, Isparta, Kahramanmaraş, Karaman, Kütahya, Mersin, Muğla, Osmaniye (Seidenstücker, 1954b; Önder, 1976b; Lodos et al., 1978, 2003; Çerçi & Koçak, 2023)	Common
15	<i>Grypocoris (Grypocoris) melanopygus</i> Horváth, 1906	Konia [=Konya], and Kaiseri [=Kayseri]	Ankara, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Konya, Nevşehir, Osmaniye (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)	Common
16	<i>Grypocoris (Turciocoris) heinzi</i> Wagner, 1966	Ilgaz Dagħ [=Ilgaz Dağı, Kastamonu]	Ankara, Bolu, Çankırı, Kastamonu (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)	Nearly common
17	<i>Phytocoris (Compsocorocoris) iyribozi</i> Çerçi, Özgen & Tezcan, 2021	Ömerli (Mardin)	Mardin (Çerçi et al., 2021b)	Very rare
18	<i>Phytocoris (Eriamiris) humeralis</i> Wagner, 1976	Söğüt (Bilecik)	Bilecik (Wagner, 1976)	Very rare
19	<i>Phytocoris (Exophytocoris) carapezzai</i> Çerçi, Koçak & Tezcan, 2019	Karaman	Antalya, Karaman (Çerçi et al., 2019; 2024)	Rare
20	<i>Phytocoris (Exophytocoris) loralis</i> Wagner, 1976	Germik [=Çermik] (Diyarbakır)	Adana, Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin (Wagner, 1976; Aukema, 1999; Önder et al., 2006)	Common
21	<i>Phytocoris (Exophytocoris) matocqi</i> Pagola-Carte, 2019	Akseki (Antalya)	Antalya (Pagola-Carte, 2019; Çerçi et al., 2024)	Very rare
22	<i>Phytocoris (Exophytocoris) pluotae</i> Pagola-Carte, 2019	Akseki (Antalya)	Antalya (Pagola-Carte, 2019)	Very rare
23	<i>Phytocoris (Exophytocoris) tauricola</i> Linnavuori, 1965	Gülek (Adana)	Adana, Çankırı, Kahramanmaraş, Kastamonu, Osmaniye	Common

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

			(Linnavuori, 1965; Lodos et al., 2003)	
24	<i>Phytocoris (Ktenocoris) obliquoides</i> Wagner, 1959	Akshehir [=Akşehir], (Konya)	Erzurum, Karaman, Konya (Wagner, 1959; Kothe et al., 2004; Yıldırım et al., 1999; Çerçi & Koçak, 2023)	Rare
25	<i>Phytocoris (Ktenocoris) phrygicus</i> Wagner, 1955	Ereğli (Konya)	Ağrı, Antalya, Çorum, Hatay, Kahramanmaraş, Konya, Mersin, Nevşehir (Wagner, 1955; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)	Common
26	<i>Phytocoris (Ktenocoris) raunoi</i> Kerzhner & Schuh, 1995	Hirfenli [=Hirfanlı] (Kırşehir)	Çankırı, Düzce, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Mardin Nevşehir, Niğde, Sinop, Yozgat, Zonguldak (Lodos et al., 2003; Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Common
27	<i>Phytocoris (Leptophytocoris) extensus</i> Reuter, 1904	River Hermos [=Gediz Nehri], (İzmir)	Aydın, Diyarbakır, İzmir (Dursun & Fent, 2017)	Rare
28	<i>Rhabdomiris striatellus wagneri</i> Kerzhner & Schuh, 1998	Kızılcahamam (Ankara)	Ankara (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
29	<i>Saundersiella hirta</i> Wagner, 1968	Ankara	Ankara, Antalya, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Isparta, İzmir, Karaman, Kütahya, Mersin, Sakarya, Uşak (Wagner, 1968; Önder, 1976b; Önder et al., 1981; Lodos et al., 2003)	Common
30	<i>Taurocalocoris samai</i> Carapezza, 1998	Imrasan Gate (Antalya)	Antalya (Dursun & Fent, 2017; Çerçi et al., 2024)	Very rare
31	<i>Ulu miris olympicus</i> Seidenstücker, 1965	Uludağ (Bursa)	Bursa, İzmir (Seidenstücker, 1965; Önder et al., 2006)	Rare
<b>Orthotylinae</b>				
<b>Halticini</b>				
32	<i>Barbarosia decalvata</i> (Seidenstücker, 1962)	Baraj (Ankara)	Ankara, Elazığ, Karaman, Konya, Niğde (Seidenstücker, 1962a; Lodos et al. 2003; Önder et al., 2006; Matocq et al. 2014; Çerçi & Koçak, 2023)	Nearly common
33	<i>Dimorphocoris (Dimorphocoris) argaeicus</i> Hoberlandt,	Erciyas dağı [=Erciyes Mountain],	Kayseri (Hoberlandt, 1956)	Very rare



	1956	(Kayseri)		
34	<i>Dimorphocoris (Dimorphocoris) cilix</i> Seidenstücker, 1962	Taurus Mts, (Pozanti, Adana)	Adana, Mersin, Niğde (Seidenstücker, 1962b; Dursun & Fent, 2017)	Rare
35	<i>Dimorphocoris (Dimorphocoris) distylus</i> Seidenstücker, 1964	Çubuk Barajı (Ankara)	Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Eskişehir, Kars, Kayseri, Kırıkkale, Kütahya (Kothe et al., 2004; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006;)	Common
36	<i>Dimorphocoris (Dimorphocoris) toros</i> Seidenstücker, 1962	Ulukışla (Niğde)	Niğde (Seidenstücker, 1962b; Lodos et al., 2003)	Very rare
37	<i>Orthocephalus melas</i> Seidenstücker, 1962	Ulukışla (Niğde)	Niğde (Seidenstücker, 1962a)	Very rare
38	<i>Orthocephalus solidus</i> (Seidenstücker, 1971)	Alıdağı (Talas, Kayseri)	Kayseri (Seidenstücker, 1971)	Very rare
<b>Orthotylini</b>				
39	<i>Globiceps (Kelidocoris) astraguli</i> Seidenstücker, 1964	Gölbaşı (Ankara)	Ankara, Bursa, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006 )	Nearly common
40	<i>Globiceps (Kelidocoris) genistae</i> Seidenstücker, 1971	Ulu-Dagh [=Uludağ, Bursa]	Bursa, Kastamonu, Kayseri (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Rare
41	<i>Globiceps (Kelidocoris) thymi</i> Seidenstücker, 1964	Gölbaşı (Ankara)	Ankara, Konya (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Rare
42	<i>Heterocordylus (Bothrocranum) carbonellus</i> Seidenstücker, 1956	Mersin	Adana, Karabük, Karaman, Kayseri, Mersin (Seidenstücker, 1956; Önder, 1976b; Lodos et al., 2003)	Nearly common
43	<i>Orthotylus (Melanotrichus) dumosus</i> Seidenstücker, 1971	Alıdağ (Talas, Kayseri)	Çankırı, Çorum, Kayseri (Kothe et al., 2004; Lodos et al., 2003)	Rare
44	<i>Orthotylus (Orthotylus) attali</i> Morkel & Wyniger, 2009	Cevizli, Akseki (Antalya)	Antalya (Morkel & Wyniger, 2009)	Very rare
45	<i>Orthotylus (Parapachylops) oenderi</i> Çerçi, Tezcan & Koçak, 2024	Ermenek (Karaman)	Karaman (Çerçi et al., 2024)	Very rare
46	<i>Orthotylus (Pinocapsus) girayi</i> Çerçi & Tezcan, 2024	Eğirdir (Isparta)	Isparta (Çerçi et al., 2024)	Very rare
47	<i>Orthotylus (Pinocapsus) kmenti</i> Çerçi & Koçak, 2021	Sertavul Geçidi (Karaman)	Karaman (Çerçi et al., 2024)	Very rare
48	<i>Platycranus</i>	Hirfenli [=	İzmir, Kırşehir	Rare

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	<i>(Genistocapsus) orientalis</i> Linnavuori, 1965	Hirfanlı] (Kırşehir)	(Linnavuori, 1965; Önder et al., 2006)	
49	<i>Reuteria atalayi</i> Çerçi, Tezcan & Özgen, 2020	Doğanköy (Bursa)	Bursa, İzmir (Çerçi et al., 2020)	Rare
50	<i>Reuteria riegeri torosensis</i> Çerçi, Tezcan & Özgen, 2020	Gülнар (Mersin)	Gaziantep, Kahramanmaraş, Mersin (Çerçi et al., 2020)	Nearly common
51	<i>Reuteria serratis</i> Çerçi, Tezcan & Özgen, 2020	Siirt	Siirt (Çerçi et al., 2020)	Very rare
52	<i>Reuteria winkelmanni</i> Günther & Strauss, 2018	Aydınlar (Mersin)	Antalya, Mersin (Günther & Strauss, 2018; Çerçi et al., 2020)	Rare
<b>Phylinae</b>				
<b>Cremonorrhini</b>				
53	<i>Macrotylus (Alloeonycha) weberi</i> Wagner, 1976	Ürgüp (Nevşehir)	Ankara, Gaziantep, Kırkkale, Mersin, Nevşehir, Uşak (Wagner, 1976; Lodos et al., 2003; Dursun & Fent, 2017)	Common
54	<i>Macrotylus (Macrotylus) anahtarisi</i> Seidenstücker, 1959	Ereğli (Konya)	Adana, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Karaman, Konya, Mersin, Niğde (Seidenstücker, 1959; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Çerçi & Koçak, 2023; Çerçi et al., 2024)	Common
55	<i>Macrotylus (Macrotylus) ancoratus</i> Seidenstücker, 1959	Bolkar dağ Mts, Namrun [=Bolkar Dağları, Mersin]	Ankara, Mersin, Nevşehir (Seidenstücker, 1959; Önder et al., 2006)	Rare
56	<i>Macrotylus (Macrotylus) galatinus</i> Seidenstücker, 1968	Between Ankara and Çankırı	Ankara, Çankırı, Çorum (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Rare
57	<i>Macrotylus (Macrotylus) hamatus</i> Seidenstücker, 1963	Ali Dagh nr Kayseri [=Alidağ, Talas, Kayseri]	Bilecik, Kayseri, Kırklareli, Nevşehir (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Nearly common
58	<i>Macrotylus (Macrotylus) seidenstueckeri</i> Wagner, 1954	Taurus, Namrun in Bulghar Dagh area [=Bolkar Dağı, Çamlıyayla, Mersin]	Adana, Antalya, Karaman, Mersin (Hoberlandt, 1956; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Çerçi & Koçak, 2023)	Nearly common
59	<i>Macrotylus (Pontodemus) ponticus</i> Seidenstücker, 1967	Between Ordu and Giresun	Bolu, Giresun, Kastamonu, Ordu, Zonguldak (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Nearly common
<b>Exaeretini</b>				

60	<i>Tuponia (Chlorotuponia) anatolica</i> Linnavuori, 1965	Aksaray	Aksaray, Niğde (Linnavuori, 1965; Önder et al., 2006)	Rare
61	<i>Tuponia (Chlorotuponia) coruhica</i> Wagner, 1976	Tire, Near Çoruh river (Artvin)	Artvin (Wagner, 1976)	Very rare
<b>Hallodapini</b>				
62	<i>Ribautocapsus tezcani</i> Çerçi, 2024	Yayladağ (Hatay)	Hatay (Çerçi et al., 2024)	Very rare
<b>Nasocorini</b>				
63	<i>Badezorus tauricus</i> (Wagner, 1976)	Mersin	Mersin (Wagner, 1976)	Very rare
<b>Phylini</b>				
64	<i>Antepia guttalis</i> Seidenstücker, 1960	Gaziantep	Gaziantep, Kahramanmaraş, Kütahya (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006; Dursun & Fent, 2017; Çerçi et al., 2024)	Nearly common
65	<i>Eurycolpus annulatus</i> Wagner, 1976	Osak [=Uşak]	Çankırı, Kahramanmaraş, Karabük, Kayseri, Kütahya, Niğde, Uşak (Wagner, 1976; Aukema, 1999; Önder et al., 2006)	Common
66	<i>Eurycolpus aureolus</i> Seidenstücker, 1961	Ulukışla (Niğde)	Adana, Ankara, Diyarbakır, Erzurum, Isparta, Karaman, Kahramanmaraş, Kırşehir, Mersin, Niğde (Seidenstücker 1961; Önder, 1976b; Lodos et al., 2003; Matocq et al. 2014; Yazıcı & Yıldırım 2016b; Çerçi & Tezcan 2021; Çerçi & Koçak, 2023)	Common
67	<i>Oncotyliidea amplipilis</i> Wagner, 1965	Tuz -Gölü (Konya)	Aksaray, Ankara, Konya (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Rare
68	<i>Oncotylus (Oncotylus) anatolicus</i> Wagner, 1969	Baraj, Bağlum, Gölbaşı, Keciören [=Gölbaşı, Keçiören], (Ankara)	Ankara, Gaziantep, Hatay, Niğde (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Nearly common
69	<i>Opisthotaenia (Opisthotaenia) glauca</i> Seidenstücker, 1968	Baraj, Keciören [=Keçiören], (Ankara)	Ankara (Kothe et al., 2004)	Very rare
70	<i>Plagiognathus ozgurkocaki</i> Çerçi, 2022	Ermenek, Evsin köyü (Karaman)	Karaman (Çerçi, 2022; Çerçi & Koçak, 2023)	Very rare
71	<i>Thermocoris rivalis suctor</i> Seidenstücker, 1957	Ulukışla (Niğde)	Kayseri, Niğde (Kothe et al., 2004; Dursun & Fent, 2017)	Rare

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

72	<i>Tinicephalus (Tinicephalus) streitoi</i> Matocq, 2007	Çakmar, between Koçarlı and Çakırbeyli (Aydın)	Aydın (Matocq, 2007)	Very rare
73	<i>Adelphophylus oenderi</i> Çerçi, Koçak & Tezcan, 2019	Silifke (Mersin)	Mersin (Çerçi et al., 2019)	Very rare
74	<i>Conostethus viridis</i> Seidenstücker, 1964	Taurus, between Gündüs-Bey and Pınarbasi [=Gündüzbeyli, Pınarbaşı], (Malatya)	Malatya (Kothe et al., 2004)	Very rare
75	<i>Orthonotus efei</i> Çerçi & Koçak, 2024	Ermenek (Karaman)	Karaman (Çerçi et al., 2024)	Very rare
76	<i>Orthonotus humilis</i> Seidenstücker, 1970	Ulukışla (Niğde)	Kayseri, Karaman, Niğde (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006; Çerçi & Koçak, 2023)	Nearly common
77	<i>Orthonotus matilei</i> Matocq & Pluot-Sigwalt, 2001	Between Doyran and Saklikent (Antalya)	Antalya (Matocq & Pluot-Sigwalt, 2001)	Very rare
78	<i>Psallus (Apocremnus) anatolicus</i> Wagner, 1963	Ayancık [=Ayancık] (Sinop)	Sinop (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
79	<i>Psallus (Phylidea) cerridis</i> Wagner, 1971	Düzce	Düzce (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
80	<i>Psallus (Phylidea) collaris</i> (Wagner, 1975)	Bursa	Bartın, Bolu, Bursa, Karabük, Kastamonu, Konya, Tekirdağ, Zonguldak (Wagner, 1975; Aukema, 1999; Önder et al., 2006)	Common
81	<i>Psallus (Phylidea) karakardes</i> Seidenstücker, 1959	Akşehir (Konya)	Afyonkarahisar, Konya (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Rare
82	<i>Psallus (Phylidea) quercicola</i> (Reuter, 1904)	Hermos River [= Gediz Nehri] (Menemen, İzmir)	İzmir, Karabük, Sinop (Hoberlandt, 1956; Önder et al., 2006))	Rare
83	<i>Psallus (Psallus) apoplecticus</i> Seidenstücker, 1966	Yılanlıdağ (Kayseri)	Kayseri [(Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006)	Very rare
84	<i>Psallus (Psallus) eceae</i> Çerçi & Koçak, 2024	Bucakkışla (Karaman)	Karaman (Çerçi et al., 2024)	Very rare
85	<i>Psallus (Psallus) inancozgeni</i> Matocq & Pluot-Sigwalt, 2011	Diyarbakır	Diyarbakır (Matocq & Pluot-Sigwalt, 2011)	Very rare
86	<i>Psallus (Psallus) konyanensis</i> Matocq, 2019	Aşağıışığıl (Konya)	Denizli, Eskişehir, Konya (Matocq, 2019a; Çerçi et al., 2024)	Rare

87	<i>Psallus (Psallus) oleae</i> Wagner, 1963	Kırıkhan (Hatay)	Hatay, Yozgat (Önder et al., 2006; Aukema, 2018; Çerçi et al., 2024)	Rare
88	<i>Psallus (Psallus) pehlivani</i> Çerçi & Tezcan, 2024	Hakkari	Hakkari (Çerçi et al., 2024)	Very rare
89	<i>Psallus (Psallus) rubinicterus</i> Seidenstücker, 1966	Central Taurus, Çiftehan (Ulukışla, Niğde)	Karaman, Niğde (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006; Çerçi & Koçak, 2023)	Very rare
90	<i>Psallus (Psallus) rufomaculosus</i> Matocq, 2019	Ergani (Diyarbakır)	Diyarbakır (Matocq, 2019b)	Very rare
91	<i>Psallus (Psallus) thomashenryi</i> Carapezza & Kment, 2018	southern Anatolia, Mersin Province, Göksu Nehri river canyon, Evkaçiftliği (Mersin)	Antalya, Mersin (Çerçi et al., 2024)	Rare
<b>Semiini</b>				
92	<i>Criocoris contrastus</i> Seidenstücker, 1970	Çubuk Barajı 15 km N of Ankara (Ankara)	Ankara, Karaman (Kothe et al., 2004; Çerçi & Koçak, 2023)	Rare
<b>Tingoidea</b>				
<b>Tingidae</b>				
<b>Tinginae</b>				
<b>Tingini</b>				
93	<i>Lasiacantha karamanensis</i> Çerçi & Koçak, 2021	Kazancı (Karaman)	Karaman (Çerçi et al., 2021a)	Very rare
94	<i>Tingis (Neolasiotropis) ballotae</i> Seidenstücker, 1972	Baraj (Ankara)	Ankara, Eskişehir, Niğde (Kothe et al., 2004; Önder et al., 2006; Dursun & Fent, 2017)	Rare
95	<i>Tingis (Tropidocheila) cappadocica</i> Horváth, 1906	Illany Dag [=Yılanlı Dagh) (Kayseri)	Kayseri (Hoberlandt, 1956)	Very rare
<b>Reduivoidea</b>				
<b>Reduviidae</b>				
<b>Harpactorinae</b>				
<b>Harpactorini</b>				
96	<i>Rhynocoris (Rhynocoris) hierapolitanus</i> Dispons, 1964	Hierapolis ancient city (Pamukkale)	Denizli (Önder et al., 2006; Dursun & Fent, 2017)	Very rare
97	<i>Reduvius nigritus</i> Moulet, 2020	Nemrut (Adıyaman)	Adıyaman (Moulet, 2020)	Very rare
<b>Stenopodinae</b>				
98	<i>Oncocephalus biguttula</i> Horváth, 1901	Akbès [=Akbez],	Adana, Edirne, Hatay, İzmir, Mersin, Niğde	Common

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		(Hassa, Hatay)	(Hoberlandt, 1956; Dursun & Fent, 2017)	
<b>Pentatomomorpha</b>				
<b>Aradoidea</b>				
<b>Aradidae</b>				
<b>Aradinae</b>				
99	<i>Aradus (Aradus) cilicicus</i> Heiss, 1990	Akbès [=Akbez], (Hassa, Hatay)	Hatay (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
100	<i>Aradus (Aradus)</i> <i>seidenstueckeri</i> Heiss, 1989	Pozantı (Adana)	Adana (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
<b>Coreoidea</b>				
<b>Rhopalidae</b>				
<b>Rhopalinae</b>				
<b>Rhopalini</b>				
101	<i>Corizus brevicornis</i> Horváth, 1917	Oltu (Erzurum)	Erzurum, Malatya (Dursun & Fent, 2017)	Rare
<b>Lygaoidea</b>				
<b>Cymidae</b>				
<b>Cyminae</b>				
102	<i>Cymus turcicus</i> Matocq, 2000	Beyşehir (Konya)	Konya (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
<b>Geocoridae</b>				
<b>Henestarinae</b>				
103	<i>Henestaris kareli</i> Hoberlandt, 1956	Mogan Gölü (Mogan Lake, Ankara)	Ankara, Çorum, Konya, Yozgat (Hoberlandt, 1956; Dursun & Fent, 2017)	Nearly common
<b>Rhyparochromidae</b>				
<b>Rhyparochrominae</b>				
<b>Drymini</b>				
104	<i>Eremocoris praenotatus</i> Seidenstücker, 1965	Çubukbarajı (Ankara); Çiftehan (Niğde)	Ankara, Niğde (Kothe et al., 2004)	Rare
<b>Gonianotini</b>				
105	<i>Alampes nanulus</i> Seidenstücker, 1966	Gölbashi (Southeastern Taurus Mountains) [= Gölbaşı] (Adıyaman)	Adıyaman (Kothe et al., 2004)	Very rare
106	<i>Pionosomus engizekicus</i> Kıyak, 1995	Engizek Dağı (Kahramanmaraş)	Kahramanmaraş (Kıyak, 1995)	Very rare
<b>Megalonotini</b>				
107	<i>Megalonotus scaurus</i> Seidenstücker, 1973	Hazar Gölü (Sivrice, Elazığ)	Elazığ (Kothe et al., 2004)	Very rare
108	<i>Megalonotus sopherus</i> Seidenstücker, 1973	Pınarbaşı (Malatya)	Malatya (Kothe et al., 2004)	Very rare
<b>Rhyparochromini</b>				
109	<i>Microtomideus</i> <i>seidenstueckeri</i> J. A.	Pazarcık, Marash	Kahramanmaraş [(Kothe et al., 2004)	Very rare

