

**BÖCEK VE NEMATODLARDA  
DAVRANIŞ ŞEKİLLERİ VE  
MÜCADELE OLANAKLARI**

**Editör:**

**Prof. Dr. Gülay KAÇAR**



Böcek ve Nematodlarda Davranış Şekilleri ve Mücadele Olanakları  
Prof. Dr. Gülay KAÇAR

ISBN: 978-625-6714-22-9  
Paradigma Akademi Yayınları  
Sertifika No: 69606

Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım  
Fetvane Sokak No: 29/A  
ÇANAKKALE  
e-mail: fahrigoker@gmail.com

Yayın Yönetmeni  
Nevin SUR

Kapak  
Himmet AKSOY  
Dizgi  
Durmuş KAÇAR  
Matbaa  
Meydan Baskı  
Sertifika No: 70835

Kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.  
Bu Kitap T.C. Kültür Bakanlığından alınan bandrol ve  
ISBN ile satılmaktadır. Bandrolsüz kitap almayınız.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN YÜZÜNCÜ YILI

Ekim 2023



## HAKEMLER

Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

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

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

Prof. Dr. İnanç ÖZGEN, Fırat Üniversitesi, Baskil Meslek Yüksek Okulu, Baskil, Elazığ, Türkiye

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

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

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

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

Doç. Dr. Elif YAVUZ ASLANOĞLU, Karamanoğlu, Mehmetbey Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Karaman, Türkiye

Doç. Dr. Fatih DAĞLI, Akdeniz Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

Doç. Dr. İslam SARUHAN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye

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

Doç. Dr. Şahin KÖK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Adnan SARIKAYA, Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Amasya, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Münevver KODAN Dr. Öğr. Üyesi Uşak Üniversitesi Sivasslı Meslek Yüksekokulu, Uşak, Türkiye

Dr. Öğretim Üyesi Tarkan AYZ, Şırnak Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şırnak, Türkiye

Dr. M. Mustafa Gökhan BİLGİN, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

Dr. Pınar ARIDICI KARA, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

Dr. Sadık Emre GÖRÜR, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

# İÇİNDEKİLER

Önsöz ..... vii

İçindekiler ..... v

## **Dünya ve Türkiye’de Biyolojik Mücadelede Faydalı Böcek**

**Kullanımının Tarihi ve Gelişimi..... 1**

Doğancan KAHYA, Miraç YAYLA

**Plant Responses To Meloidogyne Spp. Infection: Morphological And Molecular Alterations In Root Development..... 17**

Refik BOZBUĞA, Nagihan DUMAN, Mustafa İMREN

## **Biyolojik Mücadelede Heteroptera (Insecta: Hemiptera) Türlerinin**

**Önemi ..... 45**

Ahmet DURSUN, Meral FENT

**Migratory Movements In Insects ..... 115**

Erol BAYHAN, Selime ÖLMEZ BAYHAN

## **Böceklerde Öğrenme: Davranışsal Adaptasyon ve Öğrenme**

**Mekanizmaları..... 135**

Erol BAYHAN, Selime ÖLMEZ BAYHAN, Eda BUDAK AKBAL

## **Aphidlerde (Hemiptera: Aphididae) Görülen Formlar ve**

**Polimorfizm..... 163**

Işıl ÖZDEMİR

**Sitona Germar (Coleoptera: Curculionidae) Türlerinin Tarımsal Açından Önemi**  
..... 193

Celalettin GÖZÜAÇIK, Neslihan GÜLTEKİN

**Önemli Kentsel Zararlılardan Musca domestica L. (Diptera: Muscidae)'nin Tanınması, Biyolojisi ve Mücadele Yöntemleri**..... 215

Ali Kaan AŞKIN, İzzet AKÇA

**Samsun İli Süs Bitkileri Yetiştiricilik Alanlarında Sorun Olan Önemli Zararlılar**  
..... 271

Ali Kaan AŞKIN, İzzet AKÇA

**Türkiye’de Süne İle Biyolojik Mücadelede Son Gelişmeler** ..... 307

Şener TARLA, Gülcan TARLA

**Entomopatojen Nematodların Önemi**..... 327

Gülcan TARLA, Şener TARLA

**Avcı Böcek Nesidiocoris Tenuis Reuter (Hemiptera: Miridae)'in Beslenme Davranışı**  
..... 345

Saliha Selma ŞAHİN, Mehmet KEÇECİ

## ÖNSÖZ

Canlıların yaşadıkları habitatlarda birtakım uyarılara karşı veya içgüdüsel olarak meydana gelen hareketler davranış olarak tanımlanmaktadır. Bu hareket şekliinden faydalanılarak, canlılarla ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Bu canlılar içinde önemli bir yere sahip olan böcek ve nematodların davranışları izleyerek elde edilen veriler, özellikle mücadeleye karar vermede önemli bir rol oynamaktadır. Böcekler ve nematodlar, içinde yaşadıkları habitatta genetiksel, canlı ve cansız faktörlere karşı farklı davranışlar sergilerler. Bu faktörler tarafından uyarılan böcek ve nematod, vücudunda bulunan duyu organları tarafından alınan uyarılara karşı çeşitli şekillerde tepki verirler. Böceklerde vücutlarının çeşitli kısımlarında bulunan özellikle anten, bacak, ağız ve kütikilada yer alan bir takım duyu organlarıyla bağlantılı olan özel sinir uçları tarafından alınarak, beyinde uyarıya göre ayrıldıktan sonra birtakım hareketlere dönüştürerek farklı davranışlar olarak tepki verirler. Böceklerde içgüdüsel olarak beslenme, yazlama-kışlama, diyapoz, kaçma, saklanma, taklit, savunma, saldırı, yönelme, kur yapma, çiftleşme, yumurta bırakma, koruma, göç, ses ve salgı çıkarma, yuva yapma gibi pek çok davranış görebilmekteyiz. Böceklerin özellikle ışığa, renge, şekle, sese, kimyasal maddelere ve besine yönelimleri onları izlemede ve mücadele kullanılmaktadır. Bitki koruma ürünleri içinde yer alan renk, yapışkan ve feromon bazlı tuzaklar böceklerin bu yönelimlerinden yola çıkarak kullanım olanağı bulmuştur. Nematodların topraktaki canlılıklarına ve hareketine etki eden en önemli faktörler ise sıcaklık, nem ve suda çözünmüş oksijen (O<sub>2</sub>) miktarıdır. Ayrıca, bitki paraziti nematod genellikle konukçudan gelen uyarıcıları algılayarak bitkiye doğru bir yönelim gerçekleştirir. Bu etkenler, nematodların mücadelesinde göz ardı edilmemesi gereken hususlardır.

Bu kitabımızda farklı tarımsal alanda önemli böcek ve nematodlarda belirlenen davranışlar ile mücadele olanaklarıyla ilgili bilgiler yer almaktadır. Kitabın hazırlanmasında katkıda bulunan tüm katılımcılara, hakemlere ve yayınevine içtenlikle teşekkür ederim.

Prof. Dr. Gülay KAÇAR

Editör



# DÜNYA VE TÜRKİYE’DE BİYOLOJİK MÜCADELEDE FAYDALI BÖCEK KULLANIMININ TARİHİ VE GELİŞİMİ

Doğancan KAHYA<sup>1</sup>, Miraç YAYLA<sup>2</sup>

## Giriş

İnsanlık tarihi boyunca tarım alanlarında verim kaybına neden olan zararlı organizmalar ve insan sağlığını tehdit eden etmenlerle her zaman mücadele çalışmaları yürütülmüştür. Sentetik kimyasalların keşfinden önce insanlar, genellikle doğal yöntemler kullanarak mücadele çalışmaları yapmışlardır. İnsanların yaptıkları gözlemler sonucunda yılanların kemirgenler ile kuşların böcekler ile beslendiğini ayrıca Eski Mısır’da kedilerin fareler ile mücadele için evcilleştirilmesi gibi birçok metot insanlar tarafından denenmiştir. Biyolojik Mücadele açısından bakacak olursak özellikle Çin’de turunçgil alanlarında avcı karıncaların kullanılması gibi birçok yöntem denenerek verim kaybının önüne geçilmeye çalışılmıştır (Uygun ve ark., 2016).

“Biyolojik Mücadele” ise terim olarak ilk kez 1900’lu yılların başında Smith tarafından “zararlı popülasyonlarını doğal düşmanları vasıtasıyla baskı altına alma ve düzenleme” şeklinde ifade edilmiştir (Smith, 1919). İlerleyen yıllarda Debach (1974) yaptığı tanımda parazitoit, predatör ve patojenler ile zararlı popülasyon yoğunluğunu bu etmenlerin olmadığı zamanki yoğunluğundan daha düşük düzeyde tutulması olarak vurgulamıştır. Van den Boch ve ark. (1982) hem doğal biyolojik mücadeleyi hem de uygulamalı biyolojik mücadeleyi

---

<sup>1</sup>Dr. Öğretim Üyesi, Bitki Koruma Bölümü, Ziraat Fakültesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, kahyadogancan@gmail.com

<sup>2</sup>Mühendis (Dr.), Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, miracyayla01@gmail.com

ayrı ayrı tanımlamış özellikle uygulamalı biyolojik mücadelenin insan eliyle yapılan bir yöntem olduğunu belirtmiştir. 1990 ve 2000’li yıllara gelindiğinde yine bazı araştırmacılar tarafından biyolojik mücadele hakkında tanımlamalar yapılmıştır. Hagler (2000) yaptığı çalışmada biyolojik mücadeleyi “Zararlıların mücadelesinde doğal düşmanların insanlar tarafından kullanılması” olarak tanımlamış ve biyolojik mücadeleyi, doğal biyolojik mücadele tanımından ayırmıştır. FAO 1996 yılında biyolojik mücadele etmenlerinin ithali ve salımı ile ilgili yönetmelikte biyolojik mücadeleyi “Canlı doğal düşmanlar, antagonistler, rekabetçiler ve diğer kendi çoğalabilen biyolojik varlıkların kullanılmasıyla yapılan zararlı mücadele stratejisi” olarak tanımlamıştır.

Yukarıda belirtildiği gibi 1900’lü yılların başından günümüze kadar gelindiğinde biyolojik mücadele hakkında birçok tanımlama yapılarak uygulamalı ve doğal biyolojik mücadele arasındaki farklılıklar çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmeye çalışılmıştır.

Bu kitap bölümü derlemesinde biyolojik mücadelede kullanılan faydalı böceklerin Dünyada ve Türkiye’de geçmişten günümüze ilerlemesi ve yapılan önemli çalışmaların yanı sıra özellikle hem Dünya’da hem Türkiye’de biyolojik mücadele uygulamaları konusunda yapılmış bazı önemli örnekler ve başarılı çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

## **Dünyada Biyolojik Mücadele’nin Gelişimi**

Dünya’da biyolojik mücadele uygulamalarına baktığımızda insanlığın kurduğu büyük medeniyetlerden olan Mısır’a kadar gitmektedir. Yapılan araştırmalarda M.Ö 4000’li yıllarda Mısır’da tahıl depolarında farelere karşı kedilerin, kullanmak amacıyla evcilleştirildiği tahmin edilmektedir. Çinlilerin İpekböceği üretimi yaparken parazitizm gibi kavramları bildiği düşünülmektedir. Ayrıca

Avrupa’da biyoloji ve entomoloji çalışmalarının Aristo’ya kadar dayandığı tahmin edilmekte ve eski kaynaklarda bazı arıcıkların örümcekleri çoğalmak için kullandığı hakkında bilgiler yer almaktadır (Anonim, 2023a).

1600-1700 yıllara geldiğimizde ise Aldrovandi yayınladığı “De Animalibus Insectis” kitabında hem entomoloji hem de parazitizm hakkında Biyolojik Mücadele’ye önemli katkılar sağlamıştır (Anonim, 2013; Uygun ve ark. 2016). Aldrovandi yaptığı gözlemler sonucunda parazitizm kavramı ile ilgili olarak *Pieris rapae* (L) (Lepidoptera: Pieridae)’nin larvalarında *Apanteles glomeratus* (L.) (Hymenoptera: Braconidae) tespitini yapmıştır. Antoni van Leeuwenhoek, 1700 yılında (Anonim, 2023b) böceklerdeki parazitizm olgusuyla birlikte bir dişi parazitoitin Yaprakbitlerine yumurta bırakmasını/parazitlenmesinin çizimini gerçekleştirmiştir. 1700’li yıllarda Vallisnieri’nin bu konukçu-parazitoit ilişkisini doğru bir şekilde yorumlayan ve muhtemelen parazitoitlerin varlığını ilk kez rapor eden kişi olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca yine 1700’li yılların başlarında Cestoni, lahanada zararlı böceklerin yumurtalarından farklı parazitoitler rapor etmiştir (Bodenheimer, 1931). 18. Yüzyılda Dünya’da ilk defa bir biyolojik mücadele etmeninin ithalatı gerçekleştirilmiştir. 1762 yılında Mauris adasında çekirge zararının önüne geçmek için Hindistan’dan Mayna kargası getirilmiştir (Anonim, 2023b).

19. Yüzyıla geldiğimizde entomofag böcekler ile ilgili birçok araştırma yapılmış ve 1800’lü yıllardan beri zararlı ve yabancı ot mücadelesinde biyolojik mücadele etmenlerinin günümüzdeki haliyle kullanımı ile ilgili temeller 1890’lı yıllardan itibaren atılmaya başlanmıştır. 19. yüzyıldaki biyolojik mücadelenin temel ve kavramsal çalışmalarının modern çevre bilimine yoğun katkısı olmuştur. Bu keşifler ve kavramlar arasında doğanın denge,

popülasyonun büyüklüğü ve sınırlanmasını etkileyen faktörler ve özellikle bitkilerin, hayvanların ve bunların doğal düşmanlarının birbirleriyle olan simbiyotik ilişkileri ve bu doğal düşmanların yoğunluğu ve dağılımının belirlenmesinde önemli rol oynamıştır (Bosch ve ark., 1982). Yapılan çalışmaları incelediğimizde Erasmus Darwin 1800 yılında yaptığı çalışmada Lahana kelebeği'nin larvalarının zarar meydana getirdiği yerlerde bazı larvaların üzerinde Ichneumonidae familyasına bağlı küçük böcekler tespit etmiştir. Bu böceklerin Lahana kelebeğinin larvaları üzerine yumurtalarını bıraktığını tespit etmiştir (Doutt, 1964). Fransa'nın Boisgiraud bölgesinde 1840 yılında *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae)'ın larvalarının yapraklarda meydana getirdiği zararın önüne geçmek için Carabidae familyasına bağlı bir avcı böcek olan *Calosoma sycophanta* (L.) toplanarak salımı çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Bosch ve ark., 1982).

19. yüzyılın sonlarına gelindiğinde sadece Avrupa değil Amerika kıtasında da biyolojik mücadele adına önemli gelişmeler ve çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 1880 yılına gelindiğinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde ilk olarak geniş çapta başarılı ve etkili bir biyolojik mücadele uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama turunçgil alanlarında önemli zarar meydana getiren Torbalı koşnil (*Icerya purchasi* Mask. (Hemiptera: Margarodidae)'e karşı yapılmıştır. Bu biyolojik mücadele uygulaması sadece ABD'de değil Dünya için de temel ve ilk çalışma niteliği taşımaktadır. Bu zararlının Kaliforniya'da sadece turunçgillerde değil aynı zamanda birçok meyve ağacında zarar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Torbalı koşnil zararının önüne geçmek için çalışmalar yapılmış ve 1880'lere gelindiğinde faydalı organizmaların ithalatı ile ilgili rapor ve görüşler belirtilmiştir. Yapılan bu araştırmaların sonucunda Koebele, Avustralya'da Torbalı koşnil'in parazitoiti *Cryptochetum iceryae*

(Williston) (Diptera: Cryptochetidae) ve predatörü *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coccinellidae: Coleoptera) tespit etmiş ve ABD'ye getirilerek öncelikle bu etmenlerin adaptasyon, kitle üretim ve kafes içerisinde salım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda özellikle *R. cardinalis*'in hızlı bir şekilde koloni oluşturduğu ve hızlı bir şekilde bu zararlıyı baskı altına alarak popülasyonunu önemli derecede ekonomik zarar seviyesinin altına düşürdüğünü belirlemişlerdir (Debach, 1974; Bosch ve ark., 1982).

20. yüzyıla gelindiğinde doğal düşmanlar ve üretim teknikleri konusunda önemli gelişmeler meydana gelmeye başlamıştır. Özellikle ABD'de faydalı böceklerin ithali konusunda birçok çalışma yapılmıştır. 1901 yılında *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera: Coccidae)'ye karşı ABD'nin Louisiana eyaletinde Amerikan Tarım Bakanlığının da desteğiyle *Scutellista cyanea* Motschulsky, 1859 (Hymenoptera: Pteromalidae) Güney Afrika'dan getirilerek kullanılmıştır. Yine ABD'de elma iç kurdunun biyolojik mücadelesi için İspanya'dan parazitoit *Ephialtes caudatus* Ratzeburg (Hymenoptera: Ichneumonidae)'u ithal etmişlerdir ve biyolojik mücadele çalışmalarına başlamışlardır (Bosch ve ark., 1982). 20. yüzyıla baktığımızda tüm Dünya'da biyolojik mücadele çalışmaları daha yaygın hale gelmeye başlamıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi 1890-1975 tarihleri arasında farklı ülkelerde (ABD, Avustralya, İtalya, Peru gibi) en az 11 farklı geniş çaplı biyolojik mücadele programı uygulanmış ve başarı elde edilmiştir.

Tablo 1. 1890-1975 tarihleri arasında Biyolojik Mücadele Uygulamaları (De bach, 1964; Laing ve Hamai, 1976)

Decade	Completely or substantially successful	Partially successful	Total
1890–1900	1	1	2
1900–1910	7	4	11
1910–1920	6	8	14
1920–1930	17	11	28
1930–1940	32	25	57
1940–1950	10	12	22
1950–1960	9	5	14
1960–1970	14	0	14+
1970–1975 <sup>b</sup>	9	5	14

<sup>a</sup>Each project judged completely or substantially by DeBach (1964) is tabulated at the time of the initial establishment of the natural enemy involved.

<sup>b</sup>From Laing and Hamai (1976).

1930-1940’lı yıllara geldiğimizde biyolojik mücadele açısından tüm dünyada en fazla uygulamanın yapıldığı dönemlerden birisi yaşanmıştır. Dünya çapında toplam 57 adet farklı doğal düşmanın farklı bölgelerde yerleştirme ve adaptasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir ve bu doğal düşmanlardan en az 32 âdetinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu başarılı sonuçlara rağmen II. Dünya Savaşı ile sentetik pestisitlerin keşfi biyolojik mücadele uygulamalarında sert bir düşüşe neden olmuştur. Biyolojik Mücadele çalışmaları 1950’li yıllara gelindiğinde de devam etmiş ve farklı ürünlerde zarar yapan birçok zararlıya (*Therioaphis trifolii* (Monell, 1882), *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera: Aphididae), *Parlatoria oleae* (Clovee) (Hemiptera: Diaspididae)), karşı başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Bosch ve ark., 1982). 1970-1980’lere bakıldığında yine *Chromaphis juglandicola* Kalt (Hemiptera: Aphididae) *Eucallipterus tilliae* L (Hemiptera: Aphididae) gibi zararlılara karşı önemli sonuçlar elde edilmiş ve *Callaphis juglandis* Goeze (Hemiptera: Aphididae) ve *Pulvinaria mesembryanthemi* (Vallot, 1829) (Hemiptera: Coccidae), *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechidae), *Convovulus arvensis* L., ve *Acyrtosiphon kondoi* (Shinji) gibi birçok zararlı etmen ve yabancı ota

karşı biyolojik mücadele araştırmaları başlatılmıştır (Bosch ve ark., 1982). Yapılan çalışma ve araştırmalardan da görüldüğü gibi 1970'lerden sonra özellikle "Kitle-Üretim ve Salım" tekniğı daha profesyonelleşmeye başlamış ve özellikle etkili biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımı, kitle-üretim tekniklerinin iyileştirilmesi, kalite-kontrol ve taşıma, depolama ve salım metotlarının iyileştirilmesi gibi konulara önem verilmeye başlanmıştır (Van lenteren, 2003; Cock ve ark., 2010; Ravensberg, 2011; Van lenteren, 2012). 1980'lerin sonlarında dünya çapında 416 adet zararlıya karşı toplamda 384 adet doğal düşmanın ithali gerçekleştirilerek bu zararlılardan 164 tanesi tamamen kontrol altına alınmış, 75 tanesi esasen, 15 tanesi de kısmen kontrol altına alınmıştır (Anonim, 2023b).

Günümüzde ise özellikle doğal düşmanların ticari olarak Kitle Üretim ve Salımda önemli başarılar elde edilmiştir. 2000'li yıllarda yapılan çalışmalarda örtü altı sebze üretiminde Beyazsinek, Trips, Domates güvesi gibi zararlıların mücadelesinde kimyasal pestisitler yerine bazı avcı akar ve hemipter predatör böceklerin pratikte de kullanımın yaygınlaşmasıyla biyolojik mücadelenin başarısı daha çok ön plana çıkmaya başlamıştır (Calvo ve ark., 2012; Urbaneja ve ark., 2012). Cock ve ark. (2012) yaptığı araştırmada Avrupa'da 170 adet predatör ve parazitoit böceğın biyolojik mücadele etmeni olarak kullanıldığını, van lenteren (2012) yaptığı araştırmada ise dünya çapında biyolojik mücadele kapsamında ticari olarak 230 adet faydalı böceğın kullanıldığını tespit etmiştir. 2016 yılında yapılan araştırmada Dünya çapında kullanılan doğal düşmanlar 350 adet tür olarak tespit edilmiş ve bu türleri kitle-üretimini yapan 500 adet ticari firmanın olduğı tahmin edilmektedir (van Lenteren, 2018).

## **Türkiye’de Biyolojik Mücadelenin Gelişimi**

Ülkemizde zararlı organizmalar ile biyolojik mücadelenin ilk kaydı 1912 yılında Osmanlı İmparatorluğu dönemine dayanmaktadır. Bu dönemde Ege Denizi’nde bulunan Sakız Adası’nda Turunçgil alanlarında zarar yapan Torbalı koşnile karşı *R. cardinalis* yurtdışında getirilmiş ve bu zararlıyı baskı altına alması için salımlar yapılmıştır. Bu avcı böcek 1932 yılında tekrardan ithal edilerek Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde salım yapılarak ülkemize başarılı bir şekilde adaptasyonu sağlanmış ve Torbalı koşnil zararlısını baskı altına almayı sağlamıştır. Günümüzde de geniş spektrumlu ilaçlar kullanılmadığı takdirde bu faydalı böcek zararlıyı baskı altına alabilmektedir (Kansu, 1986; Erkılıç ve Demirbaş, 2007).

Ülkemize ikinci olarak getirilen parazitoit ise *Aphelinus mali* (Haldeman) (Hymenoptera: Aphelinidae)’dir. Elmada zarar yapan Elma pamuklubiti, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Homoptera: Aphididae)’a, karşı Prof. Dr. Süreyya ÖZEK tarafından ülkemize getirilerek salım ve adaptasyon çalışmaları yapılarak bu zararlı biyolojik mücadele uygulamaları ile baskı altına alınmaya çalışılmıştır. Biyolojik mücadele çalışmaları bu yıllarda ülkemizde yine devam etmiş ve 1913 yılında İtalya’dan *Encarsia berlesei* (Howard, 1906) (Hymenoptera: Aphelinidae) getirilerek salım çalışmaları yapılmıştır. İlerleyen yıllarda birçok parazitoit türü ülkemize getirilerek salım ve adaptasyon çalışmaları yapılmaya devam edilmiştir. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) depo zararlılarına karşı, *Prospaltella berlesei* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) Dut kabuklubiti’ne karşı, *Prospaltella perniciosi* Tower (Hymenoptera: Aphelinidae) San Jose kabuklubiti’ne karşı ülkemize getirilerek salım çalışmaları yapılan paraziot türlerdir (Kansu, 1986; Erkılıç ve Demirbaş, 2007).



Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae)'ye, karşı biyolojik mücadele çalışmalarının temeli ülkemizde 1965 yılında atılmıştır. Avcı böcek *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) ve parazitoit *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) ülkemize Amerika Birleşik Devletleri'nin California eyaletinde ithal edilerek Antalya ve Adana'da yer alan Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Araştırma Enstitülerinde kitle üretim, adaptasyon ve salım çalışmaları yapılmıştır (Erkılıç ve Demirbaş, 2007). Biyolojik mücadele çalışmaları ülkemizde hem üniversite hem de Tarım Bakanlığının araştırma enstitüleri tarafından yürütülmeye devam edilmiş ve çoğunlukla turunçgil zararlılarına odaklanılmıştır. Çukurova Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada Defne beyazsineği, *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae)'ya karşı parazitoit *Eretmocerus debachi* Rose & Rosen (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin biyoekolojik çalışmaları yapılmıştır (Şengonca ve ark., 1993).

Yine 1990'lı yıllarda Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Turunçgil alanlarında önemli zarara sebep olan Turunçgil beyazsineği, *Dialeurodes citri* (Ashmead) (Hemiptera:Aleyrodidae) ile biyolojik mücadele amacıyla Doğu Karadeniz Bölgesi'nden *Serangium parcesetosum* Siccard (Coleoptera:Coccinellidae) getirilerek bölgeye adaptasyon ve salım çalışmaları yapılmış ve Doğu Akdeniz Bölgesi'ne yerleşmesi sağlanmıştır (Anonim, 2013). 1990'lı yıllarda yapılan bir diğer önemli çalışma ise Turunçgil pamuklu beyazsineği'ne, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae), karşı *Cales noacki* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin adaptasyon ve salım çalışmaları turunçgil alanlarında gerçekleştirilmiştir (Ulusoy ve ark., 2003).

Ülkemizde yoğun olarak turunçgil zararlıları için biyolojik mücadele uygulamaları yapılmış olsa da turunçgil dışında diğer tarım ürünlerinde zarar yapan etmenlere karşı da Biyolojik mücadele çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 1996 yılından itibaren mısır alanlarında zarar yapan Mısır kurdu’na (*Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera:Pyralidae)) karşı *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)’in kitle üretim ve salım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. *Trichogramma evanescens*’in salım çalışmaları sadece Mısır kurdu’na karşı değil aynı zamanda elma iç kurdu, Domates güvesi ve salkım güvesi gibi Lepidoptera zararlılarına karşı *Trichogramma* türlerinin tespiti ve salım çalışmaları yapılmıştır (Öztemiz ve ark., 2004; Öztemiz ve ark., 2008; Özsemerci ve ark., 2016; Keçeci ve Öztop, 2017).

Ülkemizde buğday alanlarında önemli zararlılardan olan Süne ile biyolojik mücadele çalışmaları 1990’lı yıllarda başlamıştır. Bu çalışmalar içerisinde 1990’lı yılların ortalarına kadar kitle üretim olanaklarının geliştirilmesi ile alakalı üniversitelerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Akıncı ve Soysal, 1996; Tarla, 1997; Tarla ve Kornoşor 2003). 2004 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığı’nın çalışmasıyla “Ülkesel Süne Projesi” başlatılmış ve *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)’un kitle üretim çalışmalarına Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nde başlanmış ve bunu takiben 2005 yılında yaklaşık 3 milyon adet yumurta parazitoiti 23 ilde süne yumurtasına karşı salınmıştır (İslamoğlu ve ark., 2008; İslamoğlu ve ark., 2011). Günümüzde bu faydalı böceğin kitle üretim ve salım çalışmaları hala devam etmektedir.

## **Sonuç ve Öneriler**

Ülkemizde yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi “Biyolojik Mücadele” çalışmaları Cumhuriyetin ilk yıllarında itibaren devam etmiş ve birçok araştırma hem üniversite hem de Tarım ve Orman Bakanlığının çeşitli araştırma enstitülerince yapılmıştır. Bu çalışmalarla birlikte 2010 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığı’nın Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele gibi alternatif mücadele yöntemlerini örtü altı ve açık alanda ruhsatlı ürünlerle uygulayan çiftçilere maddi destek vermesi alternatif mücadele yöntemlerinin kullanımın artmasını sağlamıştır. Buna ek olarak çevre dostu mücadele yöntemi uygulandığı için çevre ve insan sağlığı korunarak tarım ekosistemlerinde doğal dengenin korunmasına destek olunmuştur. Ayrıca kimyasal mücadele yerine biyolojik mücadele gibi alternatif yöntemlerin kullanılması hem doğal düşman popülasyonlarının korunması hem de direnç probleminin önüne geçilmesine katkı sağlamaya devam edeceği düşünülmektedir. Önümüzdeki yıllarda bu alternatif yöntemlerin kullanımının artması, “Yeşil Mutabakat Eylem Planı” içerisinde yer alan ülkemizin, bu plan çerçevesinde ortaya koyduğu 2030-2050 yılları arasında kimyasal pestisitlerin azaltılması hedefine ulaşmasına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Anonim, 2021).”

## KAYNAKLAR

Akıncı, A. R., & Soysal, A. (1996). Süne (*Eurygaster* spp.)'nin Yumurta Parazitoitlerinden *Trissolcus grandis* Thomson. (Hym., Scelionidae)'nin Kitle Üretim İmkanlarının Türkiye'de, Araştırılması (Proje No: BKA/05-BM-009 1996 Yılı Gelişme Raporu) Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü, Antalya, 13 s.

Anonim, (2013). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bmae/Belgeler/Kitap/biyolojik-mucadele-kitabi.pdf>. (Erişim tarihi: 17.03.2022).

Anonim, (2021). Web sitesi: <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAK-AT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf> (Erişim tarihi: 02.02.2022)

Anonim, (2023a). <http://eagri.org/eagri50/ENTO232/lec17.pdf>. (Erişim tarihi: 03.08.2023).

Anonim, (2023b). <http://www.faculty.ucr.edu/~legnerref/biotact/bc-2.htm>. (Erişim tarihi: 06.08.2023).

Bodenheimer, F. S. (1931). Der Massenwechsel in der Tierwelt. Grundriss einer allgemeinen tierischen Bevölkerungslehre. *Arch. Zool. Ital. (Napoli)*, 16, 98-111.

Bosch, R. van den, Messenger, R. P. S., & Gutierrez, A.P. (1982). An introduction to biological control. New York: Plenum Press.

Calvo, F.J., Bolckmans, K., Belda, J.E. (2012) Biological controlbased IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Biocontrol Sci Technol* 22,1398–1416.

Cock, M. J. W., van Lenteren, J. C., Brodeur, J., Barratt, B. I. P., Bigler, F., Bolckmans, K., Coñsoli, F. L., Haas, F., Mason, P. G., Parra, J. R. P. (2010). Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl* 55, 199–218.

DeBach, P. (1964). *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman & Hall: London. 844 pp.

DeBach, P., (1974). *Biological control by naturel enemies*. Cambridge University Press, London, 323 p.

Doutt, R. L. (1964). The historical Development of biological control. In: P. DeBach (ed.), *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Reinhold Publ. Corp., New York. 844 p.

Erkılıç, L. E. L., & Demirbaş, H. (2007). Biological control of citrus insect pests in Turkey. *CABI Reviews*, 6-pp.

FAO, (1996). *Coda of conduct for the import and release of exotic biological control agents*. Publication No. 3, Rome, 19 p.

Hagler, J. R. (2000). Biological control of insects (Chapter 7). In: Recheigl, E.S. and N.A. Recheigl Ed., *Insect pest management; Techniques for environmental protection*. CRC Press LLC.

İslamoğlu, M., Kornoşor, S., & Tarla, Ş. (2008). Süne yumurta parazitoidi *Trissolcus semistriatus* (Hymenoptera: Scelionidae)'un kitle üretimi ve salım alanlarında etkinliğinin belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Semp., 2-5 Haziran 2008, Konya, 921–931

İslamoğlu, M., Kornoşor, S., & Tarla, Ş. (2011). Türkiye’de Süne, *Eurygaster* spp. (Hemiptera: Scutelleridae) mücadelesindeki gelişmeler (1928–2010). *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(1), 63-78.

Kansu, İ. A. (1986). Biyolojik Mücadelenin Geçmişi ve Geleceği (Çağrılı Bildiri), Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 12-14 Şubat, Adana, 1-23

Keçeci, M., & Öztop, A. (2017). Possibilities for biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the western Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(2), 219-230.

Laing, J. E., & Hamai, K. (1976). Biological control of insect pests and weeds by imported parasites, predators and pathogens. In: C. B. Huffaker and P. S. Messenger (eds.) Theory and Practice of Biological Control. Academic Press: New York. pp. 685-693.

Özsemerci, F., Altındisli, F. O., Koclu, T., & Karsavuran, Y. (2016). Egg parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards of Izmir and Manisa Provinces in Turkey. In BIO Web of Conferences (Vol. 7, p. 01006). EDP Sciences.

Öztemiz, S., & Kornoşor, S. (2004). Life table of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) eggs. *Journal of Cukurova University, Faculty of Agriculture*, 19(3), 83–92.

Öztemiz, S., Ercan, F. S., & Tunçbilek, A. Ş. (2008). Türkiye’de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türleri, konukçuları ve sistematikteki son gelişmeler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29(3).

Ravensberg, W. J. (2011) A roadmap to the successful development and commercialization of microbial pest control products for control of arthropods. Springer, Dordrecht.

Şengonca C., Uygun, N., Kersting, U., Ulusoy, M. R. (1993). Successful colonization of *Eretmocerus debachi* (Hym.: Aphelinidae) in the Eastern Mediterranean citrus region of Turkey. *BioControl*, 38(3), 383–90.

Smith, H. S., (1919). On some phase of insect control by the biological method. *Journal of Economic Entomology*, 12, 288-292.

Tarla Ş. & Kornoşor, S. (2003). Süne yumurta parazitoiti *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un Süne'nin biyolojik mücadelesinde salımı ve etkinliğinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 69–78

Tarla, Ş. (1997). Antakya ve çevresinde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) yumurta parazitoidlerinin tespiti ve bunların kitle üretim olanakları üzerinde araştırmalar. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antakya, 57 s

Ulusoy, M. R., Vatansever, G., Erkılıc, L., Uygun, N. (2003). Studies on *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera, Aleyrodidae) and its parasitoid, *Cales noacki* Howard (Hymenoptera, Aphelinidae) in the East Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Pest Science* 76(6), 163–9.

Urbaneja, A., Gonzalez-Cabrera, J., Arno, J., Gabarra, R. (2012). Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Man Sci* 68, 1215–1222.

Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Satar, S. (2016). Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 1-14.

Van Lenteren, J. C. (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57, 1–20

Van Lenteren, J. C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W. J., & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63, 39-59.

Van Lenteren, J.C. (2003) Quality control and production of biological control agents: theory and testing Procedures. CABI, Wallingford



# PLANT RESPONSES TO *MELOIDOGYNE* SPP. INFECTION: MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR ALTERATIONS IN ROOT DEVELOPMENT

Refik BOZBUĞA<sup>1</sup>, Nagihan DUMAN<sup>2</sup>, Mustafa İMREN<sup>3</sup>

## Introduction

Various living organisms, such as insects (Guiguet et al. 2019; Gätjens-Boniche 2019), bacteria like *Agrobacterium tumefaciens* (Kerpen et al. 2019), the fungus *Ustilago maydis* (Harris and Pitzschke 2020), and nematodes (Bozbuga et al. 2018), can induce gall formation in plants. During plant-pathogen interactions, striking visual alterations become apparent in the host plants, including changes in root system architecture, the development of pseudoflowers, phyllody, and the formation of galls. These morphological changes serve as compelling evidence that the invading microorganism disrupts the normal development and growth of the plant (Le Fevre et al. 2015). Within the *Meloidogyne* genus, a group commonly known as root-knot nematodes, a notable example of gall formation in host plants occurs. Root-knot nematodes inflict damage upon plants by penetrating the plant tissues via a stylet and completing their life cycle therein. They

---

<sup>1</sup>Assoc. Prof. Dr., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Eskisehir Osmangazi University, 26160, Eskisehir, Türkiye, e-mail: refikbozbuga@gmail.com

<sup>2</sup>MSc. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Gölköy, 14030 Bolu, Türkiye, e-mail: nagihanduman@ibu.edu.tr

<sup>3</sup>Prof. Dr., Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bolu Abant İzzet Baysal University, Gölköy, 14030 Bolu, Türkiye, e-mail: mimren37@gmail.com

induce the formation of feeding sites called 'giant cells.' These giant cells are characterized by their multinucleate nature and hypertrophied appearance, functioning as essential feeding cells for the nematodes. Within the nematode feeding site, numerous structural modifications are seen, with alterations in the wall thickness of cell (Bozbuga 2017), increased cell proliferation, augmented cytoplasm volume, heightened presence of organelles such as mitochondria, plastids, ribosomes, endoplasmic reticulum, as well as the presence of a large central vacuole accompanied by several smaller vacuoles (Caillaud et al. 2008; Bird 1961). These specialized cells play in supplying nutrients to the nematodes, primarily by interfacing with xylem vessels and other adjacent cells (Rudiuc et al. 2014). The aim of this review in this chapter is to provide information on the significance of the nematode feeding site in the context of the plant-nematode interactions.

### **Pathogen induced galls**

Numerous pathogens, including nematodes, insects, fungi, and bacteria, can induce the formation of galls in various plant tissues, such as leaves, roots, and stems. The formation and development of galls are influenced by the feeding habits of these inducers (Ferreira et al. 2019a). Plant hormones play a pivotal role in orchestrating reorganising plant development and growth (Santner and Estelle 2009). Consequently, manipulating plant hormones by root-knot nematodes results in irregular tissue growth within the roots (Hutangura et al. 1999). The phenotype of galls in the roots of host plants is a characteristic feature defined by the gall generator (Carneiro et al. 2015).

Cellular processes undergo reprogramming as gall development progresses and cell differentiation occurs in the local gall formation sites (Gheysen and Mitchum 2011). The abnormal growth and gall

formation induced by nematodes are closely associated with the initiation hormones of plants (Hutangura et al.1999; Goethals et al. 2001). A collective response to tissue influences during gall growth involves homogenising of the outer vascular layers and the reorganization of parenchymal tissues (Bartlem et al. 2014). Both root-knot nematodes and certain leaf-mining insects can significantly influence plant growth, forming distinct organs and developing of galls, which share some similarities (Favery et al. 2020). In the nutritive tissues derived from insects and galls, vascular tissues connected to the host plant's vascular region typically play a crucial role (Stone et al. 2002). For example, *Ditylenchus gallaeformans*, a plant parasitic nematode, induces galls on the above-ground parts of certain plants, resulting in hyperplasia in leaves, with a community of nematodes often located in a central cavity (Ferreira et al. 2017a; 2017b). In the case of *Meloidogyne incognita*, gall formation occurs in the roots of host plants. These nematode-induced galls can even turn the roots of tomatoes exposed to light to green, and chlorophyll and chloroplasts are detected within these galls (Nishiyama et al. 2014).

The induction of galls in plant tissues by pathogens is often associated with increased plant growth hormones, such as auxins and cytokinins (Kant and Ramani 1990). Cytokinins and auxins regulate roles in cell proliferation and modification during gall development (Ferreira et al. 2019b). Notably, the nematode *Ditylenchus gallaeformans* infects *Miconia* (Melastomataceae) and causes leaf galls (Arriola and Isaias 2021). Gall induction and the release of pectinases on surfaces enhance totipotency (Arriola and Isaias 2021).

The infective stage juveniles of *Meloidogyne* genus initiate giant cell growth, each containing up to 100 nuclei, as a result of numerous rounds of nuclear division without cytokinesis (Abad et al. 2009). A prominent characteristic of galled roots is the malformation of xylem

vessels (Robab et al. 2010). Xylem vessels increase abundance within nematode-infected-root-portions of *Arabidopsis* and aduki bean, reaching higher levels by day 21 after nematode invasion (Bozbuga 2017). The proximity of nematode-feeding cells to the phloem and xylem facilitates close interaction between the nematode's feeding site and the plant's vascular cylinder of the plant, which is essential for the delivery nutrients for developing giant cells (Bartlem et al. 2014). The characteristics of *Meloidogyne incognita*-induced giant cells may change depending on the species of plants. These giant cells may exhibit distinct granular cytoplasm and hypertrophic nuclei (Siddiqui et al. 2014).

It's important to note that both the species of nematodes (Vovlas et al. 2005) and the species of plants (Yousif 1979) can influence the structure and size of root galls. Similarly, the thickness of galls induced by *Meloidogyne incognita* can vary, being approximately three times thicker in corn plants, 2.5 times thicker in *Arabidopsis* plants, seven times thicker in aduki bean plants, and three times thicker in potato plants (Bozbuga 2017). Furthermore, research on *Arabidopsis* cell wall-related mutants has revealed that hemicellulose (*mur3*, *glz1*, *msr1*), pectin (*qul1*, *arad2*, *rgxt1*, *bgal5arad1*, *pme31*), and glycoprotein (*agp8*, *lrx3*, and *perk10*) are involved in modifying gall size and the number of galls in *Arabidopsis* plants (Bozbuga 2017). Abnormal arrangements can be detected in the phloem and xylem near giant cells in galls induced by *Meloidogyne incognita* (Bozbuga et al. 2018; Azam et al. 2011; Bozbuga 2017). The concentration of glycan antigens may also change in *Meloidogyne incognita*-induced galls, with de-esterified pectic homogalacturanan being more abundant in galls in *Arabidopsis thaliana*, potato, and aduki bean plants (Bozbuga 2017). Arabinan and pectic arabinan are notably higher in galls in *Arabidopsis* plants (Bozbuga 2017).

Galactan is more abundant in potato and Arabidopsis galls than in the control group, and the xyloglucan epitope is higher in galls induced by the nematode *M. incognita* in potato and aduki bean plants (Bozbuga 2017).