	Slater, 1964	[=Pazarcık, Kahramanmaraş ]		
<b>Pentatomoidea</b>				
<b>Pentatomidae</b>				
<b>Asopinae</b>				
110	<i>Picromerus brachypterus</i> Ahmad & Önder, 1990	Kaçkar Mountains (Rize)	Bolu, Edirne, İzmir, Rize (Ahmad & Önder, 1990)	Nearly common
111	<i>Picromerus pseudobidens</i> Ahmad & Önder, 1990	Ürgüp (Nevşehir)	Ankara, Kırklareli, Nevşehir, Rize, Sivas, Tekirdağ (Ahmad & Önder, 1990; Önder et al., 2006)	Common
<b>Pentatominae</b>				
<b>Carpocorini</b>				
112	<i>Agatharchus</i> ( <i>Agatharchus</i> ) <i>ponticus</i> Belousova, 1999	Pazaryolu (Erzurum)	Amasya, Çorum, Elazığ, Erzurum (Belousova, 1999; Çerçi & Özgen, 2021; Dursun & Fent, 2022)	Nearly common
113	<i>Enigmocoris fissiceps</i> (Horváth, 1906)	İllany-Dağ nr Kaisaria [=Yılanlıdağ, Kayseri]	İzmir, Kayseri, Manisa (Dursun & Fent, 2017)	Rare
114	<i>Peribalus (Asioperibalus)</i> <i>hoberlandti</i> (Lodos & Önder, 1980)	Kop Mountain (Bayburt)	Bayburt, Gümüşhane (Dursun & Fent, 2017)	Rare
115	<i>Risibia verbasci</i> Lodos & Önder, 1980	Deştiğin (Doğanhisar, Konya)	Bayburt, Konya (Dursun & Fent, 2017)	Rare
<b>Halyini</b>				
116	<i>Mustha izmirensis</i> Memon & Ahmad, 2008	Bornova (İzmir)	İzmir (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
117	<i>Mustha longispinis</i> Reuter, 1890	Amasia [=Amasya]	Amasya (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
<b>Sciocorini</b>				
118	<i>Sciocoris (Neosciocoris)</i> <i>persimilis</i> Wagner, 1965	Kızılırmak River between Ankara and Çeşme Bridge (Ankara)	Ankara, Karaman (Dursun & Fent, 2017; Çerçi & Koçak, 2023)	Rare
119	<i>Sciocoris (Sciocoris)</i> <i>ressli</i> Wagner, 1966	Bolvadin (Afyonkarahisar )	Afyonkarahisar, Diyarbakır, Gaziantep, Kayseri, Şanlıurfa (Önder et al., 2006; Dursun & Fent, 2017)	Common
<b>Strachiini</b>				
120	<i>Eurydema caligata</i> Horváth, 1901	Akbès [=Akbez], (Hassa, Hatay)	Hatay (Dursun & Fent, 2017)	Very rare
<b>Podopinae</b>				
<b>Graphosomatini</b>				

121	<i>Graphosoma alkani</i> Lodos, 1959	Diyarbakır	Diyarbakır, Mardin (Dursun & Fent, 2017)	Rare
<b>Tarisini</b>				
122	<i>Tarisa igdirensis</i> Lodos & Önder, 1978	Doğu Beyazıt- West slopes of Ağrı Mountain (Ağrı)	Ağrı, Bingöl, Çorum, Kars, Iğdır (Dursun & Fent, 2017)	Nearly common
123	<i>Tarisa osmanica</i> Hoberlandt, 1956	Mogan Lake (Ankara)	Ağrı, Ankara, Antalya, Elazığ, Kahramanmaraş, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Van, Yozgat (Hoberlandt, 1956; Önder et al., 2006; Dursun & Fent, 2017)	Common
<b>Plataspidae</b>				
<b>Coptosomatinae</b>				
124	<i>Coptosoma lodosi</i> Doğanlar, Karsavuran & Demirel, 2007	Mazıdağı (Mardin)	Mardin (Dursun & Fent, 2017; Çerçi et al., 2024)	Very rare
125	<i>Coptosoma maura</i> <i>seidenstueckeri</i> Davidová-Vilimová & Štys, 1980	Belen nr Amanus (Hatay)	Adana, Hatay, Mersin, Niğde (Dursun & Fent, 2017)	Nearly common
126	<i>Coptosoma oenderi</i> Doğanlar, Karsavuran & Demirel, 2007	Avanos (Nevşehir)	Nevşehir (Doğanlar, Karsavuran & Demirel, 2007)	Very rare
127	<i>Coptosoma putoni</i> Montandon, 1898	Akbés [=Maidan Ikbiz], (Akbez, Hassa, Hatay)	Diyarbakır, Hatay, Niğde (Dursun & Fent, 2017)	Rare
<b>Scutelleridae</b>				
<b>Eurygasterinae</b>				
128	<i>Eurygaster chinai</i> Lodos, 1963	Bornova (İzmir)	İzmir (Lodos, 1963)	Very rare

## Discussions

Among the endemic taxa, *Ulumiris* Seidenstücker, 1965 (Miridae: Mirinae: Mirini) is endemic at the genera level. The type locality of this taxon is Uludağ in Bursa province. Uludağ is important as it is the area where glacial formations were first seen in Asia Minor. In addition, although it is in the Marmara region, it is an important mountain because it has Mediterranean climate characteristics, forms an elevation suddenly in a very short distance and creates various vegetation zones accordingly (Çepel, 1978). Due to these habitat characteristics, *Ulumiris olympicus* Seidenstücker, 1965 continues to exist as a monotypic species. This taxon has not yet been recorded from anywhere outside its type locality. The destruction of this habitat will lead to the extinction of a taxon at a species



and genus level. Therefore, protecting the habitats of endemic species is very important to prevent them from extinction.

Anatolian endemic species represent 7.68% of the Heteroptera species recorded in Türkiye. In terms of this suborder, it is seen that the endemism rate in Türkiye is higher in Anatolia. When we look at the distribution of endemic species in Türkiye, their presence is in the Mediterranean and Central Anatolia regions. The Taurus Mountain range is remarkable for the description of numerous new species and the distribution of endemic species. Taking into consideration its potential as a center for speciation of Heteroptera species, it is suggested that future research in this region may lead to the discovery of more endemic species (Çerçi et al, 2024). According to this data, it is concluded that ecosystems in Türkiye, as in the rest of the world, should be the priority habitats to protect in terms of biodiversity and endemism. Endemic species are among the priority species taking attention to protect qualitatively in the conservation programs in the process of protecting biodiversity.

In their study, Albayrak & Yılmaz (2024) examined the effects of marble quarries opened in the Taurus Mountains in the last 10 years on natural life and determined that the indiscriminate dumping of waste from the quarries into the area is the main cause of habitat destruction. This situation will lead to the extinction of both local endemic species and the extinction of the genetic structures of many species specific to the Taurus. To protect the Taurus, which is the center of Mediterranean biodiversity, low-yield marble quarries should not be allowed and the indiscriminate dumping of quarry waste on the slopes should not be allowed. Waste should be collected in a designated area. Scientific studies should be conducted that consider the biodiversity of the region when quarry licenses are granted and controlled. New strategies should be developed as soon as possible to protect the Taurus (Albayrak & Yılmaz, 2024).

We believe that the high rate of endemism in Anatolia is due to the barriers formed the Dardanelles and Bosphorus Straits, and Caucasus and Eremial species enter to Anatolia and especially the residential area of Istanbul, act as a barrier. It is seen that Anatolian Diagonal also influences the distribution of Endemic Heteroptera species. When the distribution of 127 species/subspecies taxa that are endemic to Anatolia is examined, it was determined that 21 species taxa were distributed only in the south of the Anatolian Diagonal. This shows that 16.40% of the endemic Heteroptera species in Anatolia are distributed in the south of the Anatolian Diagonal.

When Endemic species and their habitats are not protected, their extinction risk is high. Rare species have low densities. The species most affected by environmental changes and at risk of extinction are rare endemic species. Especially endemic species with very rare distribution should be selected as priority species for protection. For this purpose, conservation areas should be determined according to the diversity of endemism and a conservation strategy should be developed. The genetic diversity of endemic species should be evaluated, and phylogenetic systematic studies should be planned.

The distributions of 56 of the endemic species described in Türkiye are limited to the localities where they were first described. *Mustha longispinis* Reuter, 1890 *Coptosoma putoni* Montandon, 1898 *Eurydema caligata* Horváth, 1901 and *Tingis (Tropidocheila) cappadocica* Horváth, 1906 have not been recorded for over 100 years since they were first described. There are no other records of 21 species described between 1955 and 1976 than the localities where they were first described. The remaining 31 species were described after 1989, but some of them are based on museum materials collected in previous years and evaluated later. More studies are needed to answer the questions of whether these species, which are limited to a single locality, continue to exist and, if they do, whether they have expanded their distribution.

### Literature cited

- Ahmad I. & Önder F. (1990). Revision of the genus *Picromerus* Amyot & Serville [Asopini-Pentatominae Pentatomidae (Heteroptera)] from western Palaearctic with description of two new species from Turkey. Turkish Journal of Entomology 14: 75–84
- Albayrak, T. & Yılmaz, T. (2024). The Taurus Mountains, the Hotspot of Western Palearctic Biodiversity, Is in Danger: Marble Quarries Affect Wildlife. Diversity 2024, 16: 267. <https://doi.org/10.3390/d16050267>
- Atalay, İ. (2011). Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği. 8. Baskı, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. Pp. 488. ISBN: 9789759496579 (In Turkish). Morrone, J. J. (2008). Evolutionary Biogeography: An Integrative Approach with Case Studies. New York, NY: Columbia University Press. 304 Pages. ISBN: 9780231512831.
- Aukema B. (2018). Catalogue of the Palaearctic Heteroptera. Available from

[https://catpalhet.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus\\_ng/app/views/introduction/topic.php?id=9&epi=1](https://catpalhet.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/introduction/topic.php?id=9&epi=1) [accessed 10 Aug. 2024].

- [Aukema, B. \(1999\)](#). On type specimens of some Palaearctic Miridae. *Aukema, Renkum*:1-32.
- Avcı, M. (2005). Diversity and Endemism in Turkey's Vegetation. *Istanbul University Faculty of Letters Journal of Geography*. (13) 27- 55.
- Belousova, E. N. (1999). Revision of shield bugs of the genus *Agatharchus* Stål (Heteroptera, Pentatomidae). *Entomologicheskoe Obozrenie*, 75 (4): 836-856.
- Burgess, N. D., Lovett, J. C. & Muhagama, S. (2001). Biodiversity Conservation and Sustainable Forest Management In The Eastern Arc Mountains.
- Çepel, N. (1978). Uludağ Kütlesinin Ekolojik Özellikleri. *Revue De La Fakulte Forestiere de L'Universite D'Istanbul. Serie B, Volume 28* (2): 15-25 (In Turkish).
- Çerçi B. 2022. A new species of *Plagiognathus* (Heteroptera: Miridae) associated with the locally endemic *Phlomis leucophracta* (Lamiales: Lamiaceae) from Karaman, Turkey. *European Journal of Taxonomy* 806: 148–160. <https://doi.org/10.5852/ejt.2022.806.1709>
- Çerçi B. & Dursun A. (2017). *Isometopus anlasi* sp. nov. (Heteroptera: Miridae) from Turkey *Zootaxa* 4353 (2): 378–384. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4353.2.9>.
- Çerçi, B. & Özgen, İ. (2021). Contribution to the knowledge of Heteroptera (Hemiptera) fauna of Elazığ Province with a new record for the fauna of Turkey. *Journal of the Heteroptera of Turkey* 3 (1): 50-75.
- Çerçi B., Koçak Ö. & Tezcan S. (2019). Two new species and ten new records of Heteroptera from Turkey, including the first record of the potential alien *Campylomma miyamotoi* in the western Palaearctic. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. 59 (1): 295–306. <https://doi.org/10.2478/aemnp-2019-0023>.
- Çerçi B., Tezcan S. & Özgen İ. (2020). Review of *Reuteria* Puton, 1875 (Heteroptera: Miridae) species present in Lodos Entomological Museum, Turkey (LEMT). *Zootaxa* 4878 (1): 159–168. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4878.1.7>.
- Çerçi B., Gorczyca J. & Koçak Ö. (2021a). Description of new Miridae and Tingidae species (Hemiptera: Heteroptera) and new records from

- southern Turkey. *Zootaxa* 4949 (2): 312–322. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4949.2.5>.
- Çerçi B., Özgen, İ. & Tezcan, S. (2021b). Description of a new *Phytocoris* (*Compsocerocoris*) species (Heteroptera: Miridae) from southeastern Anatolia with a checklist of the Phytocoris species of Turkey. *Zoology in the Middle East* 67 (4): 321–331. <https://doi.org/10.1080/09397140.2021.1992834>.
- Çerçi, B. & Koçak, Ö. (2023). Heteroptera (Hemiptera) fauna of Karaman with new records for Turkey. *Journal of the Heteroptera of Turkey* 5 (1): 10–128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7986562>
- Çerçi B., Koçak Ö. & Tezcan S. (2024). Review of the Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey: perspectives for future research. *European Journal of Taxonomy*. 937: 1–127. <https://doi.org/10.5852/ejt.2024.937.2571>.
- Danielsen, F. (1997). Stable environments and fragile communities: does history determine the resilience of avian rain-forest communities to habitat degradation? *Biodiversity and conservation*, 6, 423.
- Demirsoy, A. (1996). Genel ve Türkiye zoocoğrafyası” HayvanCoğrafyası”. Meteksan A.Ş. Ankara, 630 pp. (In Turkish).
- Doğanlar, M., Karsavuran, Y. & Demirel, N. (2007). Taxonomic Studies on *Coptosoma* (Laporte, 1832) Species (Heteroptera: Plataspidae) from Turkey. *Journal of Entomology* 4: 404–424.
- Dursun A. & Fent M. (2017). Type Localities of Heteroptera (Insecta: Hemiptera) from Turkey. *Zootaxa*, 4227 (4): 451-494. doi: 10.11646/zootaxa.4227.4.1.
- Dursun, A. & Fent, M. (2022). A rare and endemic species distributed in the Black Sea Region of Türkiye with first description of its female: *Agatharchus ponticus* Belousova, 1999 (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *Türk. entomol. derg.* 46 (3): 335-342.
- [Günther, H. & Strauss, G. \(2018\)](#). *Reuteria winkelmanni* sp. nov., eine neue Weichwanze aus der Türkei (Heteroptera: Miridae) *Entomologische Zeitschrift* 128 (3): 153-155.
- Gür, H. (2017). The Effects of the Late Quaternary Glacial-Interglacial Cycles on the Biodiversity of Anatolia. *Geological Bulletin of Turkey* 60 507-528.
- Henry T. J. (2017). Biodiversity of Heteroptera. In: Footitt R.G. & Adler P.H. (eds) *Insect Biodiversity: Science and Society*, Second Edition:

- 279–335. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.  
<https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch10>.
- Horváth, G. (1906). Hemipteren. In: Ergebnisse einer naturwissenschaftlichen Reise zum Erdschas-Dagh (Kleinasien) ausgeführt von Dr. Arnold Penther und Dr. Emerich Zederbauer. Hemipteren. Annalen des K.K. Naturhistorischen Hofmuseums 20(1905): 179-189.
- Hoberlandt L. (1956). Results of the zoological scientific expedition of the National Museum in Praha to Turkey. 18. Hemiptera IV. Terrestrial Hemiptera-Heteroptera of Turkey Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae Suppl. 3: 1–264.
- Josifov, M. & Simov, N. (2006). Endemism among the Heteroptera on the Balkan Peninsula. Denisia-0019: 879-898.
- Karacaoğlu, Ç. & Turan, Y. (2022). Evaluation of two Endemic Stenus Species (Coleoptera: Staphylinidae: Steninae) on the Effects of Climate Change by Ecological Nice Modeling. (2022). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi EURACLI. (In Turkish).
- Kaya, Y.& Aksakal, Ö. (2005). Distribution of Endemic Plants in the World and Turkey. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Der 7 (1): 85-99.
- Kerzhner, I.M. (1996). On type specimens of some Palaearctic Miridae in the Hungarian Museum of Natural History (Heteroptera). Zoosystematica Rossica 5: 99-102.
- Kıyak, S. (1990). *Cranocapsus turcicus* sp nov Yeni Bir Heteropter Türünün Tanımı (Insecta: Hemiptera: Miridae) Misc. Pap, no.5, pp.1.
- Kıyak, S. (1995) *Pionosomus engizekicus* (sp. nov.), Eine Neue Art aus der Türkei (Insecta, Heteroptera, Lygaeidae). Journal of Scientific Faculty Arts and Science, Gazi University 5: 47-50.
- Kothe, T., Blazi, G. & Schönitzer, K. (2004). Katalog der Wanzen-Typen von Gustav Seidenstücker (1912–1989) in der Zoologischen Staatssammlung München (Heteroptera). 61. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 1–902004.
- Linnavuori, R. (1962). A new *Isometopus* species (Het., Miridae) from Turkey. Annales Entomologici Fennici 28: 187-189.
- Linnavuori, R. E. (1965). Studies on the South-and East-Mediterranean Hemipterous Fauna. Acta Entomologica Fennica 21: 1–69.

- [Lodos, N. \(1963\)](#). A new species of *Eurygaster* and notes on some little known species of Turkish Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera). *Psyche*, 70: 144-150.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & Aksoy, S. (2003). Faunistic Studies on Miridae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. (In Turkish).
- Malcolm, J.R., Liu, C., Neilson, R.P., Hansen, L. & Hannah, L. (2006). Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conserv. Biol.* 20 (2): 538–548.
- Masseti, M. (2009). Protected Areas and Endemic Species. Biodiversity Conservation and Habitat Management- Volume I. Eds: Franccesa Gherardi, Claudia Corti, Manuela Gualtieri. ISBN: 978-1-905839-20-9 (eBook). Pages: 458 (pp-118-127).
- Matocq A. 2007. Description d'une nouvelle espèce de *Tinicephalus* de Turquie et compléments à la révision du genre (Heteroptera, Miridae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 112 (2): 171–178. <https://doi.org/10.3406/bsef.2007.16416>
- Matocq A. & Pluot-Sigwalt D. 2001. Une nouvelle et remarquable espèce d'*Orthonotus* Stephens de Turquie et notes sur le genre (Heteroptera, Miridae, Phylinae). *Revue française d'Entomologie (nouvelle Série)* 23: 71–78.
- Matocq A. & Pluot-Sigwalt D. 2011. Une nouvelle espèce de *Psallus* de Turquie associée à *Fraxinus* sp. (Oleaceae) (Hemiptera, Heteroptera, Miridae, Phylinae). *Nouvelle Revue d'Entomologie (nouvelle Série)* 27: 163–172.
- Matocq A. 2019a. Un nouveau *Psallus* Fieber, 1858 de Turquie. *Revue de l'Association roussillonnaise d'Entomologie* 28 (4): 223–225.
- Matocq A. 2019b. Un nouveau *Psallus* Fieber, 1858 de Turquie et de Jordanie (Hemiptera, Heteroptera, Miridae). *Revue de l'Association roussillonnaise d'Entomologie* 28 (2): 92–96.
- Matocq, A., Pluot-Sigwalt, D. & Özgen, İ. (2014). Terrestrial Hemiptera (Heteroptera) collected in South-East Anatolia (Diyarbakır, Mardin and Elazığ provinces) (Turkey): second list, *Munis Entomology & Zoology* 9: 884–930.

- [Morkel, C. & Wyniger, D. \(2009\)](#). *Orthotylus attali* sp.nov. - a new plant bug from Turkey (Heteroptera: Miridae: Orthotylinae: Orthotylini) Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft 99: 105-109.
- Moulet P. (2020). *Reduvius nigrinus* sp. nov. (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae, Reduviinae) from Turkish Anatolia. Journal of the Heteroptera of Turkey 2 (2): 75–80.
- Newmark, W. D. (2002). Conserving biodiversity in East African forests: a study of the Eastern Arc Mountains Springer, Berlin; New York.
- [Önder, F. \(1976a\)](#). Description of the female of *Deraeocoris delagrangi* (Puton) 1892 (Hemiptera, Miridae, Deraeocorinae). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13: 145-147.
- Önder, F. (1976b). Türkiye Miridae (Hemiptera) faunası üzerinde sistematik çalışmalar. Ph.D. dissertation, Ege University, İzmir.
- [Önder, F. \(1981\)](#). Some studies on Isometopidae of Turkey (Heteroptera). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18: 105-112.
- Önder F. 1982. Türkiye Anthocoridae (Heteroptera) Faunası Üzerinde Taksonomik ve Faunistik Araştırmalar. *Ege Üniversitesi: Ziraat Fakültesi Yayınları* 459: 159
- Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & Fent, M. (2006). Heteroptera (Insecta) Catalogue of Turkey META Basım Matbaacılık, İzmir. (In Turkish).
- Pagola-Carte S. & Rieger C. 2021. Description of a new species of *Phytocoris* from Crete (Hemiptera: Heteroptera: Miridae). *Heteropterus Revista de Entomología* 21 (2): 103–117.
- [Puton, A. \(1892\)](#). Hémiptères nouveaux ou peu connus et notes diverses. *Revue d'Entomologie* 11: 24-36.
- Seidenstücker, G. (1954a). *Cyphodema cilicicum* n. sp. (Hem. Het., Miridae). *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul (B)* 19: 223–226.
- Seidenstücker, G. (1954b). *Dichrooscytus tauricus* n. sp. aus dem Bulgardagh (Hem., Het., Miridae). *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul (B)* 19: 223–226.
- Seidenstücker, G. (1956). *Heterocordylus carbonellus* sp. n. (Heteroptera, Miridae). *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul (B)* 21: 231–235.

- Seidenstücker, G. (1959). Zwei neue *Macrotylus*-Arten aus der Türkei (Hem., Het., Miridae). Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul B 24: 25–31.
- Seidenstücker, G. (1962a). Über einige Miriden aus Kleinasien mit Beschreibung von zwei neuen Halticinen (Heteroptera). Reichenbachia 1: 129–143.
- Seidenstücker, G. (1962b). Zwei neue *Dimorphocoris*-Arten aus Anatolien (Heteroptera, Miridae) Reichenbachia 1: 21–31.
- Seidenstücker, G. (1965). Eine neue Blindwanze aus der Türkei: *Ulmiris olympicus* n. gen., n. sp. (Heteroptera, Miridae) – Reichenbachia, 6: 93- 101.
- Seidenstücker, G. (1969). Zwei neue Miriden aus der Türkei (Hemiptera, Heteroptera). Reichenbachia 12: 143–148
- [Seidenstücker, G. \(1977\)](#) *Calocoris krueperi* Reut. und *C. kroesus* n. sp. (Heteroptera, Miridae). Reichenbachia 16: 257-264.
- [Sanchez, J.A. & Cassis, G. \(2018\)](#). Towards solving the taxonomic impasse of the biocontrol plant bug subgenus *Dicyphus* (*Dicyphus*) (Insecta: Heteroptera: Miridae) using molecular, morphometric and morphological partitions. Zoological Journal of the Linnean Society 184: 330-406.
- Skarbak, C. A. (2008). Review of Endemic Species in the Eastern Arc Afromontane Region: Importance, Inferences, and Conservation. Macalester Reviews in Biogeography: Vol. 1, Article 3.
- Şekercioğlu, Ç., Anderson, S., Yücel, M., Kahraman., E. & Bilgin, R. (2011). Turkey's globally important biodiversity in crisis, Biological Conservation 144, 2752–2769.
- Wagner E. (1955). 3 neue *Phytocoris*-Arten aus der Türkei und aus Syrien. Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul (B) 20: 161–168.
- Wagner E. (1959). Beitrag zur Heteropterenfauna Anatoliens. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 49: 102–113. Wagner, E. (1966). Vier neue ostmediterrane Miridenarten (Hemiptera, Heteroptera). Reichenbachia 6: 209-219.
- Wagner, E. (1969). Beitrag zur Gattung *Oncotylus* Fieber, 1858 (Heteroptera, Miridae). Notulae Entomologicae 49: 271-278.



- Wagner, E. (1975). Über *Asthenarius* Kerzhner, 1962 (Hemiptera, Heteroptera, Miridae). Reichenbachia15: 233-244.
- Wagner, E. (1976). Über *Phytocoris* Fallén (Hemiptera, Heteroptera, Miridae). Reichenbachia16: 81-91.
- Wagner, E. (1968). Die Gattung *Alloeonotus* Fieber, 1878 (Heteroptera, Miridae). Notulae Entomologicae 48: 117-125.
- Wagner E. (1976). Über einige neue Miridae aus der Türkei (Hemiptera, Heteroptera). Reichenbachia 16: 121–128.
- YAZICI, G., YILDIRIM, E., (2016a). Distributional Data on Mirini (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Mirinae) Fauna of Turkey. Linzer Biologische Beiträge 48: 859–886.
- YAZICI, G., YILDIRIM, E., (2016b). Contribution to the Knowledge of Phylinae (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) from Turkey, Bitki Koruma Bülteni, 56: 327–348.



# TÜRKİYE'DE YAPRAK BİTİ TÜRLERİNDEKİ PARAZİTOİT TÜRLERİ

Dilek PAMUK<sup>1</sup> - Mehmet KARACAOĞLU<sup>2</sup> - Gül SATAR<sup>3</sup>

## Giriş

Teknolojik olarak gelişmiş ülkelerin ortak özelliklerinden biri de tarımsal olarak da kendi kendine yetebilecek durumda olmalarıdır. TÜİK verilerine göre, 2022/2023 sezonu itibarıyla tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde 77.7 milyon ton; sebzelerde 31.8 milyon ton; meyveler, içecek ve baharat bitkilerinde 27.4 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2023). Ülkemizde elde edilmiş bu güncel veriler göz önünde bulundurulduğunda bitkisel üretimin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bitkisel üretimin sürdürülebilirliğini sağlarken birçok olumsuz faktörler ile karşılaşmaktadır. Bunlardan birisi de entomolojik faktörlerdir.

Türkiye, 2023 yılı sonu itibarıyla böcek faunası göz önünde bulundurulduğunda 25 takımda 598 familyaya bağlı 37.794 tür ve alttür tespit edildiği belirtilmiştir. Bu türlerin 13.396'sı Coleoptera, 8.053'ü Hymenoptera, 5.606'sı Lepidoptera, 4.326'sı Diptera ve 3.751'i Hemiptera takımında bulunmaktadır. Hemiptera takımına bağlı 98 familya tespit edildiğini ve bu familyalardan Aphididae (Yaprak bitleri) familyasına ait 675 türün olduğu bildirilmiştir (Tezcan, 2024).

Yaprak bitleri (Hemiptera: Aphididae) tarımsal ekosistemlerde yaygın ve ciddi zararlılardır ve birçok ılıman iklim bölgesinde en yıkıcı zararlılar arasındadır (Dedryver ve ark., 2010). Hem doğrudan hem de dolaylı zararı sonucu tarla bitkilerinde, bahçe bitkilerinde ve hatta orman ağaçlarında büyük kayıplara neden olurlar (Ebert ve Cartwright, 1997; Satar ve ark., 2015). Yaprak bitleri bitkilerin farklı bitki dokuları üzerinde koloniler halinde yaşayan küçük ve yumuşak vücutlu böceklerdir. Büyüklükleri 1-10 mm arasında değişir. Vücut renkleri koyu yeşil, açık yeşil, sarı, siyah, renksiz veya pembeye yakın renklerde olabilir. Aldıkları

---

<sup>1</sup> Zir. Yük. Müh. Erdek Zeytin Tarım Satış Kooperatifi dilekcamuk85@gmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr. Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Malatya mkaracaoglu2000@yahoo.com, Sorumlu Yazar mkaracaoglu2000@yahoo.com

<sup>3</sup> Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi, Sarıçam, Adana demgul1@yahoo.com

bu renklerin beslendikleri bitki özsuğu ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Lindquist, 1998). Genellikle yavaş hareket ederler. Kanatsız formlarının hareket kabiliyeti sınırlıyken, kanatlı formları saatte 1.6-3.2 km uçabilirler (Düzgüneş ve Tuatay, 1956).

Bitkisel üretim yapılan alanlarda özellikle bitkilerin özsuğunu emmeleri sırasında kalite ve verim kayıplarına neden olmalarıyla birlikte çıkarmış oldukları salgılarla (ballımsı madde) bitkide gal oluşumuna, sararmaya, kurumaya, gelişimin yavaşlamasına, durmasına ve aynı zamanda patojen fungusların gelişmesine sebep olabilmektedirler. Üreme güçlerinin çok hızlı olmasının yanında bitki virüs hastalıklarının en önemli taşıyıcısı olmaları nedeniyle iyi bir vektördür (Lodos, 1982; Karacaoğlu ve Satar, 2010).

Yaprak bitlerinin hızlı üreme kapasiteleri, çok sayıda döl vermeleri ve konukçu dizisinin geniş olması nedeniyle mücadelesi oldukça zor olan bir zararlıdır. Kimyasal mücadele, kültürel ve biyolojik yöntemler de dahil olmak üzere mücadele yöntemleri arasında popülasyon seviyelerini baskılamak için kullanılan en önemli yöntemdir (Parrella ve ark., 1999; Satar ve ark., 2018). Mücadelesinde kısa sürede etkili olan sistemik kimyasal ilaçlar uygulanmaktadır. Fakat yoğun ve sürekli kullanılan bu kimyasal ilaçlar, yaprak bitlerinin kimyasala karşı direnç kazanmasına, kalıntı probleminin oluşmasına, yeni zararlıların ortaya çıkmasına ve hedef dışı organizmaların zarar görmesine sebep olmaktadır (Satar ve ark., 2012; Kinley ve ark., 2021). Bu yüzden kimyasal mücadele dışında farklı mücadele metotları önem kazanmaktadır. Bu mücadele metotlarından en çevre dostu olanı biyolojik mücadeledir.

Biyolojik mücadele en kısa tanımıyla “bitkisel üretim yapılan alanlarda ürünün kalitesini ve kantitesini düşürmesine sebep olan zararlı organizmalara karşı faydalı organizmaların kullanılması” olarak tarif edilebilir. Biyolojik mücadele yöntemleri, açık alanlarda ve seralarda yaprak biti mücadelesi için uygulanmaktadır (Zamani ve ark., 2007; Uygun ve ark., 2010). Doğada yaprak bitlerine karşı faydalı organizmalar (predatör, entomopatojen ve parazitoit) başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2013).

Yaprak bitleri üzerinde beslenen ve yaşamını devam ettiren çok sayıda predatör, entomopatojen ve parazitoit tür bulunmakla birlikte, predatörlerden özellikle Cecidiomyiidae, Chrysopidae ve Coccinellidae (Coleoptera) familyaları yaprak bitlerine karşı başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Cecidiomyiidae familyasından *Aphidoletes aphidimyza*

(Rondani) türünün erginleri yaprak bitlerinin ballımsı maddesiyle beslenirken larva dönemleri direkt yaprak bitleriyle beslenir (Mohl, 2020). Chrysopidae familyasından *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neoptera: Chrysopidae) türünün 3. larva dönemi (Liu ve Chen, 2001) ve Coccinellidae familyasından ise hemen hemen bütün türlerin larva ve erginleri olmak üzere bunlardan en etkilisi *Coccinella septempunctata* (L.) (Coccinellidae) olmak üzere bu türün hem ergini hem de larvası yaprak bitleri üzerinde beslenebilmektedir (Triltsch, 2013). Entomopatojen olarak da özellikle funguslar yaprak bitlerinin en önemli doğal düşmanlarıdır. Fungus sporları çimlenip yaprak bitlerinin vücuduna giriş yaparak ve burada çoğalıp zararlının ölümüne sebep olmaktadır. Özellikle entomopatojen fungus olarak *Verticillium lecanii* (Zimm) yaprak bitlere karşı başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Askary ve ark., 1998; Trinh ve ark., 2020). Parazitoitler içerisinde ise Hymenoptera takımından Braconidae, Aphidiidae ve Aphelinidae familyalarında bulunan türlerin yaprak biti popülasyonunu baskı altına alıp hem örtüaltı yetiştiricilikte hem de tarla koşullarında başarılı olmaktadır. Bunlara örnek olarak ticari olarak en yaygın kullanılan *Aphidius colemani* (Viereck) verilebilir (Anonim, 2013).

Yapılan çalışmalar, tüm afit parazitoid türlerinin yalnızca yaprak bitlerini parazitlediği ve uzmanlaşmış bir alt familya olan Aphidiinae'ye (Hymenoptera: Braconidae) ait olduğu ifade edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda bu familyaya bağlı dünya genelinde 505'den fazla tür olduğu bildirilmiştir (Mackauer ve Starý, 1967; Žikić ve ark. 2017). Birçok tür mücadelede yaprak biti türlerine karşı başarıyla kullanılmaktadır (Ramakers ve ark., 1989; van Steenis ve El-Khawass, 1995; Yoldaş ve ark., 2011). Türkiye'de böcek tür sayısı olarak 2024 yılında yapılan bir çalışmada 25 takıma ait 598 familyaya bağlı yaklaşık 38.000 türün bulunduğu ifade edilmiştir (Tezcan 2024). Bu 25 takımdan biri olan Hymenoptera'nın Braconidae familyasında yaprakbitlerini parazitleyen parazitoit tür sayısını 44 olarak bildirilmiştir (Uysal ve ark. 2004).

Ülkemizde tarımsal üretim yapılan pek çok bölgede yaprak biti parazitoitleri tespit edilmiş ve ilgili birçok çalışma yapılmış olsa da son yirmi yıldır yapılan çalışmaları da içeren güncel bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmayla geniş bir literatür araştırması yapılarak afitler üzerinde bugüne kadar belirlenmiş parazitoit türleri, bu türlerin toplandığı lokasyon, toplandığı afit türü ve konukçu bitkiler bir araya getirilip listelenmiştir. Böylece ileride yaprak biti parazitoitleri ile çalışacak araştırmacılara bir kılavuz oluşturulması amaçlanmıştır. Ayrıca, ekonomik

olarak kullanılabilir potansiyel biyolojik mücadele etmenleri ile ilgili de önemli bir veri olacağı düşünülmektedir.

### **Yaprak Biti Türlerindeki Parazitoit Türleri**

Bu çalışma kapsamında 1944-2022 tarihleri arasında yaprak biti ve parazitoit ile ilişkili kaynaklar taranmıştır. Taranan bu kaynaklardan parazitoitlerin elde edildiği yaprak biti türleri, bu yaprak bitlerinin konukçuları ile bulunduğu lokasyonlar Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Ülkemizde 1944-2022 yılları arasında Aphididae familyasına ait yaprak biti türleri üzerinde belirlenmiş parazitoit türleri ve yaprak bitinin belirlendiği konukçuları ile toplandığı lokasyonlar

Parazitoit		Yaprak biti Türü	Konukçu bitki	Konum	Kaynak
Türü	Familyası				
<i>Adialytus ambiguus</i> Haliday	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli		Erzincan	Alaserhat ve Canbay, (2015)
<i>Adialytus salicaphis</i> Fitch	Aphidiidae	<i>Chaitophorus leucomelas</i> Koch	Kara kavak ( <i>Populus nigra</i> L.)	Konya	Şahbaz, (2005)
	Aphidiidae		Ak kavak ( <i>Polusus alba</i> L.)		
	Aphidiidae		Kanada kavağı ( <i>Populus canadensis</i> Moench)		
	Aphidiidae		Kavak ( <i>Populus</i> sp.)		
	Aphidiidae		Ak kavak ( <i>Polusus alba</i> L.)	Ankara	
	Aphidiidae		Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)		
	Braconida	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphidiidae	<i>Pemphigus immunis</i> Buckton	Kara kavak ( <i>Populus nigra</i> L.)	Konya	Şahbaz, (2005)
	Aphidiidae		Kanada kavağı ( <i>Populus canadensis</i> Moench)		
	Aphidiidae		Kavak ( <i>Populus</i> sp.)		
Aphidiidae	<i>Pterocomma pilosum</i> Buckton	Salkım söğüt ( <i>Salix babylonica</i> L)	Erzurum	Kavaz, (2006)	
<i>Adialytus salicaphis</i> Fitch	Aphelinidae	<i>Chaitophorus salijaponicus</i> subs	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		<i>niger</i>			
<i>Adialytus thelaxis</i> (Starý)	Braconidae	<i>Thelaxes sp.</i>			Ergene 2019
<i>Adialytus veronicaecola</i> Starý	Braconidae	<i>Aphis sp.</i>	Meyve bahçesi	Edirne	Çetin Erdoğan ve Akar, (2018)
<i>Alloxista sp.</i>	Aphidiidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)	Erzurum	Narmanlıoğlu ve Güçlü, (2008)
	Aphidiidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.			
	Aphidiidae	<i>Myzaphis rosarum</i> Kaltenbach	Kuşburnu ( <i>Rosa spp.</i> )	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Aphelinus mali</i> Haldeman	Aphelinidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
<i>Aphelinus sp.</i>	Aphelinidae	<i>Aphis affinis</i> del Guercio	Japon nanesi ( <i>Mentha arvensis</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Aphelinidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Aphelinidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Aphelinidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )		
	Aphelinidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. L. )		
	Aphelinidae				
Aphelinidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.		K.K.T.C	Kocadal, (2006)	



	Aphelinidae	<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus			
	Aphelinidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
<i>Aphelinus</i> spp.	Aphelinidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphelinidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Anason ( <i>Pimpinella</i> sp.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Aphelinidae		Kıvrıkcık labada ( <i>Rumex crispus</i> )		
	Aphelinidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Orkide ağacı ( <i>Bauhinia variegata</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphelinidae		Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.)		
	Aphelinidae		Çin gülü ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.)		
	Aphelinidae		Ateş dikenini ( <i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.)		
	Aphelinidae	<i>Aphis nerii</i>	Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Aphelinidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Karabükten ( <i>Rubus caesius</i> L.)		
	Aphelinidae	<i>Aphis rumicis</i>	Labada ( <i>Rumex</i> sp.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphelinidae	<i>Aphis</i> sp.			
	Aphelinidae	<i>Aphis spiraecola</i> Patch	<i>Citrus</i> sp.		
	Aphelinidae	<i>Aphis tirucallis</i> Hille Ris Lambers	Güneş sütleğeni ( <i>Euphorbia helioscopia</i> L.)		
	Aphelinidae	<i>Aphis vallei</i> Hille Ris			

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		Lambers&Stroyan			
	Aphelinidae	<i>Chaitophorus populeti</i> Panzer	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)		
	Aphelinidae	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i> Kirkaldy	Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.)		
<i>Aphidencyrthus</i> sp.	Encyritidae	<i>Aphis illinoisensis</i> Shimer		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
<i>Aphidius artemisicola</i> Tizado et Nunez-Perez	Braconidae	<i>Macrosiphoniella pulvera</i> Walker	Yavşan ( <i>Artemisia</i> sp.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
<i>Aphidius abiectus</i> Haliday	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve Canbay, (2015)
<i>Aphidius absinthii</i> Marshall	Aphidiidae	<i>Chaitophorus</i> sp.	Bayağı yavşan ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Aphidiidae	<i>Macrosiphoniella artemisiae</i> Boyer de Fonscolombe			
	Aphidiidae	<i>Capitophorus inulae</i> Passerini	Antalya	Güleç, (2011)	
	Aphidiidae	<i>Uroleucon (Belochilum) inulae</i> Ferrari			
	Braconidae	<i>Macrosiphoniella sanborni</i> Gillette			Çeşme papatyası ( <i>Chrysanthemum frutescens</i> L.)
<i>Aphidius</i>	Braconidae	<i>Macrosiphum rosae</i>	Gül ( <i>Rosa</i> spp.)		Alaserhat ve

<i>acalephae</i> Marshall		Linnaeus			Güçlü, (2016)
	Braconidae	<i>Myzaphis rosarum</i> Kaltenbach			
<i>Aphidius agulius</i> Mackaeuz	Aphidiidae	<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus	Frenk üzümü ( <i>Ribes aereum</i> Prush)	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Aphidius ambiguus</i> Haliday	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.		Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)		
	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> ) <i>persicae</i> (Sulzer)	Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve Canbay, (2015)
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoffroy.			
<i>Aphidius avenea</i> Haliday	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> ) <i>persicae</i> (Sulzer)			
	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> ) <i>persicae</i> (Sulzer)			
<i>Aphidius banksae</i> Kittel	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Çanakkale Balıkesir	Kök ve Kasap, (2019)
<i>Aphidius colemani</i> Viereck	Aphidiidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris)	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphidiidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Akdeniz kauçuğu ( <i>Ficus nitida</i> B. Heyne)		
	Aphidiidae		Ağaçhatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Aphidiidae		Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)		
	Aphidiidae		Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Aphidiidae		Limon ( <i>Citrus limon</i> L.)	Adana, Mersin, Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Aphidiidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)		
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		
	Aphidiidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Aphidiidae		Altuni taflan ( <i>Euonymus japonica</i> L.)		
	Aphidiidae		Akdeniz kauçuğu ( <i>Ficus nitida</i> B. Heyne)		
	Aphidiidae		Türk şapkası ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> Moc. and Sesse)		
	Aphidiidae		Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)		
	Aphidiidae		Hayıt ( <i>Vitex agnus castus</i> L.)		
	Aphidiidae		Lale ( <i>Tulipa</i> sp.)		
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
	Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
	Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
	Braconidae		Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)		
	Braconidae		Kavak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		

	Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
	Aphidiidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)	İzmir	Yoldaş ve ark., (2002)
	Aphidiidae		Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)		
	Braconidae		Orkide ağacı ( <i>Bauhinia variegata</i> L.)		
	Braconidae		Katalpa ( <i>Catalpa bignonioides</i> Walter)		
	Braconidae		Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)		
	Braconidae		Okalıptus ( <i>Eucalyptus</i> sp)		
	Braconidae		Ağaçhatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)		
	Braconidae		Yol hatmisi ( <i>Hibiscus mutabilis</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Jakaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don)		
	Braconidae		Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indiana</i> L.)		
	Braconidae		Türk şapkası ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> Moc. and Sesse)		
	Braconidae		Kızıl ateş dikenini ( <i>Pyracantha coccinea</i> L.)		
	Braconidae		Şarap asması ( <i>Vitis vinifera</i> L.)		
	Braconidae		Limon ( <i>Citrus lemon</i> L.)	Adana Mersin	
	Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)	Hatay	Satar ve ark., (2014)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> Mill. Pers)		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis nerii</i>	Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)		
Braconidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Japon ayvası ( <i>Chaenomeles japonica</i> )		
Braconidae	<i>Aphis punicae</i> Passerini	Nar ( <i>Punica granatum</i> L)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Küpe çiçeği ( <i>Fuchsia hybrida</i> Hort )		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aulacorthum solani</i>	Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae	Kaltenbach	Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Aphidiidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Portakal nergisi ( <i>Calendula arvensis</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Aphidiidae		Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)		
Aphidiidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> (Mill))		Satar ve ark., (2014)
Braconidae		Deve dikenini ( <i>Silybium marianum</i> L.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
Braconidae			<i>Artemisia santolina</i> Schrenk	

	Braconidae		Kanarya otu ( <i>Senecio vulgaris</i> L.)		
	Braconidae		Papatya ( <i>Anthemis</i> sp.)		
	Aphidiidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Lahanagiller ( <i>Brassica</i> sp.)	Erzurum	Tozlu ve ark., (2002)
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )		Satar ve ark., (2021)
	Aphidiidae	<i>Capitophorus elaeagni</i> del Guercio		Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae	<i>Capitophorus</i> sp.			
	Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Passerini	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach			
	Braconidae	<i>Macrosiphoniella tapuskae</i> Hottes& Frison,	Papatya ( <i>Anthemis</i> sp.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )		Satar ve ark., (2021)
	Aphidiidae	<i>Myzus ornatus</i>	Yol hatmisi ( <i>Hibiscus mutabilis</i> )	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
	Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
	Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
	Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)				
	Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)				
	Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)				
	Aphidiidae		Büyük çiçekli kelebek çalısı ( <i>Abelia grandifolia</i> )	Antalya	Güleç, (2011)		
	Aphidiidae		Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)				
	Aphidiidae		Yol hatmisi ( <i>Hibiscus mutabilis</i> )				
	Aphidiidae		Ağaçhatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)				
	Aphidiidae		Jakaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don)				
	Aphidiidae		Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indiana</i> L.)				
	Aphidiidae		Türk şapkası ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> )				
	Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )				Satar ve ark., (2014)
	Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )				
	Aphidiidae	<i>Myzus varians</i> Davidson	Klematis ( <i>Clematis</i> spp.)			Konya	Say, (2019)
	Aphidiidae	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i>	Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indiana</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)		
	Aphidiidae	<i>Toxoptera aurantii</i>	Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)		
	Aphidiidae	Boyer de		Mersin			
	Aphidiidae	Fonscolombe		Hatay			