## **Nematode induced giant cells and remodelling**

The cell wall of plants is a compound structure composed of components such as lignin, pectic substances, cellulose, enzymes, hemicelluloses, and proteins (Heredia et al. 1995). When root-knot nematodes trigger the development of giant cells in plants, substantial alterations occur within the plant cell wall (Bozbuga et al. 2018; Williamson and Gleason 2003). The involvement of the plant cell wall is pivotal during root-knot nematode infection (Bozbuga et al. 2018; Veronico et al. 2018). The formation of giant cells within feeding sites induced by nematodes is strongly linked to the reduced expression of particular genes (Gheysen and Mitchum 2009).

There are irregularly distributed contents in giant cell wall growth (Berg et al. 2009). It is crucial to emphasize that the feeding sites initiated by root-knot nematodes differ significantly from those induced by cyst nematodes, as the latter entails the degradation of cell walls in neighbouring cells (Sobczak and Golinowski 2009). The second-stage-juveniles (J2s) of *M. incognita* secrete numerous proteins, amounting to several hundred, which can potentially to reprogram host cells (Bellafiore et al. 2008).

Hemicelluloses are complex heteropolymers found in plant cell walls, and they typically contain glucose, mannose, or xylose (Scheller and Ulvskov 2010). Examples of hemicellulose structures found in the cell walls of giant cells and vascular tissues in various host plants include xyloglucan, xylan, mannan, feruloylated xylan, and mixed linkage glucan (Bozbuga 2017). Notably, *M. incognita* infection

results in increased growth in the roots of the microtubule-defective *fra2* katanin mutant, which may be linked to the differential distribution of pectin and hemicellulose that contributes to root developmental defects (Meidani et al. 2019). While xylan and mannan are present within the cell walls of vascular cylinders in *Arabidopsis* and Aduki bean in nematode-infected tissues, they are not found in giant cell walls (Bozbuga 2017).

Xyloglucan, an important hemicellulose, is found in non-grain plants, gymnosperms, and dicots (Albersheim et al. 2011). The degradation of xyloglucan can disrupt various cell processes (Kong et al. 2015). Xyloglucan is found in vascular cylinder cell walls and giant cell walls within the tissues of host plants, including Aduki bean, *Arabidopsis* and maize (Bozbuga 2017).

The differential distribution of cell wall components is seen in methyl- esterified pectic homogalacturonan, xyloglucans, de-esterified pectic homogalacturonan, and arabinans between wild-type *Arabidopsis* and the *fra2* katanin mutant (Meidani et al. 2019). The presence of methyl- esterified homogalacturonan, which is abundant in giant cell walls, is believed to contribute to the flexibility of these cell walls (Bozbuga 2017).

Rhamnogalacturonan-I, a complex polysaccharide that includes arabinan as one of its subgroups, falls under pectic polysaccharides (Caffall and Mohnen 2009; Willats et al. 2001). Arabinan is thought to enhance giant cell walls' flexibility of giant cell walls during nematode infection, facilitating nutrient uptake (Bozbuga et al. 2018). On the other hand, in giant cell walls, galactan epitopes are identified in Aduki bean tissues (Bozbuga et al. 2018). But they are absent in giant cell walls of *Zea mays* and *Arabidopsis* (Bozbuga et al. 2018). Arabinan, xyloglucan, and homogalacturonan are common

polysaccharides in the cell walls of *M. incognita* feeding site (Bozbuga 2017).

Extensin and arabinogalactan proteins are glycoproteins part of plant cell walls (Jose Estanyol and Puigdomenech 2000). These proteins play various biological roles, including involvement in cell wall metabolism, expansion, cell structure and cellular signalling (Albersheim et al. 2011; Jamet et al. 2006). Arabinogalactan proteins may participate in processes such as cell division, microbe interactions with plants and programmed cell death (Seifert and Roberts 2007). Furthermore, arabinogalactan proteins are associated with numerous functions, including cell adhesion, plant reproduction and development, cell death, responses to biotic and abiotic stress, and plant cell expansion (Schultz et al. 2000; Schultz et al. 2002). Arabinogalactan proteins are present in the cell walls of *Zea mays* giant cells but are not detected in Aduki bean and *Arabidopsis* (Bozbuga 2017).

*M. incognita* J2s initiate their invasion in the root elongation zone by penetrating the epidermal cells of plant roots. Once inside the plant root, they migrate intracellularly towards the meristem and then return to the root before moving into the vascular tissue. Inducing asymmetric cell division in the vascular parenchyma creates swelling in the plant roots, a phenomenon known as galls (de Almeida-Engler et al. 2015). These juveniles express multiple genes, often numbering in the hundreds, encoding cell wall-degrading enzymes, allowing them to migrate within plant roots, establish a feeding site, and ultimately form giant cells (Shukla et al. 2018). Following nematode infection, galls induced by the nematode, which consist of four to eight giant cells, become visible to the naked eye, marking the completion of the nematode's life cycle (Kyndt et al. 2013; Sirca et al. 2003).

When damage occurs to the cell walls of pathogens, it triggers significant modifications in cell wall metabolism. These changes become observable in the altered structure of plant cells (Hamann 2015). In the context of nematode-feeding sites, the cell's structure must be capable of withstanding turgor pressure while maintaining the flexibility necessary to accommodate the demands of nematode-feeding (Kyndt et al. 2013). Typical galls or root-knots form through hyperplasia, or excessive cell division, of the surrounding cells at the nematode infection site (Kyndt et al. 2013). After several rounds of nuclear division, giant cells become hypertrophied and increase in size (Escobar et al. 2015).

During the development of giant cells, significant changes occur in the vascular cylinder of the plant (Bozbuga et al. 2018). Giant cells serve as nutrient sinks to support the life cycle of root-knot nematodes (Escobar et al. 2015). The nematode signals the parenchyma cells located in the root cylinder to differentiate into multinucleated and metabolically active giant cells that resemble transfer cells (cells specialized for nutrient transport). These giant cells then supply nutrients to the root-knot nematodes situated around the nematode head (Escobar et al. 2015).

Studies on *Arabidopsis* cell wall-related mutants have revealed that hemicellulose (*glz1*, *msr1*, *mur3*), pectin (*rgxt1*, *bgal5*, *arad2*, *pme31*, *arad1*, *qul1*), and glycoprotein (*lrx3*, *agp8*, and *perk10*) are involved in changes in nematode size and nematode numbers in *Arabidopsis* plant roots (Bozbuga 2017). Abnormal xylem vessels are usually not interconnected and may relate to the nematode feeding site for nematode nutrient uptake (Bozbuga 2017).

The primary and vital constituent of plant cell walls is cellulose (Taylor 2008). When the plant cell wall polymers undergo rearrangement, it reduces turgor pressure within the cell, enabling



water uptake and volumetric cell wall expansion. This process helps to restore cell wall stress (Cosgrove 2016). *Meloidogyne incognita* feeding site can be modulated by water stress regarding gene expression related to cell wall metabolism (Veronico et al. 2022). Water stress leads to differential gene expression in these galls, particularly upregulating genes related to expansion, expansin-like proteins, pectin methylesterase, and pectin acetylerase in unstressed galls, and downregulating these genes under water stress (Veronico et al. 2022). Cell walls are paramount in bolstering plant resistance, offering crucial structural support during growth, and assuming the primary role in thwarting invaders such as pathogens and parasites (Underwood 2012). Notably the giant cells provoked by *M. incognita* exhibit notably thicker cell walls compared to those found in the vascular cylinder (Bozbuga 2017). Furthermore, the thickness of cell walls within giant cells is subject to variation contingent upon the specific host plant species. For example, in Aduki bean roots, giant cell walls are about five times thicker than the walls of the vascular cylinder, while in Arabidopsis, they are 2.5 times thicker, and in maize, three times thicker (Bozbuga 2017).

Under the influence of nematodes, plant stem cells undergo a conversion, leading to the development of hypertrophic, multinucleated, and metabolically active giant cells (Gheysen and Mitchum 2011). In the course of nematode infestation, these parasites engage with the plant cell wall, effecting alterations (Bozbuga 2017). The cell wall of plants has a matrix structure consisting of many polysaccharides, including heteromannans, xyloglucans, heteroxylenes, homogalacturonans, and rhamnogalacturonans that are associated with cellulose microfibrils and pectin (Zhang et al. 2015). The plant cell wall undergoes complex modifications, including cell

wall biogenesis, metabolism, and remodelling, in reaction to the feeding zone created by the nematode (Sobczak et al. 2011).

Mannosyl residues are found in various polysaccharides, including galacto glucomannan, galactomannan, glucomannan, mannan and heteromannan (Scheller and Ulvskov 2010). It is theorized that the presence of smaller giant cells in the context of water stress within giant cells provoked by root-knot nematodes could be under the regulatory influence of abscisic acid (ABA); ABA, a plant hormone responsible for impeding cell wall laxity and secondary cell wall formation, is believed to play a pivotal role in this process, as discussed by Liu et al. in 2021, Gimeno-Gilles et al. in 2009, and Yu et al. in 2021. The cytoplasmic density within giant cells induced by the root-knot nematode *M. graminicola* reaches its zenith during the intermediate phase between the parasitic second-stage juvenile and the stages involving adult females. This illustrates the development of different types of nematode feeding sites in rice induced by *M. graminicola* and the differentiated expansion of the nematode feeding site before full maturation (Niu et al. 2022).

Xyloglucan forms a cellulose-xyloglucan network by binding to cellulose microfibrils in the cell walls of plants (Pauly and Keegstra 2016). Pectic polysaccharides play a role in various functions, including stomatal function, cell adhesion, defence mechanisms, and cell wall toughness (Caffall and Mohnen 2009). Upon the penetration of a pathogen, pectin, particularly homogalacturonan is degraded within the cell wall (Ridley et al. 2001).

Giant cell walls exhibit surface structures that form inward projections, intersecting with xylem cells. This configuration augments the plasmalemma space's surface area, thereby promoting improved nutrient absorption (Rodiuc et al. 2014). The enlargement and development of nematode-feeding cells are composed through the

increased expression of genes responsible for proteins that facilitate the relaxation of the cell wall, such as pectin methylesterases and pectate lyases (Wieczorek et al. 2014). Arabinogalactan proteins can contribute to cellulose synthesis and accumulation in the cell wall biogenesis in various patterns (Lin et al. 2022).

The regulation of hormonal metabolism during the establishment of feeding sites for root-knot nematodes encompasses adjustments in transcription factors, reconfiguration of the cytoskeleton, and alterations in cell wall metabolism (Shukla et al. 2018). The formation of these feeding sites by root-knot nematodes, distinguished by irregularly shaped giant cells enclosed within galls, is probably initiated by effector molecules secreted by the nematode (Berg et al. 2009; Wyss et al. 1992). The host plant cell alterations caused by nematode interactions with effectors and hormones secreted by the nematodes via their stylets are integral to the process (Smant et al. 2018).

### **The effect of hormones on giant cells**

Various phytohormones are pivotal role in triggering cell differentiation created by nematodes within the feeding site (Rodiuc et al. 2016). Among these hormones, auxin, a crucial plant hormone, controls root cell development, cell division, root primordia development, and the expansion of giant cells (Brumos et al. 2018). Auxin is also instrumental in attracting nematodes to plant roots (Curtis et al. 2007), extending the radial growth of the root in the elongation zone (Strader et al. 2010), and maintaining cell division and root primordia in root development (De Smet et al. 2010). The PIN-FORMED (PIN) protein family, associated with auxin transport, including the auxin transport mutant PIN1, plays a role in giant cell formation and may redirect auxin flow in the roots of *Arabidopsis*

*thaliana* once root-knot nematodes enter (Meidani et al. 2021). Diverse PIN/AUX1/LAX protein activity is essential for uneven auxin distribution in plant development (Tanaka et al. 2006). Applying of auxin to the roots of tomato plants has been found to increase the weight of galls induced by *M. javanica* (Glazer et al. 1986).

Localized accumulation of auxin occurs within the feeding sites provoked by root-knot nematodes, suggesting its potential role in the development of galls (Mazarei et al. 2003). In *pin4* mutants, higher auxin levels accumulate in the root tip (Friml et al. 2002). Strigolactones, as another class of hormones, contribute to the establishment of giant cells initiated by root-knot nematodes and the syncytia formed by cyst nematodes (Escudero Martinez et al. 2019; Lahari et al. 2019). In giant cells, hormones may play regulatory roles, and ethylene is considered an essential hormone in nematode-induced cellular hypertrophy (Smant et al. 2018). Abscisic acid and cytokinins, hormones involved in seed development, also contribute to developing nematode-induced feeding sites (Rijavec et al. 2011). In the context of plant cellular hypertrophy, local hormonal changes control the development of endoreduplication, assimilate excretion from phloem tissues, and the transition to the endocycle (Wang and Ruan, 2013).

Local auxin accumulation in feeding cells induced by nematodes may result from plant adaptations, potentially activating cell wall loosening proteins in plant roots, leading to hypertrophy and cellular expansion (Barbez et al. 2017; Wang et al. 2007). Both auxin and ethylene are vital during the initial stages of secondary plant cell ingrowth and transfer cell development (Yuan et al. 2016). Cytokinin and ethylene also play roles in nematode-feeding sites in plants (Smant et al. 2018; Glazer et al. 1985).

Endopolyploidization, increasing the number of chromosomes sets within a cell, can occur in nematode-induced giant cells (Barrada

et al. 2015). This phenomenon allows plant cells to expand in the root elongation zone, with extensive expansion occurring in response to nematode feeding, potentially reaching sizes 400 times larger than adjacent vascular cells. This expansion relies on the tensile strength of the cell walls in plant tissues and active water uptake (Sablowski 2016; Sablowski and Carnier Dornelas 2014). Comparatively, nematode-induced galls in different plant species can vary in thickness, with increases of 244% in *Arabidopsis*, 289% in potatoes, 317% in maize, and 679% in Aduki bean (Bozbuga 2017). The accumulation of methyl-esterified homogalacturonan is thought to be shaped by cellulose and callose deposition patterns, in conjunction with the spatial arrangement of arabinogalactan proteins (Offler and Patrick 2020).

Nematode feeding induces the expression of expansins, extensions, and cell wall-modifying enzymes, collectively contributing to the expandable capacity of cell walls in plant tissues (Bohlmann and Sobczak 2014). The nearby phloem network surrounding giant cells comprises interconnected sieve elements (Hoth et al. 2008). The accumulation of auxin is involved in differentiating of sieve elements and parenchyma cells around nematode-induced giant cells in plant roots (Absmanner et al. 2013).

## **Conclusion and future perspectives**

The *Meloidogyne* genus stands out as one of the most destructive plant parasite species worldwide and ranks at the top of the list of the ten most detrimental nematodes for plants (Jones et al. 2013). These nematodes are obligate biotrophs, meaning they cannot survive for an extended period without a host (Jones et al., 2013). Once they enter a plant, they induce the formation of multinucleated giant cells through repeated nuclear divisions without cytokinesis (Jones et al. 2013;

Caillaud et al. 2008). These nematode-induced galls are visible to the naked eye and the giant cells are located within these galls. The thickening and loosening of the cell walls are essential for these giant cells to expand and grow, providing mechanical support against high osmotic pressure (Gheysen and Mitchum 2009).

It's worth noting that nematodes trigger morphological changes and molecular and metabolic alterations in plant roots. Consequently, the morphological changes observed in pathogen-induced galls may share some common characteristics with other gall structures that result from infections by different pathogens, including bacteria, fungi, and insects. Investigating the extent of these shared features among galls may offer fresh insights into the interactions between plants and various pathogens and pests. This research can shed light on the underlying causes of these interactions and how plants respond at the metabolic and genetic levels.

## REFERENCES

Abad, P., Rosso, M. N., Castagnone-Sereno, P., de Almeida-Engler, J., Favery, B. (2009). Invasion, feeding and development. In *Root-Knot Nematodes*, ed. RN Perry, M Moens, JL Starr, pp. 163–81. King's Lynn UK: CABI

Absmanner, B., Stadler, R., Hammes, U. Z. (2013). Phloem development in nematode-induced feeding sites: the implications of auxin and cytokinin. *Front Plant Sci*, 4, 241. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00241>

Albersheim, P., Darvill, A., Roberts, K., Sederoff, R., Staehelin, A., Albersheim, P., Darvill, A., Roberts, K., Sederoff, R., Staehelin, A. (2011). *Plant Cell Walls: From Chemistry to Biology*. Garland Science, New York

Arriola, I. A., Isaias, R. M. S. (2021). Extending the knowledge on the histological patterns of leaf galls induced by *Ditylenchus gallaeformans* (Nematoda) on *Miconia* (Melastomataceae) hosts. *Flora*, 274,151753, [10.1016/j.flora.2020.151753](https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151753)

Azam, T., Hisamuddin, S. S., Robab, M. I. (2011). Effect of different inoculum levels of *Meloidogyne incognita* on growth and yield of *Lycopersicon esculentum*, and internal structure of infected root. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44, 1829-1839. <https://doi.org/10.1080/03235400802678113>

Barbez, E., Dunser, K., Gaidora, A., Lendl, T., Busch, W. (2017). Auxin steers root cell expansion via apoplastic pH regulation in *Arabidopsis thaliana*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 114, E4884–E4893. <https://doi.org/10.1073/pnas.1613499114>

Barrada, A. Ç., Montane, M. H., Robaglia, C., Menand, B. (2015). Spatial regulation of root growth: placing the plant TOR

pathway in a developmental perspective. *Int J Mol Sci*, 16,19671–19697. <https://doi.org/10.3390/ijms160819671>

Bartlem, D. G., Jones, M. G. K., Hammes, U. Z. (2014). Vascularization and nutrient delivery at root-knot nematode feeding sites in host roots. *J Exp Bot*, 65, 1789-1798, 10.1093/jxb/ert415

Bellafiore, S., Shen, Z., Rosso, M. N., Abad, P., Shih, P., Briggs, S. P. (2008). Direct identification of the *Meloidogyne incognita* secretome reveals proteins with host cell reprogramming potential. *PLOS Pathog.* 4:e1000192. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000192>

Berg, R. H., Fester, T., Taylor, C. G. (2009). Development of the root-knot nematode feeding cell. In: Berg RH, Taylor CG (eds) Cell biology of plant nematode parasitism. Springer, Berlin, pp 115–152

Bird, A. F. (1961). Ultrastructure and histochemistry of a nematode-induced giant cell. *J Biophys Biochem Cytol*, 11, 701–715. <https://doi.org/10.1083/jcb.11.3.701>

Bohlmann, H., Sobczak, M. (2014). The plant cell wall in the feeding sites of cyst nematodes. *Front Plant Sci* 5, 89. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00089>

Bozbuga, R. (2017) Characterisation of cell walls at the feeding site of *Meloidogyne incognita*, PhD thesis, University of Leeds. p193. <https://etheses.whiterose.ac.uk/17049/>

Bozbuga, R., Lilley, C. J., Knox, J.P., Urwin, P. E. (2018). Host-specific signatures of the cell wall changes induced by the plant parasitic nematode, *Meloidogyne incognita*. *Sci Rep* 8, 17302. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35529>



Brumos, J., Robles, L. M., Yun, J., Vu, T. C., Jackson, S., Alonso, J. M., Stepanova, A. N. (2018). Local auxin biosynthesis is a key regulator of plant development. *Developmental Cell* 47, 306–318.e5. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2018.09.022>

Caffall, K. H, Mohnen, D. (2009). The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Carbohydrate Research*, 344,1879-1900. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2009.05.021>

Caillaud, M. C, Dubreuil, G., Quentin, M., Perfus-Barbeoch, L., Lecomte, P., de Almeida Engler, J., Abad, P., Rosso, M. N., Favery, B. (2008). Root-knot nematodes manipulate plant cell functions during a compatible interaction. *J Plant Physiol* 165, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.05.007>

Carneiro, R. G. S., Pacheco, P., Isaias, R. M. S. (2015) Could the Extended Phenotype Extend to the Cellular and Subcellular Levels in Insect-Induced Galls? *PLoS One* 10, e0129331. [10.1371/journal.pone.0129331](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129331)

Cosgrove, D. J. (2016). Plant cell wall extensibility: connecting plant cell growth with cell wall structure, mechanics, and the action of wall-modifying enzymes. *J Exp Bot* 67, 463–476. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv511>

Curtis, R. H. C. (2007). Do phytohormones influence nematode invasion and feeding site establishment? *Nematology*, 9, 155–160.

de Almeida Engler, J., Vieira, P., Rodiuc, N., Gorossi-de-Sa, M. F., Gilbert, E. (2015). The plant cell cycle machinery: usurped and modulated by plant-parasitic nematodes. In: Escobar C, Fenoll C (eds) *Plant nematode interactions. A view on compatible interrelationships*. *Adv Bot Res* 73:91–118

De Smet, I., Lau, S., Voss, U. et al. (2010). Bimodular auxin response controls organogenesis in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 2705–2710. <https://doi.org/10.1073/pnas.091500110>

Escobar, C., Barcala, M., Cabrera, J., Fenoll, C. (2015). Overview of root-knot nematodes and giant cells. In: C Escobar, C Fenoll, eds. *Advances in botanical research*. London, UK: Academic Press, 1– 32.

Escudero Martinez, C. M., Guarneri, N., Overmars, H., van Schaik, C., Bouwmeester, H., et al. (2019). Distinct roles for strigolactones in cyst nematode parasitism of *Arabidopsis* roots. *Eur J Plant Pathol.*, 154,129–40. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01691-5>

Favery, B., Dubreuil, G., Chen, M.S., Giron, D., Abad, P. (2020). Gall-Inducing Parasites: Convergent and Conserved Strategies of Plant Manipulation by Insects and Nematodes. *Annu Rev Phytopathol.*, 58,1-22. doi:10.1146/annurev-phyto-010820-012722.

Ferreira, B. G., Álvarez, R., Avritzer, S. C., Isaias, R. M. S. (2017a) Revisiting histological patterns of storage tissues: beyond the limits of gall-inducing taxa. *Botany*, 95,173-184, 10.1139/cjb-2016-0189

Ferreira, B. G., Álvarez, R., Bragança, G. P., Alvarenga, D. R., Pérez-Hidalgo, N., Isaias, R. M. S (2019a). Feeding and Other Gall Facets: Patterns and Determinants in Gall Structure. *Bot Rev*, 85, 8-106. 10.1007/s12229-019-09207-w

Ferreira, B. G., Avritzer, S. C., Isaias, R. M. S. (2017b). Totipotent nutritive cells and indeterminate growth in galls of *Ditylenchus gallaeformans* (Nematoda) on reproductive apices of *Miconia*. *Flora*, 227,36-45. 10.1016/j.flora.2016.12.008

Ferreira, B. G., Freitas, M. S. C., Bragança, G. P., Moreira, A. S. F. P., Carneiro, R. G.S, Isaias, R. M. S (2019b). Enzyme-mediated metabolism in nutritive tissues of galls induced by *Ditylenchus gallaeformans* (Nematoda: Anguinidae) *Plant Biol*, 21,1052-1062. <https://doi.org/10.1111/plb.13009>

Friml, J., Benkova, E., Blilou, I. et al. (2002). AtPIN4 mediates sink-driven auxin gradients and root patterning in Arabidopsis. *Cell* 108,661–673. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(02\)00656-6](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(02)00656-6)

Gätjens-Boniche, O. (2019). The mechanism of plant gall induction by insects: revealing clues, facts, and consequences in a cross-kingdom complex interaction. *Revista de Biología Tropical*, 67,1359-1382. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i6.33984>

Gheysen, G., Mitchum, M. G. (2009). Molecular insights in susceptible plant response to nematode infection, in *Plant Cell Monographs-Cell Biology of Plant Nematode Parasitism*, eds R. H. Berg and C. G. Taylor (Berlin: Springer), 45–81. doi: 10.1007/978-3-540-85215-5\_3.

Gheysen, G., Mitchum, M. G. (2011). How nematodes manipulate plant cell development pathways for infection. *Curr Opin Plant Biol.*, 14,415-421, 10.1016/j.pbi.2011.03.012.

Gimeno-Gilles, C., Lelievre, E., Viau, L., Malik-Ghulama, M., Ricoult, C., Niebel, A., et al. (2009). ABA-mediated inhibition of germination is related to the inhibition of genes encoding cell-wall biosynthetic and architecture: modifying enzymes and structural proteins in *Medicago truncatula* embryo axis. *Mol Plant* 2,108–119. doi:10.1093/mp/ssn092.

Glazer, I., Apelbaum, A., Orion, D. (1985). Effect of inhibitors and stimulators of ethylene production on gall development in *Meloidogyne javanica*-infected tomato roots. *J Nematol*, 17,145–149.

Glazer, I., Epstein, E., Orion, D., Apelbaum, A. (1986). Interactions between auxin and ethylene in root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) infected tomato roots. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 28,171–179. [https://doi.org/10.1016/S0048-4059\(86\)80061-3](https://doi.org/10.1016/S0048-4059(86)80061-3).

Goethals, K., Vereecke, D., Jaziri, M., Van Montagu, M., Holsters, M. (2001). Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians*. *Annual Review of Phytopathology*, 39, 27-52. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.39.1.27>.

Guiguet, A., Ohshima, I., Takeda, S., Laurans, F., Lopez-Vaamonde, C., Giron, D. (2019). Origin of gall-inducing from leaf-mining in *Caloptilia micromoths* (Lepidoptera, Gracillariidae). *Scientific reports*, 9, 6794. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43213-7>

Hamann, T. (2015). The plant cell wall integrity maintenance mechanism - A case study of a cell wall plasma membrane signalling network. *Phytochemistry*, 112,100-109. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.09.019>.

Harris, M. O., Pitzschke, A. (2020). Plants make galls to accommodate foreigners: some are friends, most are foes. *New Phytol.*, 225,1852–1872. <https://doi.org/10.1111/nph.16340>.

Heredia, A., Jimenez, A., Guillen, R. (1995). Composition of plant-cell walls. *Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*, 200, 24- 31.

Hoth, S., Stadler, R., Sauer, N., Hammes, U. Z. (2008). Differential vascularization of nematode-induced feeding sites. *Proc Natl Acad Sci USA*, 105,12617–12622. <https://doi.org/10.1073/pnas.080383510>

Hutangura, P., Mathesius, U., Jones, M. G. K, Rolfe, B. G. (1999). Auxin induction is a trigger for root gall formation caused by root-knot nematodes in white clover and is associated with the activation of the flavonoid pathway. *Australian Journal of Plant Physiology* 26, 221-231.

Jamet, E., Canut, H., Boudart, G., Pont-Lezica, R. F. (2006). Cell wall proteins: a new insight through proteomics. *Trends in Plant Science*, 11, 33- 39. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.11.006>.

Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J, Gaur, H. S, Helder, J., Jones, M. G. K, Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W. M. L, Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes. *Molecular Plant Pathology*, 14,946-961. <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>.

Jose-Estanyol, M., Puigdomenech, P. (2000). Plant cell wall glycoproteins and their genes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38, 97-108. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(00\)00165-0](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(00)00165-0)

Kant, U., Ramani, V. (1990). Insect induced plant galls in tissue-culture. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Animal Sciences*, 99,257- 265. <https://doi.org/10.1007/BF03186395>.

Kerpen L, Niccolini L, Licausi F, van Dongen JT and Weits DA (2019) Hypoxic Conditions in Crown Galls Induce Plant Anaerobic Responses That Support Tumor Proliferation. *Front. Plant Sci* 10:56. doi:10.3389/fpls.2019.00056

Kong, Y., Pena, M. J., Renna, L., Avci, U., Pattathil, S., Tuomivaara, S. T., Li, X., Reiter, W. D., Brandizzi, F., Hahn, M. G., Darvill, A. G, York, W. S, O'Neill, M. A. (2015). Galactose- depleted xyloglucan is dysfunctional and Leads to Dwarfism in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 167,1296-1306. <https://doi.org/10.1104/pp.114.255943>.

Kyndt, T., Vieira, P., Gheysen, G., de Almeida-Engler, J. (2013). Nematode feeding sites: Unique organs in plant roots. *Planta*, 238,807–818. <https://doi.org/10.1007/s00425-013-1923-z>

Lahari, Z., Ullah, C., Kyndt, T., Gershenzon, J., Gheysen, G. (2019). Strigolactones enhance root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) infection in rice by antagonizing the jasmonate pathway. *New Phytol.*, 224,454–65. <https://doi.org/10.1111/nph.15953>.

Le Fevre, R., Evangelisti, E., Rey, T., Schornack, S. (2015). Modulation of host cell biology by plant pathogenic microbes. *Annual review of cell and developmental biology*, 31,201–229. <https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-102314-112502>

Lin, S., Miao, Y., Huang, H., Zhang, Y., Huang, L., Cao, J. (2022). Arabinogalactan Proteins: Focus on the Role in Cellulose Synthesis and Deposition during Plant Cell Wall Biogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 23,6578. <https://doi.org/10.3390/ijms23126578>

Liu, C., Yu, H., Rao, X., Li, L., Dixon, R. A. (2021). Abscisic acid regulates secondary cell-wall formation and lignin deposition in *Arabidopsis thaliana* through phosphorylation of NST1. *Proc Natl Acad Sci*, 118:e2010911118. doi:10.1073/pnas.2010911118.

Mazarei, M., Lennon, K. A., Puthoff, D. P., Rodermeil, S. R., Baum, T. J. (2003). Expression of an Arabidopsis phosphoglycerate mutase homologue is localized to apical meristems, regulated by hormones, and induced by sedentary plant-parasitic nematodes. *Plant Molecular Biology*, 53,513–530. <https://doi.org/10.1023/B:PLAN.0000019062.80459.80>.

Meidani, C., Giannoutsou, E., Telioglanidis, K., Ntalli, N. G., Adamakis, I. D. S (2021). PIN1 auxin efflux carrier absence in *Meloidogyne incognita*-induced root-knots of tomato plants. *Eur J*

*Plant Pathol.*, 161,987–992. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02360-2>.

Meidani, C., Ntalli, N. G., Giannoutsou, E., Adamakis, I. D. S. (2019). Cell Wall Modifications in Giant Cells Induced by the Plant Parasitic Nematode *Meloidogyne incognita* in Wild-Type (Col-0) and the *fra2* Arabidopsis thaliana Katanin Mutant. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(21),5465. <https://doi.org/10.3390/ijms20215465>.

Nishiyama, H., Nakagami, S., Todaka, A., Arita, T., Ishida, T., Sawa, S. (2014). Light-dependent green gall formation induced by *Meloidogyne incognita*. *Nematology*, 16,889-893. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002814>

Niu, Y., Xiao, L., de Almeida-Engler, J. et al. (2022). Morphological characterization reveals new insights into giant cell development of *Meloidogyne graminicola* on rice. *Planta*, 255,70. <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03852-z>.

Offler, C. E., Patrick, J. W. (2020). Transfer cells: what regulates the development of their intricate wall labyrinths? *New Phytol.*, 228,427–444. <https://doi.org/10.1111/nph.16707>.

Pauly, M., Keegstra, K. (2016). Biosynthesis of the Plant Cell Wall Matrix Polysaccharide Xyloglucan. In: MERCHANT, S. S. (ed.) *Annual Review of Plant Biology*, 67.

Ridley, B. L., O'Neill, M. A., Mohnen, D. A. (2001). Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling. *Phytochemistry*, 57,929-967. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00113-3)

Rijavec, T., Jain, M., Demastial, M., Chourey, P. S. (2011). Spatial and temporal profiles of cytokinin biosynthesis and

accumulation in developing caryopses of maize. *Annals of Botany*, 107,1235–1245. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq247>.

Robab, M. I., Hisamuddin, S., Azam, T. (2010). Histopathology of roots of *Glycine max* (L.) Merrill induced by root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Arch Phytopathol Plant Prot*, 43,1758-1767.

<https://academic.oup.com/aob/article/107/7/1235/127720?login=true>.

Rodiuc, N., Barlet, X., Hok, S., Perfus-Barbeoch, L., Allasi, a V., et al. (2016). Evolutionarily distant pathogenrequire the Arabidopsis phytosulfokine signalling pathway to establish disease. *Plant Cell Environ.*, 39,1396–1407. <https://doi.org/10.1111/pce.12627>.

Rodiuc, N., Vieira, P., Banora, M. Y., Engler ,J. D. (2014). On the track of transfer cell formation by specialized plant-parasitic nematodes. *Front Plant Sci.*, 5,160 doi: 10.3389/fpls.2014.00160.

Sablowski, R. (2016). Coordination of plant cell growth and division: collective control or mutual agreement? *Curr Opin Plant Biol.*, 34,54–60. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.09.004>.

Sablowski, R., Carnier Dornelas, M. (2014). Interplay between cell growth and cell cycle in plants. *J Exp Bot.*, 65, 2703–2714. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert354>.

Santner, A., Estelle, M. (2009). Recent advances and emerging trends in plant hormone signalling. *Nature*, 459,1071-1078. <https://doi.org/10.1038/nature08122>.

Scheller, H. V., Ulvskov, P. (2010). Hemicelluloses. In: Merchant S, Briggs WR, Ort D (eds.) *Annual Review of Plant Biology*, Vol 61.



Schultz, C. J., Johnson, K. L., Currie, G., Bacic, A. (2000). The classical arabinogalactan protein gene family of Arabidopsis. *Plant Cell*, 12,1751- 1767. <https://doi.org/10.1105/tpc.12.9.1751>.

Schultz, C. J., Rumsewicz, M. P., Johnson, K. L., Jones, B. J., Gaspar, Y. M., Bacic, A. (2002). Using genomic resources to guide research directions. The arabinogalactan protein gene family as a test case. *Plant Physiology* 129,1448-1463. <https://doi.org/10.1104/pp.003459>

Seifert, G. J., Roberts, K. (2007). The biology of arabinogalactan proteins. *Annu Rev Plant Biol.*, 58,137-61. doi: 10.1146/annurev.arplant.58.032806.103801.

Shukla, N., Yadav, R., Kaur, P., Rasmussen, S., Goel, S., Agarwal, M. et al. (2018). Transcriptome analysis of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*)-infected tomato (*Solanum lycopersicum*) roots reveals complex gene expression profiles and metabolic networks of both host and nematode during susceptible and resistance responses. *Mol Plant Pathol.*, 19, 615–633. doi: 10.1111/mpp.12547.

Siddiqui, Y., Ali, A., Naidu, Y. (2014). Histopathological changes induced by *Meloidogyne incognita* in some ornamental plants. *Crop Protection*, 65,216-220. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.08.001>

Sirca, S., Urek, G., Karssen, G. (2003). Occurrence of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* in Slovenia. *Plant Dis.*, 87,1150. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.9.1150A>.

Smant, G., Helder, J., Govere, A. (2018). Parallel adaptations and common host cell responses enabling feeding of obligate and facultative plant parasitic nematodes. *Plant J.*, 93,686–702. <https://doi.org/10.1111/tpj.13811>.

Sobczak, M., Fudali-Alves, S. L., Wieczorek, K. (2011). Cell wall modifications induced by nematodes, in *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*, eds Jones J, Gheysen G, Fenoll C (Dordrecht: Springer). 19:395–422. doi: 10.1007/978-94-007-0434-3\_19.

Sobczak, M., Golinowski, W. (2009). Structure of cyst nematode feeding sites. In: Berg RH, Taylor CG (eds) *Cell biology of plant nematode parasitism*. Plant Cell Monographs Springer, Berlin, pp 153–187.

Stone, G. N., Schönrogge, K., Atkinson, R. J., Bellido, D., Pujade-Villar, J. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annu Rev Entomol.* 47,633–68. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145247>.

Strader, L. C., Chen, G. L., Bartel, B. (2010). Ethylene directs auxin to control root cell expansion. *The Plant Journal* 64,874–884. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04373.x>.

Tanaka, H., Dhonukshe, P., Brewer, P. B., Friml, J. (2006). Spatiotemporal asymmetric auxin distribution: a means to coordinate plant development. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 63,2738–2754. <https://doi.org/10.1007/s00018-006-6116-5>.

Taylor, N. G. (2008). Cellulose biosynthesis and deposition in higher plants. *New Phytologist* 178,239-252. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02385.x>.

Underwood, W. (2012). The plant cell wall: a dynamic barrier against pathogen invasion. *Front Plant Sci.* 3,85. doi:10.3389/fpls.2012.00085.

Veronico, P., Paciolla, C., Pomar, F., De Leonardis, S., García-Ulloa, A., Melillo, M. T. (2018). Changes in lignin biosynthesis and

monomer composition in response to benzothiadiazole and root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infection in tomato. *J Plant Physiol.*, 230,40–50. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.07.013>.

Veronico, P., Rosso, L. C., Melillo, M. T., Fanelli, E., De Luca, F., Ciancio, A., Colagiero, M., Pentimone, I. (2022). Water Stress Differentially Modulates the Expression of Tomato Cell Wall Metabolism-Related Genes in *Meloidogyne incognita* Feeding Sites. *Front Plant Sci*, 13,817185. doi:10.3389/fpls.2022.817185.

Vovlas, N., Rapoport, H. F., Jimenez Diaz, R. M., Castillo, P. (2005). Differences in Feeding sites induced by root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., in chickpea. *Phytopathology* 95,368-75. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-0368>.

Wang, L., Ruan, Y. L. (2013). Regulation of cell division and expansion by sugar and auxin signaling. *Front Plant Sci.*, 4,163. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00163>.

Wang, X., Replogle, A., Davis, E. L., Mitchum, M. G. (2007). The tobacco Cel7 gene promoter is auxin-responsive and locally induced in nematode feeding sites of heterologous plants. *Mol Plant Pathol.*, 8,423–436. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00403.x>.

Wieczorek, K., El-Ashry, A., Quentin, M., Grundler, F. M. W., Favery, B., Seifert, G. J., et al. (2014). A distinct role of pectate lyases in the formation of feeding structures induced by cyst and root-knot nematodes. *Mol Plant Microbe Interact.*, 27, 901–912. doi:10.1094/MPMI-01-14-0005-R.

Willats, W. G. T., McCartney, L., Mackie, W., Knox, J. P. (2001). Pectin: cell biology and prospects for functional analysis. *Plant Molecular Biology* 47,9-27. <https://doi.org/10.1023/A:1010662911148>.

Williamson, V. M., Gleason, C. A. (2003). Plant-nematode interactions. *Current Opinion. Plant Biology*, 6,327-333. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00059-1).

Wyss, U., Grundler, F. M. W., Munch, A. (1992). The parasitic behaviour of second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. *Nematologica*, 38,98–111. <https://doi.org/10.1163/187529292x00081>.

Yousif, G. M. (1979). Histological responses of 4 leguminous crops infected with *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 11,395-401.

Yu, D., Janz, D., Zienkiewicz, K., Herrfurth, C., Feussner, I., Chen, S., et al. (2021). Wood formation under severe drought invokes adjustment of the hormonal and transcriptional landscape in poplar. *Int J Mol Sci* 22,9899. doi:10.3390/ijms22189899.

Yuan, J., Bateman, P., Gutierrez-Marcos, J. (2016). Genetic and epigenetic control of transfer cell development in plants. *JGG*, 43, 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2016.08.002>.

Zhang, T., Zheng, Y., Cosgrove, D. J. (2015). Spatial organization of cellulose microfibrils and matrix polysaccharides in primary plant cell walls as imaged by multichannel atomic force microscopy. *Plant J.*, 85, 179–192. <https://doi.org/10.1111/tpj.13102>.

# **Biyolojik Mücadelede Heteroptera (Insecta: Hemiptera) Türlerinin Önemi**

**Ahmet DURSUN<sup>1</sup>**

**Meral FENT<sup>2</sup>**

## **Giriş**

Tarım ürünlerini, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden başta böcekler olmak üzere zararlılara karşı, yine doğada bulunan parazitoit, predatör, antogonist, rekabetçi canlılar ve Entomopatojen olarak adlandırılan bakteri, fungus, virüs, protozoon, nematod gibi Biyolojik kontrol ajanları ile mücadele etme yöntemine “Biyolojik mücadele” denilmektedir. Biyolojik mücadelenin insan, hayvan ve çevre üzerine olan zararlı etkileri kimyasal mücadele ile karşılaştırıldığında yok denecek kadar azdır, aynı zamanda biyolojik mücadelenin sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun bir yöntem olduğu da bilinmektedir (Kılınçer ve ark., 2010). Biyolojik mücadelede amaç; doğadaki faydalı canlılar ile yine doğadaki zararlı canlıları insan eliyle kontrol altında tutmaktır. Bazı durumlarda yabancı türler de biyolojik kontrol ajanı olarak taşınmakta ve kullanılmaktadır (Dursun ve Fent, 2022).

"Biyolojik mücadele" terimi, ilk olarak Amerikalı entomolog Smith tarafından 1919 yılında bir toplantıda dile getirildi fakat biyolojik mücadele daha eskiye dayanmaktadır (Harry Smith Fund, 2023). İnsanoğlunun Eski Mısır'da kedileri fare popülasyonunu kontrol altında tutmak için evcilleştirmesi ile biyolojik mücadelenin başladığını söyleyebiliriz. Çin'de M.S. 340 yılından itibaren biyolojik

---

<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)

mücadele yapıldığı bilinmektedir, 948-980 yıllarında kuşlar, kurbağalar ve predatör böcekleri korumak amacıyla Çin hükümdarı tarafından bir kararnamenin çıkarıldığı ve narenciye bahçelerinde zarar meydana getiren Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae ve fitofag Heteroptera türlerine karşı Asya dokumacı karıncası *Oecophylla smaragdina* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera: Formicidae) taksonunun 1200 yıllarında biyolojik kontrol ajanı olarak kullanıldığı, 1611-1672 yıllarında çeltik tarlalarındaki zararlıları kontrol altına almak için ördeklerin kullanıldığı bildirilmektedir (Tsai, 1982).