Aphidius eadyi Starý Gonzalez&Hall	Aphidiidae	Acyrtosiphon pisum	Bezelye ( <i>Pisum sativum</i> )	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
	Aphidiidae	Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Aphidiidae			Diyarbakır	
	Aphidiidae	Aphis sp.	Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius			
Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer				
Aphidius eadyi Starý Gonzalez&Hall <i>Lysiphlebus fabarum</i> Marshall	Aphidiidae	<i>Brachycaudus</i> sp.	Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
	Aphidiidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
	Aphidiidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
	Aphidiidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Aphidius (Aphidius) eglanteriae Haliday, 1834	Braconidae	<i>Chaetosiphon tetraerhodum</i> (Walker, 1849)	<i>Rosa damascena</i> Miller	Isparta	Barjadze ve ark., (2010)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i>	<i>Prunus cerasus</i> , <i>Rosa damascena</i> Miller	Isparta Ankara	Demirözer ve Karaca, (2014)
Aphidius ervi Haliday	Braconidae	<i>Acyrtosiphon lactucae</i> Passerini	Marul ( <i>Lactuca sativa</i> L.)	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
	Braconidae			Adana	
	Braconidae			Hatay	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae	Acyrtosiphon pisum Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Çanakkale Balıkesir	Kök ve Kasap, (2019)
Braconidae			Ankara	
Braconidae		Mercimek ( <i>Lens esculentus</i> Moench)	Adana, Hatay ve Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Aphidiidae	Aphis craccivora Koch	Kuş Fiği ( <i>Vicia cracca</i> )	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
Braconidae		Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)		
Aphidiidae	Aphis fabae Scopoli	Alman papatyası ( <i>Matricaria chamomilla</i> )	Adana, Mersin ve Hatay	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Aphidiidae		Düğün çiçeği ( <i>Ronunculus</i> sp.)		
Braconidae	Aulacorthum solani Kaltenbach	Berberis ( <i>Berberis thunbergii</i> DC)	Konya	Say, (2019)
Aphidiidae	Dysaphis devectora Walker	Elma ( <i>Malus</i> spp.)		
Aphidiidae	Macrosiphum euphorbiae Thomas	Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	Adana, Hatay, Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Aphidiidae		Katalpa ( <i>Catalpa bignonioides</i> Walter)	Konya	Say, (2021)
Aphidiidae	Metopolophium dirhodum Walker	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Elmalı ve Toros, (1994)
Aphidiidae		Pembe peyzaj gülü ( <i>Rosa</i> spp)	Erzurum	Güçlü ve Özbek, (2002)
Braconidae		Myzus	Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Erzincan

	Braconidae	<i>(Nectarosiphon persicae)</i> Sulzer	Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		ark., (2021)
	Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		
	Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		
	Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)		
	Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
	Aphidiidae				
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Say, (2021)
	Aphidiidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Elmalı ve Toros, (1994)
<i>Aphidius funebris</i> Mackauer	Aphidiidae	<i>Hyperomysuz lactucae</i> Linnaeus	Adi eşek marulu ( <i>Sonchus olearacus</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Adi eşek marulu ( <i>Sonchus olearacus</i> L.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae		Domuz dikenini ( <i>Sonchus</i> sp.)		
	Aphidiidae	<i>Uroleucon (Uromelan) aeneum</i>		Antalya	Güleç, (2011)
	Aphidiidae	<i>Uroleucon sonchi</i> Linnaeus	Eşek marulu ( <i>Sonchus olearacus</i> L.)		
	Braconidae		Eşek marulu ( <i>Sonchus olearacus</i> L.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae		Domuz dikenini ( <i>Sonchus</i> sp.)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae		Akhindiba ( <i>Chondrilla juncea</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Uroleucon</i> sp.	Alakötürüm ( <i>Centaurea urvillei</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae		Akhindiba ( <i>Chondrilla juncea</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae	<i>Liosomaphis berberidis</i> Kaltenbach	Kadın tuzluğu ( <i>Berberis thunbergii</i> )	Kayseri	Öztürk ve Muştu, (2018)
<i>Aphidius (Aphidius) hortensis</i> Marshall, 1896	Braconidae	<i>Liosomaphis berberidis</i> Kaltenbach	Kadın tuzluğu ( <i>Berberis thunbergii</i> )	Kayseri	Öztürk ve Muştu, (2018)
<i>Aphidius matricariae</i> Haliday	Braconidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Papatya ( <i>Anthemis</i> sp.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae	<i>Aphis affinis</i> del Guercio	Japon nanesi ( <i>Mentha arvensis</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana, Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Labada ( <i>Rumex</i> sp.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
	Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)

Braconidae	Aphis gossypii Glover	Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)	
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)			
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)			
Braconidae		Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)			
Braconidae		Kavak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)			
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)			
Braconidae		Küçük Cezayir menekşesi ( <i>Vinca minör</i> )	Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae		Cezayir menekşesi ( <i>Vinca minor</i> L.)			
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					
Braconidae					Limon ( <i>Citrus lemon</i> L.)
Braconidae			Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)		
Braconidae	Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)				
Braconidae	Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> (L.)				

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		Os(b)		
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis illinoisensis</i> Shimer	Bağ ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	Mersin	Yanpar, (2013)
Braconidae	<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Aphidiidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Iğdır	Daşçı ve Güçlü, (2008)
Braconidae	<i>Aphis punicae</i> Passerini	Nar ( <i>Punica granatum</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis umbrellae</i>		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Aphis viticis</i>	Hayıt ( <i>Vitex agnus castus</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Cezayir menekşesi ( <i>Vinca minor</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )		
Braconidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Kiraz eriği ( <i>Prunus cerasifera</i> )		
Braconidae		Damson eriği ( <i>Prunus insititia</i> L.)	Kahramanmaraş	Erkin, (1983)
Braconidae		Japon eriği ( <i>Prunus salicina</i> )		
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		Satar ve ark.,

				(2014)
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Brachycaudus tragopogonis</i>	Sarisalsifin ( <i>Tragopogon pratensis subsp orientalis</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	Kaltenbach	Boz yemlik ( <i>Tragopogon pteroctarpus</i> DC.)		
Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Capitophorus</i> sp.	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		
Braconidae	<i>Diuraphis noxia</i> Kurdjumov	Buğdaygiller (Graminae)		Pike ve Allison, (1991)
Braconidae	<i>Dysaphis pyri</i> Boyer de Fonscolombe	Avrupa armudu ( <i>Pyrus communis</i> L.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae		Ahlat ( <i>Pyrus elaeagrifolia</i> Pall.)		
Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Passerini	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae		Kiraz eriği ( <i>Prunus cerasifera</i> )		
Braconidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )		
Braconidae		Damson eriği ( <i>Prunus insititia</i> L.)		
Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> (L.) Stokes)		
Aphidiidae				
Braconidae	<i>Hyperomysuz</i>	Adi eşek marulu ( <i>Sonchus</i>	Antalya	Güleç, (2011)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	<i>lactucae</i> Linnaeus	<i>olearacus</i> L)		
Braconidae	<i>Liosomaphis berberidis</i> Kaltenbach	Sarı boya çalısı ( <i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt)	Konya	Say, (2021)
Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Böğürtlen ( <i>Rubus</i> sp.)	Kayseri	Öztürk ve Muştı, (2018)
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Manisa,	Yoldaş ve ark., (1990)
Braconidae			Balıkesir,	
Braconidae			Bursa,	
Braconidae		Çanakkale		
Braconidae	<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		
Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)		



	Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
	Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
	Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
	Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
	Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
	Braconidae		Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)		
	Braconidae		Kiraz eriği ( <i>Prunus cerasifera</i> )	İzmir	Erkin, (1983)
	Braconidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )		
	Braconidae		Damson eriği ( <i>Prunus insititia</i> L.)		
	Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)		
	Braconidae		Japon eriği ( <i>Prunus salicina</i> )		
	Braconidae		Tütün ( <i>Nicotiana tabaccum</i> )	Adıyaman	Karaat ve Göven, (1986)
	Braconidae			Diyarbakır	
	Braconidae		Ağaç menekşesi ( <i>Duranta repens</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
	Aphidiidae	<i>Toxoptera aurantii</i>		Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
	Aphidiidae	Boyer de	Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Mersin	
	Aphidiidae	Fonscolombe		Hatay	
<i>Aphidius</i>	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

<i>(Aphidius) microlophii</i> Pennachio ve Tremblay, 1987					Erdoğan, (2017)
<i>Aphidius picipes</i> Nees	Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Buğday ( <i>Triticum</i> sp.)	Gaziantep	Soydanbay, (1976)
	Braconidae				
	Braconidae				
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Tütün ( <i>Nicotiana tabaccum</i> L.)	İzmir	
<i>Aphidius rhopalosiphi</i> De Stefani-Perez	Braconidae	<i>Diuraphis noxia</i> Kurdjumov	Buğdaygiller (Graminae)		Pike ve Allison, (1991)
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Ekmeklik buğday ( <i>Triticum aestivum</i> )	Kahramanmaraş	Aslan, (2002)
	Braconidae		Şeytan mumu ( <i>Typha latifolia</i> L.)		
<i>Aphidius ribis</i> Linnaeus	Braconidae	<i>Chrytomyzus ribis</i> Linnaeus	Bektaşü üzümü ( <i>Ribes</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae		Sarı çiçekli Bektaşü üzümü ( <i>Ribes aureum</i> )	Erzurum	Alaoğlu, (1994)
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Bektaşü üzümü ( <i>Ribes</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Aphidius rosae</i> Haliday	Braconidae	<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus	Kuşburnu ( <i>Rosa canina</i> L.)	Kayseri	Öztürk ve Muştü, (2018)

	Braconidae		Gül ( <i>Rosa</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Sitobion nr. fragariae</i> Walker			
	Braconidae	<i>Cavariella aegopodii</i> Scopoli	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)		
	Braconidae	<i>Cavariella theobaldi</i> Gillette&Bragg			
	Braconidae	<i>Ovatus institus</i> Walker	Ayva ( <i>Cydonia vulgaris</i> L.)		
<i>Aphidius</i> ( <i>Aphidius</i> ) <i>smithi</i> Sharma ve Subba Rao, 1959				Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Aphidius</i> ( <i>Aphidius</i> ) <i>staryi</i> Chen ve Luhman, 1991			<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Kayseri Erzincan	Chen ve ark., (1990)
<i>Aphidius</i> <i>schimitscheki</i> Stazy	Aphidiidae	<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus	Frenk üzümü ( <i>Ribes aereum</i> Prush)	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Aphidius</i> sp.	Aphidiidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Aphidiidae		Dağ gurniği ( <i>Medicago</i> <i>monantha</i> )		
	Aphidiidae		Fiğ ( <i>Vicia</i> sp.)		
	Aphidiidae		Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)		
	Aphidiidae		Koca bakla ( <i>Vicia grandiflora</i> scop var. <i>garveiflora</i> Scop)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Aphidiidae		Üçgül ( <i>Trifolium</i> sp.)		
	Aphidiidae		Kıbrıs baklası ( <i>Vicia cypria</i> Kotschy)		
	Aphidiidae		Yoğurt otu ( <i>Galium aparine</i> L.)		
	Aphidiidae		Geven ( <i>Astragalus</i> sp)		
	Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Karabükten ( <i>Rubus caesius</i> L)		
	Braconidae	<i>Aphis</i> sp.		İzmir	Soydanbay, (1976)
	Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae	<i>Capitophorus similis</i> van der Goot		Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae		Böğürtlen ( <i>Rubus</i> sp.)	Kayseri	Öztürk ve Muştı, (2018)
	Braconidae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Manisa	Yoldaş ve ark., (1990)
	Braconidae			Çanakkale	
	Braconidae			Balıkesir	
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Vişne ( <i>Prunus cerasus</i> L)	Ankara	Özkan ve ark., (2005)
<i>Aphidius</i> spp.	Aphidiidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)	Adana ve Mersin	Hazır ve Ulusoy, (2012)
	Aphidiidae		Nektarin ( <i>Prunus persica nucipersica</i> )		
	Aphidiidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)		
	Aphidiidae		Nektarin ( <i>Prunus persica nucipersica</i> )		

<i>Aphidius transcaspicus</i> Telenga	Braconidae	<i>Aphis nerii</i>	Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)	
	Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)	Muğla	Soydanbay, (1976)	
	Braconidae	<i>Hyalopterus amygdali</i> Blanchard	Badem ( <i>Amygdalus communis</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)	
	Braconidae		Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)	
	Braconidae		Kamış ( <i>Phragmites australis</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
	Braconidae		Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)			
	Braconidae		Çakal eriği ( <i>Prunus spinosa</i> L.)			
	Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)	
	Braconidae		Kayısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)	Diyarbakır		
	Braconidae		<i>Phragmites</i> sp.	Diyarbakır		
	Braconidae				K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Braconidae		<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Şeytan mumu ( <i>Typha latifolia</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)	
<i>Aphidius urticae</i> Haliday	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Ahududu ( <i>Rubus</i> sp.)	Kayseri	Öztürk ve Muştu, (2018)	
<i>Aphidius uzbekistanicus</i> Luzhetzki	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Tavşan arpası ( <i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (link) Arcang	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)	
	Braconidae	<i>Metopolophium</i>	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		<i>dirhodum</i> Walker			Toros, (1999)	
	Braconidae		Arpa ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)	
	Braconidae			Antakya	Sertkaya ve Yiğit, (2002)	
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Ekmeklik buğday ( <i>Triticum aestivum</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
	Braconidae		Şeytan mumu ( <i>Typha latifolia</i> L.)			
	Braconidae	<i>Schizaphis graminum</i> Rondani	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Uysal ve ark., (2004)	
	Braconidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius	Buğday ( <i>Triticum</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
	Braconidae		Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)			
	Braconidae		Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)	
	Braconidae			Antakya	Sertkaya ve Yiğit, (2002)	
	Braconidae		Buğday ( <i>Triticum</i> sp.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)	
<i>Bendrocenus</i> sp.	Aphidiidae			Mürver ( <i>Sambucus nigra</i> L.)	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Binodoxys acalephae</i> Marshall	Braconidae		<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae		<i>Aphis craccivora</i> Koch	Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)

Braconidae		Akasya ( <i>Acacia</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
Braconidae		Bakla ( <i>Vicia faba</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan, (2002)	
Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae		Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	Ankara	Ölmez ve Ulusoy, (2003)	
Braconidae		Kıvırcık labada ( <i>Rumex crispus</i> )	Diyarbakır		
Braconidae		Bakla ( <i>Vicia faba</i> L.)	İzmir	Soydanbay, (1976)	
Braconidae		Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
Braconidae		Köygöçerten ( <i>Cirsium arvense</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)	
Braconidae		Domuz dikenini ( <i>Sonchus</i> sp.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)	
Braconidae		<i>Aphis gossypii</i> Glover	Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
Braconidae				Hatay	
Braconidae	Mersin				
Braconidae	<i>Aphis (Bursaphis) grossulariae</i> Kaltenbach			Starý, (1976)	
Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Avrupa böğürtleni ( <i>Rubus fruticosus</i> L)	Ankara	Aslan, (2002)	
Braconidae	<i>Aphis vallei</i> Hille Ris Lambers&Stroyan	Sütleğen ( <i>Euphorbia</i> sp)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

<i>Binodoxys angelicae</i> Haliday	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris			
	Braconidae		Çit hatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Akasya ( <i>Robinia pseudoecaccia</i> L.)		
	Braconidae		Enginar ( <i>Cynara</i> sp.)		Soydanbay, (1976)
	Braconidae		Fiğ ( <i>Vicia</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae		Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)		
	Braconidae		Meyan ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae		Horoz ibiği ( <i>Amaranthus</i> sp.)		
	Braconidae		Kartopu ( <i>Viburnum</i> spp.)	Konya	Say, (2019)
	Braconidae		<i>Aphis craccivora</i> Koch	Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Kahramanmaraş
	Braconidae	Dağ gurniği ( <i>Medicago monantha</i> )			
	Braconidae	Üçgül ( <i>Trifolium</i> sp.)			
	Braconidae	Kıbrıs baklası ( <i>Vicia cypria</i> Kotschy)			
	Braconidae	Yoğurt otu ( <i>Galium aparine</i> L.)			
	Braconidae	<i>Astragalus</i> sp.			
	Braconidae		Limon ( <i>Citrus lemon</i> L.)	Adana, Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Kartopu çiçeği ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	Kayseri	Öztürk ve Muştı, (2018)
	Braconidae		Kolonya çiçeği ( <i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers)	Antalya	Güleç, (2011)



Braconidae		<i>Citrus</i> spp.		
Braconidae		Benjamin ( <i>Ficus nitida</i> L.)		
Braconidae		Labada ( <i>Rumex</i> sp.)		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis fabae subsp cirsiiacant hoidis</i>	Köygöçerten ( <i>Cirsium arvense</i> (L)Scop)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Aphis fabae subsp solanella</i>		K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae		Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)		
Braconidae		Kavak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
Braconidae		Orkide ağacı ( <i>Bauhinia variegata</i> L.)		
Braconidae	Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)	Antalya		
Braconidae	Çin gülü ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.)	Antalya		
Braconidae	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton	Antalya		
Braconidae	Ateş dikenini ( <i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.)	Antalya		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae			Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
Braconidae		Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Hatay	
Braconidae			Mersin	
Braconidae			Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	Hatay	
Braconidae			Mersin	
Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)	İzmir	Yoldaş ve ark., (2002)
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae		Limon ( <i>Citrus lemon</i> L.)		
Braconidae		Greyfurt ( <i>Citrus paradisi</i> Macf)		
Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)		
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> (L) Obs.)		
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L.)		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		
Braconidae	<i>Aphis nerii</i>	Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Aphis punicae</i> Passerini	Nar ( <i>Punica granatum</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae			Diyarbakır	Düzgüneş ve

Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Avrupa böğürtlenu ( <i>Rubus fruticosus</i> L)	Ankara	ark., (1982)	
Braconidae		Karabükten ( <i>Rubus caesius</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
Braconidae	<i>Aphis rumicis</i>	Labada ( <i>Rumex</i> sp.)	Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Taflan ( <i>Euonymus japonica</i> Thunb.)	Antalya		
Braconidae		Nar ( <i>Punica granatum</i> L)	İzmir		Soydanbay, (1976)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)			Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis spiraeicola</i> Patch	Kolonya çiçeği ( <i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers)	Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae		<i>Citrus</i> sp.			
Braconidae		Sipirya ( <i>Spiraea</i> spp.)			
Braconidae	<i>Aphis umbrella</i>	Çit hatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)			
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)	
Braconidae	<i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)	
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus				
Braconidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Cezayir menekşesi ( <i>Vinca minor</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae		Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> (L) Obs.)		Satar ve ark., (2014)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Brachycaudus persicae</i> Passerini	Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Capitophorus</i> sp.			
Braconidae	<i>Dysaphis pyri</i> Boyer de Fonscolombe	Avrupa armudu ( <i>Pyrus communis</i> Caucasia)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Hayhurstia atriplicis</i> Linnaeus	Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Passerini	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Hyperomysuz lactucae</i> Linnaeus	Ateş dikenini ( <i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon)</i>	Çobançantası ( <i>Capsella bursa- pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>persicae</i> Sulzer		Abelya ( <i>Abelia grandifolia</i> )	

	Braconidae		Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)		
	Braconidae		Çin gülü ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.)		
	Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
	Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> L)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> Blanco)		
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Tinocallis kahawaluokalani</i>	Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
<i>Binodoxys brevicornis</i> Haliday	Braconidae	<i>Hyadaphis coriandri</i> B.Das	Boğa dikenini ( <i>Eryngium campestre</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Binodoxys heraclei</i> Haliday	Braconidae	<i>Cavariella theobaldi</i> Gillette&Bragg	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Passerini	Deligımı ( <i>Anthriscus caucalis</i> M. Bieb.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Aphidiidae	<i>Pterocomma pilosum</i> Buckton	Salkım söğüt ( <i>Salix babylonica</i> L)	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Diaeretiella rapae</i> (M'intosh)	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana, Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Aphidiidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L)	Antalya	Güleç, (2011)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	Aphis gossypii Glover	Greyfurt ( <i>Citrus paradisi</i> )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	Aphis sp.	Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	İzmir	Soydanbay, (1976)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Brachycaudus amygdalinus</i> Schouteden	Badem ( <i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
Aphidiidae	Brevicoryne brassicae Linnaeus	Melez hardal ( <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982), Kılınçer, (1982)
Braconidae		<i>Brassica</i> sp.		
Braconidae		Turp ( <i>Raphanus sativus</i> )	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> )		
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica caulorapa</i> )		
Braconidae		Karnabahar ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> )		
Braconidae		Turp ( <i>Raphanus sativus</i> )		
Braconidae		Yabani hardal ( <i>Sinapis arvensis</i> )	İzmir	Soydanbay,
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> )		

				(1976)
Braconidae				
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Turpgiller ( <i>Brassica</i> spp.)	Erzurum	Avcı ve Özbek, (1991)
Braconidae		Yaprak lahana ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae		Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )		
Braconidae		<i>Crampe</i> sp.		
Braconidae			Mersin Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae		Siyah hardal ( <i>Brassica nigra</i> L.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Capitophorus</i> sp.			
Braconidae	<i>Diuraphis noxia</i> Kurdjumov	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Elmalı ve Toros, (1994)
Braconidae	<i>Dysaphis pyri</i> Boyer de Fonscolombe	Avrupa armudu ( <i>Pyrus communis</i> )	İzmir	Erkin, (1983)
Aphidiidae	<i>Hyadaphis coriandri</i> B.Das	Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i>	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-</i>		Satar ve ark.,

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		Passerini	<i>pastoris</i> L.)		(2021)
	Braconidae	<i>Hyadaphis tataricae</i> Aizenberg	Tatar hanımelı ( <i>Lonicera tatarica</i> )	Ankara Diyarbakır Erzurum İzmir	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae			Adana Konya	
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)
	Aphidiidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Melez hardal ( <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Turp ( <i>Raphanus sativus</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae				
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> )			
	Aphidiidae	<i>persicae</i> Sulzer	Melez hardal ( <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Elmalı ve Toros, (1994);Uysal ve ark., (2004)
	Braconidae		<i>Hordeum</i> spp.		
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Arpa ( <i>Hordeum</i> sp.)	Konya	Uysal ve ark., (2004)
	Braconidae		Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)		
	Braconidae		Kuş yemi ( <i>Phalaris canariensis</i> )		
<i>Ephedrus ambiguus</i> Hedlund	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> )		Adana	Uygun ve ark., (2000)



	Braconidae	<i>persicae</i> Sulzer		Mersin	Uygun ve ark., (2000)
<i>Ephedrus cerasicola</i> Starý	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Ephedrus helleni</i> Mackauer	Braconidae	<i>Cavariella aegopodii</i> Scopoli	Ak söğüt ( <i>Salix alba</i> L.)	Konya	Say, (2019)
<i>Ephedrus (Ephedrus) lacertosus</i> (Haliday, 1833)	Braconidae		<i>Macrosiphum</i> sp.	Gümüşhane	Tomanovic ve ark., (2008)
<i>Ephedrus nacheri</i> Quilis	Braconidae	<i>Hayhurstia atriplicis</i> Linnaeus	Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Ephedrus persicae</i> Froggatt	Braconidae		Çit hatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae		Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)		
	Braconidae		Fiğ ( <i>Vicia sativa</i> L.)		
	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae			Adana	
	Braconidae			Hatay	
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana, Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae			Mersin	Uygun ve ark.,

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae			Adana	(2000)	
Braconidae			Hatay		
Braconidae			Osmaniye		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)	
Braconidae	<i>Aphis fabae subsp cirsiiacant hoidis</i>		Kahramanmaraş	Aslan, (2002)	
Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Bamya ( <i>Hibiscus esculentus</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)	
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae			Adana		
Braconidae			Hatay		
Braconidae			Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae			Greyfurt ( <i>Citrus paradisi</i> )		
Braconidae			Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )		
Braconidae			Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		
Braconidae			Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae		<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		<i>Aphis ruborum</i> Börner	Avrupa böğürtleni ( <i>Rubus fruticosus</i> L)		
Braconidae		<i>Aphis</i> sp.		Antalya	Güleç, (2011)

Braconidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	İzmir	Soydanbay, (1976)
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Osmaniye	
Braconidae			Hatay	
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis spiraeicola</i> Patch	<i>Citrus</i> sp.	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Aphis urticata</i>		Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae		Erik ( <i>Prunus</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Brachycaudus amygdalinus</i> Schouteden	Badem ( <i>Amygdalus communis</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Badem ( <i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Ayı kangalı ( <i>Carduus crispus</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		Satar ve ark., (2014)
Braconidae	<i>Brachycaudus persicae</i> Passerini	Çakal eriği ( <i>Prunus spinosa</i> L.)	Konya	Say, (2019)
Braconidae	<i>Brevicoryne</i>	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-</i>	Adana Mersin	Satar ve ark.,

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		<i>brassicae</i> Linnaeus	<i>pastoris</i> L.)	Hatay	(2021)
Braconidae		<i>Cavariella aegopodii</i> Scopoli	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		<i>Cavariella theobaldi</i> Gillette&Bragg			
Braconidae	<i>Dysaphis devector</i> Walker		Elma ( <i>Malus communis</i> )		
Braconidae			Elma ( <i>Malus communis</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae				Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae				Adana	
Braconidae	<i>Dysaphis (Pomophis) plantaginea</i> Passerini		Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Elma ( <i>Malus</i> spp.)	Konya	Say, (2019)
Braconidae				Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae				Adana	
Braconidae				Hatay	
Braconidae	<i>Dysaphis pyri</i> Boyer de Fonscolombe		Armut ( <i>Pyrus</i> spp.)	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Hayhurstia atriplicis</i>			Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	Linnaeus			Hatay	
Braconidae	<i>Hyadaphis</i> sp.			Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Hyalopterus amygdali</i> Blanchard		Badem ( <i>Amygdalus communis</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae				Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i>		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	Ankara	Düzgüneş ve

	Geoff.			ark., (1982)
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Hatay	
Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas		Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Hatay	
Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Vişne ( <i>Prunus cerasus</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae		Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Çin gülü ( <i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> )	Ankara	Erkin, (1983)
Braconidae		Gülgiller ( <i>Prunus</i> spp.)	İzmir	
Braconidae		Tütün ( <i>Nicotiana tabaccum</i> )	Adıyaman Diyarbakır	Karaat ve Göven, (1986)
Braconidae		Maydanoz ( <i>Petroselinum hortense</i> )	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae		Marul ( <i>Lactuca sativa</i> )		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)				
	Braconidae		Patates ( <i>Solanum tuberosum</i> )				
	Braconidae					Mersin	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae					Adana	
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)		
	Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)		
	Braconidae			Adana			
	Braconidae			Hatay			
	Braconidae			Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)	
	Braconidae		<i>Toxoptera aurantii</i>		Adana	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae	Boyer de		Osmaniye				
Braconidae	Fonscolombe	Hatay					
<i>Ephedrus plagiator</i> Nees	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)		
	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch		Mersin	Uygun ve ark., (2000)		
	Braconidae			Adana			
	Braconidae			Hatay			
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)		
	Braconidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Iğdır	Daşçı ve Güçlü, (2008)		
	Braconidae	<i>Aphis</i> sp.		Mersin	Uygun ve ark., (2000)		
	Braconidae			Adana			
Braconidae	Hatay						

Braconidae			Osmaniye	
Braconidae	<i>Corylobium avellanae</i> Schrank	Adi findık ( <i>Coryllus avellana</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Diuraphis noxia</i> Kurdjumov	Buğdaygiller (Graminae)		Pike ve Allison, (1991)
Braconidae	<i>Dysaphis crataegi</i> Kaltenbach	Alıç ( <i>Crataegus</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Dysaphis devectora</i> Walker	Elma ( <i>Malus communis</i> )		Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Mersin	
Braconidae			Adana	
Braconidae			Mersin	
Braconidae			Adana	
Braconidae			Hatay	
Braconidae	<i>Dysaphis (Pomophis) plantaginea</i> Passerini	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Erik ( <i>Prunus domestica</i> )		Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Mersin	
Braconidae			Adana	
Braconidae			Hatay	
Aphidiidae			Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> )	
Braconidae	<i>Macrosiphum</i> sp.			Starý, (1976)
Braconidae	<i>Rhopalosiphum insertum</i> Walker	Ayva ( <i>Cydonia vulgaris</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch	Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)		
Braconidae	<i>Sitobion avenae</i>	Buğday ( <i>Triticum</i> sp.)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		Fabricius			Toros, (1994)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli		Mersin	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae			Adana	
	Braconidae			Hatay	
	Braconidae			Osmaniye	
	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover		Mersin	
	Braconidae			Adana	
	Braconidae	<i>Aphis urticata</i>		Hatay	
	Braconidae			Adana	
<i>Ephedrus</i> sp.	Aphidiidae	<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus	Frenk üzümü ( <i>Ribes aereum</i> Prush)	Erzurum	Kavaz, (2006)
	Aphidiidae	<i>Pterocomma pilosum</i> Buckton	Salkım söğüt ( <i>Salix babylonica</i> L.)		
<i>Euaphidius cingulatus</i> (Ruthe)	Braconidae	<i>Pterocomma populeum</i> Buckton	Kara kavak ( <i>Populus nigra</i> L.)	Konya	Şahbaz, (2005)
	Braconidae		Kanada kavağı ( <i>Populus canadensis</i> Moench )		
	Braconidae	<i>Tuberolachnus salignus</i> Gmelin	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Lipolexis eracilis</i> Forster	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer	Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve Canbay, (2015)
<i>Lipolexis gracilis</i> Foerster	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	<i>Biber (Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve Canbay, (2015)
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius			



	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer			
	Aphidiidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius	Mürver ( <i>Sambucus nigra</i> L.)	Erzurum	Kavaz, (2006)
<i>Lysiphlebus ambiguus</i> Haliday	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris		Mersin Adana	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae	<i>Aphis affinis</i> del Guercio		Mersin	
	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch		Adana	
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli		Mersin	
	Braconidae	<i>Aphis fabae subsp solanella</i>		Adana	
	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover		Adana	
	Braconidae	<i>Aphis intybi</i> Koch		Mersin	
	Braconidae	<i>Aphis nerii</i>		Ankara	
	Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner		Adana	
	Braconidae			Osmaniye	
	Braconidae			Hatay	
	Braconidae			Mersin	
	Braconidae	<i>Aphis sp.</i>		Adana	
	Braconidae			Osmaniye	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae			Hatay		
	Braconidae	<i>Aphis spiraecola</i> Patch		Mersin		
	Braconidae			Adana		
	Braconidae			Hatay		
	Braconidae			Adana		
	Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus		Mersin		
	Braconidae	<i>Brevicoryne</i> <i>brassicae</i> Linnaeus		Adana		
	Braconidae	<i>Cinara tujaflina</i> Del Guercio		Adana		
	Braconidae	<i>Dysaphis devector</i> Walker		Mersin		
	Braconidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius		Adana		
	Braconidae			Mersin		
	Braconidae			Hatay		
<i>Lysiphlebus cardui</i> Marshall	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Benjamin ( <i>Ficus nitida</i> ) Çit hatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)	
	Braconidae	<i>Aphis hederæ</i>	Şeflera ( <i>Schefflera</i> sp.)			
	Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> ) <i>persicae</i> Sulzer				
	Braconidae					
<i>Lysiphlebus confusus</i> Tremblay and Eady	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Akasya ( <i>Acacia</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
	Braconidae		Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L.)	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)	
	Braconidae		Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Mersin		
	Braconidae			Antakya		
	Braconidae			Limón ( <i>Citrus limon</i> )	Adana, Mersin	Satar ve ark.,
	Braconidae					

Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )	Hatay	(2014)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		
Braconidae	<i>Aphis davletshinae</i> Hille Ris Lambers		Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		Pancar ( <i>Beta vulgaris</i> )		
Braconidae		Köpek üzümü ( <i>Solanum nigrum</i> )	Adana	Zeren ve
Braconidae			Hatay	Düzgüneş,
Braconidae			Mersin	(1983)
Braconidae		Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
Braconidae			Hatay	
Braconidae			Mersin	
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis fabae</i> subsp <i>cirsiiacant</i> Scopoli	Köygeçerten ( <i>Cirsium arvense</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Aphis farinosa</i> Gmelin	Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Bamya ( <i>Hibiscus esculentus</i> )		
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	Hatay	
Braconidae		Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Mersin	
Braconidae			Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae			Hatay	Uygun, (1994)
Braconidae			Mersin	
Braconidae		Pamuk ( <i>Gossypium</i> sp.)	Adana	Atakan ve Özgür, (1994)
Braconidae		Yıllık biber ( <i>Capsicum annuum</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Limon ( <i>Citrus limon</i> )		
Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )		
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae	<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		
Braconidae	<i>Aphis punicae</i> Passerini	Nar ( <i>Punica granatum</i> L)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Karabükten ( <i>Rubus caesius</i> )		
Braconidae		Avrupa böğürtleni ( <i>Rubus fruticosus</i> L)	Kahramanmaraş	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Dolmalık biber ( <i>Capsicum annuum</i> var. <i>Grossum</i> )	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Brachycaudus</i>	Civanperçemi ( <i>Achillea</i>	Kahramanmaraş	Aslan ve ark.,

		<i>helichrysi</i> Kaltenbach	<i>millefolium</i> )		(2004)
	Braconidae		Çakır diken ( <i>Centaurea solstitialis</i> L.)		
	Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		Satar ve ark., (2014)
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Brachycaudus persicae</i> Passerini	<i>Prunus</i> sp.	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Passerini			
	Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach			
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer			
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus			
Braconidae	<i>Toxoptera aurantii</i> Boyer de Fonscolombe	Satsuma mandarini ( <i>Citrus unshiu</i> )	İzmir	Soydanbay, (1976)	
<i>Lysiphlebus fabarum</i> Marshall	Braconidae	<i>Acyrtosiphon</i>		Mersin Adana	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae	<i>lactucae</i> Passerini		Adana	
	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae			Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	Aphis affinis del Guercio	Nane ( <i>Mentha</i> sp.)	Kırıkkale	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae		Labada ( <i>Rumex obtusifolius</i> )	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae				
Braconidae	Aphis craccivora Koch	Bakla ( <i>Vicia faba</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Adana	
Braconidae		Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Meyan ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )		
Braconidae		Beyaz çiçekli yalancı akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae		Dağ gurniği ( <i>Medicago monantha</i> )		
Braconidae		Fiğ ( <i>Vicia</i> sp.)		
Braconidae		Kıbrıs baklası ( <i>Vicia cypria</i> )		
Braconidae		Yoğurt otu ( <i>Galium aparine</i> )		
Braconidae				

Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)		
Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
Braconidae		Börülce ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)		
Braconidae		Benjamin ( <i>Ficus nitida</i> )	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Çit hatmi ( <i>Hibiscus syriacus</i> L.)		
Braconidae		Jakaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don)		
Braconidae		Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)		
Braconidae		Fiğ ( <i>Vicia sativa</i> L.)		
Braconidae		Mor salkım ( <i>Wisteria sinensis</i> (Sims) DC)		
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Osmaniye	
Braconidae			Hatay	
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )	Adana, Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Duvar sarmaşığı ( <i>Hedera helix</i> L.)	Kayseri	Öztürk ve Muştu, (2018)
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)		

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae	Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
Braconidae	Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae	Bakla ( <i>Vicia faba</i> L.)		
Braconidae	Börülce ( <i>Vigna sinensis</i> )		
Braconidae			
Braconidae	Benjamin ( <i>Ficus nitida</i> )	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae			
Braconidae	Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)	Ankara	
Braconidae	Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae	Kıvırcık labada ( <i>Rumex crispus</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae	Anason ( <i>Pimpinella</i> sp.)		
Braconidae	Kıvırcık labada ( <i>Rumex crispus</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae		Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-</i>	Adana Mersin	Satar ve ark.,



		<i>pastoris</i> L.)	Hatay	(2021)
Braconidae	<i>Aphis fabae subsp cirsiiacant</i> Scopoli	Köygöçerten ( <i>Cirsium arvense</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Aphis fabae subsp solanella</i>		Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Hatay	
Braconidae		<i>Aphis frangulea</i>	Mersin	
Braconidae		<i>Aphis frangulea</i>	Adana	
Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Asma ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae		Marul ( <i>Lactuca sativa</i> )		
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae		Ateş dikenini ( <i>Pyracantha</i> spp.)	Konya	Say, (2019)
Braconidae		Bamya ( <i>Hibiscus esculentus</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Hatay	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Braconidae		Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
Braconidae			Hatay	
Braconidae			Mersin	
Braconidae		Pamuk ( <i>Gossypium</i> sp.)	Adana	Atakan ve Özgür, (1994)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae		Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae		Turunç ( <i>Citrus aurantium</i> )	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2014)
Braconidae		Limon ( <i>Citrus limon</i> )		
Braconidae		Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )		
Braconidae		Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> )		
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Aphis intybi</i> Koch	Hindiba ( <i>Cichorium</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		Yaygın hindiba ( <i>Cichorium intybus</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae	<i>Aphis lambersi</i>		Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Zakkum ( <i>Nerium oleander</i> L.)	Kahramanmaraş
Braconidae	<i>Aphis nerii</i>		Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Aphis punicae</i>	Nar ( <i>Punica granatum</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)

	Passerini			
Braconidae	Aphis ruborum Börner	Avrupa böğürtlenu ( <i>Rubus fruticosus</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Kırıkkale	
Braconidae			Mersin	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae			Adana	
Braconidae			Osmaniye	
Braconidae			Hatay	
Braconidae	Aphis solanella Theobald	Köpek üzümü ( <i>Solanum nigrum</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
Aphidiidae	Aphis sp.	Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	Balıkesir	Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)
Aphidiidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
Braconidae			Hatay	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	Aphis spiraeicola Patch	Duvar sarmaşığı ( <i>Hedera helix</i> L.)	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae		Sarı çiçekli yasemin ( <i>Jasminum fruticans</i> L.)		
Braconidae		Sipirya ( <i>Spirea</i> spp.)		
Braconidae		Citrus sp.	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
Braconidae			Hatay	
Braconidae			Mersin	
Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae	<i>Aphis tirucallis</i> Hille Ris Lambers	Sütleşen ( <i>Euphorbia</i> sp)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)	
Braconidae	<i>Aphis umbrella</i>		Adana	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae			Adana		
Braconidae	<i>Aphis urticata</i>		Hatay		
Braconidae	<i>Aphis viticis</i>		Mersin		
Braconidae			Adana		
Braconidae			Osmaniye		
Braconidae			Hatay		
Braconidae	<i>Aploneura lentisci</i>		Mersin Adana		
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus		Eşek dikenini ( <i>Carduus</i> sp.)		Konya
Braconidae		Sirken ( <i>Chenopodium album</i> L)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)	
Braconidae		Boğa dikenini ( <i>Eryngium campestre</i> )			
Braconidae		Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)	
Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae			Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae		<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Civanperçemi ( <i>Achillea millefolium</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae			Çakır dikenini ( <i>Centaurea solstitialis</i> L)		
Braconidae		<i>Brachycaudus</i> sp.	Boğa dikenini ( <i>Eryngium campestre</i> )		
Braconidae			Adana	Uygun ve ark.,	

				(2000)
Braconidae	<i>Brachycaudus tragopogonis</i> Kaltenbach	Keçi sakalı ( <i>Tragopogon sp</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Capitophorus elaeagni</i> del Guercio	Hindiba ( <i>Cichorium sp.</i> )		
Braconidae	<i>Cavariella aegopodii</i> Scopoli	Havuç ( <i>Daucus sp</i> )		
Braconidae	<i>Cinara tujafilina</i> Del Guercio		Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae	<i>Dysaphis devectora</i>		Mersin	
Braconidae	Walker		Adana	
Braconidae	<i>Dysaphis(Pomophis) plantaginea</i> Passerini	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
Braconidae		Mersin	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae		Adana		
Braconidae		Hatay		
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Gülgiller ( <i>Prunus spp.</i> )	İzmir	Erkin, (1983)
Braconidae	<i>Lipaphis erysimi</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon)</i>	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Adana Mersin Hatay	

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

Braconidae	<i>persicae</i> Sulzer	Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)	
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)			
Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)			
Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)			
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)			
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)			
Braconidae		Acemborusu ( <i>Campsis</i> sp.)	Antalya	Güleç, (2011)	
Braconidae		Sarı çiçekli yasemin ( <i>Jasminum fruticans</i> L.)			
Braconidae			Tütün ( <i>Nicotiana tabaccum</i> )	Adıyaman Diyarbakır	Karaat ve Göven, (1986)
Braconidae			Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)	
Braconidae			Mersin		
Braconidae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> Fitch		Mısır ( <i>Zea mays</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)
Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i> Linnaeus			Adana	Uygun ve ark., (2000)
Braconidae				Mersin	
Braconidae				Hatay	
Braconidae			Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)

	Braconidae	<i>Rhopalosiphum</i> sp.		Adana	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Elmalı ve Toros, (1994)
	Braconidae			Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)
	Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae		Mersin		
	Braconidae		Hatay		
	Braconidae		<i>Tinocallis kahawaluokalani</i>	Oya ağacı ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.)	Antalya
	Braconidae	<i>Toxoptera aurantii</i> Boyer de Fonscolombe	Akdeniz mandalinası ( <i>Citrus deliciosa</i> Blanco )	Muğla	Soydanbay, (1976)
	Braconidae		Satsuma mandarini ( <i>Citrus unshiu</i> )		
	Braconidae		Turunçgil ( <i>Citrus</i> spp.)	Adana	Yumruktepe ve Uygun, (1994)
	Braconidae			Hatay	
	Braconidae			Mersin	
	Braconidae			Adana	Uygun ve ark., (2000)
	Braconidae			Osmaniye	
	Braconidae		Hatay		
	Braconidae		<i>Uroleucon (Belochilum) jaceae</i> Linnaeus	Kangal ( <i>Onopordum anatolicum</i> )	Kahramanmaraş
<i>Lysiphlebus</i> sp.	Braconidae	<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbach	Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb)		Satar ve ark., (2014)
	Braconidae	<i>Macrosiphum</i>	Domates ( <i>Lycopersicum</i>	Manisa	Yoldaş ve ark.,

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae	<i>euphorbiae</i> Thomas	<i>esculentum</i> Mill.)	Balıkesir	(1990)
	Braconidae			Bursa	
	Braconidae			Çanakkale	
<i>Lysiphlebus (Phlebus) fritzmuelleri</i> Mackauer, 1960	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Lysiphlebus testaceipes</i> Cresson	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Doğu kartopu ( <i>Viburnum orientale</i> )	Kayseri	Öztürk ve Muştı, (2018)
	Braconidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> )		Atak, (1979)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
<i>Monoctonus (Monoctonus) crepidis</i> (Haliday, 1834)	Braconidae	<i>Nasonovia</i> spp.		Kastamonu	Tomanovic ve ark., (2008)
<i>Monoctonus mali</i> van Aelterberg	Braconidae	<i>Ovatus institus</i> Walker	Ayva ( <i>Cydonia vulgaris</i> )	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
<i>Paralipsis</i> spp.	Braconidae	<i>Forda formicaria</i> von Heyden	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Konya	Say, (2019)
<i>Pauesia abietis</i> Marshall	Braconidae	<i>Cinara maritima</i> Dufour	Çam ( <i>Pinus</i> sp.)		Schimitsche, (1944)
	Braconidae				



<i>Pauesia (Pauesia) anatolica</i> Michelena, Assael ve Mendel, 2005	Braconidae	<i>Cinara cedri</i> Mimeur1936	Sedir ( <i>Cedrus libani</i> )	Adana, Mersin, Osmaniye, NiğdeKaraman, Ankara	Aytar, F. (2006).
<i>Pauesia picta</i> Haliday	Braconidae	<i>Cinara pini</i> Linnaeus	Karaçam ( <i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
<i>Pauesia silana</i> Tremblay	Braconidae	<i>Cinara pinea</i> Mordvilko	Kızıлчаam ( <i>Pinus brutia</i> Ten)	Antalya Diyarbakır	Güleç, (2011)
	Braconidae		Söğüt ( <i>Salix</i> sp.)		
<i>Pauesia</i> sp.	Braconidae	<i>Cinara cedri</i> Mimeur	Lübnan sediri ( <i>Cedrus libani</i> A.Rich)	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
<i>Pauesia</i> spp.	Braconidae	<i>Cinara cedri</i> Mimeur	Lübnan sediri ( <i>Cedrus libani</i> A.Rich)	Konya	Say, (2019)
	Braconidae	<i>Cinara confinis</i> Koch			
	Braconidae	<i>Cinara pini</i> Linnaeus	Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold)		
<i>Pauesia unilachni</i> Gahan	Braconidae	<i>Eulachnus rileyi</i> Williams	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L)	Erzurum	Kavaz, (2006)
	Braconidae	<i>Schizolachnus pineti</i> Fabricius	Çam ( <i>Pinus</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
<i>Praon abjectum</i> Haliday	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Yalancı yasemin ( <i>Philadelphus coronarius</i> )	Kayseri	Öztürk ve Muştı, (2018)
<i>Praon athenaeum</i> Kavallieratos ve Lykouressis, 2000	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Praon dorsale</i> (Haliday)	Aphidiidae	<i>Brachycaudus cardui</i> Linnaeus	Kayıısı ( <i>Prunus armeniaca</i> L.)	Erzurum	Narmanlıoğlu ve Güçlü, (2008)
	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae	<i>Metopolophium dirhodum</i> Walker	Pembe peyzaj gülü ( <i>Rosa spp</i> )	Erzurum	Güçlü ve Özbek, (2002)
	Braconidae		Meyland gülü ( <i>Rosa meiland</i> )	Konya	Say, (2019)
	Braconidae	<i>Myzus cerasi</i> Fabricius	Kiraz ( <i>Prunus avium</i> L.)	Erzincan	Alaserhat, (2021)
	Braconidae	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i> Sulzer			
<i>Praon exsoletum</i> Nees	Braconidae	<i>Therioaphis trifolii</i> Monell	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)		Van den Bosch, (1957)
<i>Praon flavinode</i> (Haliday, 1833)	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Praon longicorne</i> Marshall, 1896	Braconidae	<i>Macrosiphum sp.</i>		Sinop Kastomonu	Tomanovic ve ark., (2008)
<i>Praon nonveilleri</i> Tomanović ve Kavallieratos, 2003	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Praon pubescens</i> Starý, 1961	Braconidae			Kastomonu	Tomanovic ve ark., (2008)
<i>Praon uroleucon</i> Tomanović ve Kavallieratos, 2003	Braconidae			Edirne	Akar ve Çetin Erdoğan, (2017)
<i>Praon sp.</i>	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)