Lahana kelebeği olarak bilinen *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera) taksonuna karşı *Cotesia glomerata* (Linnaeus, 1758) (sin. *Apanteles glomeratus*) (Hymenoptera: Braconidae) adlı parazitoidin ilk kez 1602 yılında kullanılması (Bellows ve Fisher, 1999), 1762 yılında Mauritius adasındaki çekirge popülasyonu ile mücadele için Hindistan'dan *Acridotheres tristis* (Linnaeus, 1766) (Aves: Sturnidae) taksonuna ait kuşun taşınması biyolojik mücadelenin ilk örnekleri arasında sayılmaktadır (Dhami, 2009; Prasad ve Christi, 2014). Ülkemizdeki Biyolojik mücadele çalışmaları için 1912 yılında elma pamuklu biti *Eriosoma lanigerum* (Hausmann, 1802) (Hemiptera: Pemphigidae) ile mücadele için Fransa'dan *Aphelinus mali* (Haldeman, 1851) (Hymenoptera: Aphelinidae) getirilmesi (Japoshvili ve Hansen, 2014; Kalacı ve Erkin, 1988) ve 1913 yılında dut koşnili *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozetti, 1886) (Sin. *Diaspis pentagona*) (Hemiptera: Diaspididae) ile mücadele amacıyla İtalya'dan Bursa'ya *Encarsia berleseii* (Howard, 1906) (Hymenoptera: Aphelinidae) getirilmesi (Kalaycı ve Erkin, 1988) ve 1934 yılında incir kurdu *Ephestia cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae) ile mücadele için Almanya'dan *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) getirilmesi ilk

örnekler arasında verilmektedir (Harmancı, 2015). Biyolojik mücadelenin önemi, pestisit ve diğer kimyasal maddelerin çevreye verdiği yıkıcı etkilerinin 1950’li yıllarda fark edilmesinden, sivil toplum örgütlerinin çalışmaları sonucu toplumda çevre bilincinin oluşmasından dolayı giderek artmaktadır. İnsektisit, fungusit ve herbisit gibi kimyasal mücadele araçları zararlıları yok ettikleri gibi faydalı türleri de olumsuz etkilemekte, toprak ve yeraltı sularına karışmakta, rüzgar ile taşınmakta, buharlaşma yolu ile atmosfere karışmakta, su içindeki ve karadaki organizmaların dokularında birikebilmekte böylece insan ve çevre sağlığını da tehdit etmektedir.

Böcekler sınıfı içinde yer alan predatörler ve parazitoitler biyolojik mücadele sürecinde kullanılan önemli kontrol ajanlarıdır. Parazitoidler çoğunlukla Braconidae ve Ichneumonidae (Hymenoptera) familyaları üyeleridir. Parazitoidler yumurta veya larvalarını konağın üzerine ya da vücut içine bırakırlar ve konağı paralyze ederler, gelişimlerini tamamladıklarında konak ölür ve etkisiz hale getirilir. Bu eylemi sadece dişi bireyler yapabilir. Predatör böceklerde ise hem erkek hem de dişi bireyler biyolojik mücadelede etkindir. Hayatta kalabilmek için avlanmak zorunda kalan, avını yiyerek veya vücut sıvısını emerek beslenen canlılara “Predatör-avcı” denilmektedir. Predatör böcekler, avlarını aktif olarak arar ya da avların çıkarmış oldukları feromonlardan yerlerini belirler ve avı yakalar. Tabiatта kurbağa, sürüngen, balık ve kuş gibi omurgalı hayvanların yanısıra böcekler dışında omurgasız hayvanlarda da predatörlük özelliği gösteren canlılar olmasına rağmen biyolojik mücadelede en çok kullanılan canlılar böceklerdir.

Predatör böcek grupları polifag ya da monofag olarak farklı beslenme tiplerine sahip olabilirler. Yapılan çalışmalar beslenme şeklinin biyolojik kontroldeki başarı durumunu etkileyebildiğini göstermektedir. Wiedenmann (2011) polifag Heteroptera türlerinin

biyolojik mücadelede, besin kaynaklarını değiştirmeleri durumunda zararlı tür popülasyonlarını kontrol altına almada yetersiz kalabileceğini belirtmektedir, ancak *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Heteroptera: Anthocoridae) gibi bazı türlerin böcek yumurtaları, yaprak bitleri ve tripsler gibi çok küçük avları tercih ettiklerinden dolayı biyolojik mücadelede önemli olduğunu da ifade etmektedir. Monofag predatör böceklerin biyolojik mücadelede en önemli türler olduğu belirtilmesine rağmen arazi çalışmalarında genel predatör türlerin tek tür veya türler topluluğu halindeki zararlı böcek popülasyonlarını kontrol altına almada %75'inin başarılı olduğu belirtilmiştir (Kılınçer ve ark., 2010). Pamuk tarlalarında yapılan çalışmada polifag pradatörlerin ilk koloniciler olarak başarılı olabildikleri belirlenmiştir. Çünkü alternatif avlarla hayatta kalabildikleri için daha sonra gelişen zararlı popülasyonlarını bastırarak büyük popülasyonlar oluşturabildikleri gözlenmiştir (Settle ve ark., 1996). Geçici tarım ekosistemlerinde avların nadir olduğu veya hiç bulunmadığı durumlarda polifag pradatörler, ekosistemlerin kurulması sırasında hayatta kalma olasılıkları daha fazla olduğu için daha avantajlı durumdadır (Limburg ve Rosenheim, 2001).

Biyolojik mücadele kontrol ajanı olarak genellikle Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Hemiptera ve Odonata takımlarına ait çok sayıda tür kullanılmaktadır. Predatör türlerin büyük çoğunluğu Coleoptera takımına ait olmakla birlikte Hemiptera takımına ait Heteroptera alttakımı içindeki çok sayıda takson üyesi biyolojik mücadelede etkin olarak kullanılmaktadır (Kılınçer ve ark., 2010).

Sokucu emici ağız yapısına sahip olan Heteroptera türlerinde ağız 4 iğne içeren hortum şeklinde bir yapı gösterir ve "Rostrum" olarak adlandırılır. Predatör Heteroptera türlerinin ergin ve nimfleri, maksil ve mandibul iğnelerinden oluşmuş ağız kısımlarını, omurgalılar, böcekler ve diğer küçük omurgasızların vücuduna saplar,



tükürük ile salgılanan toksin ve sindirim enzimleri ile av olan böcekleri etkisiz hale getirirler böylece avlarının hemolenfini emerek beslenirler (Dursun ve Fent, 2022). Preatatör Heteroptera türlerinin zehiri tükürük bezleri tarafından üretilir. Zehir, hem omurgalılarda hem de omurgasızlarda aktiftir (*Notonecta glauca* (Notonectidae: Heteroptera) sokması sonucu insan parmağında yaklaşık yarım saat yanma ve his kaybı meydana gelmektedir (1. yazarın yayınlanmamış kişisel gözlemi). *Platymenis rhadamanthus* (Reduviidae: Heteroptera) zehiri, memeli duyu nöronlarında hızlı bir kalsiyum akışına yol açmak suretiyle etki etmektedir. Zehir etkisi ile hücre içi  $Ca^{2+}$  konsantrasyonunda artışı meydana gelir,  $Ca^{2+}$  memeli nöron hücrelerinde Hücre lizisine, bu da lokalize doku hasarına neden olur, Nosisseptörler uyarılır ve ağrı meydana gelir (Walker ve ark., 2019).

Preatatör bir tür olan *Podisus nigrispinus* (Pentatomidae: Heteroptera) zehiri, *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae: Lepidoptera) (Güz tırtılı) tırtılları için toksiktir ve orta bağırsak hücrelerinde hasara neden olarak apoptoz ve nekroza neden olur. *Rhynocoris marginatus* (Reduviidae: Heteroptera) zehiri, enjekte edildiğinde veya yüksek dozda ağızdan verildiğinde *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Noctuidae: Lepidoptera) tırtıllarının ölümüne neden olmakta, daha düşük oral dozlar fizyolojide ve sindirim enzimlerinde değişiklik yapmaktadır (Qu ve ark., 2023).

Sucul ekosisteminde Corixidae ve Notonectidae familya üyelerinin özellikle Chironomidae ve Simuliidae (Diptera) larvaları ile beslendikleri, sivrisinek mücadelesinde rol aldıkları bilinmektedir. Bu familya üyelerinin avları arasında su içinde ve su kenarındaki böcekler de bulunmaktadır. Yarı sucul türlerden Gerridae familyası üyelerinin besinleri arasında sivrisinek larvaları bulunmaktadır (Stichel, 1960).

Tarım ekosisteminde biyolojik mücadelede önemli preatör türleri barındıran Miridae, Nabidae, Anthocoridae, Asopinae

(Pentatomidae), Reduviidae, Geocoridae üyeleri fitofag böceklerden yaprak bitleri, kabuklu bitler, pamuklu bitler, psillidler, tripsler, bazı Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Isoptera, Hymenoptera ve Diptera takımlarına ait ergin öncesi ve ergin bireyleri avlayarak beslenirler. Reduviidae, Nabidae familyalarına ait türlerin neredeyse tamamı ve Asopinae altfamilyası türleri istisnasız predatördür, bu türlerden bazıları Heteroptera türleri de dahil çok sayıda bitki zararlısı böceklerle beslenir (Ivezić ve ark., 2023). Bazı Heteroptera türleri de fakültatif predatör olarak bilinmektedir ve omnivor olarak adlandırılır. Zoofitofag Heteroptera türlerinin biyolojik mücadeledeki önemi, bir zararlının salgısına tepki vermek ve haşere popülasyonunu azaltmak ya da bir popülasyonun zararlı hale gelmesini önlemek olduğuna bağlıdır, örneğin *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) av düşük yoğunlukta olduğunda bile aktif olarak avını arayıp avlandığı için avın zararlı hale gelmesini önlemektedir (Wiedenmann, 2011). Sadece bitkiler ile beslenen ergin zoofitofag Heteroptera türleri kısa süre hayatta kalabildikleri için avlanmak zorunda oldukları bildirilmektedir (Naranjo ve Gibson, 1996). Bu türler konaklarına tükrük ile sindirim enzimleri zerk ettikleri için önemli miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Bu enzimler suda seyreltilir, besin yumuşatılır, emilim gerçekleştirilir ve sonunda besin bağırsakta sindirilir (Cohen, 1995). Zoofitofag Heteroptera avcılarının yüksek su talebi esas olarak bitki dokularından karşılanmaktadır, bu avcılardaki fitofagi muhtemelen zorunludur (Gillespie ve McGregor, 2000). Bu nedenle zoofitofag türler tarım ürünlerine zarar da verebilmekteler, bunun için biyolojik mücadeleye başlamadan önce kar-zarar hesabının iyi yapılması gerekir.

## Biyolojik Mücadelede Önemli olan Anthocoridae Türleri

Anthocoridae, Heteroptera alttakımı içinde sınıflandırılan ve genellikle 'Küçük korsan böcekleri' veya 'Çiçek böcekleri' olarak adlandırılan bir familyasıdır. Dünya çapında yaklaşık 100 cins ve 600 tür içerir ve 70°K ve 56°G enlemleri arası olan tüm bölgelerde dağılım gösterir. Erginler ocellus taşır ve erkeklerde bir veya iki disimetrik clasper bulunur. Hemen hemen tüm türler (nimf dönemleri ve erginler) Arthropodların (tripsler, kırmızı örümcekler, yaprakbitleri, kabuklubitler, pamuklubitler ve psyllidler) predatörüdürler. Ayrıca Lepidoptera yumurtaları ile de beslendikleri bilinmektedir. Bazı türleri bitkilerle de beslenerek omnivor özelliği gösterirler. Fitofaji, mirmekofili veya diğer özel biyolojileri istisnai olarak bilinmektedir. Fitofag türler için sıklıkla predatör ve belirli bir bitki cinsi, hatta türü arasında, avın/avların doğasıyla açıkça açıklanamayan güçlü bir bağ vardır. Ağaçların, çalılıkların, otsu bitki örtüsünün yanı sıra çöplüklerde ve depolanan tahılların arasında da avlanırlar. Ilıman ve soğuk iklimlerde genellikle ergin, istisnai olarak yumurta olarak kışlarlar. Birkaç altfamilya ve tribüsü'nde Cimicidae familyasında olduğu gibi travmatik sperm inseminasyonu mevcuttur. Genellikle 5, istisnai olarak 4 nimf dönemi vardır. Yumurtalar ya bitki dokularına yerleştirilir ya da çeşitli substratlara bırakılır (Péricart, 1996; Kılınçer ve ark., 2010).

Anthocorid'ler entomofag avcılardır ve bu nedenle fitofag böcek popülasyonlarının dengesini önemli ölçüde etkileyebilirler. Dolayısıyla mahsul zararlılarına karşı biyolojik mücadelede uzmanların ilgi alanına girmektedir. Bunların bir kısmı son yıllarda laboratuvarlarda ıslah ve kapsamlı ekolojik çalışmalara da konu olmaktadır. Bu çalışmalar, yıllık yaşam döngülerinin, doğurganlıklarının, dış etkenlere karşı toleranslarının ve mevcut avın miktarı ve kalitesindeki dalgalanmalar vb. bilinmesini mümkün

kılmıştır. Aynı zamanda, bu neredeyse beslenmede katı entomofajlar için, arzu edilen avı destekleyen bitkilerin çoğunlukla önemli bir çekiciliğe sahip olduğu ve bunun nedeninin hala tam olarak açıklanamadığı görülmektedir. Çok sayıda Anthocoridae türü tarım zararlıları ile biyolojik mücadelede oldukça başarılı sonuçlar vermektedir (Péricart, 1972; 1996).

Anthocoridae familyasına ait olan *Orius* cinsi türlerinin yaklaşık %70'inin tüm dünyada biyolojik kontrol ajanı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Ballal ve Yamada, 2016). Çin'de elma bahçelerini istila eden yaprak bitlerini kontrol eden *Orius minutus* (Qin, 1985) ve Rusya'nın uzak doğusu, Japonya, Çin ve Kore'deki tarla ve meyve bahçelerinde trips, örümcek akarları, yaprak bitleri ve Lepidoptera yumurtalarının önemli bir avcısı olan *Orius sauteri* (Poppius, 1909) kaydedilmiştir (Yano ve van Lenteren, 1996). Gao (1987) tarafından, Çin'deki tarım alanlarında Japon çamı kabuklu biti *Matsucoccus matsumarae* (Kuwana, 1905) (Hemiptera: Coccoidea: Matsucoccidae) ile mücadelede *Dufouriella ater* (Dufour, 1833)'in etkili bir predatörü olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Bir başka anthocorid türü olan *Blaptostethus pallescens* Poppius, 1909 Mısır'daki mısır üretim alanlarında zararlılarla mücadelede büyük başarı sağlamıştır (Tawfik ve El-Husseini, 1971; Tawfik ve ark., 1974). Al-Jboory ve ark. (2012) tarafından Ürdün'de yapılan çalışmalarda *Orius albidipennis* (Reuter, 1884) türüne ait bireylerin domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ile mücadelede başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. *Orius pumilio* (Champion, 1900) ve *Orius insidiosus*, Florida'da *Daucus carota* L. ve *Ammi majus* L.'u istila eden *Frankliniella bispinosa* (Morgan, 1913)'nin (Thysanoptera: Thripidae) başlıca predatörleridir (Shapiro ve ark., 2009).

İtalya'da yapılan çalışmada *Lyctocoris campestris* (Fabricius, 1794) taksonuna ait bireylerin kavuzlu buğday olarak bilinen *Triticum*

*spelta* L. depolarında ürün zararlılarının biyokontrol ajanı olarak kullanıldığı belirlenmiştir. *L. campestris*'in depolarda yoğun olarak bulunması ve kolay yetiştiriliyor olması ve çok sayıda zararlı tür ile beslenebiliyor olması türün ambar zararlıları ile biyolojik mücadeledeki önemini artırmaktadır (Trematerra ve Dioli, 1993). Madagaskar ve Mısır'da tahıl depolarında yapılan gözlemlerde akarların yoğun olarak bulunduğu yerlerde Anthocorid'lerden *Blaptostethus pallescens* bireylerinin de bulunduğu kaydedilmiştir (Tawfik ve El-Husseini, 1971; Muraleedharan, 1977). Kaliforniya'da biber, domates ve patates alanlarında oldukça zarar meydana getiren *Bactericera cockerelli* (Šulc, 1909) (Hemiptera: Triozidae) ile biyolojik mücadelede *Orius tristicolor* (White, 1879) nimf ve erginlerinin başarı ile kullanıldığı kaydedilmiştir (Butler ve Trumble, 2012). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013) tarafından Sırbistan'da yapılan çalışmalarda, psillid ile biyolojik mücadelede *Anthocoris amplicollis* Horvath, 1893, *A. confusus* Reuter, 1884, *A. nemoralis* (Fabricius, 1794), *A. nemorum* (Linnaeus, 1761), *Orius majusculus* (Reuter 1879), *O. minutus* (Linnaeus, 1758) ve *O. niger* (Wolff, 1811)'in olumlu etkili sonuçlar verdiği bildirilmektedir.

### **Genus *Anthocoris* Fallén, 1814**

*Anthocoris* türleri bitkilerin toprak üstü kısımlarında predatör böcekler olarak yaşarlar; bazıları avlarını belirli bitkilerin üzerinde arar, diğerleri ise azçok her yerde bulunur; kışı ergin olarak geçirirler. Yumurtalarını yaprakların veya gövdelerin epidermisi altına yerleştirir; nimflerin yaşam şekli erginler ile aynıdır. Türe ve iklime bağlı olarak yılda 1 ila 3 nesil verirler (Péricart, 1972). Bu cinsin türleri yaprak bitleri (Aphididae), unlu bitler (Psyllidae), tripsler (Thysanoptera), tırtıllar (Lepidoptera) ve akarlar (Acari) gibi bazı

zararlı eklembacaklı türlerinin predatörüdürler (Hassanzadeh-Awal ve Modarres-Awal, 2010).

### ***Anthocoris amplipollis* (Horváth, 1839)**

Avrupa'da dağılım gösterir, Asya'da Azerbaycan ve Ermenistan'da mevcuttur (Aukema, 2020). Şimşir bitkisi *Buxus sempervirens* üzerindeki şimşir psillidi *Psylla buxi* (Linnaeus, 1758)'nin predatörü olarak Sırbistan'da tespit edilmiştir (Jerinić-Prodanović ve Protić, 2013). İsviçre'de yapılan gözlemlerde *Psyllopsis fraxini* (Linnaeus, 1758) gallerinde *Anthocoris amplipollis* kaydedilmiştir (Wyniger ve Burckhardt, 2003).

### ***Anthocoris confusus* Reuter, 1884**

Palaeartik'te Avrupa'da çok geniş bir dağılım gösterir, Kuzey Afrika'da Fas'ta ve Asya'da Türkiye (Anadolu) dahil olmak üzere, İran, Kafkaslar, Rusya, Moğolistan ve Japonya'da mevcuttur (Aukema, 2020). *Anthocoris amplipollis* gibi şimşir bitkisi (*Buxus sempervirens* L.) üzerindeki şimşir psillidi *Psylla buxi*'nin predatörü olarak Sırbistan'dan kayıt verilmiştir (Jerinić-Prodanović ve Protić, 2013). *Anthocoris confusus*'un çam ormanlarında yaprak bitleri ve psillid predatörü olduğu bildirilmektedir (Herard, 1986; Wyniger ve Burckhardt, 2003).

### ***Anthocoris minki* Dohrn, 1860**

Palearktik Bölge'de iki alttürü mevcuttur, *Anthocoris minki minki* Dohrn, 1860, Avrupa'da geniş bir dağılım gösterirken Asya'da sadece Türkiye (Anadolu) ve İran'dan bilinmektedir. Diğer alttür *Anthocoris minki pistaciae* Wagner, 1957, Avrupa'da sadece Yunanistan, Rusya'nın güneyi ve Ukrayna, Kanarya Adaları da dahil Kuzey Afrika'da ve Asya'da Kafkaslar, Türkiye (Anadolu), İran,

İsrail, Ürdün, Orta Asya ve Çin’de dağılım gösterir (Aukema, 2020). *Anthocoris* cinsine ait bazı türlerin avcı davranışları araştırılmış olsa da *Anthocoris minki*’nin predatör davranışı üzerine sınırlı bilgi mevcuttur. Anderson (1962) tarafından İngiltere'nin güneyinde yapılan çalışmada, *A. minki*’nin, *Fraxinus* sp. (Oleaceae)’de en çok zarar meydana getiren böcek olan *Psyllopsis fraxinicola* (Foerster, 1849) (Hemiptera: Psyllidae) ile beslendiği belirlenmiştir. Ancak Kıta Avrupası’nda *A. minki*’nin aynı zamanda *Populus* sp. (Salicaceae) üzerindeki *Pemphigus* sp. (Hemiptera: Aphididae) gallerinde de ürediği görülmüştür. *Pemphigus* spp., konakçı ağaçların yaprak saplarında gal oluşumuna neden olan bir yaprak bitidir. *Anthocoris minki*’nin Türkiye’de fıstık psillidlerinin önemli bir doğal düşmanı olduğu rapor edilmiştir (Yanık ve Ünlü, 2015). *A. minki minki*’nin, *Monostera unicostata* (Mulsant ve Rey,1852) (Heteroptera: Tingidae), beyaz sinekler (Hemiptera: Aleyrodidae), zeytin psillidi *Euphyllura olivina* (Costa, 1839), *Psyllopsis fraxini* (Linnaeus, 1758) *P. repens* Loginova, 1963 (Hemiptera: Psyllidae), *Pemphigus bursarius* (Linnaeus, 1758), *P. filaginis* (Boyer de Fonscolombe, 1841), *P. spirothecae* Passerini, 1860, *Chaitaphorus leucomelas* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae) dahil olmak üzere çeşitli böcekleri avladığı rapor edilmiştir (Hassanzadeh-Avval ve ark., 2018). *A. minki*’nin bir alt türü olan *A. minki pistaciae*’nin, İran fıstık ağaçlarında *Agonoscena pistaciae* Burckhardt ve Lauterer, 1989 (Hemiptera: Psyllidae)’nin önemli bir biyolojik ajanı olduğu rapor edilmiştir (Mehrnejad ve Emami, 2005).

*Anthocoris minki minki* ve *Anthocoris minki pistaciae*’nin Tingidae (Hemiptera: Heteroptera) familyasından *Stephanitis pyri* (Fabricius, 1775), *Monostera lobulifera* Reuter, 1888, *M. unicostata* (Mulsant & Rey, 1852) ve *Physatocheila confinis* Horvath, 1905’in doğal düşmanı oldukları bildirilmiştir (Aysal ve Kıvan, 2023).

## ***Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794)**

*Anthocoris nemoralis*, Avrupa ve Orta Doğu'da doğal olarak bulunur ve Kuzey Amerika'ya sonradan taşınmıştır. Ülkemizde de yaygın bir türdür (Anonim, 2023a; Aukema, 2020). Bu tür esas olarak otsu bitki örtüsünde bulunan oldukça benzer *Anthocoris nemorum*'un aksine, esas olarak ağaçlarda bulunur. *A. nemoralis*, ülkemizde de armut ağaçlarının en önemli zararlısı olarak bilinen armut psillidi *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848)'ya (Hemiptera: Psyllidae) karşı önemli bir biyolojik kontrol ajanı olarak kabul edilir. Predatör, psillidler tarafından istila edilen ve zarar gören armut yapraklarına psillid kaynaklı bitki uçucu maddeleri sayesinde çekilir. Dişi bireyler burada ortalama 140 yumurta bırakırlar. Bu tür aynı zamanda çeşitli yaprak biti türleriyle de beslenir ve seralarda yaprak bitlerinin biyolojik kontrolü için umut vaat etmektedir (Anonim, 2023a).

*Anthocoris nemoralis*, armut psillidi *Cacopsylla pyricola* popülasyonunu kontrol amacıyla Doğu Kanada ve İngiliz Britanya'sına götürülmüş daha sonra Kuzey Amerika'ya yayılmıştır (McMullen ve Jong, 1967; Horton ve ark., 2004). Sigsgaard ve ark. (2006a, b) tarafından *Anthocoris nemoralis* ve *Anthocoris nemorum*'un salınımı yoluyla armut bahçelerinde *Cacopsylla pyricola*'nın biyolojik kontrol potansiyeli araştırıldı ve zararlının hem ergin hem de nimfler yoluyla önemli ölçüde kontrol edilebildiği belirlendi ancak nimflerin yetiştirilmesinin daha az maliyet içermesi ve daha kolay olması nedeniyle erginlere göre daha kullanışlı olduğu sonucuna varıldı. Vitt Meyling ve ark. (2003) tarafından Danimarka'da sera mahsullerinde yaygın zararlılar olan beş yaprak biti türü (*Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878), *Aphis gossypii* Glover, 1877 ve *Aphis fabae* Scopoli, 1763) üzerinde *Anthocoris nemorum* ve *Anthocoris nemoralis*'in av tercihini değerlendirdikleri çalışmada, av tercihleri toplam öldürülen av sayısı olarak değerlendirildiğinde iki *Anthocoris* türü arasında tercih açısından bir fark bulunamamıştır. Avın bolluğunda her iki türün de ilk tercih ettiği av, *Myzus persicae* olmuştur, avın azalması durumunda ise



sırayla *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*, *Aulacorthum solani* ve *Macrosiphum euphorbiae*'yi tercih ettikleri görülmüştür. Her iki antokorid türü de yaprak bitlerinin, özellikle de *Myzus persicae*'nin biyolojik kontrolüne yönelik ajan olarak potansiyel göstermiştir.

Solomon ve ark. (1989), İngiltere'de armut psillidi *Cacopsylla pyricola* üzerine yaptıkları meyve bahçesi denemelerinde, uygulanan pestisitlerin avcı tür olan *Anthocoris nemoralis*'e zarar vermemesi koşuluyla, genellikle psillidin yüksek yoğunluklara çıkmasını engellediğini tespit etmişlerdir.

Shaltiel ve Coll (2010), kuzey İsrail'deki armut bahçelerinde armut psillid hasarını azaltmada meyve bahçesi kolonileştirme süresinin ve komşu bitki örtüsünün *Anthocoris nemoralis*'in etkinliği üzerindeki etkilerini incelediler ve armut bahçelerinin yakınına *Rhamnus* (Rhamnaceae) cinsine ait ağaçlarının dikilmesinin, *Anthocoris nemoralis* tarafından armut psillidinin biyolojik kontrol düzeyini artırabileceğini öne sürdüler. İlk sonuçlar, gerçekten de *Rhamnus* sp. ağaçlarının yakınında yetişen armut ağaçlarında armut psillid yoğunluklarının uzaktaki ağaçlara göre daha düşük olduğunu göstermiştir.

Türkiye'de meyve bahçelerinde yapılan çalışmada, *A. nemoralis*'in armut psillidi olarak bilinen *Cacopsylla pyri* (Linnaeus, 1758),'nin predatörü olduğu, ancak zararlının kontrolünde yetersiz kaldığı gözlenmiştir (Erler, 2004). İspanya'da yapılan çalışmada ise, *A. nemoralis*'in hem işlenmiş hem de işlenmemiş armut bahçelerinde *C. pyri*'nin etkin bir predatörü olduğu bildirilmiştir (Jauset ve ark., 2006). Artık zararlı böceklerin biyolojik kontrolü konusunda uzmanlaşmış şirketlerde *A. nemoralis*'in seri üretimi yapılmaktadır (Sigsgaard ve ark., 2006b). Sırbistan'da bir armut bahçesinde, Pavićević (1977), Grbić ve ark. (1989) ve Jerinić-Prodanović (2010), *C. pyri*'nin kışlayan yetiştikiniyle birlikte hem bitki örtülü dönem hem

de kış döneminde *A. nemoralis*'in kalıcı bir varlığına dikkat çekmektedir. Malenovský ve Jerinić-Prodanović (2011) tarafından Sırbistan'da yapılan çalışmada *A. nemoralis*'in *Psyllopsis repens*'in predatörü olduğu kaydedilmiştir. Jerinić-Prodanović ve Protić (2013) Sırbistan'da bu türün avları arasında psillidlerden *Cacopsylla bidens* (Šulc, 1907), *C. pyri*, *C. pyrisuga* (Foerster, 1848), *C. visci* (Curtis, 1835), *Camarotoscena speciosa* (Flor, 1861), *Psyllopsis discrepans* (Flor, 1861), *P. fraxini*, *P. fraxinicola*, *P. machinosa* Loginova, 1963, *P. meliphila* Löw, 1881, *P. repens* ve *Trioza urticae* (Linnaeus, 1758) türlerini tespit etmişlerdir.

### ***Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761)**

*Anthocoris nemorum* Avrupa'da Türkiye (Trakya Bölgesi) de dahil çok geniş bir dağılıma sahiptir, Asya'da Kafkaslar, Orta Asya ve Çin'e kadar uzanır (Aukema, 2020). Bu türün bireyleri, esas olarak ağaçlardan ziyade alçak bitki örtüsünde bulunur ve özellikle ısırğan otlarında yaygındır. *A. nemorum*, yaprak bitlerinin ve diğer küçük böceklerin doymak bilmez bir avcısıdır ve mürdüm şerbetçiotu yaprak biti (*Phorodon humuli* Schrank, 1801) ve armut psillidi (*Cacopsylla pyri*) gibi yaprak bitlerinin biyolojik kontrolü için potansiyel bir ajan olarak kabul edilmiştir. Anthocoridler ayrıca bitki özsuvarını da emebilirler, ancak tamamen bitkisel beslenmeyle büyüyemez veya çoğalamazlar. Böyle olmakla birlikte *A. nemorum*'un tüm gelişim aşamaları predatördür. (Anonim, 2023b).

*A. nemorum*, 20 böcek familyasındaki 35 farklı eklembacaklı avı ve 17 farklı bitki türündeki 5 akar familyası ile beslendiği kaydedilen oldukça polifag bir avcıdır (Hill, 1957). Daha sonra daha fazla av türü kaydedildi. Bu türün, zararlı türleri de dahil olmak üzere birçok yaprak biti türünün doğal biyolojik kontrolünde önemli olduğu bilinmektedir. Örneğin Campbell (1977), *A. nemorum* ve *A. nemoralis*'in şerbetçiotu

üzerindeki şerbetçiotu yaprak bitlerini (*Phorodon humuli*) tüketen en bol afidiofag böcekler olduğunu tespit etmiştir. Daha sonra Cranham (1982), erken sezonda toprağın insektisitle ıslatılmasının ardından, böcek avcılarının, özellikle de *A. nemoralis* ve *A. nemorum*'un, zararlı insektisitlerin kullanılmaması şartıyla sezonun geri kalanında *P. humuli*'nin entegre kontrolüne genellikle büyük ölçüde katkıda bulunduğunu belirtti. Doğal ekosistemlerde her yerde bulunmasına rağmen tür, klasik biyolojik kontrol programlarında veya artırıcı salınım amacıyla oldukça az kullanılmaktadır. Sigsgaard ve ark. (2006b), Amerika'da hem *A. nemorum* hem de *A. nemoralis*'in armut psillidine (*Cacopsylla pyri*) karşı deneysel salınımlarını gerçekleştirdi ve zararlı sayısında önemli azalmalar sağladıklarını gösterdiler. Norveç'te elma ve armut bahçelerinde yapılan denemelerde *A. nemorum*'un hem armuttaki *C. pyri* popülasyonunu hem de elmadaki yaprak biti popülasyonunu kontrol etme potansiyeline sahip olduğu gösterildi (Gundersen, 2016). Aynı zamanda Norveç'te elma psillidi *Cacopsylla mali* (Schmidberger, 1836)'nin etkili bir avcısı olduğu da büyük ölçüde rapor edilmiştir (Jonsson, 1983). Novak ve Achtziger (1995) tarafından Almanya'da yapılan çalışmada *A. nemorum*'un alıç psillidleri olarak bilinen *Cacopsylla melanoneura* (Foerster, 1848) ve *C. peregrina* Foerster, 1848)'nin predatörü olduğu bildirilmiştir. Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan'da bu türün avları arasında çok sayıda psillid türü; *Cacopsylla affinis* (Löw, 1880), *C. bidens*, *C. melanoneura*, *C. peregrina*, *C. pulchra* (Zetterstedt, 1838), *C. pyri*, *C. pyrisuga*, *C. visci*, *Psylla buxi* ve *Psyllopsis fraxinicola* (Foerster, 1848) tespit etmişlerdir.

### **Genus Orius Wolff, 1811**

Anthocoridae familyası içinde biyolojik mücadelede türleri etkin olarak en çok kullanılan cinslerden biri *Orius* Wolff, 1811

cinsidir. *Orius* cinsi çoğunlukla, kırmızı örümcekler (Acari), tripsler (Thysanoptera), yaprak bitleri (Aphididae, Aleyrodidae) ve kelebek (Lepidoptera) larva ve yumurtalarıyla beslenen predatör böceklerdir, fakat aynı zamanda polen ve damar özsuuyuyla beslenen omnivorlardır (Ghoneim, 2014).

### ***Orius albidipennis* (Reuter 1884)**

*O. albidipennis* Palearttik bir türdür. Avrupa'da İspanya'da, Asya'da Arap Yarımadası, İran, ve Orta Asya'da, ve Kuzey Afrika'da yaygın olarak dağılım gösterir. Ayrıca Yeşil Burun Adaları, Etiyopya Nijerya, Hindistan ve Pakistan'da bulunur (Aukema, 2020). Her ne kadar henüz Türkiye'de tespit edilmese de ülkemizde bulunması olası türlerden biridir. Bu tür, tripslerin (*Thrips* spp.), akarların, kırmızı örümceklerin (*Tetranychus* spp.) ve çeşitli böceklerin predatörüdür. Ülkemizde de zarar yaptıkları bilinen; tripslerden (Thysanoptera) ve çok sayıda bitkide zararlı olan tütün tripsi (*Thrips tabaci* Lindeman, 1889) ve örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde zararlı batı çiçek tripsi *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), yaprak bitlerinden pamuk yaprak biti (*Aphis gossypii*) (Aphididae), beyaz sineklerden (tütün beyaz sineği *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Aleyrodidae), kelebeklerden Noctuidae familyasından pamuk, mısır ve domates zararlısı yeşil kurt *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera) ve dikenli kurtlarda (*Earias* spp.), Gelechiidae familyasından pamuk zararlısı pembe kurt *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844), patates güvesi *Phthorimaea operculella* Zeller, 1873, Pyralidae familyasından Akdeniz un güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 ve Coleoptera'nın Tenebrionidae familyasından depo zararlısı olup un ve un mamulleri, kepek, irmik, çikolata, baharat, kurutulmuş meyve, sebze ve baklagillerde zarar yapan *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1863 türünün

predatörüdür (Riudavets, 1995). Bu tür, ayrıca son zamanlarda ülkemizde domateslerde oldukça önemli zararlara sebep olan domates güvesi (*Tuta absoluta*)'nın biyolojik kontrolünde de kullanılmaktadır (Ghoneim, 2014). Tür, Mısır'da yoncada zarar yapan *T. tabaci* popülasyonunu kontrol eden *Coccinella unidecimpunctata* Reiche, 1861, *Scymnus interruptus* (Goeze, 1877), *Paederus alfieri* Koch, 1934 ve *Chrysopa carnea* (Stephens, 1836) ve *Orius laevigatus*'tan oluşan bir grup ilişkili predatörden biri olarak bulunmuştur. Irak'ta soğanlarda bulunan *T. tabaci* popülasyonlarını kontrol ettiği ve aynı zamanda Irak'ta pamuktaki *T. tabaci* popülasyonunu da azalttığı bilinmektedir (Riudavets, 1995).

*O. albidipennis*, geniş dağılımı, pamuk tarımsal ekosistemlerinde oldukça yüksek bollukta sürekli varlığı, geniş av yelpazesi, yüksek predasyon kapasitesi ve avın yokluğunda bile hayatta kalma yeteneği nedeniyle umut verici bir biyokontrol ajanı olduğunu kanıtlamaktadır (Riudavets, 1995).

### ***Orius insidiosus* (Say, 1832)**

Bu tür doğal yayılışında Palearktikte bulunmaz, Nearktik dağılımlı bir türdür. *Orius insidiosus*, dünya çapında ticari olarak kullanılan önemli bir trips avcısıdır. Batı çiçek tripsi *Frankiniella occidentalis*'in kontrolü için çeşitli doğal düşmanlar, üreticiler tarafından Avrupa'ya salınmıştır (Tommasini, 2003). *O. insidiosus*, Hollanda ve Belçika'da başta biber olmak üzere birçok bitki türü üzerindeki *F. occidentalis*'in kontrolü için başarıyla uygulanmıştır (Funderburk ve ark., 2000; Riudavets, 1995). Esas avı soya fasulyesi tripsi *Sericothrips variabilis* (Beach, 1896), 'tir. Predatör tripslerden *Leptothrips mali* (Fitsh, 1855) ve *Stethorus punctum* (Le Conte, 1852) (*Coleoptera*: Coccinellidae) ile birlikte elma bahçelerindeki en önemli predatördür. Akarların önemli bir predatörüdür ve diğer habitatları

hızla kolonize edebilir ve diğer zararlıları avlayabilir. Bu türün avları içinde, tripslerden (Thysanoptera) *Frankliniella tritici* (Fitsch, 1855), *Sericothrips variabilis*, *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912), *Leptothrips mali* ve *Anaphothrips obscurus* (Müller, 1776) türleri; akarlardan (Acari) *Panonychus ulmi* (Koch, 1836), *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), *Aculus schlehtendali* (Nakepa, 1890) ve *Neoseiulus fallacis* (Garman, 1948) türleri; yaprak bitlerinden (Aphididae) *Aphis* sp., *Dysaphis plantaginea* (Passerini, 1860), *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881) ve *Typhlocyba pomaria* McAtee, 1926 türleri; kelebeklerden (Lepidoptera), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), *H. virescens* (Fabricius, 1777), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) ve *Plataynota flavedana* Clemens, 1860 türleri ve Coleoptera'dan *Trogoderma glabrum* (Herbst, 1783) türü yer alır. *O. insidiosus* 'un ayrıca aphid predatörü olan *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani, 1847) (Diptera) üzerinde beslendiği de tespit edilmiştir (Riudavets, 1995). Ayrıca bu predatörün Güney Amerika'da domates kurdu *Tuta absoluta*'nın yumurtalarıyla beslendiği ve ona karşı bir biyokontrol ajanı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Ghoneim, 2014).

*O. insidiosus*'un ABD'de ağırlıklı olarak *Helicoverpa virescens*, *H. zea* ve *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796) ile avlandığı gözlenmiştir (Lingren, 1977; Lingren ve ark., 1978; McDaniel ve ark., 1981; Reid, 1991). *O. insidiosus*, *Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus, 1758) ve *Nabis* spp. ile birlikte ABD'de soya fasulyesindeki toplam predatör popülasyonun %55'ini temsil eder. Popülasyon yoğunluğu en fazla olan pradatörlerden biridir (Riudavets, 1995).

Doğada *O. insidiosus*, bir araya toplanmış birey grupları halinde bulunur ve nimfler, yetişkinlere göre daha fazladır. Dişilerinin erkeklerden daha fazla ve erginlerin de nimflerden daha fazla

*Sericothrips variabilis* ile beslendiği tespit edilmiştir. Bu türün predatör Thysanoptera *Leptothrips mali* ile arasındaki etkileşim çalışmaları, iki türün tam olarak uyumlu olmadığını *O. insidiosus*'un *L. mali*'yi öldürdüğü veya yediği vakaların %75 olduğunu gösterse de, ayrı ayrı öldürmektense birlikte daha fazla akar öldürdüklerini göstermektedir (Riudavets, 1995).

Laboratuvar çalışmalarında *O. insidiosus*'un, *Helicoverpa virescens* yumurtalarından oluşan bir diyetle birlikte yumurtlama için sebze yüzeyi olarak taze fasulye içeren kapalı kaplarda yetiştirilebileceği tespit edilmiştir (Riudavets, 1995).

### ***Orius laevigatus* (Fieber 1860)**

Palearktikte Avrupa ve Kuzey Afrika'da geniş dağılım gösterir ve Asya'da Arap Yarımadası, İran, Türkiye, Gürcistan, Azerbaycan, Türkmenistan ve Afganistan'dan bilinir (Aukema, 2020). *O. laevigatus*'un avı olarak üç trips türünden bahsedilmektedir: *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* ve *Hercythrips fasciatus* (Pergande, 1895). Ayrıca akarlardan *Panonychus ulmi*, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) ve *Tetranychus urticae* (Acari); yaprak bitlerinden mısır yaprak biti *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) ve *Aphis gossypii* (Aphididae); güvelerden Akdeniz un güvesi *Ephestia kuehniella*, *Chilo agamemnon* Bleszynski, 1962, dikenli kurt *Earias insulana* (Boisduval, 1833), pembe kurt *Pectinophora gossypiella*, patates güvesi *Phthorimaea operculella*, mısır kurdu *Ostrinia nubilalis* ve *Spodoptera litura* (Lepidoptera), ve *Tribolium confusum* (Coleoptera)'un da predatörüdür (Riudavets, 1995). Bu tür ayrıca domates güvesi *Tuta absoluta*'yı kontrol etmek için kullanılmıştır (Ghoneim, 2014).