	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i>	Yalancı akasya ( <i>Robinia</i> sp.)		
	Braconidae	Koch		Kahramanmaraş	Aslan, (2002)
	Braconidae	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Acyrtosiphon ilka</i> Mordvilko	Kırmızı boynuzlu gelincik ( <i>Glaucium corniculatum</i> )	Kahramanmaraş	Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae	<i>Aphis ruborum</i> Börner	Avrupa böğürtleni ( <i>Rubus fruticosus</i> L)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Dysaphis (Pomophis) plantaginea</i> Passerini	Elma ( <i>Malus communis</i> )		
	Braconidae	<i>Hyalopterus amygdali</i> Blanchard	Badem ( <i>Prunus amygdalus</i> )		
	Braconidae	<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus	Gül ( <i>Rosa</i> sp.)	İzmir	Soydanbay, (1976)
<i>Praon valucere</i> Haliday	Braconidae	<i>Acyrtosiphon lactucae</i> Passerini	Yabani marul ( <i>Lactuca scariola</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae			Antalya	Güleç, (2011)
	Braconidae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris	Fiğ ( <i>Vicia sativa</i> L.)	Mersin	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
	Braconidae		Fiğ ( <i>Vicia</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Aphis craccivora</i> Koch	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
	Braconidae		Ak söğüt ( <i>Salix alba</i> L.)	Konya	Say, (2019)
	Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-</i>	Adana, Mersin	Satar ve ark.,

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

			<i>pastoris</i> L.)	Hatay	(2014)
Braconidae				Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae			Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
Braconidae			Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		<i>Aphis fabae</i> Scopoli	Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
Braconidae			Krizantem ( <i>Chrysanthemum sp</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae			Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		Alaserhat ve Canbay, (2015)
Braconidae			Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)		
Braconidae			Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae			Kavun ( <i>Cucumis melo</i> L.)		
Braconidae			Bamya ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae			Kavak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		
Braconidae		<i>Aphis gossypii</i> Glover	Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
Braconidae			Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		Alaserhat, (2021)
Braconidae					Alaserhat ve Canbay, (2015)
Braconidae			Mandalina ( <i>Citrus reticulata</i> )		Satar ve ark., (2014)
Braconidae			Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)

Braconidae	<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		
Braconidae	<i>Aphis pomi</i> De Geer	Elma ( <i>Malus communis</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Aphis solanella</i> Theobald	Yerli asma ( <i>Vitis vinifera</i> )		
Braconidae	<i>Aphis</i> sp.	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae		<i>Citrus</i> sp.	Antalya	Güleç, (2011)
Braconidae	<i>Aphis spiraeicola</i> Patch	Hıyar ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)		
Braconidae	<i>Brachycaudus amygdalinus</i> Schouteden	Badem ( <i>Prunus amygdalus</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae	<i>Brachycaudus cardui</i>	Erik ( <i>Prunus domestica</i> )		
Braconidae	Linnaeus	Aspir ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.)	Konya	Say, (2019)
Braconidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> Linnaeus	Lahana ( <i>Brassica oleracea</i> )	Ankara	Kılınçer, (1982)
Braconidae		Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Aphidiidae	<i>Chaetosiphon tetrarhodum</i> Walker	Kuşburnu ( <i>Rosa</i> spp.)	Erzurum	Kavaz, (2006)
Braconidae	<i>Cinara tujaefilina</i> Del Guercio	Doğu mazısı ( <i>Thuja orientalis</i> L.)	Konya	Say, (2019)
Aphidiidae	<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus	Frenk üzümü ( <i>Ribes aereum</i> Prush)	Erzurum	Kavaz, (2006)
Braconidae	<i>Diuraphis noxia</i>	Buğdaygiller (Graminae)		Pike ve

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

		Kurdjumov			Allison, (1991)		
Braconidae		<i>Eriosoma</i> sp.		K.K.T.C	Kocadal, (2006)		
Aphidiidae	<i>Hyalopterus pruni</i> Geoff.	Erik ( <i>Prunus domestica</i> )	Erzurum	Ankara	Narmanlıoğlu ve Güçlü, (2008)		
Braconidae					Düzgüneş ve ark., (1982)		
Aphidiidae					Daşçı ve Güçlü, (2008)		
Braconidae	<i>Hyperomysuz lactucae</i> Linnaeus	Adi eşek marulu ( <i>Sonchus olearacus</i> L)	Ankara		Düzgüneş ve ark., (1982)		
Braconidae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Erzincan		Alaserhat ve ark., (2021)		
Braconidae					Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Alaserhat ve ark., (2021)	
Aphidiidae					Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)		
Aphidiidae			Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Balıkesir		Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)	
Aphidiidae			Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)			Ayyıldız ve Atlıhan, (2006)	
Braconidae			Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	Mersin		Zeren ve Düzgüneş, (1983)	
Braconidae						Manisa	Yoldaş ve ark., (1990)
Braconidae						Balıkesir	

Braconidae			Bursa	
Braconidae			Çanakkale	
Braconidae	<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus	Kuşburnu ( <i>Rosa canina</i> L.)	Kayseri	Öztürk ve Muştu, (2018)
Braconidae		Gül ( <i>Rosa</i> sp.)	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
Braconidae		Meyland gülü ( <i>Rosa meiland</i> )	Konya	Say, (2019)
Braconidae			K.K.T.C	Kocadal, (2006)
Braconidae				Alaserhat ve Güçlü, (2016)
Braconidae		<i>Myzaphis rosarum</i> Kaltenbach	Gül ( <i>Rosa</i> spp.)	Ankara
Aphidiidae	Erzurum			Kavaz, (2006)
Braconidae	<i>Myzus</i> ( <i>Nectarosiphon</i> ) <i>persicae</i> Sulzer	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
Braconidae		Fasulye ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Erzincan	Alaserhat ve ark., (2021)
Braconidae		Patlıcan ( <i>Solanum melongena</i> L.)		
Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)		
Braconidae		Kabak ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)		
Braconidae		Domates ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)		
Braconidae		Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)		
Braconidae		Şeftali ( <i>Prunus persicae</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)

Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri

	Braconidae		Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	Adana	Zeren ve Düzgüneş, (1983)
	Braconidae	<i>Rhopalosiphum padi</i>	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)
	Braconidae	Linnaeus	Çobançantası ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)		Satar ve ark., (2021)
	Braconidae	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius	Buğday ( <i>Triticum</i> spp.)	Tekirdağ	Özder ve Toros, (1999)
	Braconidae		Buğday ( <i>Triticum</i> sp.)	Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae		Buğday ( <i>Triticum vulgare</i> )	Ankara	Düzgüneş ve ark., (1982)
	Braconidae	<i>Uroleucon</i> ( <i>Lambersius</i> ) <i>erigeronense</i>	Yapışkan anduz otu ( <i>Înula viscosa</i> (L.) Aiton)	Antalya	Güleç, (2011)
<i>Praon yomenae</i> Takada	Braconidae	<i>Uroleucon</i> ( <i>Belochilum</i> ) <i>jaceae</i> Linnaeus	Denizgeveni ( <i>Centaurea spinosa</i> L )	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
<i>Pseudopraon mindariphagum</i> Stary	Braconidae	<i>Mindarus abietinus</i> Koch	Lübnan sediri ( <i>Cedrus libani</i> A.Rich)	Konya	Say, (2019)
<i>Toxares deltiger</i> (Haliday, 1833)	Braconidae			Bayburt	Tomanovic ve ark., (2008)
<i>Trioxys complanatus</i> Quilis	Braconidae	<i>Therioaphis trifolii</i> Monell	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.)	Ankara	Van den Bosch, (1957)



<i>Trioxys curvicaudus</i> Mackauer	Braconidae	<i>Eucallipterus tiliae</i> Linnaeus	Ihlamur ( <i>Tilia</i> spp.)	Konya	Say, (2019)
<i>Trioxys (Trioxys) humuli</i> Mackauer, 1960	Braconidae	<i>Chaetosiphon tetrarhodum</i>	Rosa canina	Erzurum	Güçlü ve ark., (2015)
<i>Trioxys (Trioxys) longicaudi</i> Starý, 1978	Braconidae	<i>Hyalopterus pruni</i>	Erik ( <i>Prunus domestica</i> ,) Şeftali ( <i>Prunus persica</i> )	Erzurum	Narmanlıoğlu, (2013)
<i>Trioxys pallidus</i> Haliday <i>Trioxys pallidus</i> Haliday	Braconidae	<i>Tuberculatus moerickei</i> Hille Ris Lambers	Meşe ( <i>Quercus</i> sp.)	Çanakkale	Kök ve Tomanovic, (2022)
	Braconidae	<i>Chromaphis juglandicola</i> Kaltenbach	Ceviz ( <i>Juglans regia</i> L)		Aslan ve ark., (2004)
	Braconidae			Diyarbakır	Ölmez ve Ulusoy, (2003)
	Braconidae			Kahramanmaraş	Starý, (1976)
<i>Trioxys</i> sp.	Aphidiidae	<i>Chaetosiphon tetrarhodum</i> Walker	Kuşburnu ( <i>Rosa</i> spp.)	Erzurum	Kavaz, (2006)
	Braconidae	<i>Hyadaphis coriandri</i> B.Das	Boğa dikeneni ( <i>Eryngium campestre</i> )	Ankara	Starý, (1976)
	Aphidiidae	<i>Myzaphis rosarum</i> Kaltenbach		Erzurum	Kavaz, (2006)

## Takım: Hymenoptera

### A. Familya: Aphelinidae

1. ***Aphelinus mali* Haldeman:** *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021)

2. ***Adialytus salicaphis* Fitch:** *Chaitophorus salijaponicus subs niger* (Ölmez ve Ulusoy, 2003)

3. ***Aphelinus* sp:** *Aphis affinis* del Guercio (Aslan ve ark., 2004), *Aphis fabae* Scopoli (Kocadal, 2006), *Aphis gossypii* Glover (Satar ve ark, 2014; Satar ve ark, 2021; Kocadal, 2006), *Hyalopterus pruni* Geoff (Kocadal, 2006), *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Kocadal, 2006)

4. ***Aphelinus* spp:** *Aphis craccivora* Koch (Güleç, 2011), *Aphis fabae* Scopoli (Aslan ve ark., 2004), *Aphis gossypii* Glover (Güleç, 2011), *Aphis nerii* (Aslan ve ark., 2004), *Aphis ruborum* Börner (Aslan ve ark., 2004), *Aphis rumicis* (Güleç, 2011), *Aphis* sp (Güleç, 2011), *Aphis spiraecola* Patch (Güleç, 2011), *Aphis vallei* Hille Ris Lambers&Stroyan (Güleç, 2011), *Chaitophorus populeti* (Güleç, 2011), *Tinocallis kahawaluokalani* (Güleç, 2011),

### B. Familya: Aphidiidae

1. ***Alloxista* sp:** *Myzaphis rosarum* Kaltenbach (Kavaz, 2006), *Hyalopterus pruni* Geoff (Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2008), *Brachycaudus cardui* Linnaeus (Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2008)

2. ***Aphidius agulius* Mackauez:** *Cryptomyzus ribis* Linnaeus (Kavaz, 2006)

3. ***Bendrocnus* sp:** *Sitobion avenae* Fabricius (Kavaz,2006)

4. ***Ephedrus* sp:** *Cryptomyzus ribis* Linnaeus (Kavaz, 2006)

### C. Familya: Braconidae

1. ***Adialytus ambiguus* Haliday:** *Aphis fabae* Scopoli (Alaserhat ve Canbay, 2015), *Hyalopterus pruni* Geoff (Alaserhat, 2021), *Myzus cerasi* Fabricius (Alaserhat, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat, 2021; Alaserhat ve Canbay, 2015)

2. ***Adialytus Salicaphis* Fitch:** *Pemphigus immunis* Buckton (Şahbaz, 2005), *Pterocomma pilosum* Buckton (Kavaz, 2006), *Chaitophorus leucomelas* Koch (Ölmez ve Ulusoy, 2003; Şahbaz, 2005)

3. ***Adialytus thelaxis* (Starý) *Thelaxes* sp.** (Ergene, 2019)
4. ***Aphidius abiectus* Haliday: *Myzus (Nectarosiphon) persicae*** Sulzer (Alaserhat ve Canbay, 2015),
5. ***Aphidius absinthii* Marshall: *Capitophorus inulae* (Güleç, 2011), *Chaitophorus sp* (Aslan ve ark., 2004), *Macrosiphoniella artemisiae* Boyer de Fonscolombe (Aslan ve ark., 2004), *Macrosiphoniella sanborni* (Güleç, 2011), *Uroleucon (Uromelan) aeneum* (Güleç, 2011)**
6. ***Aphidius artemisicola* Tizado et Nunez-Perez: *Macrosiphoniella pulvera*** Walker (Kök ve Tomanovic, 2022),
7. ***Aphidius avenea* Haliday: *Hyalopterus pruni*** Geoff (Alaserhat,2021), *Myzus cerasi* Fabricius Alaserhat, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat, (2021),
8. ***Aphidius banksae* Kittel: *Acyrthosiphon pisum*** Harris (Kök ve Kasap, 2019),
9. ***Aphidius colemani* Viereck :** *Acyrthosiphon pisum* Harris (Güleç, 2011), *Aphis craccivora* Koch ( Satar ve ark, 2014; Satar ve ark, 2021), Ölmez ve Ulusoy, 2003; Güleç, 2011), *Aphis fabae* Scopoli (Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), *Aphis gossypii* Glover ( Alaserhat ve ark, 2021;Yoldaş ve ark.,ve ark., 2002), *Aphis nerii* (Güleç, 2011), *Aphis pomi* De Geer ( Güleç, 2011), *Aphis punicae* Passerini ( Güleç, 2011), *Aphis sp* (Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), *Aulacorthum solani* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Brachycaudus cardui* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Güleç, 2011; Ölmez ve Ulusoy,2003; Satar ve ark, 2014; Kök ve Tomanovic, 2022; Ölmez ve Ulusoy, 2003;Güleç, 2011), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus ( Satar ve ark, 2021; Tozlu ve ark.,ve ark., 2002), *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Satar ve ark, 2021), *Macrosiphoniella tapuskae* Hottes& Frison ( Kök ve Tomanovic, 2022), *Capitophorus elaeagni* del Guercio (Güleç, 2011), *Capitophorus sp* (Satar ve ark, 2021), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Myzus cerasi* Fabricius (Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Alaserhat ve ark, 2021; Güleç, 2011; Satar ve ark, 2014; Satar ve ark, 2021 ), *Myzus ornatus* ( Güleç, 2011), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe ( Yumruktepe ve Uygun, 1994), *Tinocallis kahawaluokalani* ( Güleç, 2011), *Myzus varians* Davidson ( Say, 2019),
10. ***Aphidius eadyi* Starý Gonzalez &Hall: *Acyrthosiphon pisum*** Harris (Ölmez ve Ulusoy, 2003; Ayyıldız ve Atlıhan, 2006), *Brachycaudus sp* (Ayyıldız ve Atlıhan, 2006), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Alaserhat, 2021),

*Myzus cerasi* Fabricius (Alaserhat, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Alaserhat, 2021)

**11. *Aphidius (Aphidius) eglanteriae* Haliday, 1834:** *Chaetosiphon tetraerhodum* (Walker, 1849) (Barjadze ve ark., 2010) *Myzus cerasi* Fabricius (Demirözer ve Karaca, 2014)

**12. *Aphidius ervi* Haliday:** *Acyrtosiphon lactucae* Passerini (Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Acyrtosiphon pisum* Harris (Kök ve Kasap, 2019), *Aphis craccivora* Koch ( Alaserhat ve ark, 2021; Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Aphis fabae* Scopoli ( Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Aulacorthum solani* Kaltenbach (Say, 2019), ), *Dysaphis devectora* Walker ( Say, 2021), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Zeren ve Düzgüneş, 1983; Say,2021), *Metopolophium dirhodum* Walker (Güçlü ve Özbek, 2002; Elmalı ve Toros, 1994), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat ve ark, 2021; Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Say, 2021), *Sitobion avenae* Fabricius ( Elmalı ve Toros, 1994 )

**13. *Aphidius funebris* Mackauer:** *Hyperomyzus lactucae* Linnaeus (Güleç, 2011; Kök ve Tomanovic, 2022), *Uroleucon sonchi* Linnaeus (Güleç, 2011; Kök ve Tomanovic 2022, Düzgüneş ve ark., 1982), *Uroleucon sp* (Aslan ve ark., 2004)

**14. *Aphidius hortensis* Marshall:** *Liosomaphis berberidis* Kaltenbach (Öztürk ve Muştu, 2018)

**15. *Aphidius matricariae* Haliday :** *Aphis affinis* del Guercio ( Aslan ve ark.,ve ark.,2004), *Aphis fabae* Scopoli(Güleç, 2011; Kocadal, 2006; Satar ve ark, 2021; Alaserhat ve ark, 2021), *Aphis gossypii* Glover ( Alaserhat ve ark, 2021;Güleç, 2011; Satar ve ark, 2014), *Aphis illinoisensis* Shimer (Yanpar, 2013), *Aphis punicae* Passerini ( Güleç, 2011), *Aphis sp* (Satar ve ark,2021), *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Aphis craccivora* Koch (Satar ve ark, 2021), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Brachycaudus cardui* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Capitophorus sp* (Satar ve ark, 2021), *Hyadaphis foeniculi* Passerini ( Satar ve ark, (2021), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Satar ve ark, 2021; Alaserhat ve ark, 2021), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Satar ve ark , 2021), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach ( Alaserhat ve ark, 2021), *Hyalopterus pruni* Geoff (Daşçı ve Güçlü, 2008)

**16. *Aphidius (Aphidius) microlophii* Pennachio ve Tremblay, 1987:** (Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)

- 17. *Aphidius picipes* Nees:** *Aphis sp* (Soydanbay,1976), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Soydanbay, 1976)
- 18. *Aphidius rhalposiphi* de Stefani-Perez:** *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Pike ve Allison, 1991), *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Kocadal, 2006), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Aslan, 2002)
- 19. *Aphidius ribis* Linnaeus:** *Chrytomyzus ribis* Linnaeus (Düzgüneş ve ark., 1982); (Alaoğlu,1994)
- 20. *Aphidius rosae* Haliday:** *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Öztürk ve Muştı, 2018), *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Düzgüneş ve ark.,1982), *Sitobion nr. Fragariae* Walker (Düzgüneş ve ark., 1982)
- 21. *Aphidius salicis* Haliday:** *Cavariella aegopodii* Scopoli (Düzgüneş ve ark., 1982), *Cavariella theobaldi* Gillette&Bragg (Düzgüneş ve ark.,1982), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Güleç, 2011), *Ovatus institus* Walker (Düzgüneş ve ark.,1982)
- 22. *Aphidius schimitscheki* Stazy:** *Cryptomyzus ribis* Linnaeus (Kavaz, 2006), *Aphis umbrella* (Kocadal, 2006), *Aphis viticis* (Güleç, 2011), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Güleç, 2011; Erkin, 1983; Satar ve ark.,2014; Kocadal, 2006), *Brachycaudus tragopogonis* Kaltenbach (Aslan ve ark.,2004), *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Pike ve Allison, 1991), *Dysaphis pyri* Boyer de Fonscolombe (Erkin, 1983), *Hyalopterus pruni* Geoff. ( Erkin, 1983), *Hyperomysuz lactucae* Linnaeus ( Güleç, 2011), *Liosomaphis berberidis* Kaltenbach ( Say, 2021 ), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas ( Öztürk ve Muştı,2018), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas ( Yoldaş ve ark.,ve ark., 1990 ), *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Kocadal, 2006), *Myzus cerasi* Fabricius (Erkin, 1983 ), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Ayyıldız ve Atlıhan, 2006; Erkin, 1983; Karaat ve Göven,1986; Ölmez ve Ulusoy, 2003; Kocadal,2006), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Kocadal, 2006), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe ( Yumruktepe ve Uygun, 1994 ),
- 23. *Aphidius (Aphidius) smithi* Sharma ve Subba Rao:** Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)
- 24. *Aphidius (Aphidius) staryi* Chen ve Luhman, 1991:** *Acyrthosiphon pisum* Harris (Chen ve ark., 1990).
- 25. *Aphidius sp:*** *Aphis craccivora* Koch (Aslan ve ark., 2004), *Aphis ruborum* Börner (Aslan ve ark., 2004), *Aphis sp* (Soydanbay,1976), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Ölmez ve Ulusoy,2003), *Capitophorus*

*similis* van der Goot (Kök ve Tomanovic, 2022), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Yoldaş ve ark., 1990), *Myzus cerasi* Fabricius (Özkan ve ark, 2005)

**26. *Aphidius spp:*** *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Hazır ve Ulusoy, 2012), *Hyalopterus pruni* Geoff. ( Hazır ve Ulusoy, 2012)

**27. *Aphidius transcaspicus* Telenga:** *Aphis nerii* (Güleç, 2011), *Aphis sp* (Soydanbay,1976), *Hyalopterus amygdali* Blanchard (Aslan ve ark., 2004), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Aslan ve ark., 2004; Güleç, 2011; Erkin,1983; Ölmez ve Ulusoy,2003), *Hyalopterus pruni* Geoff (Kocadal, 2006), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Satar ve ark, 2021), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Aslan ve ark., 2004)

**28. *Aphidius urticae* Haliday:** *Aphis gossypii* Glover (Öztürk ve Muştu, 2018)

**29. *Aphidius uzbekistanicus* Luzhetskii :** *Metopolophium dirhodum* Walker ( Önder ve Toros, 1999; Arslan ve ark., 2004), *Rhopalosiphum maidis* Fitch ( Özder ve Toros,1999), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Sertkaya ve Yiğit, 2002), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Aslan ve ark., 2004), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Kök ve Tomanovic, 2022), *Schizaphis graminum* Rondani ( Uysal ve ark, 2004), *Sitobion avenae* Fabricius ( Uysal ve ark,(2004), *Sitobion avenae* Fabricius ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Sitobion avenae* Fabricius ( Özder ve Toros, 1999; Sertkaya ve Yiğit, 2002)