Türkiye ve Avrupa sebze seralarında *F. occidentalis*'e karşı en etkili pradatör olarak *O. laevigatus* bilinmektedir (Bahşi ve Tunç,

2014). Keçeci ve Gürkan (2013) örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde önemli zararlılardan birisi olan batı çiçek tripsi olan *F. occidentalis*'in biokontrolü için Antalya İlinde 2003-2005 yıllarında yürüttükleri bir çalışmada; *Orius niger* Wolff ve *O. laevigatus* Fieber türlerinin salımları yapılarak, uygun avcı ve salım yoğunluğu belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde *F. occidentalis* mücadelesinde *O. laevigatus*'un *O. niger*'e göre daha etkili bir avcı olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, *O. laevigatus*'un *O. niger*'e göre daha hızlı kolonize olduğunu, Ekim ve Mart olmak üzere, m<sup>2</sup> başına altı ergin olacak şekilde yapılan iki salım ile zararlıyı kontrol ettiğini gözlemlemişler ve ayrıca *O. niger*'in, *O. laevigatus*'a göre daha yavaş kolonize olmasına rağmen, uzun dönemde zararlı üzerinde etkili olduğunu saptamışlardır.

Tommasini (2003), dört *Orius* türünün (Paleartik'te *O. majusculus*, *O. laevigatus* ve *O. niger* ve Neartik'te *O. insidiosus*) biyolojik özellikleri ve avlanma aktivitelerini laboratuvarında gözlemlemiş, *Ephestia kuehniella* yumurtaları ve canlı *Frankliniella occidentalis* erginleri ile 26,1°C'de test etmiştir. Çalışma sonucunda tüm türlerde *E. kuehniella* ile beslenmenin dişilerde daha uzun ömür ve daha yüksek üreme kapasitesine neden olduğunu bulmuştur.

Uygun habitatların bozulması, besin kaynaklarının kıtlığı predatör popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir, sonuç olarak avcılarının zararlı popülasyonlarını kontrol altında tutmada yetersiz kalmalarına neden olmaktadır. Tamamlayıcı bitkiler gibi besin kaynakları, predatör popülasyonunu destekleyebilir. Patates yaprak biti *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) önemli bir ekonomik zararlıdır ve başta çilek olmak üzere birçok ürüne ciddi zarar verir. Çilek bahçelerinde ve seralarda, çilek zararlılarına karşı *O. laevigatus*'un biyolojik mücadelede



kullanılabileceği ile ilgili umut veren çalışmalar bulunmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler eşlik eden bir bitki olarak Brassicaceae familyasından *Lobularia maritima* L. (Alyssum) ile alternatif bir av olarak *E. kuehniella* yumurtalarının birlikte kullanılmasının, *O. laevigatus* popülasyonlarının oluşturulması ve çilek yetiştirme sistemlerinde yaprak bitlerinin kontrol edilmesi için etkili bir seçenek olabileceğini göstermiştir (Zuma ve ark., 2023).

### ***Orius majusculus* (Reuter 1879)**

Paleartik Bölge’de Avrupa’da özellikle Polonya’dan Fransa’ya İngiltere’nin bir kısmı ve Güney İskandinavya’ya kadar Orta Avrupa’da ve Balkanlar’da, Kuzey Afrika’da Fas’ta ve Asya’da Kazakistan, Türkiye, İran, Kırgızistan ve Moğolistan’da dağılım gösterir (Riudavets, 1995; Aukema, 2020). *O. majusculus*’un nimf ve erginlerinin hem açık alanda hem de seralarda *Frankliniella occidentalis*’in predatörü olduğu tespit edilmiştir. Avrupa’da Fransa ve İsviçre’de salatalık ve biber seralarında *F. occidentalis*’e karşı etkili bir biyokontrol ajanı olarak saptanmıştır (Fischer ve ark., 1992). Marul bahçelerinde önemli zarar meydana getiren *F. occidentalis* ve marul yaprak biti *Nasonovia ribisnigri* (Mosley, 1841)’ye karşı etkin bir biyolojik mücadele ajanı olarak *O. majusculus*’un kullanılabileceği bildirilmiştir (Gomez-Polo ve ark., 2012).

Bahşi ve Tunç (2014) Antalya’da *F. occidentalis*’e karşı biyolojik mücadelede araştırdıkları *Orius niger* ve *O. majusculus* karşılaştırmasında, *O. majusculus*’un daha az talepkar ve ele alınması kolay bir tür olduğunu ve ayrıca, bir biyolojik kontrol ajanının başarılı bir şekilde toplu olarak yetiştirilmesi için en çok arzu edilen özellikler olan yüksek verim ve hayatta kalma oranlarına sahip olduğunu belirtmektedirler. Yapılan çalışmalar *O. majusculus*’un kitlesel olarak yetiştirilmesinin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermektedir

(Tommasini, 2003). Çeşitli raporlar *O. majusculus*'un önemli bir biyokontrol ajanı olan *O. laevigatus* ile karşılaştırılabilir biyolojik özelliklere ve avlanma aktivitelerine sahip bir tür olduğunu göstermiştir (Bahşi ve Tunç, 2014). *O. majusculus*, farklı pradatörler ile çok sayıda bitki zararlısının kontrol altında tutulmasında önemli rol oynamaktadır. Bu predatör, birden fazla zararlıyı kontrol etme yeteneğine sahiptir ve alternatif av türleri ile beslenebildiğinden, hedef zararlı bulunmadığında veya düşük yoğunluklarda olduğunda sera mahsullerinde yerleşme yeteneğine sahiptir. Diğer yaprak biti predatörleri ve parazitoitleri ile birlikte *O. majusculus* kullanılması sonucu hem tripsler hem de yaprak bitleri kontrol altına alınabilmiştir (Messelink ve ark., 2013). Ayrıca *O. majusculus*'un beyaz sinek *Bemisia tabaci* ve *F. occidentalis* taksonlarına karşı önemli bir biyolojik kontrol ajanı olarak hizmet etme potansiyeline sahip olduğu bildirildi ve bir arada bulunduğu sera ürünlerinde bu iki zararlıdan herhangi biriyle beslenerek hayatta kaldığı tespit edilmiştir (Arno ve ark., 2008). Omnivor olan bu predatörün avın kıt olduğu durumlarda hayatta kalması için alternatif besin kaynağı olarak konukçu bitkileri kullandığı bilinmektedir (Pumariño ve Alomar, 2012).

Bu tür aynı zamanda akarlardan, *Panonychus ulmi*; yaprak bitlerinden, *Rhopalosiphum maidis* ve *Psylla pyri* ve kelebeklerden, *Ephestia kuehniella* yumurtaları ile de beslenir. Salatalık bitkilerinde yapılan gözlemde, *O. majusculus*'un nimflerinin yaprağın alt tarafını tercih ettiği, erginlerin ise hem alt hem de üst yüzeylerde buldukları tespit edilmiştir (Riudavets, 1995). Rusya'da yaprak bitlerinden *Diuraphis noxia* Mordvilko, 1913 ve *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), Fransa'da akarlarve armut psillidi *Cacopsylla pyri* ve İtalya'da seralarda beyaz sinekler gibi yaprak bitlerinin predatörü olduğu belirtilmektedir (Péricart, 1972; Herard, 1986). İtalya'da yapılan bir çalışmada *Allium porrum* L. (Alliaceae) (pırasa) bitkisinin önemli bir

zararlısı olan *Thrips tabaci* ile biyolojik mücadelede *O. majusculus* olumlu sonuçlar vermiştir ve korunmaya değer bulunmuştur (Bosco ve Tavella, 2010). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan'da psillidlerden *Psyllopsis discrepans* ve *P. machinosa*'yı ilk kez *O. majusculus*'un avı olarak tespit etmişlerdir.

*Orius majusculus*, *Marchalina hellenica* Gennadius, 1883 (Hemiptera: Marchalinidae)'nın doğal yayılış alanlarında doğal düşmanları arasında tespit edilmiştir. *M. hellenica* Ege havzasına özgü, özsu emen bir çam kabuk böceği olup, çam balı üretimini artırmak amacıyla Yunanistan ve Türkiye'nin çeşitli bölgelerine yerleştirilmiştir. Oysaki ağır istila ev sahibi ağaçları savunmasız bırakabileceğinden aynı zamanda bir zararlı olarak da kabul edilir (Oğuzoğlu ve ark., 2021).

Yapılan çalışmalarda çınar dantel böceği *Corythucha ciliata*'nın doğal düşmanları arasında diğer *Orius* türleri olan *Orius horvathi*, *O. insidiosus*, *O. vicinus*'la birlikte *O. majusculus*'un da bulunduğu bildirilmiştir (Aysal ve Kıvan, 2023).

### ***Orius minutus* (Linnaeus, 1758)**

Paleartik bir türdür, Avrupa'da çok geniş bir dağılıma sahiptir, Asya'da Kafkaslar ve Uzak Doğu'da dağılım gösterir (Aukema, 2020). Pericart (1972) *O. minutus*'un, Aphidae, Psyllidae, Thysanoptera ve Acari türleri ve Pentatomidae ve Lepidoptera yumurtaları ile beslendiğini belirtmektedir. Tripslerden *Thrips tabaci*, *Frankliniella dampfi* Priesner, 1936, *Megalurothrips distalis* (Karny, 1913), *Haplothrips ganglbaueri* Schmutz, 1913; akarlardan *Tetranychus urticae*, *T. telarius* (Linnaeus, 1758) ve *Panonychus ulmi*; yaprak bitlerinden *Aphis gossypii*, *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) ve Lepidoptera'dan, *Ostrinia* spp. ve *Pseudaletia separata* Walker, 1865 avları arasındadır. Pek çok sebze, ağaçlarda ve otsu

bitkilerde bulunmaktadır (Riudavets, 1995). Herard (1986), Fransa'da *O. minutus*'u, başta *Cacopsylla pyri* olmak üzere armut psillidleri ve alıç psillidlerinin avcısı olarak belirledi. Ayrıca Slovenya'da yapılan bir çalışmada bu türün *C. pyri* ve *Cacopsylla pyrisuga*'nın avcısı olduğu bildirilmiştir (Vrabl ve Matis, 1977). Sırbistan'da Pavićević (1977) ve Jerinić-Prodanović (2010), armut bahçelerinde *O. minutus*'un *C. pyri*'nin predatörü olduğunu belirlemişlerdir. Hırvatistan'da yapılan çalışmada ise *Panonychus ulmi*'ninile biyolojik mücadelesinde *O. minutus*'un etkin olarak kullanılabileceği kaydedilmiştir (Arčanin ve Balarin, 1972). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan'da bu türe ait *Baeopelma foersteri* (Flor, 1861), *Cacopsylla melanoneura*, *C. picta* Foerster, 1848), *C. pyri*, *C. rhamnocola* (Scott, 1876), *Camarotoscena speciosa*, *Homotoma ficus* (Linnaeus, 1758), *Psyllopsis discrepans*, *P. fraxinicola*, *P. machinosa*, *P. repens*, *Trioza mesembrina* Burckhardt, 1986, ve *T. rhamni* (Schrank, 1801) türleri olmak üzere geniş bir av listesi sunmuşlardır.

*O. minutus* İran'da örümcek akarının (*Tetranychus urticae*) avcısı olarak kaydedilmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde *T. urticae*'nin yumurtaları, nimfleri ve erginleri ile beslenen bu pradatör, çeşitli sebze mahsullerinde yoğun olarak bulunur. Ayrıca, *O. minutus* uygun yiyecek arama davranışına (örneğin, yürüme hızı, dönme hızı) ve konukçu bitkiler arasında yüksek arama verimliliğine sahiptir. Japonya'daki elma ağaçlarındaki bu zararlının popülasyonlarını kontrol etme potansiyeli vardır. Bitki zararlıları ile etkin mücadelede *Orius* türlerinin üretimi ve dağıtılması yapılabilmektedir. Tek bir predatör tür çoğu zaman yeterli olmayabilir, etkinliği artırmak için konukçu bitki direnci gibi diğer kontrol mekanizmaları ile entegre edilmesinde fayda vardır. Bitkiler, bitki zararlıları ile predatörleri arasında etkileşime yardımcı olabilirler, böylece avcıların etkinliği artırılabilir (Fathi, 2014).

## ***Orius niger* (Wolff, 1811)**

Paleartik Bölge’de Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika’da yaygın bir türdür ve Türkiye’de de hem Trakya Bölgesi hem de Anadolu’da mevcuttur (Aukema, 2020). Avları arasında tripslerden *Thrips tabaci*; akarlardan, *Tetranychus urticae*; yaprak bitlerinden, *Aphis gossypii* ve Lepidoptera’dan, *Heliothis armigera*, *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758), *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808), *Ostrinia nubilalis* ve Pentatomidae ve Lepidoptera yumurtaları yer alır. *O. niger*, patlıcanlarda ve çeşitli Cucurbitaceae’de zararlı olan *A. gossypii* ve *T. tabaci*’nin biyolojik kontrolünde önemlidir ve ayrıca bu türün seralarda trips kontrolü açısından ilgi çekici olabileceği belirtilmektedir (Riudavets, 1995). Herard (1986) tarafından Fransa’da yapılan çalışmada, armutlardaki *Cacopsylla pyri*’nin predatörünün *Orius niger* olduğu bildirilmiştir. Herard (1986) aynı zamanda armut bahçeleri çevresinde bulunan ısırğan otlarından da çok sayıda *Trioza urticae* toplamıştır. Farklı predatörlerin birlikte avlandıkları ile ilgili kanıtlardan birisi de, Hırvatistan’da bir elma bahçesinde yapılan çalışmada verilmiştir. Bu çalışmada, *Panonychus ulmi* üzerinde *O. minutus* ve *O. niger* bir arada kaydedilmiştir (Arčanin ve Balarin, 1972). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan’da bu türün avları arasında psillidlerden *Cacopsylla bidens*, *C. melanoneura*, *C. pyri*, *Craspedolepta* sp., *Psylloppis fraxinicola*, *Livia junci* (Schrank, 1789), *Trichohermes walkeri* (Foerster, 1848), *Trioza chenopodii* Reuter, 1876 ve *T. urticae* türlerini belirlemişlerdir.

Ayrıntılı bir çalışma bulunmamakla birlikte bu türün Tingidae familyasından Armut kaplanı *Stephanytis pyri* (Fabricius, 1775) ve çınar dantel böceği *Corythucha ciliata* (Say, 1832)’nin doğal düşmanlarından biri olduğu ve ayrıca aynı familyadan *Dictyla echii* (Schrank, 1782)’nin yumurta ve I. dönem nimfi ile beslendiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Aysal ve Kıvan, 2023).

Yapılan çalışmalarda diğer *Orius* türlerine kıyasla toplu yetiştirme sırasında düşük doğurganlık ve hayatta kalma oranlarına sahip olduğu (Bahşi ve Tunç, 2014) ve hem olgunlaşmamış dönemlerde hem de erginlerde yetiştirilmesinin en zor tür olduğu belirlenmiştir (Tommasini, 2003). *Orius* türlerine Cucurbitaceae ve Solanaceae familyalarına ait bitkilerde rastlanmasına rağmen en yoğun olarak Asteraceae familyasına ait bitkilerde buldukları bilinmektedir (Péricart, 1972).

### ***Orius vicinus* (Ribaut, 1923)**

Bu tür Palearktik Bölge’de Avrupa’da geniş bir dağılıma sahiptir, Kuzey Afrika’da dağılımı belirsizdir ve Asya’da Kafkaslar, Orta Asya ve Suriye, İran ve Çin’de, ülkemizde de Anadolu’da dağılım gösterir (Aukema, 2020). Yeni Zelanda’daki elma bahçelerinde yaygın olarak bulunan Avrupa kırmızı akarı ve iki benekli örümcek akarının predatörü olarak *Orius vicinus* kaydedilmiştir (Wearing ve ark., 2014). Ülkemizde yapılan bir çalışmada *Orius niger* ve *Orius vicinus*’un bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması sonucu, *O. vicinus*’un preovipozisyon süresinin daha kısa, ovipozisyon süresinin daha uzun olması ve ayrıca üreme gücünün daha yüksek olması nedeniyle potansiyel biyolojik mücadele etmeni olarak değerlendirilebileceği ve bu konuda ayrıntılı araştırmaların yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. *O. niger* ülkemizde en yaygın tür olmasına rağmen laboratuvarda üretimi oldukça zordur *O. vicinus* ise doğada oldukça düşük sayılarda tespit edilmesine rağmen laboratuvarda üretiminin kolay olduğu gözlemlenmiştir (Pehlivan ve ark., 2017).

Yapılan çalışmalarda da *Corythucha ciliata* ve *Stephanytis pyri*’nin doğal düşmanları arasında *O. vicinus*’un bulunduğu

bildirilmiştir (Aysal ve Kıvan, 2023). Ancak bu konuda yapılan detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

### ***Orius horvathi* (Reuter, 1884)**

Bu tür Palearktik Bölge’de Avrupa’da oldukça geniş bir dağılıma sahiptir, Kuzey Afrika’da Fas ve Asya’da Kafkaslar, Orta Asya ve Çin’de mevcuttur. Ülkemizde de hem Trakya hem de Anadolu’da mevcuttur (Aukema, 2020). Bu türün biyokontrol ajanlığına dair çok fazla çalışma bulunmamakla birlikte diğer *Orius* türleri gibi küçük arthropodlar ve tripslerin predatörüdürler. Yapılan bir çalışmada *Orius horvathi* ile entegre dört etanolik bitki ekstraktı (*Cercis siliquastrum* L., *Calendula officinalis* L., *Peganum harmala* L. ve *Melia azedarach* L.) batı çiçek tripsi *Frankinella occidentalis*’i kontrol etmek için değerlendirilmiş ve çalışma sonucu, *P. harmala* ve *M. azedarach* ekstraktının, trips kontrolünde doğal düşmanla uyumlu olarak kabul edilebileceğini göstermiştir. Tripsler ile etkin bir mücadele için, bitkilerden elde edilen kimyasalların *O. horvathi*’nin entegrasyonunu artırabileceği yönünde bulgular mevcuttur (Razavi ve Ahmadi, 2016).

*Orius horvathi*’nin Tingidae familyasından çınar dantel böceği *Corythucha ciliata*, armut kaplanı *Stephanitis pyri*, *Monosteira uncostata* (Mulsant & Rey, 1852) ve *M. lobulifera* Reuter, 1888 türlerinin de doğal düşmanı olduğu belirtilmiştir (Aysal ve Kıvan, 2023).

### **Biyolojik Mücadelede Önemli olan Miridae Türleri**

Miridae familyası içerdiği tür sayısı bakımından Heteroptera alt takımı içinde en zengin familyadır. Dünyada 11.000’in üzerinde türü bulunan bu familya Palearktik Bölgede 2800’den fazla tür Türkiye’de ise 515 türle temsil edilmektedir. Miridae familyası fitofag, zoofag ve

zoofitofag türleri içermektedir. Miridae familyası içinde yer alan tüm Deraeocorinae ve Pilophorini üyeleri zorunlu avcılardır, diğer böceklerin yumurta, larva, nimf ve erginleri ile beslenirler (Kerzhner ve Josifov, 1999).

Predatör Miridae türleri, yaprak bitleri ve diğer tarım zararlısı böceklerin kontrolünde faydalıdır. *Tytthus* (Phylinae) türleri bitki zararlısı olan Delphacidae (Hemiptera) türlerinin yumurtalarıyla beslenirler, bu da özellikle pirinç ve şeker kamışı gibi bitkiler için yıkıcı etkilere sahip Delphacidae türleri ile biyolojik mücadelede etkin kontrol ajanları olarak kullanılmasına neden olmuştur (Wheeler, 2001). Güney Pasifik bölge fauna elemanı olan *Tytthus mundulus* (Breddin, 1896) (Miridae, Phylinae)'un Havai'ye taşınması ile, pirinç ve şeker kamışı zararlısı olan *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy, 1903 (Hemiptera: Delphacidae) ile biyolojik mücadele gerçekleştirilmiştir. *T. mundulus*'un bu başarısı farklı ülkelerde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasını sağlamıştır (Henry, 2012).

Predatör türlerin birki zararlısı türlerle eşzamanlı kolonileşme gösterdiklerine dair çalışmalar mevcuttur. Gabarra ve arkadaşları (2004) tarafından domates seralarında yapılan çalışmada beyaz sinekler ile onları avlayarak beslenen pradatör miridlerin aynı zamanda bitkilerde kolonileştiği gösterilmiştir. Bu durum zoofitofag miridlerin avın az bulunduğu veya bulunmadığı durumlarda bitki üzerinde yaşamlarını sürdürmesi bakımından bir avantaj olarak görülmektedir (Gabarra ve ark., 2004).

Castañé ve arkadaşları (2011) tarafından tarım alanlarında predator miridler arasında Bryocorinae altfamilyası üyesi olan *Dicyphus tamaninii* Wagner, 1951, *Dicyphus hesperus* Knight, 1943, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) ve *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) türlerinin öne çıkmakta olduğu bildirilmektedir. *D.*



*tamaninii*, *M. pygmaeus* ve *N. tenuis* taksonlarına ait popülasyonlar beyaz sinekler, güveler, testere sinekleri, yaprak bitleri, örümcek ve akarlar gibi bitki zararlılarını kontrol altında tutmak için kullanılmaktadır. Akdeniz bölgesinde bu predatör mirid türlerinden üçünün başarıyla kullanılması sonunda yerli popülasyonların korunması sağlanabilmiştir (Castañe ve ark., 2011; Ivezić ve ark., 2023).

Çin'in kuzeyinde pamuk tarlalarında yapılan çalışmada *Bemisia tabaci* popülasyonunun *Deraeocoris punctulatus* (Fallén, 1807) (Miridae) ve *Orius similis* Zheng (Anthocoridae) türlerinin biyolojik mücadele ajanları olarak ortak kullanılması ile kontrol altına alınabildiği bildirilmektedir (Perdikis ve ark., 2011).

Tarım alanlarında kontrol ajanı olarak yaygın olarak kullanılan bu Miridae türleri dışında, *Atractotomus mali* (Meyer-Dür, 1843), *Campylomma diversicornis* Reuter, 1878, *Campylomma verbasci* (Meyer-Dür, 1843), *Deraeocoris lutescens* (Schilling, 1837), *Deraeocoris serenus* (Douglas & Scott, 1868), *Deraeocoris rutilus* (Herrich-Schäffer, 1838), *Deraeocoris ruber* (Linnaeus, 1758), *Deraeocoris punctulatus* (Fallén, 1807), *Macrolophus costalis* Fieber, 1858, *Pilophorus perplexus* Douglas & Scott, 1875 taksonlarına ait popülasyonların tarım alanlarında afit mücadelesinde kullanılabilme potansiyelleri bulunmaktadır (Yazıcı, 2019).

### ***Atractotomus mali* Meyer-Dür, 1843**

Avrupa'da geniş bir dağılıma sahiptir ve Asya'nın batısında mevcuttur, Kuzey Amerika'ya taşınmıştır (Aukema, 2020). *Atractotomus mali*'nin akarları, tripsleri, psillidleri, yaprak bitlerini, Lepidoptera larva ve pupalarını avlayıp beslendikleri bilinmektedir (Wheeler, 2000b). Norveç'te yapılan çalışmada elma psillidi olarak bilinen *Cacopsylla mali*, Yunanistan'da armut psillidi olarak bilinen

*Cacopsylla pyri*'nin ve Almanya'da Alıç psillidleri olarak bilinen *Cacopsylla* spp.'nin predatörü olduğu rapor edilmiştir. Bu türün özellikle psillidler ile avlanan polifag bir predatör olduğu görülmektedir (Jonsson, 1983; Santas, 1987; Novak ve Achtziger, 1995). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan'da bu türün avları arasında psillid'lerden *Cacopsylla affinis*, *C. melanoneura*, *C. peregrina* ve *C. picta* türlerini tespit etmişlerdir.

### ***Campylomma verbasci* (Meyer-Dür, 1843)**

Palearttik Bölge'de geniş bir dağılıma sahiptir ve Kuzey Amerika'ya taşınmıştır (Aukema, 2020). *C. verbasci*, elma yaprak bitlerini, armut psillidlerini, morina güvesini, tripsleri ve akarları yiyen zoofitofag bir türdür (Wheeler, 2000b). *C. verbasci*'nin özellikle *Aphis pomi* De Geer, 1773 (Elma yeşil yaprak biti), *Cacopsylla mali* (Armut zararlısı), *Panonychus ulmi* (Avrupa kırmızı Örümceği) ve *Tetranychus urticae* (İki noktalı kırmızı örümcek) ile beslenen bir predatör olduğu kaydedilmiştir (Hagen ve ark., 1999; Wheeler, 2000b; Bradley, 2007). Av eksikliği olması durumunda ise *C. verbasci*, elma nadir olarak da armut meyvelerinde zarar meydana getirebilir. Hatta bu tür Kanada'da önemli bir meyve zararlısı olarak bilinmektedir (Hagen ve ark., 1999; Wheeler, 2000a; Bradley, 2007). Türkiye'de ilaçlanmış ve ilaçlanmamış armut bahçelerinde yapılan çalışmada *Cacopsylla pyri*'nin predatörü olarak *C. verbasci* verilmiştir (Erlar, 2004). Harizanova ve ark. (2012) tarafından Bulgaristan'da yapılan çalışmada ise *Acizzia jamatonica* (Kuwayama, 1908) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea)'nın avcısı olarak yine *C. verbasci* verilmiştir. *A. jamonitica* albizia (gülbrişim) psillidi olarak bilinir ve 1980'lerden sonra Japonya'dan konukçu bitkisinin süs bitkisi olarak yetiştirildiği tüm bölgelere dağılmış durumdadır. Jerinić-Prodanović ve Protić (2013) bu türü, Sırbistan'da *Cacopsylla bidens*, *C. pyri*, *C.*

*pyricola*, *C. pyrisuga* ve *C. melanoneura*, gibi psillid türlerinin avcısı olarak tespit etmişlerdir.

### ***Deraeocoris (Deraeocoris) flavilinea* (A. Costa, 1862)**

1980'li yıllara kadar sadece Sicilya'da bilinen bu yabancı tür buradan Orta Avrupa'ya yayılmıştır ve artık istilacı bir tür olarak kabul edilmektedir (Rabitsch, 2008). *D. flavilinea*'nın psillidlerin predatörü olduğu bilinmektedir (Jerinić-Prodanović ve Protić, 2011; Simov ve ark., 2012). Tür, 2011'den beri psillidlerin avcısı olarak bilinmektedir (Jerinić-Prodanović ve Protić 2011). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013), Sırbistan'da psillidlerden *Cacopsylla bidens*, *Homotoma ficus*, *Trioza rhamnii*, *Psyllopsis discrepans* ve *P. machinosa* türlerini bu türün avları olarak tespit etmişlerdir.

### ***Deraeocoris pallens* (Reuter, 1904)**

Avrupa'nın güneyi ve Asya'da kısıtlı dağılıma sahip bir türdür, Anadolu'da da mevcuttur (Aukema, 2020). Afitler ile beslenen predatör bir türdür. Pamuk, kabak, turunçgiller ve seralarda zarar meydana getiren *Aphis gossypii*, *Aphis pomi*, *Aphis fabae solanella*, *Myzus persicae*, *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776), *Aphis craccivora* Koch, 1854 ve *Macrosiphum euphorbia* (Hemiptera: Aphididae) ile beslendikleri bildirilmiştir (Kılınçer ve ark., 2011; Yazıcı, 2019).

### ***Deraeocoris (Deraeocoris) ruber* (Linnaeus, 1758)**

Avrupa'nın güneyinde oldukça yayılmış olan polifag ve zoofitofag bir türdür (Jerinić-Prodanović ve ark., 2010). Herard (1986) bu türden *Cacopsylla pyri*'nin avcısı olarak bahsetmektedir. Aynı zamanda elma bahçelerindeki, *Rubus* spp. ve *Urtica* spp. üzerindeki bazı kelebeklerin genç larva dönemlerinin diğer çeşitli küçük

böceklerin ve akarların ve ayrıca *Corylus* spp. üzerindeki yaprak bitlerinin de avcılarıdır (Herard, 1986). Bulgaristan'da *Acizzia jamatonica*'nın ve Sırbistan'da armut psillidi *Cacopsylla pyri* 'nin avcısı olarak tespit edilmiştir (Harizanova ve ark., 2012; Jerinić-Prodanović ve Protić, 2013).

### ***Deraeocoris lutescens* (Schilling, 1836)**

Akdeniz türü olarak bilinen *Deraeocoris lutescens*, Orta Avrupa'da çok az dağılım göstermektedir (Aukema, 2020). Esas olarak armut psillidi *Cacopsylla pyri* ve alıç psillidi *Cacopsylla crataegi* Schrank, 1801'nin yumurta avcısı olarak bilinir (Herard, 1986). Aynı zamanda Hırvatistan'daki elma bahçelerinde yaprak bitleri ve akarlardan *Panonychus ulmi*'nin avcısı olduğu (Arčanin ve Balarin, 1972) ve Fransa ve Türkiye'deki armut bahçelerinde *C. pyri*'nin avcısı olduğu da rapor edilmiştir (Herard, 1986; Erler, 2004). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013) bu türü, Sırbistan'da psillidlerden *Cacopsylla pyri*, *C. rhamnicola*, *Camarotoscena speciosa*, *Psyllopsis fraxinicola* ve *Trioza chenopodii* türlerinin avcısı olarak tespit etmişlerdir.

### ***Dicyphus hesperus* Knight, 1943**

*D. hesperus*'un Nearktik Bölge'deki tarım alanlarında bulunan tatlı patates beyaz sineği *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), patates psillidi *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) ve domates bitkisinde bulunan *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) ile beslendikleri ve biyolojik mücadele ajanı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Calvo ve ark., 2018). Domates seralarında yapılan çalışmada *D. hesperus* tarafında *E. kuehniella* yumurtaları ve *B. cockerelli* nimflerinin yenilerek biyolojik mücadelede başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. *E. kuehniella* ve *B. cockerelli*

popülasyonlarının *D. hesperus* tarafından tek başına kontrol altına alınması bu türün biyolojik mücadeledeki önemini göstermektedir (Calvo ve ark., 2018).

### ***Dicyphus tamaninii* Wagner, 1951**

Avrupa'nın güneyi ve Kuzey Afrika'da dağılım gösterir (Aukema, 2020). Zoofitofag türlerin biyolojik mücadelede kullanımı sırasında popülasyon yoğunluğunun önemli olduğu ifade edilmektedir. *D. tamaninii* ergin ve nimfleri beyaz sinekleri, yaprak bitlerini ve tripsleri tüketme konusunda oldukça iştahlıdır, fakat domates, kabak ve salatalık seralarında kafesler içinde *D. tamaninii* ile yapılan çalışmalarda avın popülasyon yoğunluğu düştükçe domates, salatalık ve kabak meyvelerinde delikler gözlemlenmiş, av kıtlığı dönemlerinde *D. tamaninii* nimflerinin hayatta kalmak için meyveler ve yapraklar ile beslendiği belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak da domates meyvesi yapraklarının daha yüksek besin ihtiva ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak ekonomik açıdan önemli bir hasar rapor edilmemiştir (Alvarado ve ark., 1997; Barnadas ve ark., 1998; Şengonca ve Saleh, 2002; Blaeser ve ark., 2004; Castañé ve ark., 2011).

### ***Heterocordylus genistae* (Scopoli, 1763)**

Avrupa dağılımlı fitozoofag bir türdür. *H. genistae*, zararlı böceklerin özellikle de ergin ve ergin öncesi evredeki psillidlerin predatörü olarak bilinmektedir, genel bir avcı olması nedeni ile faydalı bir böcek olarak tanınmaktadır (Protić, 1993, 1998). Jerinić-Prodanović ve Protić (2013) bu türü Sırbistan'da elma ağaçlarındaki *Cacopsylla melanoneura*'nın avcısı olarak kaydetmişlerdir.

### ***Hypseloecus visci* (Puton, 1888)**

Avrupa dağılımlı zoofag bir türdür. Sırbistan'da *Cacopsylla visci* 'nin predatörü olarak bilinmektedir (Prodanović ve Protić, 2013).

### ***Macrolophus melanotoma* (A. Costa, 1853)**

Avrupa'nın güneyi, Kuzey Afrika ve Asya'nın batısında dağılım gösterir (Aukema, 2020). *M. melanotoma* (sin. *Macrolophus caliginosus* Wagner, 1950) *Bemisia tabaci* ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) türlerinin yumurta ve nimfleri ile beslenmektedir. Yapılan bir çalışmada, bu türün bireylerinin *Bemisia tabaci* 'nin 4. ve 5. dönem nimflerini tercih ettikleri, ancak beslenme alanında *T. vaporariorum* ve *B. tabaci* 'nin birlikte bulunması durumunda, *B. tabaci* mevcut avın %75'ini oluşturmadığı sürece beslenmek için *B. tabaci* yerine *T. vaporariorum* 'u tercih etmeleri oldukça ilgi çekicidir (Bonato ve ark., 2006).

### ***Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839)**

Avrupa ve Kuzey Afrika'da geniş bir dağılıma sahiptir ve Asya'da Kafkaslar ve Orta Asya'da mevcuttur. Türkiye'de Trakya ve Anadolu'da dağılım gösterir (Aukema, 2020). *M. pygmaeus* pamukta zarar meydana getiren *Aphis gossypii*, biber zararlısı *Myzus persicae* ve patlıcan zararlısı sera beyazsineği *Trialeurodes vaporariorum* patates beyaz sineği *Bemisia tabaci* ve *Ephesttia kuehniella* gibi trips, akar ve yaprak bitleri ve aynı zamanda patlıcan yaprakları ile beslenen zoofitofag bir türdür. Ayrıca Güney Amerika domates güvesi *Tuta absoluta* (Lepidoptera) ile de beslenmektedir (Castañé ve ark., 2011; Dutra ve ark., 2023). *M. pygmaeus* *T. absoluta* ile mücadelede en çok kullanılan predatörlerden biridir (Dutra ve ark., 2023).

Yapılan alışmalar ergin evreye ulaşmak için avlanmanın önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Sadece patlıcan bitkisi yaprakları ile beslenen *M. pygmaeus* nimflerinin ancak %46'sının ergin döneme ulaşmayı başarmış olması avlanmanın canlının gelişimi açısından önemini ve bu özelliğinin kullanılması da biyolojik mücadele kontrol ajanı olarak bizim açımızdan önemli olduğunu göstermektedir (Deniz ve ark, 2018).

### ***Malacocoris chlorizans* Panzer, 1794**

Avrupa ve Asya'da dağılım gösteren zoofag bir türdür. *M. chlorizans*, özellikle psillidler, yaprak bitleri, yaprak madenci gvelerinin yumurtaları ve larvaları ile beslenen genel bir predatör türdür (Wheeler, 2000b; Wyniger ve Burckhardt, 2003). Hırvatistan'da, Aranın ve Balarin (1972) tarafından elma bahçelerinde *Panonychus ulmi*'nin avcısı olarak kaydedilmiştir. Prodanoviç ve Proti (2013) bu türü, Sırbistan'da incir üzerindeki incir psillidi *Homotoma ficus*'un avcısı olarak kaydetmişlerdir.

### ***Miris striatus* (Linnaeus, 1758)**

Avrupa ve Orta Asya'da dağılım gösteren zoofag bir türdür. Bu tür, Prodanoviç ve Proti (2013) tarafından Sırbistan'da alı bitkisi üzerindeki iki psillid türünün *Cacopsylla melanoneura* ve *C. peregrina* avcısı olarak tespit edilmiştir.

### ***Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895)**

Paleartik Bölge'de Avrupa'nın güneyi, Kuzey Afrika, Asya'da Arap Yarımadası, İnan, Türkiye ve Uzak Doğu'da, Paleartik dışında, Tropikal Afrika ve Asya, Avustralya, Kuzey Amerika, Batı Hindistan ve Venezuela'da dağılım gösteren kozmopolit bir türdür (Aukema, 2020). *N. tenuis* domates ve mısırdaki kolonize olmuş bir türdür ve

faydalı mı zararlı mı olduğu konusunda farklı görüşler vardır. Kozmopolit bir tür olan *N. tenuis* Güney Asya kökenlidir. Zoofitofag olan bu tür küçük eklembacaklılar ve Solanaceae familyası üyeleri ile beslenir (Dursun ve Fent, 2022). Hemen hemen tüm Paleartik bölgede dağılım gösterir (Rabitsch, 2008).

*N. tenuis* domates bitkisinin apical uçlarına zarar vermeye birlikte *Bemisia tabaci* ve *Tuta absoluta* popülasyonlarını kontrol altına almada son derece etkili bir türdür. *T. absoluta* ve *B. tabaci* domateste en fazla zarar meydana getiren türler arasındadır (Öztemiz ve Portakaldalı, 2015). *T. absoluta* Avrupa'da seralarda ve açık tarım alanlarında domates mahsullerinde %80 ile %100 arasında değişen oranlarda zarar meydana getirebilmektedir ayrıca patates ve patlıcanda da ürün kaybına neden olur (Dutra ve ark., 2023).

*N. tenuis* hem tarlalarda hem de seralarda *T. absoluta*, *B. tabaci*, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), domates kıl kurdu *Keiferia lycopersicella* (Walsingham, 1897) (Lepidoptera: Gelechiidae), tütün boynuz kurdu *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Sphingidae) ve domates sap kurdu *Symmetrischema tangolias* (Gyen, 1913) (Lepidoptera: Gelechiidae) gibi zararlıların ergin ve ergin öncesi evrelerindeki bireyler ile beslenirler (Adeleye ve Seal, 2021). Seralarda yapılan çalışmalarda *N. tenuis* popülasyonunun artması ile *B. tabaci* popülasyonunun azaldığı belirlenmiştir (Castañé ve ark., 2011). *N. tenuis* Avrupa'da domates seralarında biyolojik mücadele için ticari olarak üretilen ve kullanılan en yaygın türdür, domates ekili alanlarda, özellikle *T. absoluta* mücadelesinde böcek öldürücülerine alternatif, çevre dostu mükemmel bir biyolojik kontrol ajanıdır (Ivezić ve ark., 2023).



### ***Orthotylus marginalis* Reuter, 1884**

Avrupa'da geniş bir dağılıma sahiptir ve Asya'da Kafkaslar ve Orta Asya'da mevcuttur. Türkiye'de Trakya ve Anadolu'da yayılış gösterir (Aukema, 2020). Wheeler (2000b) tarafından yaprak bitlerinin ve psillidlerin avcısı olarak kaydedilen bu tür Finlandiya ve Rusya'da elma psillidi *Cacopsylla mali*'nin predatörü olarak bahsedilmektedir (Jonsson, 1983). Prodanović ve Protić (2013) tarafından Sırbistan'da *Cacopsylla rhamnicola*'nın predatörü olarak tespit edilmiştir.

### ***Psallus assimilis* Stichel, 1956**

Avrupa dağılımlı zoofag bir türdür. Farklı böcek türlerinin ve psillidlerin predatörü olarak bilinen bu tür, Sırbistan'da psillidlerden *Psyllopsis discrepans* ve *P. fraxinicola* türlerinin predatörü olarak tespit edilmiştir (Prodanović ve Protić, 2013).

### ***Psallus (Psallus) flavellus* Stichel, 1933**

Avrupa dağılımlı fitozoofag bir türdür. Sırbistan'da psillidlerden *Psyllopsis discrepans* ve diğer bazı *Psyllopsis* türlerinin predatörü olarak tespit edilmiştir (Prodanović ve Protić, 2013).

### ***Psallus (Phylidea) quercus* Kirschbaum, 1856**

Avrupa ve Asya'da dağılım gösteren fitozoofag bir türdür. Yaprak bitlerinin, psillidlerin, tripslerin, örümceklerin ve çeşitli böceklerin yumurtalarının avcısı olarak bilinmektedir (Protić, 1998). Prodanović ve Protić (2013) tarafından Sırbistan'da *Psyllopsis discrepans* ve *P. machinosa* türlerinin avcısı olarak tespit edilmiştir.

### ***Pseudoloxops coccinea* Meyer-Dür, 1843**

Avrupa ve Akdeniz Havzası'nda dağılım gösteren zoofag bir türdür. Prodanović ve Protić (2013) tarafından Sırbistan'da dişbudak üzerindeki *Psyllopsis fraxinicola*'nın avcısı olarak tespit edilmiştir.

### **Biyolojik Mücadelede Önemli olan Pentatomidae Türleri**

Ekonomik öneme sahip karasal türleri içeren Pentatomidae familyası Heteroptera takımının en büyük familyalarından biridir. Dünya'da 10 alt familyaya ait 940 cinse bağlı 4.949 türü, Palearktık Bölge'de ise dört alt familyaya ait 219 cins, 841 tür ve 19 alt türü bulunmaktadır (Rider, 2006; Henry, 2017; Rider ve ark., 2018). Türkiye'de ise Pentatomidae familyası 4 alt familya içinde 61 cins ve 174 tür/alttür ile temsil edilir ve bunlardan 14 tür predatör türleri içeren Asopinae alt familyasına aittir (Fent ve Dursun, 2022). Asopinae türleri avcıdır, çeşitli omurgasızlar ve diğer fitofag böceklerin yumurtaları, larvaları, nimf ve yetişkinleri ile beslenirler (Rider, 2006).

### ***Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775)**

*Perillus bioculatus* doğal olarak Kuzey Amerika ve Meksika'da yayılış gösterir. Patates böceğine karşı biyolojik mücadelede kullanılmak üzere çeşitli Avrupa ülkelerinde salınımı yapıldıktan sonra Türkiye (Trakya ve Anadolu), Yunanistan ve Sırbistan'da ve Kuzey Afrika'da Cezayir'de yayılmıştır (Aukema, 2020). Biyolojik mücadelede en önemli türler arasındadır. Nearktik kökenli olan bu tür, yine aynı zoocoğrafik kökenli *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) türüne karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılır. *L. decemlineata* biber, patlıcan ve patatesteki çok büyük zarar meydana getirir ve "Kolarado patates böceği" olarak bilinir (Kıvan, 2004)

*P. bioculatus*, *L. decemlineata* ile mücadele için Avrupa'ya ilk defa 1966 yılında Kuzey Amerika'dan getirilmiş ve kitleler halinde üretilip doğaya salınarak yerleştirmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar başarısız olsa da bugün *P. bioculatus*'un bazı Avrupa ülkelerinde dağılım gösterdiğini biliyoruz. Nearktik Bölge'de monofag bir tür olduğu düşünülen *P. bioculatus* ile ilgili Avrupa'daki çalışmalarda türün testere sineği *Athalia rosae* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Tenthredinidae), *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, *Chrysomela sanguinolenta* (Linnaeus, 1758), *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758, *Galeruca pomonae* (Scopoli, 1763), *Gastroidea polygona* (Linnaeus, 1758), *Gastroidea viridula* (De Geer, 1775), yonca yaprak böceği *Gonioctena fornicata* (Brüggemann, 1873) (Coleoptera: Chrysomelidae), karpuz telli böceği *Chnootriba elaterii* (Rossi, 1794) (sin. *Henosepilachna elaterii*), 24 noktalı uğur böceği *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) ve domates güvesi *Polia oleracea* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Noctuidae) yumurta ve larvaları ile beslendikleri belirlenmiştir (Kıvan, 2004).

Sırbistan'da yapılan bir çalışmada *P. bioculatus*'un Asteraceae familyasından bir zararlı yabancı ot türü olan *Ambrosia artifolia* (L.) ve ayçiçeği *Helianthus annuus* L.'un yaprakları ile beslenen *Ophraella communa* LeSage, 1986 (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın hem larva hem de erginleri ile beslendiği belirlenmiştir (Nadaždin ve Šeat, 2022). Beslenme rejimindeki çeşitlilik ve ekolojik koşullara uyumu sayesinde *P. bioculatus* Palearktik bölgede dağılımını genişletmektedir.

### ***Podisus maculiventris* (Say, 1832)**

*P. maculiventris* geniş bir konukçu yelpazesine sahip, önemli bir predatördür. *Leptinotarsa decemlineata*, fasulye tohum böceği

*Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Chrysomelidae), Avrupa mısır kurdu *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), elmas sırtlı güve *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve güz tırtılı veya ordu tırtılı *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera) başta olmak üzere patates, yonca, elma, kuşkonmaz, fasulye, kereviz, lahana, pamuk, turpgiller, kabakgiller, patlıcan, soğan, patates, soya fasulyesi, bezelye ve mısır gibi tarım ürünlerine zarar veren 90 böcek türü ile beslendiği tespit edilmiştir (De Clercq, 2008). Bu zoofitofag tür avın az olduğu durumlarda bitki öz suyu ile beslenebilmekte böylece hayatta kalma olasılığını artırmaktadır. Buna rağmen bitkiye bir zarar vermemektedir (De Clercq, 2008).

Neartik Bölge fauna elemanı olan *P. maculiventris* Doğu Avrupa ve Rusya başta olmak üzere birçok ülkede klasik biyolojik mücadele programlarında kullanılmaktadır. Ancak Kuzey Avrupa'da kışı ergin geçirememiş olması türün dağılımını sınırlandırmaktadır. *P. maculiventris* yumurtaları, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki ısıtmalı seralarda zararlılar ile biyolojik mücadele için ticari olarak da satılmaktadır (De Clercq, 2008).

DeneySEL çalışmalarında *P. maculiventris*'in ergin ve nimflerinin, hububat depolama alanlarında önemli ekonomik zarar meydana getiren arpa güvesi *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Pyralidae) ve petekleri tahrip ederek arıcılıkta ekonomik zarar meydana getiren büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurta ve larvaları ile biyolojik mücadelede kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Kasem ve ark., 2020).

## ***Arma custos* (Fabricius, 1794)**

Uyum yeteneği oldukça fazla ve seri üretimi yapılabilen bir biyokontrol ajanı olan *A. custos* Avrupa'da ve Asya'da geniş bir dağılıma sahiptir (Aukema, 2020). Özellikle Lepidoptera larvalarının genel avcısıdır ve diğer predatör Heteroptera türleri gibi av kendisinden daha büyük olsa bile avını hareketsiz hale getirmek ve öldürmek için tükürük zehiri kullanır. Av genellikle birkaç dakika içinde felç olur fakat avın ölmesi için, avın boyutuna bağlı olarak birkaç dakikadan birkaç saate kadar sürenin geçmesi gerekebilir (Qu ve ark., 2023).

*A. custos* özellikle ağaçlık alanlarda sık görülmekle birlikte, soya fasulyesi ve pamuk tarlalarında da bulunmaktadır. Fitofag Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera ve Lepidoptera türlerini etkin bir şekilde baskılama yeteneğinden dolayı biyolojik mücadelede önemli bir tür olarak kabul edilmektedir. Yapay olarak yetiştirmeye uygundur ve serbest bırakılan erginleri uygun ekolojik koşullar altında kolayca doğal bir popülasyon oluşturarak zararlı popülasyonunun sürekli kontrolünü sağlar.

1970'li yılların başlarında, Çin'de yapılan bir çalışmada *Ambrostoma quadrimopressum* Motschulsky (Coleoptera: Chrysomelidae) ile biyolojik mücadelede *A. custos* kullanılmıştır ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun üzerine *A. custos* birçok enstitü tarafından, *Parocneria furva* (Leech, 1889) (Lepidoptera: Erebidae), *Stilpnotia candida* Staudinger 1892 (Lepidoptera; Lymantridae) ve *Monema flavescens* Walker, 1855 (sin. *Cnidocampa flavescens*) (Lepidoptera: Limacodidae) gibi zararlıları kontrol altında tutmak için kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çin'de larva evresinde büyük ölçekte saldırıda bulunduğu için "ordu kurdu" olarak isimlendirilen *Spodoptera frugiperda*'ya ve diğer birçok önemli tarım ve orman zararlısına saldırdığı için bu türün gelecekteki iklim

şartlarındaki potansiyel dağılımını tahmin eden çalışmalar yapılmaktadır (Fan ve ark., 2020).

## **Biyolojik Mücadelede Önemli olan Reduviidae Türleri**

Dünyada yaklaşık 1000 cins ve 7000'den fazla türe sahip olan Reduviidae familyası Heteroptera alttakımının en büyük ikinci familyasıdır ve Palearktik bölgede 145 türe ait 808 tür ile temsil edilmektedir (Putshkov ve Moulet, 2010). Türkiye’de 20 cinse ait 59 tür kaydı bilinmektedir (Dursun ve Fent, 2015; Çerçi ve Koçak, 2016).

Reduviidae türleri tarım ekosisteminde beslendiklerinden daha fazla av öldürürler bu da onların önemli bir biyokontrol ajanı olarak değerlendirilmesini sağlar, familya üyelerinin tamamı predatördür ve dikenli mandibular stilete sahiptir, rostrum tırpan şeklinde eğimlidir. Genel olarak, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera ve Orthoptera takımlarına ait bitki zararlısı böcekler ile beslenirler. Özellikle Harpactorinae alttakımı üyeleri, uzman avcılardır ve *Bemisia tabaci* popülasyonunu kontrol altına almada çok başarılıdır (Sahayaraj, 2014). *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), *Rhynocoris marginatus* (Fabricius, 1794) ve *Ectomocoris* sp. gibi takson üyeleri tarım zararlısı türlerin kontrol altında tutulmasında etkindir. Genel olarak polifag avcılar olmalarına rağmen birçoğu ava spesifiktir. Özellikle soya fasulyesi, yer fıstığı, bezelye, pamuk, pirinç, lahana, tütün, kabak, narenciye, şeker kamışı ve elma gibi mahsullerdeki zararlılarla biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılırlar (Sahayaraj, 2014).

İsveç’te lahana zararlılarına karşı *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae), İran’da yonca zararlılarına karşı *Nagusta goedellii* (Kolenati, 1856), İngiltere ve çok sayıda ülkede pamuk bitlerine karşı *Phonoctonus nigrofasciatus* Stål, 1855 ve *Zelus renardii* kullanılmaktadır (Sahayaraj, 2014).

Nearktik zoocoğrafik bölge doğal fauna elemanı olan *Z. renardii* geniş beslenme rejimine sahip olması ve üstün uyum yeteneği ile Neotropik ve Palearktik bölgelerde kısa sürede dağılım alanını genişletmiştir. Avrupa'da ilk kez 2010 yılında görülmesinden sonra ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkeden kayıtlar verilmiştir. Aphididae, Aphrophoridae, Cicadellidae, Cercopidae, Coccinellidae, Diptera, Miridae, Noctuidae ve Psyllidae türleri ile beslendikleri bilinmektedir (Davranoglou, 2011; Petrakis ve Moulet, 2011; Çerçi ve Koçak, 2016). *Z. renardii* taksonuna ait bireylerin 48 saat gibi sürede kendi vücut ağırlığı kadar besin tüketmesi onu diğer avcılardan üstün kılar (Parlak, 2022).

*Z. renardii* yeryüzünde çok sayıda ülkede zeytin ağaçlarında zarar meydana getiren zeytin sineği *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790) (Diptera: Tephritidae) ve asma, badem, şeftali ve zeytin gibi çok sayıda ekonomik öneme sahip üründe zarar meydana getiren *Xylella fastidiosa pauca* (Bacteria) vektörü olan Aphrophoridae, Cercopidae ve Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) familyalarına ait türlerin kontrol altına alınmasını da sağlamaktadır (Lahbib ve ark., 2022).

## **Biyolojik Mücadelede Önemli olan Geocoridae Türleri**

Geocoridae familyasının dünyada 25 cinse ait 280 türü, Palearktik bölgede ise 7 cinse ait 75 türü dağılım göstermektedir, Türkiye'de ise sadece *Geocoris* cinsine ait 11 tür kaydı verilmiştir (Péricart, 2001; Henry, 2017; Önder ve ark., 2006). Geocoridae familyasının türleri, çoğunlukla polifag ypredatörlerdir ve yaprak bitlerini, tırtılları ve diğer böcekleri avlarlar. Bu nedenle Geocoridae türleri biyolojik mücadele ajanı olarak oldukça önemlidir (Kıyak ve ark., 2020).

*Lygus* sp. (Heteroptera: Miridae: Mirinae) başta pamuk, baklagil, domates, şeker pancarı, patates, patlıcan, fasulye olmak üzere

çok sayıda tarım ürünlerinde zarar meydana getirmektedir. Pamuk tarlasında yapılan çalışmada *Geocoris* sp. ve *Nabis* sp. ve *Lygus* sp. yumurtaları ve erken dönem nimfleri üzerinde etkili predatörler oldukları belirlenmiştir (Hagler, 2011; Zink ve Rosenheim, 2008).

Amerika'da pamuk ve soya fasulyesi alanlarında yapılan bir çalışmada fitofag Pentatomidae (Heteroptera) türlerinin mahsullerde yıllık kontrol maliyetlerinin 14 milyon doları aştığı belirlenmiştir. Bu zararlılar arasında en öne çıkan türün *Nezera viridula* (Linnaeus, 1758) olduğu görülmüştür. Genel predatörler ile bu zararlılar arasındaki trofik bağlantıları belirlemek için yakalanan predatörlerin mide içeriği türe özgü 16S Ribozomal RNA çalışması ile incelenmiş ve predatör bağırsak içeriğindeki av DNA'sı belirlenmiştir. İnceleme sonunda *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae) ve *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) mide içeriğinde %3,3 *Nezera viridula* dokusu belirlenmiştir. Bu da *Nezera viridula* ile biyolojik mücadelede predatör tür olan *Geocoris* ve *Orius* türlerinin kullanılabilceğini göstermektedir (Athey ve ark., 2019). Bu avcılarının çok sayıda fitofag Heteroptera türüne ait böcekleri tükettiği gözlemlenmiştir (Ademokoya ve ark., 2022).

*Geocoris punctipes* (Say, 1831) akarlar, yaprak bitleri, çimlerde zarar yapan bazı lygaeid türleri, beyaz sinekler, küçük tırtıllar, tripsler, pisillidler, *Lygus* türleri ve diğer zararlıların yumurtaları dahil olmak üzere çeşitli avlarla beslenir. Hem erginler hem de nimfler günde onlarca av tüketebilir. Pamuk zararlılarının en önemli doğal düşmanları arasındadırlar. Erginler yaklaşık bir ay yaşar ve bir dişi, yaşamı boyunca 300 kadar yumurta bırakabilir (Van Driesch ve Bellows, 1996). Beş nimf dönemi geçirirler, nimfler kanatsızdırlar ve beslenmek ve erginliğe kadar gelişmek için avla birlikte aynı bölgede kalırlar (Champlain ve Sholdt, 1967).



*Geocoris erythrocephalus* (Lepeletier ve Serville, 1825) afit türlerinden *A. gossypii* ve *M. persicae* ile beslenmektedir ve biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılma potansiyeli olan bir türdür (Yazıcı, 2019).

## **Biyolojik Mücadelede Önemli olan Nabidae Türleri**

Dünya’da 21 cinsle 500 tür ile temsil edilen Nabidae familyasının, Palearktık bölgede 10 cins içinde 113 tür kaydı bilinmektedir (Kerzhner, 1996). Türkiye’de ise Nabidae familyasına ait 5 cinsle 24 tür dağılım göstermektedir (Kerzhner, 1996; Önder ve ark., 2006). Nabidae üyeleri diğer eklembacaklıların yumurta, larva ve nimflerini avlamak suretiyle biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Avcı türler genellikle polifag olarak beslenir fakat Prostematinae alt familyası üyeleri türe has predatörlük gösterirler, bu altfamilya üyeleri çoğunlukla fitofag Lygaeidae türleri ile beslenir. *Nabis ferus* (Linnaeus, 1758), *Nabis capsiformis* Germar, 1838, *Nabis pseudoferus* Remane, 1949, *Nabis punctatus* A. Costa, 1847, *Nabis palifer* Seidenstücker, 1954 ve *Himacerus apterus* (Fabricius, 1798) tarım alanlarında ve orman zararlıları ile mücadelede kullanılmaktadır (Kerzhner, 1996). Bu türlerden *N. punctatus* ve *N. pseudoferus* ülkemizde oldukça yaygındır. Ülkemizde de domates ve lahanada zarar meydana getiren “lahana yaprak güvesi” olarak bilinen *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) ve *T. absoluta* ’nın *Nabis pseudoferus* ile kontrol altında tutulabileceği bildirilmiştir (Cabello ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada, yaprak bitleri, akar ve soğan tripsleri ile *Nabis* sp., ve *Geocoris* sp. birlikte kullanımı ile mücadele edildiği bildirilmektedir (Perdikis ve ark., 2011).

Predatör türlerde rekabetten kaçınmak için farklı evrelerdeki avlar ile beslenme gerçekleşebilmektedir. Bu da bize biyolojik

m¼cadelede farklı t¼rlerin bir arada kullanımının daha etkin bir m¼cadele yolu olduğunu göstermektedir.

## Sonuç

Dünyada ve ülkemizde tarım ekosisteminde biyolojik mücadelenin önemi her geçen gün daha iy anlaşılmaktadır. Heteroptera alttakımına bağlı predatör türlerin biyolojik mücadelede kullanımını hem ekonomik hem de sağlıklı sonuçlar vermektedir, özellikle psillidler, tripsler, pamuklu bitler, yaprak bitleri ve kabuklu bitler ile mücadelede etkin oldukları bildirilmektedir (Ivezić ve ark., 2023). Zorunlu avcı türlere sahip Miridae familyasının Deraeocorinae ve Pilophorini üyeleri, Anthocoridae familyasının *Anthocoris* ve *Orius* cinslerine bağlı türler, Asopinae (Pentatomidae), Nabidae, Reduviidae ve Geocoridae üyeleri biyolojik mücadelede en çok etkili türler olduğu görülmektedir. Avrupa'da yaygınlaştırmak için çok sayıda proje yapılmış olmasına rağmen ülkemizde dağılım alanını doğal olarak genişletmiş olan *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) ve diğer predator türlerin korunması oldukça önemlidir.

Tarım ürünlerinde kullanılan pestisitler, hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Tarım ürünleri bakımından Avrupa Birliği'nin ülkemiz için önemli bir pazar olduğu bilinmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri ithal ettikleri tarım ürünlerinin durmunu belirlemek için Gıda ve Yemde Hızlı Alarm Sistemini kurmuş, bu sistem sayesinde ürünler ülke içine girmeden analizleri yapılarak pestisit kalıntısı, parazit veya tehlikeli türlere ait yumurta, nimf, larva ya da ergin olup olmadığı belirlenebilmektedir. Yapılan analiz sonucunda ürünün ülkeye girişine izin verilmekte ya da red edilmektedir. 2011-2015 yılları arasında, ülkemiz tarım ürünleri ile ilgili 1351 bildirim incelenmesi ile ürünlerin yarısından fazlasının sınırda red edildikleri görülmektedir (Yılmaz Çebi ve Olhan, 2017). Gıda güvenliğini tehdit eden risklerin tespitine yönelik bu çalışma tarım ürünleri ihracatı bakımından dezavantaj gibi görünse

de bir standartın oluşturulması, insan ve çevre sağlığının korunması bakımından önemlidir.

Hem iç pazarda hem de gümrüklerde tarım ürünlerinin sorunsuz şekilde tüketiciye ulaştırılması, sürdürülebilir tarım uygulamaları, biyolojik mücadelenin teşvik edilmesi, tarım faaliyetlerinin sıkı denetimi, üreticinin desteklenmesi ve eğitilmesini gerektirmektedir.

Ekosistemlerde doğal dengenin bozulmasını önlemek için, biyolojik mücadele yöntemlerinin kullanımı ile tarım ürünlerinde pestisit kalıntısı sorunu ortadan kaldırılabilir ve pestisitlerin yıkıcı etkileri engellenebilir. Predatör, parazitoid ve entomopatojen üreten merkezlerin sayısının artırılması gerekmektedir. Üreticinin kaybı karşılanarak, biyolojik mücadeleye teşvik çalışmalarına katılması sağlanmalıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2018 yılında biyokontrol kuruluşlarının pazar büyüklüğü üç milyar doları aşmıştır ve her yıl ortalama %15 oranında artacağı öngörülmektedir (Dutra ve ark., 2023). Türkiye'nin de biyolojik mücadele, organik tarım ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında ön sıralarda olması gerekmektedir. Ancak bu şekilde yeraltı ve yerüstü su kaynakları, doğal çevre, bitkiler, hayvanlar ve insan sağlığı korunabilir.

Fitofag böcekler insektisitlere karşı direnç geliştirmekte, bu da her yıl daha fazla pestisit kullanımına neden olmaktadır. Örneğin Cabello ve ark. (2009) tarafından *Tuta absoluta* popülasyonlarında ve Perdakis ve ark. (2011) tarafından *Leptinotarsa decemlineata* popülasyonlarında yapılan çalışmalarda bu türlerin insektisit direnci geliştirdikleri bildirilmiştir. Daha fazla insektisit kullanımı daha fazla çevre kirliliği demektir. Biyolojik mücadelede önemli olan Heteroptera türlerinin etkin olarak kullanılabilmesi için yaşam alanlarında insektisit kullanımından kaçınmak gerekir. Habitatların korunması oldukça önemlidir, örneğin Anthocoridae türleri söğüt (*Salix* sp.) ağaçları üzerinde oldukça yaygındır, Anthocoridae ve

Miridae türleri kıışlamak için söğüt ağaçlarını kullanırlar, bu nedenle söğüt ağaçlarının kesilmemesi sürdürülebilir tarım uygulamaları için çok önemlidir (Björkman ve ark., 2003; 2004). En etkili biyolojik kontrol farklı özelliklere sahip doğal düşmanların çeşitliliği ile elde edilebilir (Dalin ve ark., 2011). Zoofitofag türlerin tarım ürünlerine yaptığı/yapacağı hasarlar, tarım ürünlerinin aralarına veya kenarlarına konukçu yabancı bitkilerin ekilmesi ile giderilebilir. Biyolojik mücadele sağlıklıdır, atık ve kirletici yoktur, doğa kirletilmez, kimyasal mücadeleye oranla daha ucuzdur, desteklenmesi gerekir.

## KAYNAKLAR

Adeleye, V. O., & Sea, D. R. (2021). Tomato Bug, Tobacco Leaf Bug, Tomato Mirid, Green Tobacco Capsid *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Insecta: Hemiptera: Miridae). doi.org/10.32473/edis-IN1323- p(1-5).

Ademokoya, B., Athey, K. & Ruberson, J. (2022). Natural Enemies and Biological Control of Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera) in North America. *Insects*, 13: 932. <https://doi.org/10.3390/insects13100932>

Al-Jboory, I. J., Katbeh-Bader, A. & Shakir, A. (2012). First observation and identification of some natural enemies collected from heavily infested tomato by *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Jordan. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11: 787–790.

Alvarado, P., Baltà, O. & Alomar, O. (1997). Efficiency of four Heteroptera as predators of *Aphis gossypii* Glover and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hom.: Aphididae). *Entomophaga*, 42 (1/2): 215–226.

Anderson, N.H., (1962). Anthocoridae of the Pacific Northwest with notes on distributions, life histories, and habits (Heteroptera). *Canadien Entomogist*, 94 (12): 1325-1334.

Anonim, (2023a). Psyllid & Aphid Predator (Hemiptera: Anthocoridae) *Anthocoris nemoralis*. [https://influentialpoints.com/biocontrol/Anthocoris\\_nemoralis.htm](https://influentialpoints.com/biocontrol/Anthocoris_nemoralis.htm)

Anonim, (2023b). Aphid Predator (Hemiptera: Anthocoridae) *Anthocoris nemorum* common flower bug, Minute pirate bug. [https://influentialpoints.com/biocontrol/Anthocoris\\_nemorum\\_comm\\_on\\_flower\\_bug.htm](https://influentialpoints.com/biocontrol/Anthocoris_nemorum_comm_on_flower_bug.htm).

Arčanin, B & Balarin, I. (1972). Predatorske vrste Heteroptera zastupljene u fauni jabučnih nasada Hrvatske. *Acta entomologica Jugoslavica*, 8 (1/2): 11–21.

Arno, J., Roig, J. & Riudavets, J. (2008). Evaluation of *Orius majusculus* and *O. laevigatus* as predators of *Bemisa tabaci* and estimation of their prey preference. *Biological Control*, 44: 1-6.

Athey, K.J., Ruberson, J.R., Olson, D.M. & Harwood, J. D. (2019). Predation on stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton and soybean agroecosystems. *PLoS ONE*, 14 (3): 1-14.

Aukema, B. 2020. Catalogue of Palaearctic Heteroptera. Naturalis Biodiversity Center. <https://catpalhet.linnaeus.naturalis.nl/>

Aysal, T., & Kıvan, M. (2023). Tekirdağ İli'nde Tingidae (Hemiptera) Türlerinin Doğal Düşmanları. Natural Enemies of Tingidae (Hemiptera) Species in Tekirdağ Province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 461-472.

Bahşi, Ş.Ü. & Tunç, İ. (2014). Optimization of *Orius majusculus* release: photoperiodic sensitivity at different temperatures and storage of diapausing adults. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 935-941.

Ballal, C.R. & Yamada, K. (2016). Anthocorid Predators. In: Omkar (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security*. Academic Press, pp. 183–216.

Barnadas, I., Gabarra, R. & Albajes, R., (1998). Predatory capacity of two mirid bugs preying on *Bemisia tabaci*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86: 215–219.

Bellows, T. S. & Fisher, T. W. (1999). *Handbook of biological control: principles and applications of biological control*, Ġnternational Standart Book Number: 0-12-257305-6.

Björkman, C., Dalin, P. & Eklund, K. (2003). Generalist natural enemies of a willow leaf beetle (*Phratora vulgatissima*): abundance and feeding habits. *Journal of Insect Behavior*, 16: 747–764.

Björkman, C., Bommarco, R., Eklund, K. & Höglund, S. (2004). Harvesting disrupts biological control of herbivores in a short-rotation coppice system. *Ecological Applications*, 14: 1624–1633.

Blaeser, P., Şengonca, Ç. & Zegula, T. (2004). The potential use of different predatory bug species in the biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Pest Science*, 77: 211–219.

Bonato, O., Couton, L. & Fargues, J. (2006). Feeding Preference of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) on *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 99 (4): 1143–1151.

Bosco, L. & Tavella, L. (2010). Population dynamics and integrated pest management of Thrips tabaci on leek under field conditions in northwest Italy. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 135: 276–287.

Bradley, S. H. (2007). *Campylomma verbasci* (Meyer) (Hemiptera: Miridae). Mullein plant bug. Biological control. A guide to Natural Enemies in North America. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol>.

Butler, C. D. & Trumble, J. T. (2012). Identification and impact of natural enemies of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 105 (5): 1509–1519.

Cabello, T., J. R. Gallego, F. J., Fernandez-Maldonado, A., Soler, D. Beltran, A. & Parra, Vila, E. (2009). The damsel bug *Nabis*



*pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. IOBC/WPRS Bulletin, 49: 219-223.

Champlain, R.A., Scholdt, L.L. (1967). Temperature Range for Development of Immature Stages of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 60: 883-885.

Calvo, F. J., Torres, A., González, E. J. & Velázquez, M. B. (2018). The potential of *Dicyphus hesperus* as a biological control agent of potato psyllid and sweetpotato whitefly in tomato. *Bulletin of Entomological Research*, Dec., 108 (6): 765-772.

Campbell, C. A. M. (1977). A laboratory evaluation of *Anthocoris nemorum* and *A. nemoralis* Hem.: Anthocoridae) as predators of *Phorodon humuli* (Hom.: Aphididae). *Entomophaga*, 22 (3): 309-314.

Cranham, J. E. (1982). Integrated control of damson-hop aphid *Phorodon humuli*, on English hops: A review of recent work. *Agriculture and Environment*, 7 (1): 63-71.

Castañé, C., Arnó, J., Gabarra, R. & Alomar, O. (2011). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. *Biological Control*, 59: 22–29.

Cohen, A. C. (1995). Extraoral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. *Annual Review of Entomology*, 40: 85–103.

Çerçi, B. & Koçak, Ö. (2016). Contribution to the knowledge of Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey. *Journal of Insect Biodiversity*, 4 (15): 1-18.

De Clercq, P. (2008). Spined soldier bug, *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae). pp. 3508-3510. In Capinera JL. (editor.) Encyclopedia of Entomology, Vol 4. Springer, Heidelberg.

Dalin, P., Demoly, T., Faisal Kabir, Md. & Björkman, C. (2011). Global land-use change and the importance of zoophytophagous bugs in biological control: Coppicing willows as a timely example. *Biological Control*, 59: 6–12.

Davranoglou, L. R. (2011). *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), a New World reduviid discovered in Europe (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Entomological Magazine*, 147: 157-162.

Deniz, F., Aslan, B. & Karaca, İ. (2018). Avcı Böcek *Macrolophus pygmaeus* (Rambur)'un Laboratuvar Koşullarında Farklı Avlar Üzerindeki Gelişimi. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 22 (2): 1022-1029.

Dhami, M. K. (2009). Biology and Ecology of the Common Myna (*Acridotheres tristis*) and some implications for management of this invasive species. Pacific Invasives Initiative, The University of Auckland, Tamaki Campus, Private Bag 92019, Auckland 1142.

Dursun, A. & Fent, M. (2015). Notes on some little known species of Heteroptera from Turkey with new records for the fauna of Europe and the Turkish Thrace. *North-Western Journal of Zoology*, 11 (1): 92–96.

Dursun, A. & Fent, M. (2022). Türkiye’de Dağılım Gösteren İstilacı Heteroptera (Insecta: Hemiptera) Türlerinin Ekonomik Önemi. İstilacı ve Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar. Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım, 1-36.

Dutra, T. M., da Graça Batista, M., Teixeira, J. C., Todorova, S., Oliveira, L., Tavares, J., Borges, I. & Soares, A. O. (2023). Economic and financial model to the mass-rearing of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Heteroptera: Miridae), a biological control agent against the tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected culture. *Pest Manag Sci.* Oct; 79 (10): 3712-3720. doi: 10.1002/ps.7552. Epub 2023 May 31. PMID: 37184331.

Erler, F. (2004) Natural enemies of the pear psylla *Cacopsylla pyri* in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica*, 32 (3): 295–304.

Fan, S., Chen, C. Zhao, Q., Wei, J. & Zhang, H. (2020). Identifying Potentially Climatic Suitability Areas for *Arma custos* (Hemiptera: Pentatomidae) in China under Climate Change. *Insect*, 11 (674): 1-14.

Fathi, S.A.A. (2014). Efficiency of *Orius minutus* for control of *Tetranychus urticae* on selected potato cultivars. *Biocontrol Science and Technology*, 24 (8): 936-949.

Fent M. & Dursun A. (2022). An up-to-date checklist of Turkish Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) with additional records. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 23 (Special Issue): 65-111.

Fischer, S., Linder, C. & Freuler, J. (1992). Biology and utilization of *Orius majusculus* Reuter (Heteroptera, Anthocoridae) for the control of the thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. and *Thrips tabaci* Lind., in greenhouses. *Revue Suisse de Viticulture d'Arboriculture et d'Horticulture*, 24: 119–127.

Funderburk, J., Stavisky, J. & Olson, S. (2000). Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Environmental Entomology*, 29, 376–382.

Gabarra, R., Alomar, O., Castañé, C., Goula, M. & Albajes, R. (2004). Movement of the greenhouse whitefly and its predators between in- and outside of Mediterranean greenhouses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102: 341–348.

Gao, W.C. (1987). The anthocorid *Dufouriella ater* (Dufour)- a new natural enemy of Japanese pine bast scale *Matsucoccus matsumarae* (Nuwana). *Acta Entomologica Sinica*, 30: 271–276.

Ghoneim, K., (2014). Parasitic Insects and Mites as Potential Biocontrol Agents for a Devastive Pest of Tomato, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in the World: A Review. [www.arpapress.com/Volumes/Vol19Issue1/IJRRAS-19-1-03.pdf](http://www.arpapress.com/Volumes/Vol19Issue1/IJRRAS-19-1-03.pdf).

Gillespie, D. R., & McGregor, R. R. (2000). The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limit on predation. *Ecological Entomology*, 25: 380–386.

Gomez-Polo, P., Alomar, O., Castañé, C. & Agustí, N. (2012). Analysing predation of *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) in lettuce crops by PCR. *IOBC/WPRS Bulletin*, 80: 103–108.

Grbić, M., Lakić, B. & Mihajlović, L. (1989). Predators and parasitoids of *Psylla pyri* L. (Hom. Psyllidae) in Vojvodina (YU). OILB Workshop Lutte integree en verger de poires, 28 juin–1 juillet 1988. Changiug (Rac) Switzerland. Proceedings, 1–11.

Gundersen, I. (2016). Anthocorid bugs (Hemiptera, Anthocoridae) as natural predators of apple aphids and pear psyllids using spatial and temporal scales. Norwegian University of Life Sciences Faculty of Environmental Science and Technology Department of Ecology and Natural Resource Management Master Thesis. 52 s.

Hagen, K. S., Mills, N. J., Gordh, G. & Mcmurty, J. A. (1999). Terrestrial arthropod predators of insects and mite pests. In: Bellows TS, Fisher TW (Eds) Principles and Applications of Biological Control. Handbook of Biological Control. Academic Press, San Diego, 383–461.

Hagler, J. R. (2011). An immunological approach to quantify consumption of proteintagged *Lygus hesperus* by the entire cotton predator assemblage. *Biological Control*, 58: 337–345.

Harizanova, V., Stoeva, A. & Mohamedova, M. (2012). Preliminary study on the invasive *Acizzia jamatonica* (Hemiptera: Psyllidae) and its predators in Bulgaria. *Agricultural Science and Technology*, 4 (1): 56–61.

Harmancı, C. (2015). Doğal Konak Üzerinde Yetiştirilen *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Yaşama ve Gelişimine Neomisin Etkisi. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji Anabilim Dalında Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak.

Harry Smith Fund (2023). Applied Biological Control Research <http://biocontrol.ucr.edu/hoddle/harrysmithfund.html>.

Hassanzadeh Awal, M. & Modarres Awal, M. (2010). Species of the flower bugs genus *Anthocoris* Fallen, 1814 from Mashhad region, North–East of Iran (Heteroptera: Anthocoridae). *Munis Entomology & Zoology*, 5 (2): 658-660.

Hassanzadeh-Avval, M., Sadeghi-Namaghi, H. & Fekrat, L. (2018). Prey preference and prey switching in *Anthocoris minki* Dohrn (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(4): 1116-1121.

Henry, T. J. (2012). Revision of the Plant Bug Genus *Tytthus* (Hemiptera, Heteroptera, Miridae, Phylinae). *ZooKeys*, 220: 1–114. doi: 10.3897/zookeys.220.2178.

Henry, T. J. (2017). Biodiversity of Heteroptera. In: Foottit, R. G. & Adler, P. H. (eds): *Insect Biodiversity. Science and Society*. Vol. I. Second edition. Wiley-Blackwell, Oxford, 904 pp.

Herard, F. (1986). Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psyllapyri* (L.) (Hom. Psyllidae) in France. *Agronomie*, 6: 1–34.

Hill, A. R. (1957). The biology of *Anthocoris nemorum* (L.) in Scotland (Hemiptera Anthocoridae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 109: 379-394.

Horton, D. R. (2004). Ecological and geographic range expansion of the introduced predator *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae) in North America: Potential for nontarget effects? *American Entomologist*, 50: 18-30.

Ivezić, A., Trudić, B., Draškć, G. & Zorić, M. (2023). Predatory mirid *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) as biological control agent in greenhouse tomato production. *Journal of Central European Agriculture*, 24 (1): 151-161.

Japoshvili, G. & Hansen, L. O. (2014). Revision of the genus *Aphelinus* Dalman (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) in Norway with descriptions of 3 new species. *Turkish Journal of Zoology*, 38: 552-558.

Jauset, A. M., Artigues, M. & Sarasúa, M. J. (2006). Abundance and seasonal distribution of natural enemies in treated vs untreated pear orchards in Lleida (NE Spain). International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants. West Palearctic Regional Section. Workshop on Arthropod Pest Problems in Pome Fruit Production at Lleida (Spain), 4–6 September 2006. Book of abstracts, 54.

Jerinić-Prodanović, D., Protić, L. & Mihajlović, L. (2010). Predatori i parazitoidi *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) u Srbiji. *Pesticidi i Fitomedicina Belgrade*, 25 (1): 29–42.

Jerinić-Prodanović, D. & Protić, L. (2011). New data on true bug predators (Heteroptera: Miridae) of jumping plant-lice (Sternorrhyncha: Psylloidea) in Serbia. *Acta entomologica Serbica*, 16 (1/2): 143–146.

Jerinić-Prodanović, D. & Protić, L. (2013). True bugs (Hemiptera, Heteroptera) as psyllid predators (Hemiptera, Psylloidea). In: Popov A, Grozeva S, Simov N, Tasheva E (Eds) *Advances in Hemipterology. ZooKeys*, 319: 169–189.

Jonsson, N. (1983). The life history of *Psylla mali* Schmidberger (Hom., psyllidae); and its relationship to the development of the apple blossom. *Fauna Norvegica. Norwegian Journal of Entomology, Ser. B*, 30 (1): 3–8.

Kalacı, Z., Erkin, E. (1988). Türkiye Aphelinid'leri ve dünyadaki durumları üzerinde bir inceleme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12 (2): 113-123 ISSN 1010-6960.

Kasem, A. E., Kozlova, E. G. & Anisimov, A. I. (2020). Performance of a generalist predator, *Podisus maculiventris* (say) (Hemiptera: Pentatomidae) fed with adult grain moth *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Pyralidae) at late nymphal and adult stages. *Earth and Environmental Science*, 421.

Keçeci, M. & Gürkan, M. O. (2013). Biological control of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* with *Orius* species in eggplant greenhouses in Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (4): 467-476.

Kerzhner, I. M., (1996). Nabidae. In: Aukema, B. & Rieger, Ch. (eds.): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Ponsen & Looijen, Wageningen, pp.: 84-107.

Kerzhner, I. M., Josifov, M. (1999). (Aukema, B. & Rieger, C. (editors.)). Catalogue of the Heteroptera of the palaeartic region. Vol. 3 Miridae, The Netherlands Entomological Society, Amsterdam pp. 1-577.

Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, K., Kurtuluş, A. & Uygun, N. (2010). Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1: 15-60.

Kıyak, S., Fent, M. & Dursun, A., (2020). A Preliminary List on the Host Plants of Lygaeoidea Species (Hemiptera: Heteroptera) in Turkey- I., *Journal of the Heteroptra of Turkey*, 2 (2):114-133.

Kıvan, M. (2004). Some observations on *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) a new record for the entomofauna of Turkey, *Turkish Journal of Entomology*. 28 (2): 95-98.

Lahbib, N., Picciotti, U., Sefa, V., Boukhris-Bouhachem, S., Porcelli, F. & Garganese, F. (2022). *Zelus renardii* Roaming in Southern Italy. *Insects*, 13: 158.



Limburg, D. D. & Rosenheim, J. A. (2001). Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 30: 595–604.

Lingren, P. D. (1977). *Campoletis sonorensis*: maintenance of a population on tobacco budworms in a field cage. *Environmental Entomology*, 6: 72–76.

Lingren, P.D., Lukefahr, M.J., Diaz Jr., M. & Harstack Jr. A. (1978). Tobacco budworm control in caged cotton with a resistant variety, augmentative releases of *Campoletis sonorensis*, and natural control by other beneficial species. *Journal of Economic Entomology*, 71: 739–745.

Malenovský, I. & Jerinić-Prodanović, D. (2011). A revised description of *Psyllopsis repens* Loginova, 1963 (Hemiptera: Psylloidea: Psyllidae), with first records from Europe. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 63 (1): 257–286.

McDaniel, S. G., Sterling, W. L. & Dean, D. A., (1981). Predators of tobacco budworm larvae in Texas cotton. *Southwestern Entomologist*, 6: 102–108.

McMullen, R. D. & Jong, C. (1967). New records and discussion of predators of the pear psylla, *Psylla pyricola* Forster in British Columbia. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 64: 35-40.

Mehrnejad, M. R. & Emami, S. Y. (2005). Parasitoids associated with the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* in Iran. *Biological Control*, 32: 385-390.

Messelink, G. J., Bloemhard, C. M. J., Sabelis, M. W. & Janssen, A. (2013). Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies. *Biological Control*, 58:45–55.

Muraleedharan, N. (1977). Some genera of Anthocorinae (Heteroptera: Anthocoridae) from south India. *Entomon*, 2: 231–236.

Nadaždin, B & Šeat, E. (2022). New data on *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae) in Serbia: Do climate change and a new food source contribute to the true bug expansion? *Acta Entomologica Serbica*, 27 (2): 83-90.

Naranjo, S. E. & Gibson, R.L. (1996). Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. In: Alomar, O., Wiedenmann, R.N. (Eds.), *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management*. Entomological Society of America, Lanham, MD, pp. 57–93.

Novak, H. & Achtziger, R. (1995). Influence of heteropteran predators (Het., Anthocoridae, Miridae) on larval populations of hawthorn psyllids (Hom., Psyllidae). *Journal of Applied Entomology*, 119: 479–486.

Oğuzoğlu, Ş., Avcı, M. & İpekdağ, K. (2021). Predators of the giant pine scale, *Marchalina hellenica* (Gennadius 1883; Hemiptera: Marchalinidae), out of its natural range in Turkey. *Open Life Sciences*, 16: 682–694.

Önder, F., Y. Karsavuran, S. Tezcan & Fent, M. (2006). Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir*, 164s.

Parlak, S. (2022). *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae) can be used in biological control against seed pest *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910). *Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty*, 23 (1): 190-201.

Pavićević, B. (1977). Morfologija i biologija vrsta roda *Psylla* (Psyllidae, Homoptera) na kruškama u Srbiji. PhD thesis. Belgrade, Serbia: University of Belgrade, Faculty of Agriculture, 139 pp.

Pehlivan, S., Alınç, T. & Atakan, E. (2017). Avcı böcekler *Orius niger* Wolff ve *Orius vicinus* (Ribaut) (Hemiptera: Anthocoridae)'un bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8 (1): 49-58.

Péricart, J. (1972). Hémipteres Anthocoridae, Cimicidae, Microphysidae de l'Ouest Paléarctique. In: Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen 7. Masson et Cie, Paris, 403 pp.

Péricart, J. (1996). Family Anthocoridae Fieber, 1836- flower bugs, minute pirate bugs. Pp. 108-140. In: Aukema B., Rieger Ch. (Ed.): *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 2. Cimicomorpha I. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam*. 361 p.

Péricart, J. (2001). Lygaeidae Schilling, 1829 – Seed-bugs (pp. 35-220). In: Aukema, B. & Rieger, C. (Eds). *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 4. Netherlands Entomological Society, Amsterdam, Wageningen, Netherlands*.

Petrakis, P.V. & Moulet, P. (2011). First record of the Nearctic *Zelus renardii* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae) in Europe. *Entomologia Hellenica*, 20: 75-81.

Perdikis, D., Fantinou, A. & Lykouressis, D. (2011). Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. *Biological Control*, 59. 13–21.

Prasad, R. R. & Christi, K. (2014). Physical Method of Control on Common Myna (*Acridotheres tristis*) In Sigatoka-Fiji Islands. *The International Journal Of Engineering And Science*, (IJES), 3: 26-31.

Sahayaraj, K. (2014). Reduviids and their merits in biological control. In Sahayaraj K. (ed.): Basic and Applied Aspects of Biopesticides. Springer, India, pp. 195-214.

Pumariño, L., Alomar, O. (2012). Te role of omnivory in the conservation of predators: *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae) on sweet alyssum. *Biological Control*, 62: 24-28.

Putshkov, P. V., Moulet, P. (2010). Hémiptères Reduviidae d'Europe Occidentale. Faune de France, Vol. 92. Paris: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles.

Rabitsch, W. (2008). Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, 1827: 1–44.