**30. *Binodoxys acalephae* Marshall:** *Acyrtosiphon pisum* Harris (Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis craccivora* Koch (Güleç, 2011), *Aphis fabae* Scopoli (Düzgüneş ve ark.,1982; Güleç, 2011; Ölmez ve Ulusoy, 2003; Soydanbay, 1976; Kök ve Tomanovic, 2022), *Aphis gossypii* Glover ( Yumruktepe ve Uygun,1994 ), *Aphis ruborum* Börner ( Aslan, 2002 ), *Aphis vallei* Hille Ris Lambers&Stroyan ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Alaserhat ve Güçlü, 2016), *Myzaphis rosarum* Kaltenbach (Alaserhat ve Güçlü, 2016)

**31. *Binodoxys angelicae* Haliday:** *Acyrtosiphon pisum* Harris (Güleç, 2011), *Aphis craccivora* Koch (Aslan ve ark., 2004; Güleç, 2011; Düzgüneş ve ark., 1982; Soydanbay, 1976 ; Ölmez ve Ulusoy,2003 ; Satar ve ark, 2014; Say, 2019), *Aphis fabae* Scopoli ( Öztürk ve Muştu, 2018 ; Güleç, 2011), *Aphis fabae subsp cirsiiacant* hoidis (Aslan ve ark., 2004), *Aphis fabae subsp* Solanella ( Kocadal ,2006), *Aphis gossypii* Glover ( Alaserhat ve ark, 2021;Yumruktepe ve Uygun, 1994 ; Yoldaş ve ark.,2002;

Zeren ve Düzgüneş, 1983; Satar ve ark, 2014 ), *Aphis(Bursaphis) grossulariae* Kaltenbach ( Starý, 1976), , *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Aphis nerii* ( Güleç, 2011), *Aphis pomi* De Geer ( Erkin, 1983 ), *Aphis punicae* Passerini ( Güleç, 2011; Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis ruborum* Börner ( Aslan ve ark., 2004; Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis rumicis* ( Güleç, 2011), *Aphis sp* (Güleç, 2011; Soydanbay,1976; Satar ve ark, 2021), *Aphis spiraeicola* Patch ( Güleç,2011), *Aphis umbrella* ( Güleç, 2011), *Brachycaudus cardui* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach ( Satar ve ark,2014; Satar ve ark, 2021), *Aulacorthum solani* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Brachycaudus persicae* Passerini ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), ), *Capitophorus sp* (Satar ve ark, 2021), *Dysaphis pyri* Boyer de Fonscolombe ( Erkin, 1983), *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Satar ve ark, 2021), *Hayhurstia atriplicis* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Erkin, 1983), *Hyperomysuz lactucae* Linnaeus ( Güleç, 2011), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Myzus cerasi* Fabricius ( Erkin, 1983), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Güleç, 2011; Kocadal, 2006; Düzgüneş ve ark.,1982; Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Satar ve ark, 2014), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Satar ve ark , 2021), *Tinocallis kahawaluokalani* ( Güleç, 2011)

**32. *Binodoxys brevicornis* Haliday:** *Hyadaphis coriandri* B. Das (Düzgüneş ve ark.,1982)

**33. *Binodoxys heraclei* Haliday:** *Cavariella theobaldi* Gillette&Bragg (Düzgüneş ve ark., 1982), *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Kök ve Tomanovic, 2022), *Pterocomma pilosum* Buckton (Kavaz, 2006)

**34. *Diaeretiella rapae* M'Intosh :** *Aphis craccivora* Koch (Satar ve ark, 2021), *Aphis fabae* Scopoli ( Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), *Aphis gossypii* Glover ( Satar ve ark, 2014), *Aphis sp* ( Satar ve ark, 2021; Soydanbay,1976), *Aphis umbrella* ( Kocadal, 2006), *Brachycaudus amygdalinus* Schouteden ( Kök ve Tomanovic, 2022), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Güleç, 2011; Erkin, 1983), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark.,1982;Güleç, 2011; Kılınçer, 1982;Zeren ve Düzgüneş,1983; Soydanbay, 1976), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus ( Ölmez ve Ulusoy, 2003; Avcı ve Özbek, 1991; Aslan ve ark.,2004; Uygun ve ark, 2000; Kocadal, 2006 ; Kök ve Tomanovic, 2022; Satar ve ark, 2021), *Capitophorus sp* (Satar ve ark, 2021), *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Elmalı ve Toros, 1994), *Dysaphis pyri* Boyer de Fonscolombe (Erkin, 1983 ), *Hyadaphis coriandri* B.Das ( Güleç, 2011 ), *Hyadaphis foeniculi*

Passerini (Satar ve ark, 2021), *Hyadaphis tataricae* Aizenberg ( Aslan ve ark., 2004 ), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Erkin, 1983), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Myzus cerasi* Fabricius (Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Elmalı ve Toros, 1994; Uysal ve ark, 2004), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Uysal ve ark, 2004)

**35. *Ephedrus ambiguus* Hedlund:** *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Uygun ve ark, 2000)

**36. *Ephedrus cerasicola* Starý:** *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Düzgüneş ve ark., 1982)

**37. *Ephedrus helleni* Mackauer:** *Cavariella aegopodii* Scopoli (Say, 2019)

**38. *Ephedrus (Ephedrus) lacertosus* Haliday:** *Macrosiphum* sp. (Tomanovic ve ark., 2008)

**39. *Ephedrus nacheri* Quilis:** *Hayhurstia atriplicis* Linnaeus (Düzgüneş ve ark.,1982)

**40. *Ephedrus persicae* Nees :** *Acyrtosiphon pisum* Harris (Düzgüneş ve ark.,1982), *Aphis craccivora* Koch ( Güleç, 2011 ; Düzgüneş ve ark., 1982; Uygun ve ark, 2000; Satar ve ark, 2021), *Aphis fabae* Scopoli ( Düzgüneş ve ark., 1982 ; Uygun ve ark, 2000; Satar ve ark,2021), *Aphis fabae subsp cirsiiacant* hoidis ( Aslan, 2002), *Aphis gossypii* Glover ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis gossypii* Glover ( Zeren ve Düzgüneş, 1983; Uygun ve ark, 2000; Satar ve ark, 2014; Satar ve ark, 2014), *Aphis pomi* De Geer ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis pomi* De Geer ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis ruborum* Börner ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis sp* (Satar ve ark,2021;Güleç, 2011; Soydanbay,1976; Uygun ve ark, 2000), *Aphis spiraecola* Patch ( Güleç, 2011), *Aphis urticata* ( Uygun ve ark, 2000 ), *Brachycaudus amygdalinus* Schouteden ( Düzgüneş ve ark., 1982; Ölmez ve Ulusoy,2003; Kök ve Tomanovic, 2022), *Brachycaudus cardui* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Erkin, 1983; Satar ve ark,2014), *Brachycaudus persicae* Passerini, ( Say, 2019), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Cavariella aegopodii* Scopoli ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Cavariella theobaldi* Gillette&Bragg ( Düzgüneş ve ark.,1982 ), *Dysaphis devectora* Walker ( Düzgüneş ve ark.,1982; Aslan ve ark., 2004), *Dysaphis devectora* Walker ( Uygun ve ark, 200; ), *Dysaphis(Pomophis) plantaginea* Passerini (



Düzgüneş ve ark.,1982), *Dysaphis(Pomophis) plantaginea* Passerini ( Say,2019; Uygun ve ark,2000), *Dysaphis pyri* Boyer de Fonscolombe ( Erkin, 1983), *Hayhurstia atriplicis* Linnaeus ( Uygun ve ark,2000), *Hyadaphis sp* ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Hyalopterus amygdali* Blanchard (Aslan ve ark., 2004; Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Hyalopterus pruni* Geoff ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Hyalopterus pruni* Geoff ( Uygun ve ark, 2000), : *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas ( Uygun ve ark, 2000), *Myzus cerasi* Fabricius ( Erkin, 1983), *Myzus cerasi* Fabricius ( Düzgüneş ve ark., 1982 ; Erkin 1983; Aslan ve ark., 2004), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Güleç, 2011; Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Erkin, 1983), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Erkin, 1983; Karaat ve Göven, 1986), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Zeren ve Düzgüneş, 1983; Uygun ve ark, 2000), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Satar ve ark, 2021; Özder ve Toros, 1999; Uygun ve ark, 2000), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe ( Uygun ve ark, 2000)

**41. *Ephedrus plagiator* Nee :** *Aphis craccivora* Koch ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis fabae* Scopoli ( Düzgüneş ve ark., 1982 ; Uygun ve ark, 2000), *Aphis gossypii* Glover ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis sp* (Uygun ve ark, 2000), *Aphis urticata* ( Uygun ve ark, 2000), *Corylobium avellanae* Schrank ( Düzgüneş ve ark.,1982 ), *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Pike ve Allison, 1991 ), *Dysaphis crataegi* Kaltenbach ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Dysaphis devector* Walker ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Dysaphis(Pomophis) plantaginea* Passerini ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Hyalopterus pruni* Geoff (Daşçı ve Güçlü, 2008; Düzgüneş ve ark.,1982; Uygun ve ark, 2000), *Macrosiphum sp* (Starý, 1976 ), *Rhopalosiphum insertum* Walker ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Rhopalosiphum maidis* Fitch ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Sitobion avenae* Fabricius ( Elmalı ve Toros, 1994)

**42. *Euaphidius cingulatus* Ruthe:** *Pterocomma populeum* Buckton (Şahbaz, 2005)

**43.*Lipolexis eracilis* Forster:** *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat ve Canbay, 2015)

**44. *Lipolexis gracilis* Foerster:** *Aphis gossypii* Glover (Alaserhat ve Canbay, 2015), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Alaserhat, 2021), *Myzus cerasi* Fabricius (Alaserhat, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Alaserhat, 2021), *Sitobion avenae* Fabricius ( Kavaz, 2006)

**45. *Lysiphlebus ambiguus* :** *Acyrtosiphon pisum* Harris (Uygun ve ark, 2000), *Aphis affinis* del Guercio ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis craccivora*

Koch ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis fabae* Scopoli (Uygun ve ark, 2000), *Aphis fabae subsp Solanella* ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis gossypii* Glover (Uygun ve ark, 2000), *Aphis intybi* Koch ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis nerii* ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis ruborum* Börner ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis sp* ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis spiraecola* Patch ( Uygun ve ark, 2000), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus ( Uygun ve ark, 2000), *Cinara tujaefilina* Del Guercio ( Uygun ve ark, 2000 ), *Dysaphis devectora* Walker ( Uygun ve ark, 2000 ), *Sitobion avenae* Fabricius ( Uygun ve ark, 2000)

**46. *Lysiphlebus cardui* Marshall:** *Aphis craccivora* Koch (Güleç, 2011), *Aphis hederæ* (Güleç, 2011), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Güleç, 2011)

**47. *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady :** *Aphis craccivora* Koch ( Düzgüneş ve ark.,1982 ; Satar ve ark, 2014; Satar ve ark, 2021; Zeren ve Düzgüneş,1983), *Aphis davletshinae* Hille Ris Lambers ( Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Aphis fabae* Scopoli (Düzgüneş ve ark.,1982; Satar ve ark, 2021; Zeren ve Düzgüneş,1983 ; Yumruketepe ve Uygun, 1994), *Aphis fabae subsp cirsiiacant* Scopoli ( Aslan ve ark., 2002), *Aphis farinosa* Gmelin ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Aphis gossypii* Glover ( Düzgüneş ve ark., 1982 ; Zeren ve Düzgüneş,1983 ; Yumruketepe ve Uygun, 1994), Atakan ve Özgür, 1994 ; Ölmez ve Ulusoy, 2003; Satar ve ark, 2014), *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Satar ve ark,2021), *Aphis punicae* Passerini ( Aslan ve ark., 2004), *Aphis ruborum* Börner (Aslan ve ark., 2004; Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis sp* (Satar ve ark,2021; Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Brachycaudus cardui* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach ( Satar ve ark, 2014), *Brachycaudus persicae* Passerini ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Satar ve ark, 2021), *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Satar ve ark, 2021), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe ( Soydanbay, 1976), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Satar ve ark, 2021), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Satar ve ark , 2021)

**48. *Lysiphlebus fabarum* Marshall :** *Acyrtosiphon lactucae* Passerini (Uygun ve ark, 2000), *Acyrtosiphon pisum* Harris ( Düzgüneş ve ark.,1982 ; Zeren ve Düzgüneş, 1983; Uygun ve ark, 2000 ), *Aphis affinis* del Guercio ( Düzgüneş ve ark.,1982; Uygun ve ark, 2000; Zeren ve Düzgüneş,1983), *Aphis craccivora* Koch (Aslan ve ark.,2004 ; Ayyıldız ve Atlıhan, 2006 ; Düzgüneş ve ark., 1982; Güleç, 2011 ; Satar ve ark, 2014 ;Zeren ve Düzgüneş,1983; Ölmez ve Ulusoy,2003 ; Uygun ve ark,2000), *Aphis fabae* Scopoli (Alaserhat ve ark, 2021; Aslan ve ark., 2004 ; Öztürk ve Muştu, 2018; Ayyıldız ve Atlıhan, 2006; Güleç, 2011; Düzgüneş ve ark., 1982 ;

Satar ve ark, 2021; Zeren ve Düzgüneş, 1983 ; Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Aphis fabae subsp Solanella* (Uygun ve ark, 2000), *Aphis frangulea* (Uygun ve ark, 2000), *Aphis gossypii* Glover ( Ayyıldız ve Atlıhan, 2006 ;Güleç, 2011), *Aphis gossypii* Glover (Atakan ve Özgür,1994;Düzgüneş ve ark.,1982 ; Say, 2019 ;Zeren ve Düzgüneş,1983; Yumruktepe ve Uygun, 1994; Ölmez ve Ulusoy,2003; Uygun ve ark, 2000; Satar ve ark, 2014), *Aphis intybi* Koch ( Aslan ve ark., 2004 ; Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis lambersi* ( Uygun ve ark, 2000 ), *Aphis nerii* ( Aslan ve ark., 2004; Uygun ve ark, 2000), *Aphis pomi* De Geer ( Düzgüneş ve ark., 1982; Kocadal, 2006), *Aphis punicae* Passerini ( Güleç, 2011), *Aphis ruborum* Börner ( Düzgüneş ve ark., 1982; Uygun ve ark, 2000), *Aphis solanella* Theobald ( Düzgüneş ve ark., 1982; Zeren ve Düzgüneş,1983), *Aphis sp* (Uygun ve ark, 2000), *Aphis spiraeicola* Patch ( Güleç, 2011; Yumruktepe ve Uygun, 1994; Uygun ve ark, 2000), *Aphis tirucallis* Hille Ris Lambers ( Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Aphis umbrella* (Uygun ve ark, 2000), *Aphis urticata* ( Uygun ve ark, 2000), *Aphis viticis* ( Uygun ve ark, 2000 ), *Aploneura lentisci* ( Uygun ve ark, 2000 ), *Brachycaudus cardui* Linnaeus ( Elmalı ve Toros, 1994; Aslan ve ark., 2004; Düzgüneş ve ark.,1982; Uygun ve ark, 2000), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Güleç, 2011), *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach ( Aslan ve ark., 2004), *Brachycaudus sp* (Ayyıldız ve Atlıhan,2006; Aslan ve ark., 2004; Uygun ve ark, 2000), *Brachycaudus tragopogonis* Kaltenbach ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Capitophorus elaeagni* del Guercio ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Cavariella aegopodii* Scopoli ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Cinara tujafilina* Del Guercio ( Uygun ve ark, 2000), *Dysaphis delecta* Walker (Uygun ve ark, 2000 ), *Dysaphis(Pomophis) plantaginea* Passerini ( Düzgüneş ve ark.,1982; Aslan ve ark.,2004; Uygun ve ark,2000; Kocadal, 2006), *Hyalopterus pruni* Geoff (Erkin, 1983), *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Güleç, 2011), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat ve ark, 2021; Satar ve ark, 2021; Karaat ve Göven,1986; Ölmez ve Ulusoy, 2003; Uygun ve ark, 2000), *Rhopalosiphum maidis* Fitch ( Düzgüneş ve ark., 1982; Özder ve Toros,1999), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Satar ve ark, 2021; Uygun ve ark, 2000), *Rhopalosiphum sp* ( Uygun ve ark, 2000 ), *Sitobion avenae* Fabricius ( Elmalı ve Toros, 1994), *Sitobion avenae* Fabricius ( Özder ve Toros, 1999; Uygun ve ark, 2000), *Tinocallis kahawaluokalani* (Güleç, 2011), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe ( Soydanbay, 1976), *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Yumruktepe ve Uygun, 1994; Uygun ve ark, 2000), *Uroleucon(Belochilum) jaceae* Linnaeus ( Aslan ve ark., 2004)

- 49. *Lysiphlebus* sp.:** *Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach (Satar ve ark, 2014), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Yoldaş ve ark., 1990)
- 50. *Lysiphlebus* (*Phlebus*) *fritzmuelleri* Mackauer:** (Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)
- 51. *Lysiphlebus testaceipes* Cresson:** *Aphis fabae* Scopoli (Satar ve ark,2021; Öztürk ve Muştu 2018), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Atak, 1979), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Satar ve ark, 2021)
- 52. *Monoctonus* (*Monoctonus*) *crepidis* Haliday:** *Cinara cedri* Mimeur1936 (Aytar, F., 2006).
- 53. *Monoctonus mali* van Aechterberg:** *Ovatus institus* Walker (Ölmez ve Ulusoy,2003),
- 54. *Paralipsis* spp:** *Forda formicaria* von Heyden (Say, 2019),
- 55. *Pauesia abietis* Marshall:** *Cinara maritimae* Dufour (Schimitsche, 1944; Mackauer ve Starý, 1967)
- 56. *Pauesia* (*Pauesia*) *anatolica* Michelena, Assael ve Mendel:** *Cinara cedri* Mimeur1936 (Aytar, 2006).
- 57. *Pauesia picta* Haliday:** *Cinara pini* Linnaeus (Aslan ve ark., 2004)
- 58. *Pauesia silana* Tremblay:** *Cinara pinea* Mordvilko (Güleç,2011), *Pauesia sp:* *Cinara cedri* Mimeur (Aslan ve ark., 2004)
- 59. *Pauesia* spp:** *Cinara cedri* Mimeur (Say, 2019), *Cinara confinis* Koch ( Say, 2019), *Cinara pini* Linnaeus ( Say, 2019)
- 60. *Pauesia unilachni* Gahan:** *Eulachnus rileyi* Williams (Kavaz, 2006), *Schizolachnus pineti* Fabricius (Düzgüneş ve ark., 1982)
- 61. *Praon abjectum* Haliday:** *Aphis fabae* Scopoli (Öztürk ve Muştu, 2018)
- 62. *Praon athenaeum* Kavallieratos ve Lykouressis:** (Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)
- 63. *Praon dorsale* Haliday:** *Brachycaudus cardui* Linnaeus (Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2008), *Hyalopterus pruni* Geoff. (Alaserhat, 2021), *Metopolophium dirhodum* Walker (Güçlü ve Özbek, 2002; Say, 2019), *Myzus cerasi* Fabricius (Alaserhat, 2021), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer (Alaserhat, 2021)
- 64. *Praon exsoletum* Nees:** *Therioaphis trifolii* Monell (Van den Bosch, 1957),

- 65. *Praon flavinode* Haliday:** (Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)
- 66. *Praon longicorne* Marshall:** (Tomanovic ve ark., 2008)
- 67. *Praon nonveileri* Tomanović ve Kavallieratos:** (Akar ve Çetin Erdoğan, 2017)
- 68. *Praon pubescens* Starý:** (Tomanovic ve ark., 2008)
- 69. *Praon* sp:** *Acyrtosiphon ilka* Mordvilko (Aslan ve ark.,2004), *Acyrtosiphon pisum* Harris (Düzgüneş ve ark.,1982), *Aphis craccivora* Koch (Aslan, 2002; Düzgüneş ve ark.,1982), *Aphis fabae* Scopoli (Düzgüneş ve ark., 1982; Uygun ve ark, 2000), *Aphis ruborum* Börner (Düzgüneş ve ark., 1982), *Dysaphis (Pomophis) plantaginea* Passerini (Düzgüneş ve ark., 1982), *Hyalopterus amygdali* Blanchard (Düzgüneş, 1982), *Macrosiphum rosae* Linnaeus (Soydanbay, 1976)
- 70. *Praon uroleucon* Tomanović ve Kavallieratos:** (Tomanovic ve ark., 2008)
- 71. *Praon valucra* Haliday :** *Acyrtosiphon pisum* Harris (Düzgüneş ve ark., 1982; Zeren ve Düzgüneş, 1983), *Aphis craccivora* Koch ( Alaserhat ve Canbay, 2015 ; Düzgüneş ve ark.,1982; Say, 2019; Satar ve ark, 2021 ;Zeren ve Düzgüneş,1983), *Aphis fabae* Scopoli (Alaserhat ve ark, 2021; Güleç, 2011; Düzgüneş ve ark.,1982 ), *Aphis gossypii* Glover ( Alaserhat ve ark, 2021; Alaserhat ve Canbay, 2015; Satar ve ark, 2014), *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Satar ve ark,2021), *Aphis pomi* De Geer ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Aphis solanella* Theobald ( Düzgüneş ve ark.,1982), *Aphis sp* (Satar ve ark,2021), *Aphis spiraecola* Patch ( Güleç, 2011), *Aphis spiraecola* Patch ( Alaserhat ve ark, 2021), *Brachycaudus amygdalinus* Schouteden ( Düzgüneş ve ark., 1982), *Brachycaudus cardui* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark., 1982; Say, 2019), *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Kılınçer, 1982; Satar ve ark, 2021), *Chaetosiphon tetrarhodum* Walker ( Kavaz, 2006), *Cinara tujafilina* Del Guercio (Say, 2019), ), *Cryptomyzus ribis* Linnaeus ( Kavaz, 2006), *Diuraphis noxia* Kurdjumov ( Pike ve Allison, 1991), *Eriosoma sp* ( Kocadal, 2006), *Hyalopterus pruni* Geoff (Daşçı ve Güçlü, 2008; Düzgüneş ve ark., 1982; Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2008), *Hyperomyzus lactucae* Linnaeus ( Düzgüneş ve ark., 1982 ), *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, ( Alaserhat ve ark, 2021; Ayyıldız ve Atlıhan, 2006; Yoldaş ve ark., 1990; Zeren ve Düzgüneş,1983), *Macrosiphum rosae* Linnaeus ( Öztürk ve Muştu, 2018), *Macrosiphum rosae* Linnaeus ( Alaserhat ve Güçlü, 2016; Düzgüneş ve ark., 1982; Say, 2019; Kocadal, 2006), *Myzaphis rosarum* Kaltenbach ( Düzgüneş ve

ark.,1982 ; Kavaz, 2006), *Myzus (Nectarosiphon) persicae* Sulzer ( Alaserhat ve ark, 2021; Düzgüneş ve ark.,1982; Zeren ve Düzgüneş,1983; Satar ve ark, 2021), *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ( Özder ve Toros, 1999), *Sitobion avenae* Fabricius ( Düzgüneş ve ark., 1982; Özder ve Toros, 1999 ; Ölmez ve Ulusoy, 2003), *Uroleucon (Lambersius) erigeronense* ( Güleç, 2011)

**72. Praon yomenae Takada:** *Uroleucon (Uroleucon) sonchi* (Kavallieratos ve ark., 2003), *Uroleucon sonchi* (Tomanovic ve ark., 2003; Kavallieratos ve ark., 2004). *Uroleucon(Belochilum) jaceae* Linnaeus ( Kök ve Tomanovic, 2022)

**73.Pseudopraon mindariphagum Starý:** *Mindarus abietinus* Koch (Say, 2019)

**74. Toxares deltiger Haliday:** (Tomanovic ve ark., 2008)

**75. Trioxys complanatus Quilis:** *Therioaphis trifolii* Monell (Van den Bosch, 1957) ,

**76.Trioxys curvicaudus Mackauer:** *Eucallipterus tiliae* Linnaeus (Say, (2019)

**77. Trioxys (Trioxys) humuli Mackauer:** *Chaetosiphon tetraerhodum* Güçlü ve ark., (2015)

**78. Trioxys (Trioxys) longicaudi Starý:** *Hyalopterus pruni* (Narmanlioğlu, (2013)

**79. Trioxys pallidus Haliday:** *Chromaphis juglandicola* Kaltenbach (Aslan ve ark., 2004; Ölmez ve Ulusoy,2003; Starý, 1976), *Tuberculatus moerickei* Hille Ris Lambers (Kök ve Tomanovic, 2022)

**80. Trioxys sp:** *Chaetosiphon tetraerhodum* Walker (Kavaz, 2006), *Hyadaphis coriandri* B. Das (Starý, 1976), *Myzaphis rosarum* Kaltenbach ( Kavaz, 2006)

#### **D. Familya: Encyritidae**

**1. Aphidencyrtus sp:** *Aphis illinoisensis* Shimer (Kocadal, 2006)

## SONUÇ

Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde Hemiptera takımından Aphididae familyasına ait 675 yaprakbiti türü belirlendiği ifade edilmektedir (Tezcan, 2024; Başer ve ark., 2024). Bu 675 yaprak biti türünden 43 cinse ait 112 adet farklı yaprak biti türü üzerinde, 18 cinse ait 80 adet parazitoit türü kayıt altına alındığı bildirilmiştir. Bu da bize göstermişirki 2004 yılına kadar 44 olarak bildirilen tür sayısında son 20 yılda yaklaşık %82 gibi bir artış olduğu bu derleme ile ortaya çıkmıştır (Uysal ve ark., 2004). Bu yaprakbitleri ise 210 farklı bitki türü üzerinden toplanmıştır.