Razavi, N. & Ahmadi, K. (2016). Compatibility assessment between four ethanolic plant extracts with a bug predator *Orius horvathi* (Reuter) (Heteroptera: Anthocoridae) used for controlling the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal Of Plant Protection Research*, 56 (1): 90-94.

Reid, C.D. (1991). Ability of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to search for, find and attack European corn borer and corn earworm eggs on corn. *Journal of Economic Entomology*, 84: 83–86.

Rider, D. A. (2006). Family Pentatomidae Leach., pp. 233- 414. In: Aukema, B. & Rieger, C. (Eds.), *Catalogue of Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 5. Pentatomomorpha II. Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xiv + 550 pp.*

Rider, D. A., Schwertner, C. F., Vilímová, J., Rédei, D., Kment, P. & Thomas, D. B. (2018). Higher Systematics of the Pentatomoidea. pp. 25-201. In: J. E. McPherson (ed.), *Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea): Biology, Higher Systematics, Semiochemistry, and Management. American Entomologist*, 64 (3): 819 pp.

Riudavets, J. (1995). Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* Lind. *Wageningen Agricultural University papers*, 95 (1): 46-78.

Shapiro, J.P., Shirk, P.D., Reitz, S. & Koenig, R. (2009). Sympatry of *Orius insidiosus* and *O. pumilio* (Hemiptera: Anthocoridae) in North Central Florida. *Florida Entomologist*, 92: 362–366.

Santas, L.A. (1987) The predators'complex of pear-feeding psyllids in unsprayed wild pear trees in Greece. *Entomophaga*, 32 (3): 291–297.

Settle, W. H., Ariawan, H., Astuti, E. T., Cahyana, W., Hakim, A. L., Hindayana, D., Lestari, A. S. & Sartanto, P. (1996). Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*, 77: 1975–1988.

Shaltiel, L. & Coll, M. (2010). Reduction of pear psylla damage by the predatory bug *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): the importance of orchard colonization time and neighbouring vegetation. *Biocontrol Science and Technology* 14: 811-821.

Sigsgaard, L., Esbjerg, P. & Holger, P. (2006a). Experimental releases of *Anthocoris nemoralis* F. and *Anthocoris nemorum* (L.) (Heteroptera: Anthocoridae) against the pear psyllid *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera: Psyllidae) in pear. *Biological Control*, 39 (1): 87-95.

Sigsgaard, L., Esbjerg, P. & Holger, P. (2006b). Controlling pear psyllids by mass releasing *Anthocoris nemoralis* and *A. nemorum* (Heteroptera: Anthocoridae). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14 (Suppl. 3): 1-10.

Simov, N., Langourov, M., Grozeva, S. & Gradinarov, D. (2012). New and interesting records of alien and native true bugs (Hemiptera: Heteroptera) from Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64 (3): 241–252.

Solomon, M. G., Cranham, J. E., Easterbrook, M. A. & Fitzgerald, J. D. (1989). Control of the pear psyllid, *Cacopsylla pyricola*, in South East England by predators and pesticides. *Crop Protection*, 8: 197-205.

Stichel, W. (1960) *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen*. II. Europa Berlin, 3 (3–6): 1–192.

Şengonca, Ç. & Saleh, A. (2002). Prey consumption of the predatory bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) during nymphal and adult stages by feeding on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) as prey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 109: 430–439.

Tawfik, M. F. S. & El-Husseini, M. M. (1971). The life history of the anthocorid predator, *Blaptostethus piceus* Fieber var. *Pallescens* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae). *Bulletin de la Societe Entomologique d' Egypte*, 55: 239–252.

Tawfik, M. F. S., Kira, M. T. & Metwally, S. M. I. (1974). On the abundance of major pests and their associated predators in corn plantations. *Bulletin de la Societe Entomologique d' Egypte*, 58: 168–177.

Tommasini, M. G. (2003). Evaluation of Orius species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Thesis Wageningen University, 214s.

Trematerra, T., Dioli, P. (1993). *Lyctocoris campestris* (F.) (Heteroptera, Anthocoridae) in stores of *Triticum spelta* L. in Central Italy. *Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 25: 251–257.

Tsai, H. J. (1982). Entomology in the People's Republic of China. *Journal of the New York Entomological Society*, 90 (3): 186–212.

Qin, S. H. (1985). Mass rearing of predatory insects in the field for control of injurious mites in apple orchards. *Natural Enemies of Insects Kunchong Tiandi*, 7: 117–124.

Qu, Y., Walker, A.A., Meng, L., Herzig, V. & Li, B. (2023). The Predatory Stink Bug *Arma custos* (Hemiptera: Pentatomidae) Produces a Complex Proteinaceous Venom to Overcome Caterpillar Prey. *Biology*, 12: 691. <https://doi.org/10.3390>.

Van Driessh, R.G.V., Bellows, T.S. (1996). Biology and Arthropod Parasitoids and Predators. Pp. 309-335. In *Biological Control*. Chapman and Hall, International Thompson Publishing, NY.

Vitt Meyling, N., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H. (2003). Two *Anthocoris* bugs as predators of glasshouse aphids: voracity and prey preference. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 108: 59–70.

Vrabl, S. & Matis, G. (1977). Prilog poznavanju biologije i suzbijanja kruškinih buva u Sloveniji. *Zaštita bilja*, 28 (1), No. 139: 41–52.

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 *Platymeris rhadamanthus*. *Toxins*. 11 (11): 673.

Wearing, C. H., Marshall, R. R., Colhoun, C. & Attfield, B. A. (2014). Phytophagous mites and their predators during the establishment of apple orchards under biological and integrated fruit production in Central Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 42: 127–144.

Wheeler, Jr. A. G. (2000a). Plant bugs (Miridae) as plant pests. In: Schaefer CW, Pannizzi AR (Eds) *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, Washington, 37–87.

Wheeler, Jr. A. G. (2000b) Predacious plant bugs (Miridae). In: Schaefer CW, Pannizzi AR (Eds) *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, Washington, 657–693.

Wheeler, Jr. A. G. (2001). *Biology of the Plant Bugs (Hemiptera: Miridae). Pests, Predators, Opportunists*. Cornell University Press, Ithaca and London. 507 pp.

Wiedenmann, R. N. (2011). Contributions of Robert (Bob) J. O’Neil to the field of predaceous Heteroptera. *Biological Control*, 59: 3–5.



Wyniger, D., Burckhardt, D. (2003). Die Landwanzenfauna (Hemiptera, Heteroptera) von Basel (Schweiz) und Umgebung. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 76: 1–136.

Yano, E. & van Lenteren, J. C. (1996). Biology of *Orius sauteri* (Poppius) and its potential as a biocontrol agent for *Thrips palmi* Karny. *Bulletin OILB SROP*, 19 (1), 203–206.

Yanık, E. & Ünlü, L. (2015). Düşük sıcaklıklarda *Anthocoris minki* Dohrn (Hemiptera: Anthocoridae)'nin farklı dönemlerinin depolanması. *Turkish Journal of Entomology*, 39 (3): 277-286.

Yazıcı, G. (2019). Host relationships and Heteropterans as aphid predators in Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 59 (4): 85- 92.

Yılmaz Çebi, S. & Olhan, E. (2017). Avrupa Birliği Gıda ve Yemde Hızlı Alarm Sistemi'nin Türkiye'nin Gıda Ürünleri İhracatı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23 (1): 133-144.

Zink, A. G. & Rosenheim, J. A. (2008). Stage-specific predation on *Lygus hesperus* affects its population stage structure. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 126: 61–66.

Zuma, M., Njekete, C., Konan, K. A. J., Bearez, P., Amiens-Desneux, E., Desneux, N., Lavoit, A. V. (2023) Companion plants and alternative prey improve biological control by *Orius laevigatus* on strawberry. *Journal of Pest Science*, 96: 711–721.



# MIGRATORY MOVEMENTS IN INSECTS

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

## INTRODUCTION

Insects constitute one of the largest and most diverse groups of animals on Earth. Within this group, there are many species whose migratory movements have been observed. Migration is an essential part of the insect life cycle and is influenced by some factors. In insects, migration can be defined as any change in location. Displacement occurs due to passive movement of insects by wind, water, and other organisms, active walking, or a combination of these. Despite the frequency of passive transport, especially by wind, migratory movements of insects rarely occur. Damage at the population and species level can thus be reduced. Small insects do not drift randomly, as is often thought, and this drift does not end in unsuitable surroundings. Drift from the center of flight is indeed dangerous. If such insects do not reduce random drift, they cannot maintain their behavioural mechanisms and survive. On the other hand, the wind provides an inexhaustible source of external energy, which insects use to their advantage in shaping the appropriate evolution of their behaviour (Andrewartha and Birch, 1954; Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Schneider, 1962; Rainey, 1974; Dixon et al., 1993; Berthold 2001; Woiwod et al., 2001).

Insect displacement movements can be divided into Ordinary movements and True migratory movements. Ordinary movements are

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Dicle University, erolbayhan@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Dicle University, solmezbayhan@gmail.com

narrow and restricted and are managed by forewarning displacement without orientation. For example, butterflies flutter from one plant to another in the meadow and land on plants to feed on nectar or lay eggs on suitable host plants. Insects change their direction frequently and are more likely to move around in areas where they have been before than to fly in a more or less straight line to new places. We cannot describe the usual movements as a coincidence. This is because they can from perceiving different stimuli from the environment. During regular movements, insects often settle in food mating and egg-laying areas. As a prelude to such selected types of movement, they often require the presence of odorants, such as diffused host tissue or pheromones. As a result of the perception of these initial stimuli, the characteristic movements govern some settlement movements such as positive keronotaxis or clinotaxis. As a result of the usual behaviors, the degree of settlement can be long or short (Williams 1958; Rainey 1960; Kennedy 1961; Johnson, 1969; Dixon et al., 1993; Dingle, 1993; Zera and Deno, 1997; Chapman et al., 2011; Shaw and Levin, 2011; Chapman et al., 2012; Dingle, 2014; Chapman et al., 2015).

Usually, the boundary layer of the usual flight of insects is a very thin part of the atmosphere and occurs within localized areas. Many intermittent behaviors can also occur during the routine flight, such as in regulating insects' feeding, egg-laying, mating behavior, or simple repetition. Of course, flight is not the major component of usual behavior, and not all their normal movements result in long-distance settlement. In addition, many soil diggers and soil-dwelling insects relocate daily search for food and mating. The extent of their displacement is limited to minimal households or territories. The foraging trips of insects such as wasps, ants, and honey bees to and from the nest are a type of ordinary movement and are only a temporary displacement. The foragers return to their nests one after

the other, while the others only stay within the nest. On the other hand, actual migratory movements are characterized by behavioral patterns that direct the young to leave one habitat and move towards another habitat. In the case of aphids, the movement from one host plant to another is quite close. In other species it occurs after traveling hundreds of miles. Mostly, migration is seen as a behavior pattern in movement higher than the boundary layer. It often exceeds the species' initial flight speed, reaching altitudes where there is horizontal air movement. Migratory movements last longer than usual movements. In many cases, they are characterized as corrections of the general path. Insects often migrate long distances under their power. The stimulus factor here, as in ordinary flight, is the reaction to the perception of stimuli such as 1) food odor, 2) mating odor, and directs the insect. In order to avoid confusion in the settlement areas, there should be some criteria for the definition of migration. Previously, some researchers have observed and recorded the mass flight of insects, usually with an apparent goal of moving towards a general location or the sudden arrival of a population of insects at a new site. Some researchers have traveled in two planes to areas where actual migration has been suggested to be characterized, mainly describing the behavior of birds as one-way travel and dispersal as the main criteria. Many researchers felt that migration would result from a sudden deterioration of the species' habitat, with mixed populations of older birds leaving their current location in search of a more suitable site so that the whole population can control the direction of travel. Small insects such as aphids, often move small distances within the boundary layer. Compared to examples of aerial plankton, this drift is not considered true migration (Andrewartha and Birch, 1954; Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Schneider, 1962; Rainey, 1974; Roff and Fairbairn, 1991; Dixon et al., 1993; Woiwod et al., 2001).

Given the definition of migration, only some species actually migrate. For short-lived species such as insects, there is no plausible biological explanation for migration by the same individuals in a round trip. Many need to live longer enough to migrate in both directions and back. However, some species can make round-trip movements around habitats, at least due to this confusion. Some of the best examples of regular movement back and forth between the same areas have been demonstrated, for example, by studies of species in the family *Scrabaeidae*. The result is establishing a new population in the previously occupied breeding site and reintroducing of the population to the new territory. Some researchers believe that the regular movement back and forth within a habitat is an interpretation of migratory behavior. Such movements differ from the usual flight of butterflies in the meadow, as described earlier. This is because the flight path may be straight, and settlement is perceived in advance. In many cases, round-trip movements are not taken into account by the migrants but are driven together by feeding and reproductive stimuli, and the fulfilment of essential needs is usually a function of the usual flight. Many species regulate settlement movements in their life cycles because of their relationship with normal movements. In the concept of migration, we need a biological stimulus. This provides the key to understanding behavior. The movement of populations over long distances is the movement of populations to settle in some place they have in mind, or the return of the same individual. In these species that periodically commit themselves to travel, it is seen as an integral part of their life cycle and behavior. This falls under the concept of migration as described by Southwood (1960), Rainey (1960), Kennedy (1961) and Southwood and Henderson (2000) has made the latest and strongest attempt to clarify this. Many species of insects have to move regularly from one place to another. It is a vital part of their biology, necessary for resource utilization and for gene pools.

The advantage of such travel is that it also drives adaptation of the evolution of specific behaviors.

This chapter of the book examines the causes, types, mechanisms and ecological impacts of migratory movements in insects.

## **CAUSES OF MIGRATION MOVEMENTS**

There are some factors that trigger the migratory movements of insects. These include the following:

1. **Reproductive Migration:** Many insect species migrate for reproductive purposes. For example, some butterfly species migrate to remote areas to overwinter and reproduce. Reproductive migration of insects plays an essential role in ensuring the continuity of species. Factors such as climatic conditions, food sources, breeding and breeding sites, geographical barriers and migration routes triggers these migrations. These migrations of insects represent an impressive and complex phenomenon in the natural world, and understanding such behaviour continues to be an essential research topic in the fields of biology and ecology (Johnson, 1969; Chapman et al., 2011; Shaw and Levin, 2011; Chapman et al., 2012; Chapman and Drake, 2019).

Reproductive migrations are critical for insects to ensure the persistence of their species, and such behaviour often provides fascinating and intriguing observations of the natural world. The factors that influence reproductive migratory movements are given below:

a. **Climate Conditions:** Reproductive migration of insects is often influenced by climatic conditions. Factors such as temperature, humidity, rainfall and day length between seasons affect the reproductive cycles of insects. Many insect species start their

reproductive migrations in seasons with favourable climatic conditions. For example, some species of butterflies migrate from colder to warmer regions during the summer season, as there are more food and breeding opportunities in these regions (Johnson, 1969; Gatehouse, 1994; Dudley, 1995; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015).

b. Food Sources: Food sources are an important factor triggering the reproductive migration of insects. Insects need suitable plant species or other organisms to feed their offspring. Therefore, they migrate to areas with appropriate food sources. For example, some plant pests can travel great distances to eat leaves from appropriate plants. Likewise, some predatory insects may migrate to areas where their prey is abundant (Gatehouse, 1994; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015).

c. Reproduction and Breeding Sites: The reproductive migration of insects increases as the breeding season approaches. Insects exhibit various of behaviors to find breeding sites and attract suitable partners. For example, some insects mate in a specific area and may migrate to get it. Likewise, some marine insects make large migrations to reach their spawning grounds on the seashore (Southwood and Henderson, 2000; Berthold, 2001; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Vellichiramal et alt., 2017).

d. Geographical barriers and migration routes: Geographical barriers are another factor affecting the reproductive migration of insects. Geographical barriers such as mountains, rivers and deserts play an important role in determining the migration routes of insects. Insects can develop different strategies to overcome or go around these obstacles. For example, some species can travel long distances using winds. Climatic conditions often influence insect migration for reproduction. Factors such as temperature, humidity, rainfall and day



length between seasons affect insect reproductive cycles. Many insect species start their reproductive migrations in seasons with favorable climatic conditions. For example, some butterflies migrate from colder to warmer regions during the summer because there are more food and breeding opportunities (Gatehouse, 1994; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Chapman and Drake, 2019).

2. Migration in search of food: Insects can migrate in case of a decrease in food resources in their current habitat. Swarms of locusts are an example of this category. Food-seeking migration is one of the survival strategies of insects (Johnson, 1969; Gatehouse, 1994; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015). These migratory movements are an important behavior of insects to ensure access to food resources and reproduction under favorable conditions. In this paper, the factors that trigger insects to migrate in search of food are described below:

a. Variability of Food Sources: Insects know that food sources can change according to seasons and geographical regions. Therefore, insects living in areas where food sources are not consistently available resort to food-seeking migrations. For example, the larvae of some species feed on specific plant species and migrate intensively during the growing season (Johnson, 1969; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Chapman and Drake, 2019).

b. Seasonal and Annual Migrations: Insect migrations searching for food are sometimes seasonal. For example, some butterfly species migrate to warmer regions to spend the cold winter months and find food sources there. Likewise, some bee species may migrate seasonally in search of food. In addition, some insects pursue food sources through annual migrations, which are part of their species' long-term survival strategy (Johnson, 1969; Southwood and

Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Chapman and Drake, 2019).

c. Geographical Factors: Geographical factors play a significant role in food-seeking migrations. Insects recognize that food sources are located in different geographical regions and elevations. Therefore, some species continue their search for food by crossing mountains or flying to remote areas. At the same time, aquatic insects also migrate to reach food sources (Johnson, 1969; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Chapman and Drake, 2019).

d. Weather and winds: Weather conditions and winds are factors that affect insect migration in search of food. Winds can help insects to move quickly to remote areas. Especially for insects living at high altitudes, winds are an important means of transportation to reach food sources. Weather conditions can also influence migratory movements; for example, windy weather can encourage some insects to migrate actively (Johnson, 1969; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015; Chapman and Drake, 2019).

3. Migration for Seasonal Changes: Climate conditions and seasonal changes can trigger migratory movements of insects. During cold winters, migrating to warmer and nutrient-rich regions can ensure their survival. Migration for seasonal changes is an important part of insects' natural adaptation strategies. Factors such as temperature, light conditions, food sources, reproductive behaviour and geographical barriers are trigger these migrations that insects develop to adapt to seasonal changes (Johnson, 1969; Southwood and Henderson, 2000; Shaw and Levin 2011; Chapman et al., 2015). Insect migrations for seasonal changes are an important part of their adaptive capabilities. The factors that trigger insect migrations for seasonal changes.

a. **Temperature and Light Conditions:** One of the most apparent factors of seasonal changes is temperature and light conditions. Insects are susceptible to changes in temperature and day length. Cold temperatures, reduced food sources and short days in winter tend to stop many insect species from reproducing and feeding. Therefore, migrating to warmer regions in winter can be a critical strategy for many insect species to survive and perpetuate their species.

b. **Food Sources:** Seasonal changes can cause insects' food sources to shift. For example, vegetation dries in winter and starts to flourish again in spring and summer. This leads to a seasonal change in food sources for insects living on the plant. Hence, these insect species can migrate areas where food sources are available (Johnson, 1969; Chapman and Drake, 2019).

c. **Reproduction and Care of Offspring:** The reproductive behaviour of insects also depends on seasonal changes. Many insect species make seasonal migrations to raise their larvae or young in favourable conditions. For example, some butterflies lay eggs in areas where their larvae have food sources and therefore migrate when favourable conditions are available (Johnson, 1969; Chapman and Drake, 2019).

d. **Geographical barriers:** Geographical barriers can also be practical during migrations for seasonal changes. Geographical barriers such as mountains, rivers and deserts play an important role in determining the migration routes of insects. Insects can develop different strategies to overcome or go around these obstacles. For example, some insects make seasonal migrations overseas or around lakes (Johnson, 1969; Chapman and Drake, 2019).

## **CLASSIFICATION OF MIGRATIONS**

There is significant variation in the migratory activities of insects. These vary behaviorally and ecologically, whether they are movements over great distances or ordinary. Johnson's (1969) following three different classes of migration provide an important clarification of this issue:

**Type 1 Migratory Movement:** Life-span-limited species live in their breeding grounds for a single season, spread out to reproduce in new areas, and then die out. Migrants only travel outwards, but their behaviour is characterized by a goal-directed movement effect (Johnson, 1969).

**Type 2 Migratory Movement:** Adults of very short-lived species leave their breeding grounds and travel to new areas for feeding and egg development. After reaching maturity, females either return to their old breeding grounds or move to new breeding grounds where they can lay their eggs (Johnson, 1969).

**Type 3 Migratory Movement:** Very long-lived individuals leave their feeding grounds and travel to summer or winter resting areas where they enter reproductive diapause. The same individuals return to the same breeding grounds and lay their eggs (Johnson, 1969).

In the first type of migration, both the distance traveled and the duration of the migration is usually very variable. However, migration usually occurs soon after the emergence of adults and before the gonads mature. Johnson has divided this type of migration into five subdivisions. But we can give the proper impression of the change with a couple of examples. The flight of ants and termites given a fairly simple explanation. Seasonally produced winged individuals begin to form new colonies. Winged males and females leave the nest immediately after emergence. Winged breeders start to settle within or

beyond where breeding is possible. It is necessary to build several new nests to be able to determine appropriately in the area and to maintain the nesting site. Thus, losses during migration can be tolerated. The desert grasshopper migration is another example of type 1, although it looks different and is certainly on a large scale. Due to drought and resource depletion in the tropics and subtropics, they must leave their breeding grounds and move towards areas with rainfall and green vegetation. Due to the different seasonal rainfall patterns, these feeding grounds tend to be spread over large areas and in other regions. The fact that the settlement flight of desert locusts crossing Africa appears to be a simple, wind-assisted, adaptive journey has changed the perspective on migration since its discovery. As we previously thought, migrating locusts are not pre-programmed to settle towards their destination at a certain distance.. Instead, they have adapted themselves to take advantage of seasonal wind patterns. When movies of migrating grasshopper species are analyzed, it is not necessary that each migrator is oriented in the direction of their travel. There are many groups of similarly trained individuals within the swarm. However, these groups fly in different directions throughout the swarm. The flock's convention maintains these differently oriented groups and all movement is carried out by the wind. The swarm descends to new feeding places as a result of the effects of tropical air masses and rains, and gradually settles down under the influence of winds (Johnson, 1969).

In the second type of migration, as in many insects, larval-adult differentiation occurs due to host or food preference. For example, female flies feed by filtering aquatic habitats to provide the bloody food necessary for egg development, larvae feed by filtering aquatic habitats, and females often seek vertebrate blood away from water. After feeding and oogenesis, they return to the old aquatic area to lay

eggs. The larvae mentioned earlier feed on organic matter in the soil in the meadow. The adults feed on the leaves of the trees in the places they migrate to. After their eggs mature, they return to their egg-laying sites in the meadows (Johnson, 1969).

The third type of migration varies from species to species in great detail. Young adults wander from their birthplace in all directions in their settlements. Sometimes, they travel far away with the help of the wind, but at the time of oviposition, they return to their place of origin and lay eggs there. For example, the Ambrosia bee *Trypodendron lineatum* hatches and flies into the nearby forests. After spending a winter there, the butterflies make new broods in neighbouring places where new adults emerge. On the other hand, some ornate female butterflies make very long migrations between birthplace and their wintering grounds. Some of the longest and most predictable insect migratory flights are of the 3rd type (Johnson, 1969).

## **ECOLOGICAL IMPACTS OF MIGRATION MOVEMENTS**

Insect migrations have important impacts on ecosystems. These impacts include:

1. **Pollen Transport:** Pollen transport is one of these ecological functions and is of great importance in ensuring the transfer of pollen between plants during the natural migratory movements of insects. Insects are one of the important creatures that fulfil the function of pollen transport. When migrating, these insects visit different plant species, increasing diversity. Bees and other insects help pollinate plants by carrying their pollen. Pollen plays a vital role in the reproduction process of plants. Plants are fertilized by carrying pollen to the female flowers of other plants. This process ensures that new

generations of plants are created. Pollen transportation to the right flowers is critical for maintaining plant diversity and genetic variation. Pollen transport supports plant reproduction, increases plant diversity, influences food chains and increases the productivity of crops. Understanding this critical role of insects in ecosystems helps to grasp better the functioning and variety of the natural World (Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Rainey 1960; Kennedy 1961; Johnson, 1963; Johnson, 1969; Taylor and Taylor, 1983; Gatehouse, 1994; Gatehouse and Zhang, 1995; Drake et al., 1995; Wilson, 1995; Southwood and Henderson, 2000; Menz et al., 2019). When migrating, insects help fertilize plants by carrying pollen between plants. Here are some features of the role of insects in carrying pollen:

a. Pollen Transportation: Insects move around on plant flowers during their migration in search of food or for reproduction. During this wandering, they pick up pollen from the male organs of the flowers and transfer it to the following flowers. This is the process by which plants are fertilized.

b. Pollen Diversity: Insects contribute to the cross-fertilization of different plant species as they carry pollen between them. This helps to increase plant diversity and genetic variation.

c. Pollen Transportation Efficiency: The efficiency with which insects carry pollen can vary from species to species and depending on the characteristics of the insect species. For example, bees and butterflies are highly efficient and specialized in carrying pollen between flowers.

Insects' pollinator function has important environmental impacts on ecosystems. Here are some important ecological impacts:

a. Plant Diversity and Genetic Variation: Insects' pollinating activities increase plant diversity and promote genetic variation. This

increases the adaptability of plants and helps them become more resilient to environmental changes.

b. Food Chains: Pollen transportation also impacts on the diversity of food chains. Pollen transportation activities of insects affect the food sources of other organisms. Especially insects that feed on pollen are an important food source in these ecosystems.

c. Plant Products and Agriculture: The pollen transport function of insects ensures the fertilization of crops. This increases the productivity of crops and is important for food production.

2. Food Chain Effect: Insect migrations can affect the feeding habits of other animals. For example, birds and bats feed by hunting migrating insects. We will examine the effects of insect migrations, especially on the food chain, and try to understand their contribution to ecosystems (Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Rainey 1960; Kennedy 1961; Southwood and Henderson, 2000). The effects of insect migration on the food chain are as follows:

a. Cycles of the Food Chain: Insects form part of the essential food chains of ecosystems. Herbivores feeding on plants and insects eating plants begin of this chain. Then, predatory insects and birds that eat these insects continue the food chain. Insects have an important place in this chain, and their migration plays an influential role in maintaining the food chain cycle (Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Rainey 1960; Kennedy 1961; Southwood and Henderson, 2000).

b. Pollination: The movement of insects between plants during their migration also fulfils the function of carrying pollen. The transportation of pollen between flowers ensures plant reproduction and seed formation. This plays a critical role in the food chain for the continuity of plant species. Some insect species, in particular, are



highly efficient at pollen transportation, and their activity helps to maintain the food chain cycle (Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Rainey 1960; Kennedy 1961; Southwood and Henderson, 2000).

c. Population Dynamics: Insect migrations can affect both their populations and the populations of their prey. The pollen that insects carry to different regions during their migrations contributes to the cross-fertilization of plants, increasing genetic diversity. This allows plants to adapt better and respond to environmental changes. There are also impacts on populations of these species when migrating insects are consumed by predatory insects and birds (Johnson, 1957; Williams, 1958; Southwood, 1960; Rainey 1960; Kennedy 1961; Southwood and Henderson, 2000).

d. Habitat Impacts: Insect migrations can affect the use of habitats. In particular, when insects migrate and reach different regions, they can alter the habitats of local plant species and other living organisms. This can affect competition in local ecosystems and create new habitats.

## **CONCLUSION**

Like other organisms, insects are both genetically and ecologically segregated as they move from place to place. This behaviour accelerates introducing and spreading of beneficial mutations into the gene pool. Ecologically, migration means moving from crowded and degraded areas unsuitable for insects to more suitable areas. But obviously, not all insects need to migrate. Weather conditions, for example insects living in very hot places, have to migrate regularly. Migration is necessary for insects to complete their evolution and to minimize losses. But the surprising thing is that they can suffer great losses when they migrate. So moving from one place

to another can be very harmful and dangerous. Even if the number of insects is reduced and limited in this way, their behavioural strategies can still be helpful. Insect migrations are essential for maintaining biodiversity and survival. The migrations' causes, mechanisms and ecological impacts are complex and vary greatly between different species. A better understanding of insect migratory movements is essential for the conservation and sustainability of the natural world. The migratory movements of insects have important impacts on the food chain and the overall functioning of ecosystems. The fact that they maintain food chain cycling, support plant reproduction and pollination, influence population dynamics and cause changes in habitats highlights the critical role of insects in ecosystems. Therefore, the conservation and understanding of insect migrations is of great importance to the diversity and balance of the natural world. With ecological impacts in mind, research on insect migrations is vital to support ecosystem conservation efforts.

## LITERATURE

Andrewartha H.G., Birch L.C., 1954. The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press, Chicago.

Berthold, P., 2001. Bird Migration: A General Survey. Oxford: Oxford University Press.

Chapman, B. B., Brönmark, C., Nilsson, J.-Å., and Hansson, L.-A. 2011. Partial migration: an introduction. *Oikos* 120, 1761–1763. doi: 10.1111/j.1600-0706.2011.20070.x.

Chapman, B. B., Skov, C., Hulthén, K., Brodersen, J., Nilsson, P. A., Hansson, L.-A., et al. 2012. Partial migration in fishes I: definitions, methodologies and taxonomic distribution. *J. Fish Biol.* 81, 479–499. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03349.x

Chapman, J. W., and Drake, V. A. (2019). “Insect migration,” in *Encyclopedia of Animal Behavior*, 2nd Edn, Vol. 3, ed. J.C. Choe (Amsterdam: Elsevier, Academic Press), 573–580. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.01248-6.

Chapman, J. W., Reynolds, D. R., and Wilson, K. (2015). Long-range seasonal migration in insects: mechanisms, evolutionary drivers and ecological consequences. *Ecol. Lett.* 18, 287–302. doi: 10.1111/ele.12407.

Dingle, H. (1996). *Migration: The Biology of Life on the Move*. New York, NY: Oxford University Press.

Dixon A.F.G., S. Horth and P. Kindlmann, 1993. Migration in insects: cost and strategies. *Journal of Animal Ecology* 1993, 62, 182-190.

doi: 10.3389/fevo.2019.00403

Drake, V. A., and Gatehouse, A. G. (eds.). 1995. *Insect Migration: Tracking Resources through Space and Time*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Dudley, R., 1995. "Aerodynamics, energetics and reproductive constraints of migratory flight in insects," in *Insect Migration: Tracking Resources Through Space and Time*, eds V. A. Drake and A. G. Gatehouse (Cambridge: Cambridge University Press), 303–319. doi: 10.1017/CBO9780511470875.015.

Gatehouse, A. G., 1994. Insect migration: variability and success in a capricious environment. *Res. Popul. Ecol.* 36, 165–171. doi: 10.1007/BF02514932.

Gatehouse, A. G., and Zhang, X.-X., 1995. "Migratory potential in insects: variation in an uncertain environment," in *Insect Migration: Tracking Resources Through Space and Time*, eds V. A. Drake and A. G. Gatehouse (Cambridge: Cambridge University Press), 193–242. doi: 10.1017/CBO9780511470875.011.

Johnson, C.G., 1957. Studies on the degeneration of the flight muscles of alate aphids 1. A comparative study of the occurrence of muscle break down in relation to reproduction in several species. *Journal of Insect Physiology*, 1, 248-256.

Johnson, C.G., 1963. Physiological factors in insect migration by flight. *Nature*, 198, 423-427.

Johnson, C.G., 1969. *Migration and Dispersal of Insects by Flight*. Methuen, London.

Kennedy J.S., 1961. Phase transformation in locust biology. *Biol. Rev., Cambridge Phil Soc* 31:349–370.

Menz M. H. M., Reynolds D. R., Gao B., Hu G., Chapman J. W. and Wotton K. R., 2019. Mechanisms and Consequences of Partial Migration in Insects. *Front. Ecol. Evol.* 7:403.

Rainey R.C., 1960. The mechanisms of desert locusts swarm movements and the migration of insects. *Proc of the 11th Intern Congr of Entomology*. Vienna, Austria.

Rainey, R.C., 1974. Biometeorology and insect flight: Some aspects of energy exchange. *Annual Review of Entomology* 19: 407-439.

Roff, D. A., and Fairbairn, D. J., 1991. Wing dimorphism and the evolution of migratory polymorphisms among the Insecta. *Am. Zool.* 31, 243–251. doi: 10.1093/icb/31.1.243.

Schneider F., 1962. Dispersal and migration. *Annual Review of Entomology* 7:223–242.

Shaw, A. K., and Levin, S. A., 2011. To breed or not to breed: a model of partial migration. *Oikos* 120, 1871–1879. doi: 10.1111/j.1600-0706.2011.19443.x.

Southwood T.R.E., 1960. Migration—an evolutionary necessity for denizens of temporary habitats. *Proc. of the 11th Intern. Congr. of Entomology*. Vienna, Austria

Southwood T.R.E., Henderson P.A., 2000. *Ecological Methods*. Blackwell, Oxford, UK.

Taylor, L. R. and Taylor, R. A. J., 1983. “Insect migration as a paradigm for survival by movement” in *The Ecology of Animal Movement*, eds L. R. Swingland and P. J. Greenwood (Oxford: Oxford University Press), 181-214.

Vellichiramal, N. N., Gupta, P., Hall, T. A., and Brisson, J. A., 2017. Ecdysone signaling underlies the pea aphid transgenerational wing polyphenism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114, 1419–1423. doi: 10.1073/pnas.1617640114.

Williams, 1958. *Insect migration*. Collins, London, UK.

Wilson, K., 1995. “Insect migration in heterogeneous environments,” in *Insect Migration: Tracking Resources Through Space and Time*, eds V. A. Drake and A. G. Gatehouse (Cambridge: Cambridge University Press), 243–264.

Woiwod P., Reynolds D.R., Thomas C.D., 2001. *Insect movement: Mechanisms and consequences*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Zera, A. J., and Denno, R. F., 1997. Physiology and ecology of dispersal polymorphism in insects. *Annu. Rev. Ent.* 42, 207–230. doi: 10.1146/annurev.ento.42.1.207.

# BÖCEKLERDE ÖĞRENME: DAVRANIŞSAL ADAPTASYON VE ÖĞRENME MEKANİZMALARI

Erol BAYHAN<sup>1</sup>

Selime ÖLMEZ BAYHAN<sup>2</sup>

Eda BUDAK AKBAL<sup>3</sup>

## Giriş

Hayvanlar âleminde en çok tür sayısına sahip olan böceklerin zeka ve öğrenme kapasiteleri her zaman merak uyandıran ve büyüleyici konuların başında gelmektedir. Teşhis edilen böcek tür sayısının yaklaşık 1 250 000 kadar olduğu teşhis edilemeyenler ile birlikte toplamda yaklaşık 2 000 000 tür kadar olduğu tahmin edilmektedir (Kansu, 1990; Pedigo, 2006). Böceklerin çeşitliliği ve öğrenme yetenekleri, ekosistemlerin işleyişi ve dengesini koruma açısından hayati öneme sahiptir. Böceklerin öğrenme mekanizmaları, bu canlıların çevresel değişkenliklere uyum sağlamalarına, besin kaynaklarına erişmelerine ve predatörlerle başa çıkmalarına yardımcı olarak evrimsel avantajlar sağlar. Bu, böceklerin türlerinin devamlılığını ve ekosistemlerdeki önemli rollerini sürdürmelerine olanak tanır. Günümüzde böcekler üzerinde çok farklı ve detaylı konularda çeşitli araştırmalar mevcuttur. Ancak bu küçük canlıların sahip olduğu öğrenme yetenekleri ve zekâ seviyeleri üzerinde yeterli ve detaylı çalışmalar bulunmamaktadır. Böceklerin öğrenme yetenekleri, hem doğal yaşam ortamlarında hayatta kalmalarına

---

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

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

<sup>3</sup> Dr. Dicle Üniversitesi edaabudak@gmail.com

yardımcı olurken, hem de laboratuvar koşullarında bilimsel çalışmalara ilham vermektedir. Böceklerin davranışlarını anlamak, doğadaki mevcut işleyişi daha iyi kavramamıza yardımcı olabilir. Böceklerin kendilerini rakiplerinden, avcılardan ve çevresel zorluklardan nasıl korudukları, onların evrimsel adaptasyonlarının bir sonucudur. Böceklerin öğrenme mekanizmaları, böceklerin bu adaptasyonları nasıl geliştirdiğini ve çevrelerine nasıl uyum sağladığını açıklamamıza yardımcı olur. Böceklerin basit sinir sistemleri ve sınırlı beyin kapasitelerine rağmen, nasıl öğrenebildikleri ve bilgiyi saklayabildikleri, bilim insanlarının dikkatini çeken önemli bir sorudur.

Böceklerin öğrenme yetenekleri ve zekâ seviyeleri, böceklerde öğrenmenin nasıl olduğu, çevrelerine nasıl uyum sağladıkları konusunda yapılan araştırmalar göz önüne alınarak bu kitap bölümünde derleme şeklinde bilgiler aktarılmıştır. Bu bölümdeki derlenmiş bilgiler, böcek dünyasının sadece doğa bilimcileri için değil, aynı zamanda öğrenme ve zekâ konularına ilgi duyan herkes için ilginç ve önemli bir bilgiler sunmaktadır.

## **A. Böceklerin Önemi ve Çeşitliliği**

Böcekler, dünya üzerindeki en büyük ve çeşitli hayvan gruplarını oluştururlar. Bilim insanları tarafından tanımlanmış yaklaşık 1 milyon böcek türü bulunurken, bu sayının gerçek potansiyelinin çok daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Bu büyük çeşitlilik, böceklerin ekosistemlerde oynadığı kritik rollerle birlikte, bilimsel araştırmalarda ve ekonomide de büyük bir öneme sahiptir (Alloway 1972a, b; Borror et al., 1989; Dukas 2008).

**Ekosistemdeki Rolü:** Böcekler, ekosistemlerin temel bileşenlerinden biridir ve bu ekosistemlerde çeşitli görevleri üstlenirler. Birçok böcek türü, bitkilerin tozlaşmasını sağlar, bu da



gıda üretimi ve doğal yaşamın devamlılığı için kritiktir (Lee and Bernays 1990; Gagliano et al., 2016).

- Böcekler, bitki tozlaşmasının önemli taşıyıcılarıdır. Çiçeklere gittiklerinde bitki polenini bir çiçekten diğerine taşırlar. Bu polen taşıma süreci, bitkilerin döllenmesini ve tohum üretimini sağlar. Bitki tozlaşması, meyve ve sebze üretimi için kritiktir. Arılar, kelebekler ve diğer böcekler, bu işlevi yerine getirerek bitki çeşitliliği ve verimliliğini artırır.
- Böcekler, besin zincirinin temel bileşenlerinden birini oluşturur. Yırtıcı böcekler, örümcekler, kuşlar ve memeliler gibi birçok organizmanın besin kaynağıdır. Bu organizmalar, böcekleri avlayarak beslenirler. Aynı zamanda, böcekler de kendileri diğer organizmaların avı olabilirler. Bu, ekosistemde besin zinciri dengesini sürdürmeye yardımcı olur.
- Böcekler, ölü organizmaların ayrıştırılmasında önemli bir rol oynarlar. Ölü bitkiler, hayvanlar ve diğer organizmalar, böcekler tarafından parçalanır ve ayrıştırılır. Bu süreç, organik maddenin çevreye geri dönmesini ve toprak yapısının iyileştirilmesini sağlar. Böceklerin ayrıştırıcı rolleri, ekosistemdeki biyokimyasal döngülerin sürdürülmesine katkıda bulunur.
- Böcekler, bitkilerin ve bitki ürünlerinin zararlılarına karşı doğal bir kontrol mekanizması oluştururlar. Örnek olarak, yırtıcı böcekler, zararlı böcek popülasyonlarını sınırlayarak bitki hastalıklarının yayılmasını önler. Bu, kimyasal böcek ilaçlarının kullanımını azaltarak ekosisteme zarar veren etkileri azaltır.
- Toprak böcekleri, toprak yapısını iyileştirmede önemli bir rol oynarlar. Toprakları kazarak hava sirkülasyonunu artırır ve

organik malzemeleri toprağa karıştırarak toprak verimliliğini artırır. Böceklerin bu toprak iyileştirme işlevi, bitkilerin daha iyi büyümesine ve toprak erozyonunu önlemeye yardımcı olur.

**Gıda Zinciri İçindeki Konumu:** Böcekler, gıda zincirinin temel halkalarından birini oluşturur. Avcı böcekler, örümcekler, kuşlar ve memeliler gibi birçok diğer organizmanın besin kaynağıdır. Aynı zamanda, kendileri de diğer organizmaların avı olabilirler. Bu besin zinciri içindeki konumları, böceklerin ekosistemde dengeyi sürdürmede kritik bir rol oynamalarına olanak tanır. Böcekler, gıda zincirinin birçok farklı halkasında bulunabilirler. Yırtıcı böcekler, diğer böcekleri avlayarak beslenirler. Örneğin, örümcekler, yırtıcı böceklerden biridir ve sıklıkla sinekler ve diğer küçük böcekleri avlarlar. Bu yolla, yırtıcı böcekler, avlarını kontrol ederek zararlı böcek popülasyonlarını sınırlarlar. Bu, bitkilerin ve tarım ürünlerinin korunmasına katkı sağlar. Diğer yandan, otçul böcekler bitkileri yiyerek beslenirler. Bu grupta yer alan böcekler, bitki yaprakları, gövdeleri veya kökleriyle beslenirler. Örneğin, kelebek larvaları, bitki yapraklarını tüketirler. Bu, bitki popülasyonlarını kontrol eder ve bitkilerin rekabet eden türlerle başa çıkmasına yardımcı olur (Alloway 1972a, b; Bernays, 1993).

- Böcekler, besin zincirinde çeşitli konumlarda bulunabilirler. Bu, ekosistemlerin çeşitliliğini ve dengeyi korumak için önemlidir. Aşağıda bazı örnekler verilmiştir:
- Birinci Dereceden Tüketici Böcekler: Birinci dereceden tüketici böcekler, bitkilerle beslenirler ve bitki dokularını tüketirler. Bu grup, otçul böcekleri içerir.
- İkinci Dereceden Tüketici Böcekler: İkinci dereceden tüketici böcekler, birinci dereceden tüketici böcekleri avlarlar ve

onlarla beslenirler. Örneğin, kuşlar ve örümcekler, ikinci dereceden tüketici böcekler arasında yer alır.

- Üçüncü Dereceden Tüketici Böcekler: Üçüncü dereceden tüketici böcekler, ikinci dereceden tüketici böcekleri avlarlar. Örnek olarak, yırtıcı böcekler (örneğin, yılanlar) bu gruba dahildir.

Böcekler, ekosistemlerin denge ve çeşitliliğini korumada kritik bir rol oynarlar. Zararlı böcek popülasyonlarını kontrol ederek bitki sağlığını korurlar. Ayrıca, avcı böcekler ve diğer organizmaların besin kaynağı olarak gıda zincirindeki halkaları sürdürmeye yardımcı olurlar. Böceklerin bu çeşitliliği, ekosistemlerde farklı organizmaların birbirleriyle etkileşimlerine katkıda bulunur ve türler arası ilişkilerin karmaşıklığını artırır. Bu da ekosistemlerin daha sağlıklı ve dayanıklı olmalarına yardımcı olur. Böcekler gıda zinciri içindeki konumlarıyla ekosistemlerin dengesini ve çeşitliliğini korumada önemli bir rol oynarlar. Avcı ve fitofag böcekler, besin zinciri içinde farklı halkalarda yer alırlar ve ekosistemlerin sağlığını sürdürmeye yardımcı olurlar. Böceklerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi, ekosistemlerin ve insanlar için büyük bir öneme sahiptir.

## **B. Öğrenmenin Evrimsel Avantajları**

Böceklerde öğrenme mekanizmaları, evrimsel bir avantaj olarak kabul edilir. Böceklerin öğrenme yetenekleri, hayatta kalma, üreme ve türün devamlılığı için önemlidir. Bu yetenekler, besin kaynaklarına erişim, tehlikelerden korunma, çevresel değişikliklere uyum sağlama ve sosyal organizmalarda bilgi iletimi gibi önemli işlevleri yerine getirmeye yardımcı olur. Böceklerin hayatta kalma ve üreme şanslarını artırarak türlerin evrimsel başarısına katkıda bulunurlar (Lewis, 1993). Böcekler için evrimsel avantajları aşağıdaki başlıklarla açıklanabilir.

**Besin Kaynaklarına Erişim:** Böceklerin beslenme alışkanlıkları ve besin kaynakları zaman zaman değişebilir. Öğrenme, böceklerin yeni yiyecek kaynaklarını tanımlamalarına ve bu kaynaklara erişmelerine yardımcı olabilir. Örneğin, bir böcek türü, belirli bir bitki türünün nektarını tüketebilirken, diğer bir böcek türü farklı bitki türlerinin nektarına erişebilir. Öğrenme, bu türden besin kaynaklarını tanıyarak böceklerin hayatta kalmalarına katkıda bulunur. Böceklerin, birçok farklı besin kaynağına erişim sağlayabilme yetenekleri, öğrenme ile yakından ilişkilidir. Her türün kendine özgü bir beslenme rejimi olabilir ve bu rejimin en iyi nasıl elde edileceğini öğrenmek, hayatta kalmalarını sağlar. Örneğin, arılar, belirli bitki türlerinin nektarını bulmak ve toplamak için öğrenme süreçlerini kullanırlar. Bu, hem bireylerin hem de kolonilerin besin ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olur. Besin kaynaklarına etkili bir şekilde erişebilmek, böceklerin hayatta kalma ve üreme şansını artırır (Alloway, 1972a, b; Lee and Bernays 1990; Prokopy et al., 1998; Gagliano et al., 2016; Stockton et al., 2016).

**Tehlike ve Predatörlerle Başa Çıkma:** Böcekler, avcılar ve predatörler tarafından tehdit altındadır. Öğrenme, bu tehditleri tanımalarına ve kaçmalarına yardımcı olabilir. Örneğin, bir böcek, bir avcının tehlikeli olduğunu öğrenir ve bu tür bir tehlikeyle karşılaştığında kaçma veya savunma stratejilerini uygular. Bu, türün devamlılığı açısından önemlidir. Böcekler, çevrelerindeki tehlikeleri ve predatörleri tanıma ve bunlardan kaçma yeteneklerini öğrenerek geliştirirler. Öğrenme, bir böceğin potansiyel tehlikeli durumları tanımaya ve bu durumlarla başa çıkma stratejilerini geliştirmesine olanak tanır. Örneğin, bir böcek türü, belirli bir predatörün tehlikeli olduğunu öğrendiğinde bu tehlikeyi kaçma veya savunma stratejileriyle karşılayabilir. Böceklerin bu öğrenme yeteneği,

predatörlerden korunmalarını ve hayatta kalmalarını sağlar (Tibbetts et al., 2018).

**Çevresel Değişikliklere Uyum:** Böcekler, yaşadıkları ekosistemlerde mevsimsel ve çevresel değişikliklerle karşılaşabilirler. Öğrenme, bu değişikliklere uyum sağlama konusunda kritik bir rol oynar. Örneğin, bazı böcekler kış uykusuna yatmadan önce yiyecek depolayarak kış aylarında hayatta kalabilirler. Bu öğrenme mekanizması, böceklerin değişen koşullara uyum sağlamalarına yardımcı olur. Böcekler, yaşadıkları çevredeki değişikliklere uyum sağlama yeteneğine sahiptirler. Öğrenme, çevresel değişikliklere uyum sağlamalarına yardımcı olur. Örneğin, mevsimsel değişiklikler veya habitat değişiklikleri, böceklerin besin kaynaklarına, sıcaklığa ve diğer faktörlere uyum sağlamalarını gerektirebilir. Öğrenme, böceklerin bu değişikliklere hızla adapte olmalarına yardımcı olur ve hayatta kalma şanslarını artırmaktadır (Alloway, 1972a, b; Stephens, 1993; Wright et al., 1996; Smid et al., 2007; Raine, 2009).

**Sosyal Öğrenme:** Sosyal öğrenme, bir organizmanın diğer organizmaların davranışlarını gözlemleyerek bilgi edinmesi ve bu bilgiyi kendi davranışlarına uygulama sürecidir. Sosyal öğrenme, birçok canlı türü arasında gözlemlense de, böceklerde de önemli bir rol oynar. Böcekler arasında sosyal organizmalar da bulunur, bu da öğrenmenin sosyal bir yolla iletilmesini gerektirir. Örneğin, arılar koloni içindeki danslarla besin kaynaklarını diğer arılara iletebilirler. Bu sosyal öğrenme, koloni içinde bilgi paylaşımını kolaylaştırır ve koloninin daha etkili bir şekilde beslenmesine yardımcı olur. Böceklerde sosyal öğrenmenin çeşitli yönlerini ve evrimsel avantajları bulunmaktadır. Bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Böcekler arasında, sosyal organizmalar olarak sınıflandırılan türler bulunur. Bu organizmalar, koloni veya sürü gibi gruplar halinde yaşarlar ve sosyal öğrenme, bu gruplar içindeki bireyler arasında bilgi paylaşımını

sağlar. Örneğin, karıncalar, yiyecek kaynaklarına nasıl ulaşılacağı konusunda bilgiyi koloninin diğer üyelerine aktarabilirler. Sosyal öğrenme, bu tür organizmaların hayatta kalmasına ve kolonilerin başarılı bir şekilde beslenmesine yardımcı olmaktadır (Alloway, 1972a, b; O'Neill, 2001; Coolen et al., 2005; Leadbeater and Chittka, 2007; Perez et al., 2013; Alem et al., 2016; Leadbeater and Dawson, 2017).

- **Bilgi İletimi:** Sosyal böcekler, bilgiyi çeşitli yollarla diğer bireylere iletebilirler. En yaygın yöntemlerden biri kimyasal iletişimdir. Böcekler, feromonlar adı verilen kimyasal maddeleri kullanarak diğerlerine mesajlar gönderirler. Örneğin, karıncalar, yiyecek kaynakları hakkında bilgiyi kimyasal izlerle işaretlerler ve diğer karıncalar bu izleri takip ederek bilgiyi alırlar. Ayrıca, bazı böcekler görsel veya işitsel sinyaller kullanarak da bilgi iletebilirler. Arılar, bal peteği üzerindeki danslar aracılığıyla yiyecek kaynaklarını diğer arılara tanıtır. Dansın türü ve yoğunluğu, mesafenin ve yiyeceğin niteliğinin bilgisini içerir.

Sosyal öğrenme, böcekler için önemli evrimsel avantajlar bulunmaktadır. İşte bu avantajlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

- **Kolonilerin Hayatta Kalması:** Sosyal böcek kolonileri içinde bilgi paylaşımı, koloninin yiyecek kaynaklarını ve tehlikeleri daha etkili bir şekilde yönetmesine yardımcı olur. Bu, koloninin hayatta kalma şansını artırır.
- **Çevresel Değişikliklere Uyum:** Sosyal öğrenme, böceklerin yaşadıkları çevreye hızlı bir şekilde uyum sağlamalarını sağlar. Değişen koşullara adapte olma yeteneği, türlerin evrimsel başarısına katkıda bulunur.

- Tehlikelerden Korunma: Sosyal böcekler, predatörlerden ve diğer tehlikelerden korunmak için sosyal öğrenme yoluyla daha iyi savunma stratejileri geliştirebilirler.

Böceklerde sosyal öğrenme, grup içinde bilgi paylaşımını kolaylaştırır ve türlerin hayatta kalma şansını artırır. Kimyasal, görsel ve işitsel iletişim araçlarıyla bilgi ileten böcekler, ekosistemdeki türler arası ilişkileri ve çeşitliliği destekler. Sosyal öğrenme, böcek kolonilerinin başarılı bir şekilde beslenmesi, çevresel değişikliklere uyum sağlaması ve predatörlerden korunması açısından hayati bir rol oynar (Alloway, 1972a, b; Dudai, 2002; Leadbeater and Chittka, 2007; Perez et al., 2013; Alem et al., 2016; Leadbeater and Dawson, 2017).

## **C. Böceklerde Temel Öğrenme Mekanizmaları**

### **1. Klasik koşullandırma**

Klasik koşullandırma, bir uyarıcının doğal tepkilere neden olması veya bu tepkileri güçlendirmesi sürecini içerir. Bu öğrenme türü, böceklerde de gözlemlenmiştir. Özellikle araştırmalar, böceklerin belirli uyarıcılarla ilişkilendirilmiş deneyimler sonucunda bu uyarıcılara karşı belirli tepkiler geliştirebildiklerini göstermektedir.

Böceklerde klasik koşullandırma, öğrenmeyi birkaç temel bileşenle açıklamaktadır:

- Nöronal Plastisite: Böceklerin sinir sistemi, klasik koşullandırmada önemli bir rol oynar. Böceklerin sinir hücreleri, uyarıların algılanması ve tepkilerin üretilmesi sürecinde belirli değişikliklere uğramaktadır. Özellikle sinir hücrelerinin bağlantıları güçlenir veya

zayıflar, böylece belirli uyarılar belirli tepkilere yol açmaktadır.

- Deneyim ve İlişkilendirme: Klasik koşullandırmada, böcekler belirli uyarıcıları belirli sonuçlarla ilişkilendirebilmektedirler. Örneğin, bir böcek bir yiyecek kaynağına ulaşmak için belirli bir yolu kullanırken, bu yolu kullanma eylemi ile yiyeceğe ulaşma deneyimi arasında bir ilişki kurabilir.
- İçsel Temsiller: Böcekler, deneyimleri hafızalarında saklayabilirler. Bu hafızalar, daha sonra aynı veya benzer bir durumla karşılaştıklarında, uyarıları ve tepkileri ilişkilendirme yeteneğini destekler. İçsel temsiller sayesinde böcekler, önceki deneyimlerden öğrenir ve gelecekteki davranışlarını buna göre ayarlar (Alloway, 1972a, b; Menzel et al., 1974; Menzel and Muller, 1996).

Böceklerde klasik koşullandırma, birçok farklı türde gözlemlenmiştir. Bu konuda arıları öncelikle örnek olarak verebiliriz. Arılar, çiçeklerle ilişkilendirilen belirli renkler, kokular ve lezzetler konusunda klasik koşullandırma yapabilirler. Bu sayede, daha önce öğrendikleri bilgilere dayanarak yiyecek kaynaklarını bulabilirler. Bu konuda başka bir örneği karıncalar olarak verebiliriz. Karıncalar yiyecek kaynaklarına ulaşmak için yollarını belirli kokularla işaretlerler. Klasik koşullandırma, bu kokuları ve yolları ilişkilendirmelerine yardımcı olabilir.

Böceklerde klasik koşullandırma, bu organizmaların çevreleriyle etkileşimlerini anlamalarını sağlayan temel bir öğrenme mekanizmasıdır. Bu süreç, nöronal plastisite, deneyim ve ilişkilendirme, ile içsel temsiller gibi bileşenleri içerir. Bu sayede



böcekler, çevrelerindeki uyarıcılarla ilişkilendirdikleri deneyimlerden öğrenirler ve bu bilgileri gelecekteki davranışlarını düzenlemek için kullanırlar. Böceklerin klasik koşullandırma yetenekleri, bu canlıların hayatta kalmaları ve kaynaklarını en etkili şekilde kullanmalarına yardımcı olmaktadır (Rescorla and Wagner, 1972; Zhang and Bargmann, 2005).

## **2. Operant Koşullanma**

Operant koşullanma, bu öğrenme mekanizmalarından biridir ve bir davranışın sonuçlarına bağlı olarak öğrenilen bir türdür. Böceklerde Operant koşullanma, davranışın sonuçlarına bağlı olarak öğrenilen bir öğrenme türüdür. Bu tür öğrenme, bir organizmanın belirli bir davranışı tekrarlamayı veya değiştirmeyi öğrendiği durumlarda meydana gelir. Böcekler de dahil olmak üzere birçok canlı türü, operant koşullanma yoluyla çevreleriyle etkileşime girer ve bu süreçten öğrenir. Böcekler, operant koşullanma yoluyla çeşitli davranışları öğrenebilirler (Demarest, 1983; Forman and Zill, 1984; Wenzel, 1992). İşte böceklerde operant koşullanmanın bazı temel özellikleri şöyle sıralanabilir:

- **Olumlu ve Olumsuz Pekiştirme:** Böcekler, bir davranışlarının olumlu sonuçlarını tekrarlamak için bu davranışları kullanabilirler. Örneğin, bir böcek yiyecek kaynağına ulaştığında, bu davranış olumlu pekiştirme ile ödüllendirilir ve böcek bu davranışı tekrarlamaya motive olur. Aynı şekilde, olumsuz pekiştirmeyle, bir zarardan kaçınmak veya hoş olmayan bir durumu engellemek için davranışlarını ayarlayabilirler (Alloway, 1972a, b; Wenzel, 1992).
- **Ceza ve Cezalandırma:** Böcekler, olumsuz sonuçlara yol açan davranışlardan kaçınmak için bu davranışlardan kaçınabilirler. Bu, ceza ve cezalandırma mekanizmalarıyla gerçekleşir.

Örneğin, bir böcek belirli bir davranışı tekrarladığında zarar görüyorsa, bu davranışı azaltma eğiliminde olur (Alloway, 1972a, b; Wenzel, 1992).

- Tercih Edilen Yollar: Böcekler, belirli davranışları tercih edilen sonuçlara ulaşmanın yolları olarak öğrenebilirler. Örneğin, bir böcek yiyecek kaynağına en kısa yol üzerinden ulaşıyorsa, bu yol tercih edilen bir yol olarak öğrenilir ve böcek bu yolu kullanmaya devam eder (Alloway, 1972a, b; Wenzel, 1992).

Böceklerde operant koşullanma birçok örnekle açıklanabilir. Bu konuda Karıncaların Yiyecek Taşıma Davranışını örnek gösterebiliriz. Karıncalar, yiyecek kaynaklarından yuvalarına yiyecek taşırken operant koşullanma ile öğrenirler. Bu davranışın sonucunda yiyecek kaynağına ulaşma ve yuva besleme davranışı arttırılır. Bu konuda başka bir örnek olarak Örümceklerin Ağ Yapma Davranışını verebiliriz. Örümcekler, ağ yapma davranışlarını operant koşullanma ile öğrenebilirler. Başarılı ağ yapma davranışı, avlarını yakalama ve canlı kalmaları için olumlu sonuçlarla ödüllendirilir.

Operant koşullanma, böceklerin davranışlarını çevreleriyle etkileşim içinde şekillendirdiği temel bir öğrenme mekanizmasıdır. Böcekler, olumlu ve olumsuz sonuçlara dayalı olarak davranışlarını öğrenir ve bu öğrenmeyi gelecekteki davranışlarını düzenlemek için kullanırlar. Operant koşullanma, böceklerin hayatta kalmaları ve kaynaklarını etkili bir şekilde kullanmalarına yardımcı olur. Bu mekanizmanın anlaşılması, böceklerin davranışlarını anlamamıza ve kontrol etmemize yardımcı olacaktır (Demarest, 1983; Forman and Zill, 1984; Wenzel, 1992).

## **D. Böceklerde Deneme-Yanılma ve Deneyim Odaklı Öğrenme**

### **1. Böceklerde Deneme Yanılma Yöntemiyle Öğrenme**

Deneme yanılma, böceklerin çevreleriyle etkileşimlerini anlamalarını ve adaptasyonlarını geliştirmelerini sağlayan temel bir öğrenme türüdür. Böceklerin öğrenme yetenekleri, canlı kalmaları, avlanmaları ve beslenmeleri için kritik öneme sahiptir. Deneme yanılma yöntemi, böceklerin doğal düşmanlara karşı savunma geliştirmek, yiyecek kaynaklarını bulmak, sürüngenlere veya toprak koşullarına uyum sağlamak gibi birçok farklı konuda kullanılır. İşte böceklerin deneme yanılma yöntemiyle öğrenme sürecinde kullandıkları temel mekanizmalar şunlardır:

- **Hafıza ve Deneyim:** Böcekler, çevrelerindeki değişiklikleri ve deneyimleri hafızalarında saklarlar. Özellikle olumlu ve olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilen deneyimler, böceklerin gelecekteki davranışlarını şekillendirir. Örneğin, bir böcek belirli bir bitki türünü yiyerek rahatsızlık yaşadığında, bu deneyim bu bitki türünden kaçınmasına neden olabilir.
- **Tropizmler:** Tropizmler, böceklerin belirli bir uyarının yönüne doğru büyüme veya hareket etme yeteneklerini ifade eder. Fototropizm (ışığa yönelme) veya geotropizm (yerçekimine karşı büyüme) gibi tropizmler, böceklerin çevrelerini daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Doğal koşullarda böcekler laboratuvar denemelerinde gösterdikleri spesifik cevaplarda olduğu gibi bir tek dominant etkinin altında değildirlir. Doğada böcekler değişik uyarıların etkisi altındadır. Bunlara karşı birbirini tamamlayıcı yolla cevap vermek zorundadırlar. Pek çok tür çoğunlukla karmaşık uyarı verir ve bunlara karşı verilen karmaşık cevaplar ile yerlerini belirler. Örneğin yaprak

üzerinde beslenen bir böcek negatif geotaktik ve genellikle pozitif fototaktiktir. Buna karşın toprak içinde yaşayan böcekler genellikle tigomotaktik ve negatif fototaksi gösterir. Bunlar geotaktik ve hygrokinetikler (Brues, 1908; Tragardh, 1913; Cheng and Aksoy, 1999; Zhang and Bargmann, 2005).

- Kimyasal Algılama: Böcekler, kimyasal algılama yoluyla çevrelerindeki değişiklikleri tespit ederler. Bu, feromonlar veya yiyecek kokuları gibi kimyasal sinyallerin algılanmasını içerir. Deneme yanılma süreci, böceklerin belirli kokuları veya sinyalleri belirli sonuçlarla ilişkilendirmelerine yardımcı olabilir şekillendirir (Alloway, 1972a, b; Abd El-Ghany, 2019).
- Karşılaştırmalı Öğrenme: Böcekler, farklı davranışlar arasında karşılaştırmalı öğrenme yapabilirler. Örneğin, bir böcek belirli bir yolu kullanarak yiyecek kaynağına ulaştığında, bu yolun daha etkili olduğunu ve gelecekte aynı davranışı sergilemeyi tercih edebilir (Alloway, 1972a, b; Wenzel, 1992).

Böceklerin deneme yanılma yöntemiyle öğrenme yetenekleri birçok örnekle açıklanabilir. İşte bu konudaki bazılarını ait örnekler:

- Arıların Dans Hareketleri: Arılar, yiyecek kaynaklarını diğer arılara iletmek için danslar kullanırlar. Arılar, deneme yanılma yoluyla en iyi dansları ve mesajları belirlerler, böylece diğer arılar doğru kaynağa yönlendirilir.
- Karıncaların Yiyecek Taşımaları: Karıncalar, yiyecek kaynaklarından yuvalarına yiyecek taşırken, en verimli ve güvenli yolu deneme yanılma ile öğrenirler. Bu, kaynaklara daha hızlı ve etkili bir şekilde ulaşmalarını sağlar.

- Örümceklerin Ağ Yapması: Örümcekler, ağ yapma davranışlarını geliştirmek ve en verimli sonuçları elde etmek için deneme yanılma yöntemini kullanmaktadırlar.
- Fitofag Zararlılar: Bitkilerde zararlı olan böcekler, bitkilere zarar vermek için en etkili beslenme ve saldırı yöntemlerini deneme yanılma ile öğrenirler.

Böcekler, deneme yanılma yöntemiyle öğrenme mekanizmasını kullanarak çevreleriyle etkileşimlerini ve adaptasyonlarını geliştirirler. Bu süreç, hafıza, tropizmler, kimyasal algılama ve karşılaştırmalı öğrenme gibi çeşitli mekanizmaları içerir. Deneme yanılma, böceklerin hayatta kalmalarını ve kaynaklarını etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar. Bu öğrenme mekanizması, böceklerin doğal düşmanlara karşı savunma geliştirmeleri, yiyecek kaynaklarını bulmaları ve çevrelerine uyum sağlamaları için kritik bir rol oynamaktadır.

## **2. Böceklerde Deneyim Odaklı Öğrenme**

Böceklerin hayatta kalmalarına yardımcı olan önemli bir mekanizma, deneyim odaklı öğrenme süreçleridir. Bu süreçler, böceklerin çevrelerini anlamalarına ve uyum sağlamalarına yardımcı olur. Böceklerin deneyim odaklı öğrenmeleri, bir organizmanın önceki deneyimlerine dayanarak çevresini anlama ve gelecekteki davranışlarını şekillendirme sürecini ifade eder. Bu öğrenme türü, bireylerin çevrelerindeki uyarınları anlamalarına ve bu uyarınlara karşı adaptasyon geliştirmelerine yardımcı olur. Böcekler, deneyim odaklı öğrenme sürecini kullanarak çevrelerini daha iyi anlayabilir, avlanma, üreme ve hayatta kalma gibi yaşamsal işlevlerini optimize edebilirler (Takeda, 1961; Alloway, 1972a, b; Bitterman et al., 1983; Heisenberg et al., 2001; Avarguès-Weber et al., 2012).

Böceklerin deneyim odaklı öğrenme mekanizmaları, bir dizi farklı süreç içermektedir. Söz konusu bu mekanizmalardan bazılarını aşağıdaki şekilde örnekler verilebilir:

- **Hafıza ve İzleme:** Böcekler, çevrelerindeki değişiklikleri ve deneyimleri hafızalarında saklarlar. Bu hafıza, böceklerin önceki deneyimlerden öğrenmelerini ve gelecekteki davranışlarını buna göre ayarlamalarını sağlar. Örneğin, bir böcek, belirli bir bitki türünü yedikten sonra olumsuz bir tepki alırsa, bu deneyim sonucunda o bitki türünden kaçınabilir.
- **Kimyasal Algılama:** Kimyasal algılama, böceklerin çevrelerindeki kimyasal sinyalleri algılamasını içerir. Böcekler, yiyecek kaynaklarını veya tehlikeleri tanımlamak için kimyasal algılama yeteneklerini kullanır. Deneyim odaklı öğrenme süreci, belirli kimyasal sinyalleri belirli sonuçlarla ilişkilendirerek böceklerin gelecekteki davranışlarını şekillendirir (Alloway, 1972a, b; Abd El-Ghany, 2019).
- **Karşılaştırmalı Öğrenme:** Böcekler, deneyimlerini karşılaştırmalı bir şekilde kullanabilirler. Örneğin, bir böcek belirli bir yolu kullanarak yiyecek kaynağına ulaştığında, bu yolu diğerlerine tercih edebilir ve gelecekte aynı yolu kullanmaya devam edebilir.

Böceklerin deneyim odaklı öğrenme yetenekleri birçok örnekle açıklanabilir. İşte bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

- **Arıların Beslenme Davranışı:** Arılar, deneyim odaklı öğrenme ile belirli çiçek türlerini tanımakta ve bu çiçeklerden nektar toplamak için belirli davranışları öğrenmektedirler.
- **Karıncaların Yiyecek Depolama Davranışı:** Karıncalar, yiyecek kaynaklarından yuvalarına yiyecek taşıırken,

deneyimleri sayesinde yiyeceklerin nerede ve nasıl depolanması gerektiğini öğrenmektedirler.

- Örümceklerin Av Yakalama Davranışı: Örümcekler, av yakalama davranışlarını deneyim odaklı öğrenme ile geliştirmektedirler. Önceki deneyimler, en etkili av yakalama stratejilerini belirlemektedir.
- Fitofag Böceklerin Kimyasal Koku Algılaması: Bitkilerde zararlı olan böcekler, kimyasal algılama yoluyla bitki savunma mekanizmalarını algılamakta ve bu deneyimler sonucunda bu bitkilerden kaçınabilmektedirler.

Böcekler, deneyim odaklı öğrenme mekanizmalarını kullanarak çevrelerini anlamakta ve adaptasyonlarını geliştirmektedirler. Adaptasyondaki bu süreç, hafıza, kimyasal algılama, tropizmler ve karşılaştırmalı öğrenme gibi farklı mekanizmaları içermektedir. Deneyim odaklı öğrenme, böceklerin hayatta kalmalarına, beslenmelerine, üremelerine ve çevrelerine uyum sağlamalarına yardımcı olmaktadır. Bu mekanizmalar, böceklerin doğal düşmanlara karşı savunma geliştirmelerini, yiyecek kaynaklarını bulmalarını ve çevrelerine uyum sağlamalarını sağlar.

## **E. Böceklerde Sosyal Öğrenme**

Sosyal öğrenme, bir bireyin diğer bireylerin deneyimlerini gözlemleyerek veya onların davranışlarını taklit ederek öğrenme sürecini ifade etmektedir. Bu öğrenme şekli, böceklerin toplum içindeki rollerini ve işbirliği yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Borsellino et al., 1970; Lehrer et al., 1995a, Giurfa et al., 1995; Lehrer et al., 1995b; Baracchi et al., 2018).

Sosyal öğrenmenin böcekler üzerindeki etkilerini a. Kolonilerde işbölümü b. Yemek bulma davranışı şeklinde genel olarak ikiye ayrılabilir:

a. Kolonilerde İş Bölümü: Özellikle eşek arıları (*Apis mellifera*) gibi topluluklar içinde yaşayan böcekler, işbölümü ve görev dağılımı açısından sosyal öğrenme yoluyla kazandıkları bilgilere dayanır. İşçi arılar, yaşamları boyunca farklı görevlere atanır, ve bu görevlerin öğrenilmesinde sosyal etkileşim büyük rol oynar.

b. Yemek Bulma Davranışı: Böcekler, yiyecek kaynaklarını nasıl bulacaklarını öğrenirken diğer bireylerin davranışlarını gözlemleyebilirler. Örneğin, karıncalar, yiyecek bulma davranışını diğer karıncalardan gözlemleyerek ve taklit ederek geliştirirler.

Böceklerde Sosyal Öğrenme Mekanizmaları a. Gözleme b. Taklit olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlar:

a. Gözleme: Böcekler, çevrelerindeki diğer bireylerin davranışlarını dikkatlice izleyebilirler. Bu sayede, yiyecek kaynaklarına nasıl ulaşacaklarını veya yuva inşa edeceklerini öğrenebilirler.

b. Taklit: Böcekler, diğer bireylerin davranışlarını taklit ederek yeni beceriler kazanabilirler. Örneğin, bir arı, diğer arıları bal yapma işlemi sırasında izleyerek bal yapmayı öğrenebilir.

Böceklerde sosyal öğrenme, topluluklar arasında işbirliğini kolaylaştırır ve toplum içindeki rollerin daha etkili bir şekilde dağıtılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda, bu tür öğrenme, bireylerin yaşamları boyunca karşılaşılabilecekleri çeşitli zorluklarla başa çıkmalarına yardımcı olabilir. Sosyal öğrenme, böceklerin çevrelerine



uyum sağlamalarına ve hayatta kalabilmelerine katkıda bulunur. Böceklerin, topluluklar içindeki işbirliği ve görev dağılımı gibi önemli konularda sosyal öğrenme yetenekleri olduğu sonucuna varabiliriz. Bu öğrenme biçimi, böceklerin hayatta kalma ve üreme şanslarını artırır. Böcekler üzerinde yapılan çalışmalar, bu canlıların sadece basit reflekslere dayalı olmadığını, aynı zamanda çevrelerine uyum sağlama yeteneklerine sahip olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, böceklerin sosyal öğrenme yeteneklerini daha fazla incelemek, hem bu canlıların davranışlarını hem de ekosistemdeki rolünü daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir (Lehrer et al., 1995a, Giurfa et al., 1995; Lehrer et al., 1995b; Baracchi et al., 2018).

## **F. Böceklerin öğrenme yeteneklerinin insanlar için faydaları**

Böceklerin öğrenme yeteneklerinin, insanlar için faydalı olabilecek birçok uygulaması bulunmaktadır. Bunları a. Robotik alanda b. Tarım alanında c. Eğitim ve öğrenme alanında d. Tıp ve sağlık alanında gibi birçok alanda uygulamaları bulunmaktadır.

a. Böceklerdeki Öğrenme Mekanizmalarının Robotik Alandaki Etkisi: Böceklerin öğrenme mekanizmaları, robotik teknolojisinin geliştirilmesine ilham vermektedir. Özellikle swarm robotlar, böceklerin sosyal öğrenme prensiplerini kullanarak karmaşık görevleri yerine getirebilirler.

b. Böceklerdeki Öğrenme Mekanizmalarının Tarım Alanındaki Etkisi: Böceklerin yiyecek bulma ve avcılık davranışlarını incelemek, tarım ve ziraat sektöründe zararlı böceklerle mücadelede daha etkili yöntemlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir. Aynı zamanda, böceklerin çiçek ziyaretleri ve tozlaşma üzerindeki etkilerini anlamak, bitki yetiştiricileri için de önemlidir.

c. Böceklerdeki Öğrenme Mekanizmalarının Eğitim ve Öğrenme Alanındaki Etkisi: Böceklerin öğrenme prensipleri, eğitimciler için ilham kaynağı olabilir. Özellikle, farklı öğrenme stillerini ve hızlarını anlayarak öğrencilere daha iyi eğitim sağlama potansiyeli sunar.

d. Böceklerdeki Öğrenme Mekanizmalarının Tıp ve Sağlık Alanındaki Etkisi: Böceklerin öğrenme süreçlerini incelemek, nörolojik hastalıkları anlamak ve tedavi etmek için faydalı olabilir. İnsanların öğrenme süreçleri ve hafızası üzerine daha fazla bilgi edinme, tıp alanında önemli bir rol oynayabilir.

Böceklerin öğrenme yetenekleri, doğadan ilham alarak birçok farklı uygulama alanında insanlar için faydalı olabilir. Robotikten tarım, eğitimden tıp ve sağlığa kadar birçok alanda böceklerin öğrenme prensipleri, yeni teknolojilerin geliştirilmesine ve insan yaşamının iyileştirilmesine katkıda bulunabilir. Bu nedenle, böceklerin öğrenme yeteneklerinin daha fazla araştırılması ve anlaşılması, gelecekte daha pek çok faydalı uygulamanın geliştirilmesine olanak sağlayabilir.

## **Sonuç**

Böceklerin öğrenme yetenekleri, temel olarak iki ana türde incelenir: klasik koşullanma ve operant koşullanma. Klasik koşullanma, böceklerin çevresel uyarıcılar arasında bağlantılar kurmasına olanak tanır. Örneğin, bir arının çiçekleri ziyaret etmesi ve nektar alması, koku ve renk gibi uyarıcılara bağlı olarak gerçekleşebilir. Operant koşullanma ise, böceklerin kendi davranışları ile sonuçları arasında ilişki kurmasına imkan sağlar. Bu tür öğrenme, bir böceğin yiyecek ararken hangi davranışların daha ödüllendirici olduğunu anlamasına yardımcı olabilir. Böceklerin öğrenebileceği pek çok şey vardır. Yiyecek bulma, yuva inşa etme, düşmanlardan kaçma gibi hayati aktiviteleri öğrenebilirler. Ayrıca bazı böcekler, öğrenme yeteneklerini sosyal bir bağlamda kullanarak, kovan içindeki görevlerini yerine getirirler. Böceklerdeki öğrenme, evrimsel bir avantaj sağlayabilir. Öğrenme, bir böceğin çevresine daha hızlı uyum sağlamasına ve hayatta kalmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, türlerin evrimi sırasında öğrenme yeteneğinin gelişmesi, daha karmaşık davranışların ortaya çıkmasına da katkıda bulunabilir. Böceklerde öğrenme, karmaşık ve çeşitli davranışları anlamamıza ve evrimsel perspektiften değerlendirmemize yardımcı olan önemli bir konudur. Bu canlıların çevrelerine daha iyi uyum sağlamalarına ve hayatta kalmalarına yardımcı olan öğrenme yetenekleri, biyolojik çeşitliliği sürdürmek için kritik bir rol oynar.

Evrimsel açıdan, öğrenme, organizmaların nesiller boyu yaşam alanlarına daha iyi adapte olmalarını sağlar. Doğal seçim, organizmaların çevrelerine uyum sağlamaları ve yararlı davranışları öğrenmeleri yoluyla bir türün evrimsel başarısını belirler. Örneğin, bir avcı hayvanın, avını nasıl yakalayacağını öğrenmesi, onun hayatta kalma şansını artırır. Bu tür öğrenme, genetik mirasın ötesine geçerek, türlerin değişen çevresel koşullara uyum sağlamasına yardımcı olur.

Ekolojik açıdan, öğrenme mekanizmaları, organizmaların çevrelerindeki kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar. Bir organizmanın, yiyecek bulma, düşmanlardan kaçma veya yuva inşa etme gibi önemli becerileri öğrenmesi, ekosistem içindeki dengeleri etkileyebilir. Bu, organizmalar arasındaki rekabeti ve işbirliğini etkileyerek, ekosistemdeki biyolojik çeşitliliği etkiler. Ayrıca, öğrenme mekanizmaları, organizmaların sosyal etkileşimlerini düzenlemelerine yardımcı olabilir. Özellikle sosyal organizmalar için, sosyal davranışları öğrenmek ve ayarlamak, türler arası etkileşimleri ve işbirliğini şekillendirir. Öğrenme mekanizmaları, organizmaların evrimsel olarak daha iyi uyum sağlamalarına ve ekosistemdeki rollerini daha etkili bir şekilde yerine getirmelerine yardımcı olur. Bu, türlerin hayatta kalma şansını artırırken, ekolojik dengeyi ve biyolojik çeşitliliği koruma açısından kritik bir rol oynar.

Öğrenme mekanizmalarının gelecekteki araştırma yönleri oldukça heyecan verici ve potansiyel dolu bir alandır. Bu alan, bilimin birçok farklı disipliniyle etkileşimde bulunarak, organizmaların dünyayı nasıl anladığı ve adapte olduğu hakkındaki temel soruları daha iyi yanıtlamamıza yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

Abd El-Ghany N.M., 2019. Semiochemicals for controlling insect pests. *Journal of Plant Protection Research*. 2019;59 (1): 1-11.

Alem, S., C. J. Perry, X. Zhu, O. J. Loukola, T. Ingraham, E. Søvik, and L. Chittka, 2016. Associative mechanisms allow for social learning and cultural transmission of string pulling in an insect. *PLoS Biology*, 14(10), e1002564.

Alloway, T. M., 1972a. Learning and memory in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 17:43-56.

Alloway, T. M., 1972b. Retention of Learning through Metamorphosis in the Grain Beetle (*Tenebrio molitor*). *American Zoologist*, 12:471-477.

Avarguès-Weber A, A.G. Dyer, M. Combe and M. Giurfa, 2012. Simultaneous mastering of two abstract concepts by the miniature brain of bees. *Proc Natl Acad Sci USA* 2012, 109: 7481–7486.

Baracchi D, V. Vasas, S. Jamshed Iqbal and S. Alem, 2018. Papaj D (ed.). Foraging bumblebees use social cues more when the task is difficult. *Behavioral Ecology*. 29 (1): 186–192.

Bernays, E. A., 1993. Aversion learning and feeding. In Papaj, D. R. & Lewis, A. C. (Eds.), *Insect learning* (pp. 1–17). Routledge, Chapman & Hall.

Bitterman M.E., R. Menzel, A. Fietz and S.Schäfer, 1983. Classical conditioning of proboscis extension in honeybees (*Apis mellifera*). *J Comp Psychol* 1983, 97: 107–119.

Borror, D. J., C. A. Triplehorn and Johnson, N. F., 1989. *An introduction to the study of insects*, 6th edition. Philadelphia: Saunders College Publishing.

Borsellino, A., R. Pieratoni and B. Schietti- Gavazza, 1970. Survival in adult meal worm beetles (*Tenebrio molitor*) of learning acquired at the larval stage. *Nature* (London) 225:963-964.

Brues, C.T., 1908. On the Interpretation of Certain Tropisms of Insects. *The American Naturalist*, May, 1908, Vol. 42, No. 497 (May, 1908), pp. 297-302.

Cheng, Q. and S. Aksoy, 1999. Tissue tropism, transmission and expression of foreign genes in vivo in midgut symbionts of tsetse flies. *Insect Molecular Biology* 8: 125–132.

Coolen, I., O. Dangles and J. Casas, 2005. Social learning in noncolonial insects? *Current Biology*, 21, 1931–1935.

Demarest, J., 1983. The ideas of change, progress, and continuity in the comparative psychology of learning. In D. W. Rajecki, ed., *Comparing behavior: Studying man studying animals*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Dudai Y., 2002. *Memory from A to Z: Keywords, Concepts, and Beyond*. Oxford: Oxford Univ. Press.

Dukas, R., 2008. Evolutionary biology of insect learning. *Annual Review of Entomology*, 53, 145–160.

Forman, R. R., and S. N. Zill, 1984. Leg position learning by an insect. II. Motor strategies underlying learned leg extension. *Journal of Neurobiology* 15, 221-237.

Gagliano, M., V. V. Vyazovskiy, A. A. Borbély, M. Grimonprez and M. Depczynski, 2016. Learning by association in plants. *Scientific Reports*, 6, 38427.

Giurfa M, J. Nunez, L. Chittka and R. Menzel, 1995. Colour preferences of flower-naive honeybees. *Journal of Comparative Physiology A*. 177 (3).

Heisenberg M, R. Wolf and B. Brembs, 2001. Flexibility in a single behavioral variable of *Drosophila*. *Learn Mem* 2001, 8:1–10.

Kansu, A., 1990. Genel Entomoloji. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara.

Leadbeater E. and E. H. Dawson, 2017. A social insect perspective on the evolution of social learning mechanisms. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114, 7838–7845.

Leadbeater, E. and L. Chittka, 2007. Social learning in insects - From miniature brains to consensus building. *Current Biology*, 17, R703-R713.

Lee, J. C., and E. A. Bernays, 1990. Food tastes and toxic effects: Associative learning by the polyphagous grasshopper *Schistocerca americana* (Drury) (Orthoptera: Acricicae). *Animal Behaviour*, 39, 163–173.

Lehrer M, Horridge GA, SW Zhang and R. Gadagkar, 1995b. Shape vision in bees: innate preference for flower-like patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences.* 347 (1320): 123–137.

Lehrer M, Horridge GA, S.W. Zhang and R. Gadagkar, 1995a. Shape vision in bees: innate preference for flower-like patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences.* 347 (1320): 123–137.

Lewis, A.C., 1993. Learning and Evolution of Resources: Pollinators and Flower Morphology. In Papaj, D. R. & Lewis, A. C. (Eds.), *Insect learning* (pp. 195-218). Routledge, Chapman & Hall.

Menzel R, J. Erber and T. Masuhr, 1974. Learning and memory in the honeybee. In *Experimental Analysis of Insect Behavior*, ed. L. Barton-Browne, pp. 195–217. Berlin: Springer-Verlag.

Menzel R and U. Muller, 1996. Learning and memory in honeybees: from behavior to neural substrates. *Annu. Rev. Neurosci.* 19:379–404.

O'Neill, K. M., 2001. Solitary Wasps: Natural History and Behavior. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Pedigo, L. and , M.E. Rice, 2006. Entomoloji and Pest Management. Ohio.