Yapılan derleme bize 2004 yılından günümüze parazitoit sayısında ciddi bir artışın olduğunu göstermiştir. Bunun nedenin daha geniş alanlarda yapılan, daha detaylı çalışmalardan kaynaklanmış olduğu kanısı oluşmuştur. Yaprak bitleri, konukçu bitkiler ve parazitoitler türleri arasındaki ilişki yalnızca popülasyon dinamikleri ve biyolojik mücadele açısından değil, aynı zamanda koruma ve biyolojik çeşitlilik açısından da önemlidir. Bu biyoçeşitliliğin korunması iyi tarım uygulamaları gibi uygulamaların yaygınlaşması, tarım dışı arazilerde bitki çeşitliliğinin korunması, biyolojik mücadelenin desteklenmesi gibi yöntemlerle sürdürülebilir olacaktır. Bu literatür çalışması alternatif mücadele yöntemleri ile ilgili yapılacak olan sonraki çalışmalara bir fikir verebileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akar, S., Çetin Erdoğan, Ö. (2017). Contributions to Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) fauna of Turkey with new records. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(2), 89-96.
- Anonim, (2013). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bmae/Belgeler/Kitap/biyolojik-mucadele-kitabi.pdf>. (Erişim tarihi:16.10.2024).
- Alaserhat, İ., Güçlü, Ş. (2008). Survey of Aphid Species (Hemiptera: Aphididae) and their Associated Parasitoid and Predator Species on *Rosa* spp. in Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(4), 849-850.
- Alaserhat, İ., Canbay, A. (2015). Erzincan İlinde Yetiştirilen Biberlerde Zararlı Yaprakbiti Türleri, Parazitoit ve Predatörleri ile Parazitlenme Oranlarının Belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 25-26 Ağustos*.
- Alaserhat, İ. (2021). Erzincan İli Kiraz Bahçelerindeki Zararlı ve Faydalı

- Türler ile Önemli Zararlı Türlerin Doğada Görülme Zamanı ve Zarar Belirtileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1), 44-57.
- Alaserhat, İ., Canbay, A., Özdemir, I. (2021). Aphid Species, Their Natural Enemies in Vegetables from Erzincan, Turkey: First Record of the Parasitoid Wasp *Aphelinus mali* (Haldeman) parasitizing *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi), 27 (1) , 16 – 25.
- Askary, H., Carriere, Y., Belanger, R. R., & Brodeur, J. (1998). Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. Biocontrol science and technology, 8(1), 23-32.
- Alaoglu, Ö., 1994. Erzurum’da frenküzümü (*Ribes aureum* L.) zararlısı *Crytomyzus ribis* (L.)’in (Aphididae: Homoptera) parazit ve predatörleri. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 24-28 Ocak, 49-58
- Aslan, M. M.(2002). Kahramanmaraş İlinde Aphidoidea (Homoptera)Türleri ile Bunların Parazitoit ve Predatörlerinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü Basılmamış Doktora Tezi, 136s.
- Aslan, M. Et Al. (2004). A survey of aphid parasitoids in Kahramanmaras, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera: Aphelinidae). Phytoparasitica, vol.32, no.3, 255-263.
- Atak, E.D. (1979). Lahana ve Karnabahar zararlıları ve entegre mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. Tarım bakanlığı projesinin 7.raporu
- Atakan, E. & Özgür, A.F. 1994. Effect Of Natural Enemies On The Population Development Of Cotton Aphid (*Aphis gossypii* Glov.) (Homoptera: Aphididae). Proceedings Third Turkish National Congress Of Biological Control,(İzmir, Turkey), pp. 459-470.
- Avcı, Ü., Özbek, H. (1991). Erzurum İlinde Lahana Yaprakbitinin (*Brevicoryne Brassicae* L.) (Homoptera: Aphididae) Doğal Düşmanları Üzerinde Bir Araştırma. Turk. Entomol. Derg., 15(1),37-41.
- Aytar, F. (2006). Geographical distribution of *Cinara cedri*, *Cinara (Cedrobium) laportei* (Homo.; Aphididae) and newly discovered a parasitoid of *Cinara cedri*, *Pauesia (Pauesia) anatolica* (Hym.; Braconidae) in Turkey. VIII the European Congress of Entomology, 17-22 Eylül 2006, İzmir, p.27.



- Ayyıldız, Y., Atlıhan, R. (2006). Balıkesir İli Sebze Alanlarında Görülen Yaprakbiti Türleri ve Doğal Düşmanları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.),16(1), 1-5.
- Barjadze, S., Karaca, İ., Yaşar, B., Gratiashvili, N. (2010). New evidence of parasitoids of pest aphids on roses and grapevine in Turkey (Hem., Aphididae; Hym., Braconidae, Aphidiinae). Journal of Entomological and Acarological Research, Ser. II, 42(3), 143-145.
- Başer, G., Görür, G. & Şenol, O. 2024. New additions to the aphid (Hemiptera: Aphididae) fauna of Turkey from Erzurum Province. Research in Agricultural Sciences, 55 (1): 19-25.
- Chen, J. H., González, D. & Luhman, J. (1990). A new species of *Aphidius* [Hymenoptera] attacking the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. Entomophaga, 35(4), 509-514.
- Daşçı, E., Güçlü, Ş. (2008). Iğdır Ovasında Meyve Ağaçlarında Bulunan Yaprakbiti Türleri (Homoptera: Aphididae) ve Doğal Düşmanları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 39 (1), 71-73.
- Dedryver C. A., Le Ralec A., Fabre F., 2010.- The conflicting relationship between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies.- Comptes Rendus de Biologie, 333: 539-553
- Demirözer, O., Karaca, İ. (2014). Isparta ili yağ gülü (*Rosa damascena* Miller) üretim alanlarında bulunan avcı ve parazitoit türler ve yayılışları. Türkiye Entomoloji Bülteni, 4(3), 171-184.
- Düzgüneş, Z., Tuatay N. (1956). Türkiye Aphid'leri Ziraat Vekaleti Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü: 3-63.
- Düzgüneş, Z., Toros, S., Kılınçer, N., ve Kovancı, B., 1982. Ankara İlinde Bulunan Aphidoidea Türlerinin Parazit ve Predatörlerinin Tespiti. Tarım ve Orm. Bak. Zir.Müc.ve Zir.Kar.Gn. Md. Yayın Şb., 251s.
- Ebert T. A., Cartwright B., 1997.- Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae).- Southwestern Entomologist, 22: 116-153. Düzgüneş, Z., Tuatay N. (1956). Türkiye Aphid'leri Ziraat Vekaleti Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü: 3-63.
- Elmalı, M., Toros, S. (1994). Konya İlinde Buğday Tarlalarında Yaprakbiti Doğal Düşmanlarının Tespiti Üzerinde Araştırmalar. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. İzmir, 25-28 Ocak 13-28.
- Erdoğan Çetin, Ö., Akar, S. (2018). First Record of The Species *Adialytus Veronicaecola* (Stary, 1978) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)

- From The West Palaearctic Region. Plant Protection Bulletin (Bitki Koruma Bülteni ) 58(4), 227-230.
- Ergene, G., (2019). Türkiyede'ki afit parazitotitleri (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) ile konak afitler ve konukçusu bitkileri üzerine bir derleme. M.Sc. Thesis, Trakya University, Edirne.
- Erkin, E., 1983. Investigation On The Host Distribution ve Efficiency of The Natural Enemies of The Aphididae (Homoptera) Harmful to Pome and 52 53 Stone Fruit Trees in İzmir Proviencie of Aegean Region. Türk. Bit. Kor. Derg., 7 (1), 29-49.
- Güçlü, C., Özbek, H. 2002. Effects of the parasitoids, *Aphidius ervi* Hal. and *Praon dorsale* Hal.(Hymenoptera: Aphidiidae) on *Metopolophium dirhodum* (Walker)(Hemiptera: Aphididae), pest of rosehip (*Rosa* spp.) in Erzurum. Proceedings of the Fifth Turkish National Congress of Biological Control. Erzurum, 4-7 September ,81-88.
- Güçlü, Ş, Kavaz, H., Güçlü, C., Özdemir, I. (2015). Aphids (Hemiptera: Aphididae) and their parasitoids on ornamental trees and shrubs in Erzurum, Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 39(1), 3-9.
- Güleç, G. (2011). Antalya Şehri Park Alanlarında Aphidoidea (Hemiptera) Türlerinin Saptanması ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora tezi , 325s.
- Görür, G., Şenol, O., Geizici, G., Akyıldırım Begen, H., Parmazsız, D.(2017). New aphid (Hemiptera; Aphidoidea) records from South Eastern Parts of Turkey. Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 3(3), 257-264.
- Karaat, S., Göven, M.A. 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Tütün Dikim Alanlarında Şeftali Yaprakbiti (*Mysuz persicae* Sulz.)'nin Doğal Düşmanlarının Genel Durumu. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, Adana, 12-14 Şubat, 173-185.
- Karacaoğlu, M., Satar, S. (2010). Turunçgil bahçelerinde yaprakbiti parazitoiti *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae)'ya bazı insektisitlerin etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 50(4), 201-211.
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Tomanovic, Ž. (2003). A new species and a key to Greek *Praon* Haliday (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae). Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Deutsche entomologische Zeitschrift, 50(1), 13-22.

- Kavallieratos, N. G., Tomanovic, Ž., Starý, P., Athanassiou, C. G., Sarlis, G. P., Petrovic, O., Niketic, M., Veroniki, M. A. (2004). A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomology and Zoology*, 39(3), 527-563.
- Kavaz, H. (2006). Erzurum Atatürk Üniversitesi Kampüsünde Ağaç ve Çalı formundaki Bitkilerde Bulunan Afet Türleri (Homoptera : Aphididae ) ve Doğal Düşmanları. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi , 53
- Kılınçer, N. , 1976. *Dibrachys cavus* (Walk.) (Hymenoptera- Pteromalidae), *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera- Braconidae) ve *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera- Galleriidae) arasındaki bazı biyolojik ve fizyolojik ilişkiler üzerinde araştırmalar, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Entomoloji Kürsüsü, Doçentlik tezi. 1976, 141 s.
- Kinley, C., Banu, A. N., Raut, A. M., Wahengbam, J., & Jamtsho, T. (2021). A review on past, present and future approaches for Aphids management. *Journal of Entomological Research*, 45(2), 336-346.
- Kocadal, E. (2006). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ndeki Aphidoidea (Homoptera) Türleri, Bunların Konukçuları, Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 82s.
- Kök, Ş., Kasap, İ. (2019). Aphid (Hemiptera: Aphididae) Species and Their Parasitoids and Predators Determined On Alfalfa Fields in Çanakkale and Balıkesir. *Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin*, 59 (4) ,21-27.
- Kök, Ş., Tomanovic, Z. (2022). Diversity and Interactions of the Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Aphids from A Lagoon Habitat in Northwest Turkey. *Phytoparasitica*, volume 50, pages 875-887.
- Mackuer, M., Starý, P. (1967). Index of Entomophagous Insect, World Aphidiidae. Le François, Paris. 195 pp.
- Mohl, E. K., Stenoiën, C. M., & Heimpel, G. E. (2020). The effects of host plant species on adult oviposition and larval performance of the aphid predator *Aphidoletes aphidimyza*. *Ecological Entomology*, 45(3), 606-616.
- Lindquist, R.K.(1998). Evaluations of Non-Conventional Pesticides for Insect and Mite Control on Greenhouse Ornamental Plants. *Greenhouse Products News*. July.p.52-55.

- Liu, T. X., & Chen, T. Y. (2001). Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development, survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(3), 361-366.
- Lodos, N.(1982). Türkiye Entomolojisi II (Genel, Uygulamalı, Faunistik) Ege Üniv. Yayınları. No:429. İzmir.
- Narmanlıoğlu, H. K. (2013). Yukarı Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen ılıman iklim meyvelerindeki Aphididae (Hemiptera) türleri ve bunların doğal düşmanları. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Bitki Koruma Anabilim Dalı, Erzurum, 157s.
- Narmanlıoğlu, K.H., Güçlü, Ş. (2008). İspir (Erzurum) İlçesi'nde Meyve Ağaçlarında Bulunan Yaprakbiti Türleri (Homoptera: Aphididae) ve Doğal Düşmanları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 39 (2), 225-229.
- Ölmez, S. Ulusoy, M. R. (2003). A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Diyarbakır, Turkey. *Phytoparasitica*, 31(5), 524–528.
- Özder, N. & S. Toros, 1999. Tekirdag ilinde buğdaylarda zarar yapan yaprakbiti türlerinin doğal düşmanların üzerinde araştırmalar. Türkiye IV. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. Adana 26-29 Ocak 501-512.
- Özkan, C., Gürkan, O., Hancıoğlu, Ö. (2005). Çubuk (Ankara) İlçesi Vişne Ağaçlarında Zararlı Olan Türler, Doğal Düşmanları ve Önemlileri Üzerinde Gözlemler. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 11 (1), 57-59.
- Öztürk, Ö.D., Muştu, M. (2018). Kayseri ili Merkez İlçelerinde Süs Bitkileri Üzerinde Bulunan Yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae)'nin Parazitoitleri ve Avcı Coccinellidleri. *Türk. Biyo. Mücadele Derg.* 2018, 9 (1), 48-65.
- Ramakers, P. M. J., M. Disseveld & K. Peeters, 1989. Large scale introductions of phytoseiid predators to controlthrips on cucumber. *Mededelingen van de Faculteit der Landbouwwetenschappen van de Rijksuniversiteit te Gent*, 54: 923-929.
- Pike, K.S., Allison, B.S. (1991). Russian Wheat Aphid, Biology, damage and management. *Pacific Northwest Cooperative Extension Publication.* PNW371, 28pp.
- Satar, S., Karacaoğlu, M., & Satar, G. (2012). Side effect of some insecticide used in citrus orchard on aphid parasitoid, *Lysiphlebus confusus* TremLAY and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), and *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)(Hymenoptera: Braconidae).

- Satar, S., Satar, G., Karacaoğlu, M., Uygun, N., Kavalieratos, N.G., Starý, P., Athanassiou, C.G. (2014). Parasitoids and Hyperparasitoids (Hymenoptera) on Aphids (Hemiptera) Infesting Citrus in East Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Insect Science*, 14(178).
- Satar, S., Raspi, A., Özdemir, I., Tusun, A., Karacaoğlu, M., & Benelli, G. (2015). Seasonal habits of predation and prey range in aphidophagous silver flies (Diptera Chamaemyiidae), an overlooked family of biological control agents. *Bulletin of Insectology*, 68(2), 173-180.
- Satar, G., Karacaoğlu, M., & Satar, S. (2018). Development of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Braconidae) on different hosts and temperatures. *Turkish Journal of Entomology*, 42(1), 43-52.
- Satar, S., Kavallieratos, N.G., Tüfekli, M., Satar, G., Antarassiou, C.G., Papanikolaou, N.E., Karacaoğlu, M., Özdemir, I., Starý, P. (2021). *Capsella bursa-pastoris* L. is a Key Overwintering Plant for Aphids in the Mediterranean Region. *Insects*, 12, 744.
- Say, R. (2019). Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Alanındaki Yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) Doğal Düşmanları. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 102s.
- Sertkaya, E., Yiğit, A. (2002). Antakya ve çevresinde buğdayda zararlı yaprakbiti türleri ve doğal düşmanları. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 265-274.
- Schimitschek, E. (1944). Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Volk, Reich, Prag, Berlin, 371 pp.
- Soydanbay, M. (1976). The List of Natural Enemies of Some Insect Pest in Turkey Part 1. Bitki Koruma Bülteni, Vol. 16, No. 1, 32-46.
- Starý, P., 1976, Aphid Parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) Of The Mediterranean Area. The Hague, The Netherlands, 95.
- Şahbaz, A. (2005). Konya İlinde Kavaklarda Beşşenen Yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) Türleri ile Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Tezcan, S. (2024). An evaluation on the insect fauna of Turkey on the 100<sup>th</sup> anniversary of the foundation of the Republic of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 19(2), 803-843.

- Triltsch, H. (2013). Food remains in the guts of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. EJE, 96(4), 355-364.
- Trinh, D. N., Ha, T. K. L., & Qiu, D. (2020). Biocontrol potential of some entomopathogenic fungal strains against bean aphid *Megoura japonica* (Matsumura). Agriculture, 10(4), 114.
- Tomanovic, Ž., Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Stanisavljević, L. Z. (2003). A review of the West Palaearctic Aphidiines (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) parasitic on *Uroleucon* spp., with the description of a new species. Annales de la Société Entomologique de France, 39(4), 343-353.
- Tomanovic, Ž., Beyarslan, A., Çetin Erdoğan, Ö., Žikic, V. (2008). New records of aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) from Turkey. Periodicum Biologorum, 110(4), 335-338.
- Tozlu, G., Gültekin, L., Hayat, R. ve Güçlü, Ş. 2002. Erzurum’da lahanada zarar yapan böcek türlerinin doğal düşmanları üzerinde çalışmalar. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi. s.227-235.
- Uygun, N., Toros, S., Ulusoy, R.M., Satar, S., Özdemir, I. (2000). Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea (Homoptera) Türleri ile Bunların Parazitoit ve Predatörlerinin Saptanması. TÜBİTAK-TOGTAK 1720
- Uygun, N., M. R. Ulusoy, İ. Karaca, & S. Satar, 2010. Meyve ve Ba ğ Zararlıları. Çukurova Üniversitesi Yayınları, Özyurt Matbaacılık, Adana, 24-32s
- Uysal, M., Starý, P., Sahbaz, A., Özsemerci, F. (2004). A Review Of Aphid Parasitoids (Hym, Braconidae, Aphidinae) Of Turkey. Egyptian Journal Of Biological Pest Control, 14(2), 355-370.
- Van den BOSCH, R. (1957). The Spotted Alfalfa Aphid and Its Parasites in the Mediterranean Region. Middle East and East Africa. J.econ. Ent., 50:352-356.
- van Steenis, M. J. & K. A. M. H. El-Khawass, 1995. Behaviour of *Aphidius colemani* searching for *Aphis gossypii*: Functional response and reaction to previously searched aphid colonies. Biocontrol Science and Technology, 5: 339–348.
- Yanpar, R. (2013). Mersin İli Bağlarında Zararlı Olan Yaprakbiti Türleri, Parazitoit ve Predatörleri ile *Aphis illinoisensis*'in Popülasyon Gelişmesinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.48s.

- Yoldaş, Z., Öncüer, C., Karsavuran, Y. (1990). Endüstriyel Domates Bitkilerinde Belirlenen Doğal Düşmanlar. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. Ankara 26-29 Eylül, 189-196.
- Yoldaş, Z., Gücük, M., Turanlı, D., Madanlar, N. (2002). Sebze Seralarında Yaprakbitlerine Karşı Uygun Biyolojik Savaş Etmeninin Kitle Üretimi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. Erzurum 04-07 Eylül, 199-207.
- Yoldaş, Z., A. Günçan & T. Koçlu, 2011. Seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in Satsuma mandarin orchards in Izmir, Turkey. Journal of Turkish Entomology, 35 (1): 59-74.
- Yumruktepe, R., ve Uygun, N. (1994). Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Bahçelerinde Saptanan Yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) Türleri ve Doğal Düşmanları. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. 25 -28 Ocak, İzmir. Entomoloji Derneği Yayınları, 7, 1-12.
- Zamani, A. A., Talebi, A., Fathipour, Y., & Baniameri, V. (2007). Effect of temperature on life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), two parasitoids of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Environmental entomology, 36(2), 263-271.
- Zeren, O., Düzgüneş, Z. (1983). Çukurova Bölgesinde Sebzelerde Zararlı Olan Aphidoidea Türlerinin Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 7 (3), 204-207.
- Žikić V., Lazarević M. & Milošević D. (2017). Host range patterning of parasitoid wasps Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae). Zoologischer Anzeiger 268: 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2016.10.001>