Perez, M., Rolland, U., Giurfa, M., & d'Ettoire, P. 2013. Sucrose responsiveness, learning success, and task specialization in ants. *Learning & Memory*, 20, 417–420.

Prokopy, R. J., A. H. Reynolds, and Ent, L.-J. van der, 1998. Can *Rhagoletis pomonella* flies (Diptera: Tephritidae) learn to associate presence of food on foliage with foliage colour? *European Journal of Entomology*, 95, 335–341.

Raine, N. E., 2009. Cognitive ecology: Environmental dependence of the fitness costs of learning. *Current Biology*, 19, R486–R488.

Rescorla R. A. and A. R. Wagner, 1972. A theory of classical conditioning: variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement, in *Classical Conditioning II: Current Research and Theory*, eds Black A.H., Prokasy W.F. (New York, NY: Appleton-Century-Crofts, 64–99.

Smid HM, G. Wang, T. Bukovinszky, J.L.M. Steidle, M.A.K. Bleeker, et al., 2007. Species-specific acquisition and consolidation of long-term memory in parasitic wasps. *Proc. R. Soc. London Ser. B* 274:1539–146.

Stephens, D.W., 1993. Learning and Behavioral Ecology: Incomplete Information and Environmental Predictability. In Papaj,



D. R. & Lewis, A. C. (Eds.), *Insect learning* (pp. 195-218). Routledge, Chapman & Hall.

Stockton, D. G., X. Martini, J. M. Pratt and L. L. Stelinski, 2016. The influence of learning on host plant preference in a significant phytopathogen vector, *Diaphorina citri*. *PLoS ONE*, *11*(3), e0149815.

Takeda, K., 1961. Classical conditioned response in the honey bee. *J Insect Physiol* 1961, **6**: 168–179.

Tibbetts, E. A., A. Injaian, M. J. Sheehan and N. Desjardins, 2018. Intraspecific variation in learning: Worker wasps are less able to learn and remember individual conspecific faces than queen wasps. *American Naturalist*, *191*, 595–603.

Tragardh, I., 1913. On the chemotropism of insects and its significance for economic entomology. *Bull. Ent. Res.*, Vol. 4, pp. 113-117.

Wenzel, J. W., 1992. Behavioral homology and phylogeny. *Annual Review Entomology* *23*, 361-381.

Wright W.G., D. Kirschman, D. Rozen and B. Maynard, 1996. Phylogenetic analysis of learning-related neuromodulation in molluscan mechanosensory neurons. *Evolution* *50*:2248–2263.

Zhang Y, H. Lu and C.I. Bargmann, 2005. Pathogenic bacteria induce aversive olfactory learning in *Caenorhabditis elegans*. *Nature* *438*:179–84. A study suggesting associative learning in a classic simple model animal.



# APHIDLERDE (HEMIPTERA: APHIDIDAE) GÖRÜLEN FORMLAR VE POLİMORFİZM

Işıl ÖZDEMİR<sup>1</sup>

## Giriş

Aphidler doğaya adapte olmuş çok geniş bir zararlı grubunu meydana getirir. Yaşam döngüleri oldukça karmaşık ve aynı türün morfolojik olarak farklı formlarının art arda gelmesi, onu tanımlamak için oluşturulan terminoloji, uzman olmayanlar için göz korkutucu olabilir (Blackman and Eastop 2023). Çoğalma ve yayılma güçlerinin fazla olmasından dolayı kültür bitkilerinin başlıca zararlıları arasındadır. Besin kaynakları bol ve doğru kalitede olduğunda, konukçu bitkiden hızlı bir şekilde yararlanmak ve daha donanımlı olmak için aphidler kanatsız (apterous) formlar üretme eğilimindedir. Bununla birlikte, kötüleşen yerel koşullarla karşı karşıya kaldıklarında, esas olarak kanatlı (alat) formları üretmeye geçerler. Bir koloninin nüfusu ne kadar büyükse, kanatlıların oranı da o kadar yüksek olur. Genel olarak, cinsel formlarda dişiler kanatsız, erkekler ise kanatlıdır. Bununla birlikte, önemli sayıda tür (Avrupa aphidlerinin %10'u) erkek fenotipinde genetik çeşitlilik gösterir: Soylar sadece kanatlı erkekleri üretir, diğerleri sadece kanatsız erkekler ve yine de diğerleri her iki türün bir karışımını oluşturur (Anonymous 2023). Aphidlerde hem döllemlili hem de döllemsiz çoğalma (Heterogonie) tipleri birbirini izler. Heterogonie karakteri gösteren böceklerde polimorfizm daha fazla görülmektedir. Diğer bazı böceklerde

---

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

görülmesinin yanı sıra en belirgin olarak aphidlerde polimorfizm görülür.

Doğada bir formun meydana gelmesi genetik faktörlerle kontrol edilebilir. Kalıcı genetik polimorfizmlerde, bir morf nadir olduğunda seçici olarak avantajlı, bol olduğunda dezavantajlı hale gelmelidir (Watanabe et al. 2016). Fakat bazı değişimler var ki, o da çevresel faktörlere bağlıdır, buna polimorfizm denir. Polimorfizm, mevsime göre böceklerin renk, şekil ve organlarında meydana gelen değişimlere denir. Aphidlerin zararı şartlı olarak üç kategoriye ayrılabilir. İlk tür zarar, aphid kolonileri tarafından önemli miktarda bitki özsuyunun tüketilmesi ve ayrıca bitki üzerindeki kimyasal etki ile belirlenir. İkinci tür zarar, hızlı popülasyon içi varyasyon olasılığı ile ilgilidir. Üçüncü tür zarar, aphidlerin bitkilerin viral hastalıklarını iletme kabiliyeti ile ilgilidir. Her üç zarar kategorisi de bir şekilde aphidlerin polimorfizmi ile ilişkilidir (Vereschagina and Gandraber 2014).

Polimorfizm, aphidlerin gerek kültür bitkilerine zararlı olmaları ve gerekse bitki virüs hastalıklarını nakletmeleri yönünden önem taşımaktadır. Kanatlı bireylerin meydana gelmesi onların konukçu değiştirmelerine neden olur. Yaz boyunca meydana gelen kanatlı viviparlar, primer ve sekonder konukçu bitkilerde yaz devresini geçirirler. Primer konukçuda, yakın akraba veya aynı tür bitkilere göç ederek zararlı olurlar. Kanatlı bireyler ayrıca, aphidlerin daha geniş alanlara yayılmasına ve daha fazla kültür bitkilerinin bulaştırılması sonucu ekonomik zararlar meydana getirir. Kanatlı formlar kolonize olmadıkları bitkiler üzerinde de beslenerek zararlı olabilirler.

Bazı aphidlerin nimfleri, bazılarının ilkbahar kanatlıları veya oviparları ya da fundatrijenleri, diğer bazılarının da vivipar ya da gynoparları ile erkekleri belirli virüslerin taşınmalarında diğer dönemlere veya formlara göre daha önemli rol oynamaktadır.

Aphidlerin ataları kanatlı Amphigonid böcekler olması dolayısıyla her bir türün hiç olmazsa bir parthenogenetik vivipar ve bir kanatsız vivipar dişi şekli gelişmiştir. Kanatlı formaların orijinal durumu en iyi *Greenidea Schouteden* cinsinde görülür. Meyve zararlısı olan doğu kökenli bu aphidlerde fundatrix, ovipar ve erkekler daha çok kanatlı olup yapı olarak birbirlerine benzerler. Kanatsız viviparlar da meydana gelebilir, fakat bazen kanatlıların, kanat hariç diğer karakterlerine sahiptir.

Meşeler üzerinde olan bazı türlerde kanatsız birey görülür ve erkeklerde kanat gelişebilir. Phyllaphidine aphidleri genellikle kanatsızdır. Bazı aphid türlerinde ise bütün viviparlar kanatsız, fakat oviparlar kanatlıdır. Her bir Holocyclic türde beş ya da altı morph vardır. Bunlar erkek ve ovipar dişiler, fundatrixler ve kanatsız ve kanatlı virginoparlar ya da gynoparlardır.

## **Aphidlerde Görülen Formlar**

### **Fundatrix**

İlkbaharda döllenmiş kış yumurtasından çıkan formdur. Primer konukçuda görülür. Parthenogenetik olarak çoğalır ve canlı doğurur, vivipardır. Fundatrix kanatsız olduğunda morfolojik karakterler bakımından en son generasyonun kanatsız vivipar dişilerinden farklı olabilir. Genellikle anten uzunluğunda çoğunlukla anten segmentleri sayısında ve sensoriumlarında bir azalma vardır. Bazen bacaklarda, ovipar bireylerde olduğu gibi arka tibia üzerinde pseudosensoria görülür. Kauda ve kornikül kısadır, şekil değişikliği gözlenir. Çok nadir olarak da körelmiştir. Aphidinae cinslerinde vücut en son generasyonun kanatsız viviparlarından daha yuvarlak ve çok daha küçük olabilir.

Primer konukçu bitki olarak odunsu ve sekonder konukçu bitki olarak da otsu bitkilerde beslenen dioecious aphidler arasında bütün yaşam döngülerini sekonder konukçu bitki üzerinde devam ettirebilen bir veya birçok tür görülebilir. *Myzus cerasi* Fabricius, primer konukçu olarak *Prunus* türlerini, sekonder konukçu olarak da Rubiaceae, Cruciferae, Gentinaceae ve Scrophulariaae türlerini seçerler. Rubiaceae üzerinde geçici monoecious devre meydana gelir ki, burada fundatrixler, son generasyonda meydana gelen kanatsız vivipar dişilerden çok az farklı veya hiç fark göstermezler. *Prunus* üzerindeki türlerde fundatrixler son generasyonun kanatsız viviparlarından oldukça farklıdır. Bu durum fundatrixlerin morfolojik karakterlerinde beslenme faktörlerinin de etkili olabileceğini göstermektedir.

Bazıları otsu bitkilerde bazıları da otsu olmayan bitkilerde yaşayan, birbirleriyle ilişkili olan bir aphid grubunda, sadece otsu bitkilerde yaşayanlar otsu olmayan bitkilerde yaşayanlardan farklıdırlar. Bütün morphlarda antenler az veya çok kısalmış, özellikle son segment uzantısı çok fazla kısalmıştır.

Yazlayan ergin öncesi dönemlere sahip *Periphyllus* türlerinde genellikle kanatsız vivipar olarak gelişir. Ancak fundatrixlerde sonraki döllerin kanatsız viviparları birbirinden farklıdır. Beslenme bu olayı çok etkilemektedir. Birbiri içine girmiş döllere yazlayan ergin öncesi dönemler birlikte gelişirler. Aynı yaprak üzerinde gelişerek meydana gelen erginler yazlayan ergin öncesi dönemlerden ergine dönen bireylerden çok farklı olabilir.

Asya kökenli *Greenideina* bireylerinde fundatrixler kanatsız, *Symydobius* (*Phyllaphidine*) cinsinde fundatrixler kanatlı veya kanatsız olabilir. *Drepanosiphini* ve *Phyllaphidine* cinslerinde de fundatrixler kanatlıdır.

Aphidlerde fundatrixler kanatlı ise sonraki döllerin kanatlı formlarından morfolojik olarak çok farklı değildirler. Gerçekte farklar, antendeki son segment uzantısının daha kısa ve kıllarının sayısının son generasyonun kanatlı viviparlarından daha uzun ve daha fazla olmasıyla sınırlıdır.

### **Kanatlı vivipar dişiler**

Konukçu değiştirmeyen türlerde kanatlılar oldukça uniformdur. Eğer konukçu değiştirirse genel olarak çoğalma bakımından ve morfolojik olarak farklı kanatlı vivipar dişi formuna rastlanır. Bunlar viviparları meydana getiren primer konukçudan sekonder konukçuya gidenler (emigrant) ve sekonder konukçudan primer konukçuya gidenler (immigrant) ile normal olarak ya yalnız oviparları veya hem ovipar hem de erkekleri meydana getirenlerdir. Buradan bir türün bu iki formu arasındaki farkların sahip oldukları farklı tipteki embriyolardan kaynaklandığı sonucu çıkarılabilirse de durum böyle değildir. Birçok dioecious aphidlerde, sekonder konukçularda viviparları meydana getiren ve diğer birçok sekonder konukçuları üzerinde de kolonize olan kanatlı tipleri oluştururlar. Bu kanatlı tipler exule (Kolonize oldukları sekonder konukçu bitki üzerinde gelişen kanatlı ve kanatsız vivipar)'lerdir. Exule'ler çoğalma bakımından emigrantlara benzer, fakat morfolojik bakımından immigrantlara benzemektedir. Aphidinae de emigrantlarla, immigrantlar arasındaki morfolojik farklar, antenlerdeki sensoria oluşumu ile siphunculinin şeklindeki farklılıklar gibi çoğunlukla küçük farklardır.

Bir türün kanatlı formlarındaki bu polimorfizme neden olan faktörler sadece çevresel faktörler değildir. *Aphis fabae* Scopoli'nin bir gynoparı, oviparı meydana getirdikten sonra uzun gün ve yüksek sıcaklığa maruz bırakıldığında vivipar nimf meydana getirmiştir. Ovipardan vivipara dönüştürme embriyoların gerçek immigrant olduğu

düşünülebilir. Ancak bu durum fundatrixlerin ikinci ve üçüncü kanatlı dölllerinin yani emigrantların, immigrantlardan morfolojik olarak neden böyle farklı olduklarını açıklayamamaktadır. Gün uzunluğu ve sıcaklığın buna neden olması küçük bir ihtimaldir. Örneğin *Pistacia* üzerinde galler meydana getiren ve sekonder konukçu olarak çeşitli dikotyledonları seçen *Smynthurodes betae* Westwood'daki emigrantlarla vivipar meydana getiren immigrantların farklı konukçu üzerinde de olsa aynı zamanda geliştiği gözlenmiştir.

### **Kanatsız vivipar dişiler**

Tam bir hayat devresine sahip bütün türlerde fundatrix kanatsızsa sonraki döllerin kanatsızlarından yapı bakımından az veya çok farklılık gösterir. Sonraki döllerin kanatsız viviparları arasında çeşitli polimorfizm tipleri görülür. Birçok Aphidinae türünde ikinci dölün kanatsızları, üçüncü ve sonraki dölllerinden daha kısa processus terminalise ve daha az anten sensoriasına sahip olmaları ile farklılaşırlar. Bu karakterler fundatrixte daha belirgin olarak bulunur. *Aphis* cinsinin özellikle *Rubus* sp. üzerinde yaşayan türlerinde ikinci ve üçüncü gregar viviparları, bodur ve tamamen soliter olan yavrular meydana getirir. Bu yavrular annelerinden renk, 6 yerine 5 segmentli antene sahip olma ve çok az üreme gücünde olmaları bakımından farklıdırlar. Normal büyüklükteki ilkbahar dölllerinden yaz bodurlarına geçiş ani olur ve beslenme yetersizliğinden meydana gelen küçük kalıktan çok farklıdır. *Aphis ruborum* Börner'da belli şartlarda türlerde bodur yaz formlarından normal büyüklükteki bahar formlarına dönüş olduğu gösterilmiştir. Uzun günler ve yüksek sıcaklık ovipar gelişmesini baskı altında tutar ve vivipar olarak çoğalma devam eder. Ancak bu sırada da kanatlı erkekler gelişir. Aynı sıcaklıkta ve ışık koşulları altında ilkbahar formlarını geliştiren yeşil renkli ergin öncesi dönemler meydana getirilmiştir. Buna taze gelişen dokularda beslenmenin neden olduğu düşünülse de henüz kanıtlanmamıştır.



Konukçu değiştiren kış konukçuları üzerinde iki veya daha fazla döl veren Eriosomatinae de 2. dölün kanatsız viviparları, genellikle sekonder konukçulardaki sonraki döllere yapı bakımından çok farklıdırlar. Bu kanatsız viviparlar, mum bezlerinin bulunması veya bulunmaması bakımından fundatrixe benzer ya da farklılık gösterirler.

Hormaphidinae'nin konukçu değiştiren kanatsız vivipar dişilerinde normalin dışında bir polimorfizm görülür. Hamamelidaceae, Styracaceae ya da Lorantaceae üzerinde meydana getirilen gallerde fundatrix yanında fundatrixe benzeyen normal Aphidinae yapısına sahip bir ya da iki kanatsız viviparlar meydana getirilebilir. İkinci ve üçüncü dölün kanatlı formları sekonder konukçularda üzerinde önceki kanatsızlarla çok az benzerlik gösteren bir döl meydana getirirler.

Erginlerde antenler hareketsiz çengellere dönüşür veya çok küçük şişkinlikler halindedir. Bacaklar, tırnaklarını veya tüm tarsiye kaybeder, hareketsizdirler, ortama sıkıca yapışmışlardır.

## Ovipar Dişiler

Bu formun polimorfizmi kesin olarak açıklanamamıştır. Vivipar dişilerden çoğalma bakımından farklı olsa da morfolojik olarak çok benzer. Greenidae ve yakın cinslerde kanatlı oviparlar viviparlardan çok az farklı external genital organlar ile ayırt edilir. *Stomaphis* gibi belli cinslerde kanatsız ovipar, viviparlardan tamamen ayırt edilmez durumdadır. Fakat bütün Eriosomatinae de oviparlar viviparlardan son derece farklıdırlar.

Bazı gruplarda oviparlar, bir ovipozitöre veya yumurtaları örtmek için özel mum bezlerine sahiptir. Fakat bir türde ikisi birden hiçbir zaman bulunmaz. Vücut uzantılarının kısa kalması ve arka tibialarda glandular yapıların bulunması, aphidlerin çoğunda

oviparların kanatsız viviparlardan ayırt edilmesinde kullanılan karakterlerdir.

Genellikle aphid türlerinin ovipar dişleri kanatsızdır. Farklı sistematik gruplara ait türlerin çoğunda oviparlar birçok yönden özellikle tergumun sklerotizasyonu bakımından ergin öncesi dönemlere, aynı türün viviparlarından daha çok benzerler.

Greenidae familyası cinsleri ve yakın cinslerde oviparlar ve diğer formların çoğu kanatlıdır. Kanatlı oviparlar ayrıca *Neophyllophis* gibi üyeleri Coniferae üzerinde yaşayan ilkel cinslerinde de görülür. *Populus* kabukları üzerinde yaşayan *Phloemyzus* türlerinde oviparların kanatlı oluşu ayrı bir özellik gösterir. Bu cinste viviparlar kanatsız olduğundan, türlerin yayılmasında kanatlı oviparlar etkili olur.

## Erkekler

Bilindiği kadarıyla erkeklerde polimorfizm oldukça nadirdir. Kanatlardaki farklılıkla veya kanat gelişmesiyle ilgilidir. Eriosomatinae gibi gruplarda ve *Stomaphis* cinsinde erkekler fonksiyonel ağız parçalarına sahip olmayan bodur bireylerdir. Kanatsız ve monomorfiktirler. Diğer gruplarda erkeklerin kanat gelişmesinin cinsiyete bağlı olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarla, aynı türde hem kanatlı hem de kanatsız erkek bireyler meydana getirilmiştir. *Myzus cerasi* Fabricius primer konukçusu olan *Prunus avium*'dan sekonder konukçusu olan *Galium* spp.'ye aktarıldığında kanatsız erkekler meydana getirmiştir. Bununla birlikte *Dysaphis (Pomaphis) plantaginea* (Passerini) de bazı kanatsız erkekler görülmüştür.

Erkeklerde kanatların gelişmesi ve yokluğu henüz bilinmeyen nedenlere dayanmaktadır. Aynı şartlar altında yetiştirilen bir türün alt

türlerinde yapılan gözlemler bir kalıtım faktörünün olduğunu göstermektedir. Ancak bu görüş kesin olarak ispatlanmamıştır.

### **Ergin Öncesi Dönem (Nimf)**

Ergin öncesi dönem polimorfizmde özel bir durum vardır. Bazı aphid gruplarında nadir olarak polimorfizm birinci nimf döneminde meydana gelir ve ikinci ya da son nimf döneminde kaybolur. Meydana gelen erginler yapı ve fonksiyon olarak birinci nimf dönemlerini farklı geçirmiş aynı türün erginlerine benzer.

Aphidlerde morflar, doğumdan önce veya üçüncü nimf döneminden önce belirlenir ve bir türün çeşitli morflarının nimflerinin farklılık göstermesi doğaldır. Birbirleriyle akraba olmayan iki aphid cinsinden virginoparlar, çoğalma ve morfoloji bakımından aynı morflara doğru gelişen iki farklı tipte birinci dönem nimf meydana getirir. Bu durum belirli bazı Ephemeroptera'da görülmüştür.

*Periphyllus* cinsindeki nimf dimorfizmi çok iyi bilinmektedir. Dünyadaki türlerin yaklaşık yarısında, ikinci ve bazen daha sonraki döllerin kanatsız ve kanatlı formları, kalın camsı mumla kaplı yassılaştırmış nimfleri meydana getirir. Bu nimfler Mayıs'tan Ağustos'a ya da Eylül ayına kadar süren uzun bir yazlama periyoduna girerler. Üç veya dört avrupa türünde bu nimfler normal şekilli gibidir fakat son derece uzun kılıdırlar aynı zamanda da gregardır. Yazı uzun kolları birbirine dokunacak şekilde ve styletleri floeme sokulmuş olarak yan yana meydana getirdikleri gruplar halinde geçirirler. Fakat ballı madde çıkarmazlar. Tabiatта bunlar çoğunlukla kanatsız nadiren kanatlı sexuparlara doğru gelişirler.

Avrupa, Kuzey Amerika ve Doğu Asya'da başka bir türde ise nimfler son derece kısa dorsal kılırlara sahiptir. Bu nimflerin kolları ve bacakları yassılaştırmıştır, tamamen soliterdir. Yaprakların veya

meyvelerin alt ve üstündeki konkav kısımlar üzerinde yerleşirler. Bunlar daha fazla oranda kanatlı formlar meydana getirirler.

### **Intermediatlar = Ara Tipler**

İki morf arasında ara tipte olan örnekler az veya çok yaygın olarak çeşitli aphid türlerinde bulunurlar. Bunlar hem çoğalma bakımından hem de morfolojik bakımından intermediat olabilirler. *Periphyllus californiensis* (Shinji) türünde 17'den az olmayan formlar veya tipler tespit edilmiştir.

Gynandromorflar, yani hem tipik erkek karakterini (genital organlar) hem de kanatlı veya kanatsız vivipar dişilerin bazı karakterlerini üzerinde taşıyan tipler nadirdir. Fakat *Myzus persicae* (Sulzer)'de buna ait örnekler görülmüştür. Ovipar dişilerle kanatsız vivipar dişiler arasındaki intermediatlar çok daha fazla yaygındır. Çoğalma bakımından böyle örnekler genellikle vivipardırlar. Fakat nadir olarak hem diyapoza girmiş hem de tamamen gelişmiş embriyoları taşıyan yumurtalara sahip örnekler de bulunabilir.

*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)'un sexuparları, styletsiz erkek ve ovipar nimf yanında, vivipar nimflerinki gibi tamamen gelişmiş ağız parçalarına sahip intermediat nimfler meydana getirebilirler. Kanatsız viviparlara sahip türlerde, oviparların bazı karakterlerine sahip kanatlı vivipar dişiler nadir olarak bulunurlar, bu durum birçok aphid grubunda çok yaygındır.

### **Polimorfizme Neden Olan Faktörler**

#### **İç Faktörler**

Aynı şartlar altında bazı türlerin bütün viviparları kanatlı olmasına karşılık, diğer bazılarının kanatsız olması, bazıları hemen bütün yıl sexualleri meydana getirmesine karşılık diğer bazılarının

yılın yalnız belli bir periyodunda sexual meydana getirmeleri veya hiç getirmemeleri veya hiç getirmemeleri, aphidlerde polimorfizmde kalıtım faktörlerinin etkili olduğu göstermektedir. Phyllaphidine aphidlerinde kanatsız viviparların varlığı veya yokluğu bir cins karakteri olarak düşünülmüştür. Daha sonra kanatsız vivipar dişilerin görülmesinin bir tür karakteri olduğu gösterilmiştir.

Ayrıca türler içinde de klonlar arasında polimorfizm bakımından farklılıklar vardır. *Aphis fabae* Scopoli' de sexualleri meydana getirmeye başlaması bakımından farklı klonların farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılıklar gösteriyor ki genetik etkenler, morf tayininde rol oynarlar. Bu faktörler çok az deneysel olarak incelenmiştir. Genetik olarak bütün dişiler  $2n$  kromozoma sahiptir. Türe bağlı olarak  $n$  sayısı 2-20 arasında değişir. Erkekler  $2n-1$  kromozoma sahip olan yumurtalarla gelir. Döllenenmiş kışlık yumurta  $n$  kromozomuna sahiptir. Sperma hem  $n$  hem de  $n-1$  kromozomlu spermatozooya sahiptir. Ancak  $n-1$ 'li bütün spermatidler bozulurlar ve böylece döllemli yumurta  $2n$  kromozoma sahip olur ve dolayısıyla dişiyi meydana getirir.

Aphidlerde genetikle ilgili çalışmalar farklı gruplar tarafından farklı ekolojik bölgelerde yapılmaktadır.

## Çevre Faktörleri

### Ergin Öncesi Dönemi Polimorfizmini Etkileyen Faktörler

*Periphyllus testudinaceus* (Ferne) ve *Periphyllus acericola* Walker türlerinde yazlayan ergin öncesi dönemlerin konukçu bitki tarafından regüle edildiği gözlenmiştir. Örneğin iyi gelişen *Acer* üzerinde, yazlayan ergin öncesi dönem meydana getirilmesi gecikir veya baskı altına alınır. Doğada yazlayan ergin öncesi dönem birkaç aylık bir dinlenme periyodundan sonra kanatsız, nadiren kanatlı

sexuparlara doğru gelişir. Kısa günler ise dinlenme periyodunu önemli ölçüde kısaltır.

Bütün *Periphyllus* türlerinde yazlayan ergin öncesi dönemlerin meydana getirilmesi veya baskı altına alınması besine göre belirlenmez. *Periphyllus granulatus* Koch'da hem yazlayan ergin öncesi dönemlerin hem de normal ergin öncesi dönemlerin çoğalması konukçu bitkinin çeşitli durumlarında yazın sonuna kadar devam eder. Fakat ergin dişi yazın yapraklardan petiollere ve meyveye geçerler. Bütün *Periphyllus* türlerinde kanatlı viviparlar 2. ve 3. döllerde görülmüştür. Çünkü uzun günler kanat gelişmesini kontrol altına almaktadır.

### **Kanat Gelişmesini Etkileyen Faktörler**

Kanatsız virginoparlara sahip belirli türlerin aniden büyük sayılardan kanatlı formları meydana getirdiği bilinmektedir. Bu konuda beslenmeye dayalı nedenler, konukçunun zayıflaması, açlık, fazla popülasyon yoğunluğu, hava nemi, sıcaklık, ışık vs. gibi çeşitli faktörler üzerinde durulmuştur. Hille Ris Lambers (1966)'nın Bonnemaison'a atfen bildirdiğine göre *Brevicoryne brassicae* Linnaeus'da popülasyon yoğunluğu veya grup etkisi kanatlı formların meydana gelmesinde başlıca faktördür. *Brevicoryne brassicae*'de annesi ayrı bir yerde tutulmuş olarak yetiştirilen yeni doğmuş nimfler kanatlı formların meydana gelmesine olanak vermezler. Fakat anne ile nimf arasında uzun süren bir temas nimflerin kanatlı olmasına neden olur. Burada nimf üzerinde doğumdan sonra gurup etkisi yoluyla kanat gelişmesi üzerinde etkili olan bir anne etkeni söz konusudur. Fakat bu yavrular 20°C de 72 saat içinde annelerinden ayrılırsa kanatlar meydana gelmez. Bununla beraber bir sınırlama vardır. Annenin çoğalma periyodunun ilk üç gününde doğan nimfler, eğer anneden ayrı

olarak büyütülürse kanatlı olmazlar. Fakat bu nimfler üçüncü nimf döneminden itibaren anneleriyle beraber olursa kanatlı olurlar.

Kanat gelişmesi üzerine popülasyon yoğunluğunun yani küçük bir yaprak alanı üzerinde yakın (sıkışık) beslenme veya yakın temastan hangisinin etkili olduğu tam bir açıklığa kavuşturulmamıştır. Bununla beraber *B. brassicae* 'nin larva veya erginlerinin daha önce büyük bir aphid kolonisi tarafından işgal edilmiş bir yaprak alanı üzerinden izole edilmek suretiyle beslenmesi kanat gelişmesine yol açmamıştır. Kanatsız *Myzus persicae* Sulzer, yoğunluğun fazla olduğu yüzeyde uzun süre yaşayamaz ve yavrular kanatsızdır. Tek tek yetiştirilen *Megoura viciae* Buckton da kanatsız viviparlar, yalnız kanatsız döl meydana getirir. Fakat popülasyon yoğunluğu artarsa kanatlı döllere meydana gelir.

Yukardakilerden anlaşıldığı gibi, grup etkisi kanat gelişmesinin oluşmasında üç farklı şekilde rol oynar. Kısmen prenatal (doğum öncesi) fakat daha ziyade postnatal (doğum sonrası) olarak anneden yavruya (*Brevicoryne brassicae*), postnatal olarak yavrudan yavruya (*Myzus persicae*), ve prenatal olarak anneden yavruya (*Megoura viciae*). Yapılan çalışmalarla kanatlı olması beklenen bir dişi embriyosunun doğumdan önce veya sonra çeşitli zamanlarda gelişmesinden saptırılabilceği ve kanatsız olabileceği gösterilmiştir. Kanatsız olmaması birçok aphid türünde oviparlıkla birlikte ortaya çıkması böyle aphidlerde dönüşüm veya sapmanın erken embriyonik gelişme sırasında vivipar oluşumu ile aynı zamanda veya hemen sonra olduğu anlamına gelir. Oviparlığa doğru sapmadan kaçan embriyolar daha sonra prenatal olarak sıcaklık, beslenme, fotoperiod ve grup etkisi gibi çeşitli etkenlerle etkilendirilebilir.

Konukçu değiştiren Aphidine'nin kanatlı gynopar meydana getirmesinde özel komplikasyonlarla karşılaşılır. *Dysaphis* (*Pomaphis*) *pyri* (Boyer de Fonscolombe)' in kanatsız Exule'lerinde,

grup etkisi, uzun fotoperiyod veya yüksek sıcaklık, kanatlıların meydana gelmesine yol açmaz. Fakat populasyon yoğunluğu, kısa bir fotoperiyod ve 22°C nin altında bir sıcaklıkla birlikte, gynopar olduklarında kanatlıların meydana gelmesini artırır ve hızlandırır. Doğumdan itibaren ayrı bir yerde tutulmuş olarak yetiştirilen Exule'ler, 5-8 kez kısa fotoperiyottan sonra %5 daha az gynopar meydana getirirler. Fakat bu şartlar altında yoğunlaştırıldıkları takdirde 3-4 kez fotoperiyod, gynopar meydana getirilmesinde % 50-100 artış olmasına neden olur. 8-11 gün karanlıkta, kanatlı gynoparların meydana gelmesine yol açar. Annenin yaşı ve beslenmesi gynopar meydana gelmesi için gerekli fotoperiyodların sayısında rol oynar.

Kanatlı ve kanatsız bireylerin meydana gelmesinde besinin de etkili olduğu düşünülmektedir. Fakat daha sonra yapılan çalışmalar besinin pek fazla bir rolü olmadığı ortaya kondu. Eğer iki ayrı bitkiden her birine bir yavru aphid konup yetiştirilir, sonra ergin olumuna yakın bunlar bu bitkiden alınıp fiziksel kontakta bulunabilecekleri şekilde, örneğin bir tüp içerisine bir süre için konur ve sonra her biri tekrar kendi bitkileri üzerine yerleştirilirse bunlar kanatlanacak yavru meydana getirir. Eğer bütün hayatları boyunca birbirinden ayrı olarak bulunurlarsa kanatsız dişiler meydana getirir.

Ancak besinin kesinlikle hiçbir rol oynamadığını söylemek de hatalı olacaktır. Kanatlı dölleri meydana getirecek şekilde koşullandırılan belirli bir türde yavruların kanatlı olacağı beklenendir. Bu durum bir yavrunun çok genç bitki ya da yapraktan veya yaşlı yapraklardan beslenmesine göre farklılık gösterir. İlerde kanatlı birey haline gelecek yeni doğmuş bir yavru eğer çok taze yapraklar üzerinde yetiştirilirse kanatlı olmayabilir. Ancak yavru yaşlı yapraklar üzerinde yerleştirilirse kanat gelişimi normal seyrinde devam eder (Hille Ris Lambers, 1977).



Kuru şartların ve solmuş bitkilerin Filoksera, (*Viteus vitifolii* (Fitch))'larda kanatlı formların meydana gelmesine neden olduğu görülmüştür. Yine *B. brassicae*'da besindeki protein arttıkça kanatlı formlar ortaya çıkar. *M. persicae*' de suni bir ortamda beslenirken besinden bir amino asidin çıkarılması kanatlıların kanatsız dönmelerine neden olur (Wigglesworth, 1953). 21-24° C sıcaklıkta, 12 saat veya daha fazla fotoperiyoda maruz bırakılan aphidlerin, kuvvetli koloniler yaptıkları ve en az kanatlı formları ürettikleri görülmüştür (Harties, 1966). Yine ebeveynlerinin düşük sıcaklığa tutulan nimf ve ergin dönemlerinin günde 16 saatlik fotoperiyoda maruz bırakılan *Acyrtosiphon pisum* Harris' de kanatlı formlar yoğun olarak görülmüştür (Kenten, 1955).

### **Sexuallerin Meydana Gelmesini ve Sexual Çoğalmayı Etkileyen Faktörler**

Sexualler devrenin son generasyonunda meydana gelen kanatsız dişiler ile kanatlı veya kanatsız erkeklerdir. Dişiler yumurta koyduklarından bunlara ovipar da denir.

Eriosomatinae' de sexupar (cinsiyet bakımından farklı yavru verenler), hem ovipar dişiler, hem de erkekler meydana getirirler. Onun için oviparlar ile erkekler kardeşirler. Gynoparlar normal olarak ovipar olan dişiler meydana getirirler. Eğer gynopar doğumdan önce belirlenmişse ovipar oluşumu annenin kontrolü altındadır. Fakat erkeklerin meydana getirilmesine ilişkin bilgilerin çoğu erkek nimflerin, daha sonra annenin çoğalma periyodunda meydana geldiklerini gösterir. Yalnız *Periphyllus*'un iki türünde, erkek nimflerin, doğada sexuparların ilk birkaç nimfi arasında bulunduğu bildirilmiştir. Fakat erkeklerin anne tarafından kontrol edildiği henüz kanıtlanamamıştır.

*Megoura viciae* Buckton üzerinde yapılan bir çalışmada, anneye uygulanan kısa günün ovipar meydana gelmesine yol açtığı fakat 23° C'nin üzerinde kısa günün bu etkiyi göstermediği saptanmıştır (Lees, 1963) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kanatsız oluşumunda yüksek sıcaklığın etkisi (Lees, 1963).

Anne tipi	Sıcaklık °C					
	15	20	21	22	23	25
Ovipar meydana getirenler	100	100	80	55	0	0
Vivipar ve ovipar meydana getirenler	0	0	20	45	50	33
Vivipar meydana getirenler	0	0	0	0	50	67

Çizelge 1 saatlik kısa gün şartlarında yetiştirilmiş kanatsız annelere, form tayini üzerinde yüksek sıcaklığın etkisi gösterilmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi 23 °C de oviparlar hiç meydana gelmemiştir. Ovipar üremeden vivipar üremeye geçiş 21 °C den 250 °C ye kadar değişen bir sıcaklık farkında olmuştur. Viviparlar 21 °C den itibaren görülmeye başlamış ve 25 °C den sonra ise tamamen viviparlar meydana gelmiştir.

Anneler devamlı karanlıktan, devamlı aydınlığa kadar değişen fotoperiyod uygulanarak yetiştirilmiştir. 200 anne ve onların 20.002 yavrusu üzerindeki kayıtlara dayanmaktadır. Ovipar meydana getirenlerin oranı 4-12 saate kadar değişen fotoperiyodlarda %100 olmaktadır. Hatta 14 saatlik periyotta ebeveynlerin %88'i ovipar vermiş daha uzun periyodlarda yüzde çok ani olarak düşmekte 15 saatte sıfır olmaktadır. Uzun fotoperiyodlar virginopar meydana getirmeyi fazlasıyla teşvik etmektedir ve kısa gün uzunlukları onların görünüşünü baskıda tutmaktadır.

Ovipar ve virginopar meydana getiren anneler kritik fotoperiod olan 14 1/2 saat civarında görülmektedir. Aynı zamanda günlük ışık periyodunun iki saatin altına düştüğü zamanda önemli sayıda bu bireyler meydana gelmektedir.

Bu kritik fotoperiyottan 25 dakika daha fazla fotoperiyoda tutulan anneler, çoğunlukla karışık daha ziyade ovipar ve vivipar dişiler meydana getirirler. 15 dakikalık bir fotoperiyod sapması ise anne aphidin reaksiyonlarında büyük bir değişmeye sebep olur. Fakat kritik fotoperiyod bir dereceye kadar sıcaklıkla korelasyon halindedir. Çünkü 5°C'lik bir sıcaklık yükselmesine karşılık kritik fotoperiyod 15 dakika kısalmır (Lees, 1963).

Hem nimf hem embriyo olarak kısa güne, ergin olarak uzun güne maruz bırakılan anneler ovipar meydana getirirler. Fakat büyük annelerin embriyoları daha önceleri kısa güne, sonra doğumlarından 2-6 gün önce uzun güne, sonra postnatal büyüme esnasında kısa güne ve en son olarak da erginken uzun güne maruz bırakıldıklarında ovipar meydana getirirler, bunu viviparlar izler (Leen 1959).

Fotoperiyodun direkt olarak anne üzerine mi yoksa besin dolayısıyla indirekt olarak mı etkili olduğu yeterince incelenmemiştir.

Lees (1964) son derece lokalize olmuş ışığı aphidlere uygulayarak yalnız aphidler üzerinde uzun bir fotoperiyod meydana getirmiş, böylece fotoperiyodun aphid tarafından direk olarak alındığını göstermiştir. Araştırmacı iğneden daha ince olan ışın hüzmelerini ana aphidin vücudunun çeşitli kısımlarına uygulayarak bundan, annenin etkilendiğini ve aynı zamanda etki alanının gözler arasındaki bir kısımda, beynin yerleştiği hassas bir noktada olduğunu göstermiştir. Etkinin anadan fizyolojik olarak yavruya geçtiği, fakat deneme sırasında anne karnında mevcut olan embriyoya direk olarak geçmediğini açıklamıştır.

Sexuparlara sahip türlerde vivipar dişiler normal olarak ya yalnız vivipar ya da hem ovipar dişiler hem de erkekler meydana getirir. Lees (1959) *Megoura viciae* erkeklerinin, çoğunlukla annenin çoğalma periyodunun ortalarında meydana getirildiğini ve kanatlı annelerin kanatsız annelerden daha az erkek meydana getirdiğini tesbit etmiştir. Çok düşük veya çok yüksek sıcaklıklar erkeklerin meydana gelmesini önler, fakat oviparların oluşumunda önemli olan fotoperiyod erkeklerin oluşumunda rol oynamamıştır.

*Acyrtosiphon pisum* Harris anneleri uzun fotoperiyod altında ya erkek meydana getirmeyen ya da nadiren meydana getirirler. Nimf periyodları sırasında günde 8 saatlik fotoperiyoda maruz bırakıldığında 200 °C' nin altındaki bütün sıcaklıklarda sexual formlar meydana gelmiştir. (Kenten, 1955). Annelerin yavrulama süresince uygulanan günde 8 saatlik fotoperiyodun erkek bireyleri meydana getirmesine etkisi araştırılmıştır. Erkek bireyler 11-13 °C ve 19-20 °C de, fakat daha çok 19-20 °C'de yoğun olarak görülmüştür. Anne aphidlerin ergin periyodları süresince fotoperiyoda maruz bırakılması, onların sexual döllerin meydana gelmesini etkilememiştir. Erkek döllerin meydana gelme oranı en fazla 17-20 günlük annelerde görülmüştür. Yüksek sıcaklık (25-30 °C) ve günde 8 saatlik fotoperiyotta sexual formlar meydana gelmemiştir.

*Megoura viciae* kanatsız viviparlar tarafından erkek bireylerin meydana getirilmesine farklı sıcaklık ve fotoperiyodun etkisi saptanmıştır. Burada sıcaklık erkek bireylerin meydana gelmesinde başlıca faktör olmuş 15-20 °C de önemli derecede erkek bireylerin meydana geldiği görülmüştür. Yüksek sıcaklık veya düşük sıcaklık erkeklerin meydana gelmesini baskı altına almıştır. 11 °C de erkek bireylerin meydana gelmesi önemli derecede düşmüştür. 11-20 de kısa ve uzun gün periyodu, 15 °C de ise bütün fotoperiyod serileri uygulanmıştır. Fakat fotoperiyodun erkeklerin meydana gelmesini

hiçbir şekilde etkilemediği görülmüştür. (Lees,1963). *Aphis forbesi* Weed `de Mayıs ayında 7,5 saat gün ışığına tutulursa oviparlar, Aralık ayında uzun gün ışığına maruz bırakılırsa viviparlar meydana gelir (Wigglessworth, 1953).

*A. pisum* da viviparların meydana getirdiği yavrular arasında çeşitli fotoperiyod ve sıcaklık koşulları altında esas olarak 4 tip görülür.

- a) Sadece viviparlar
- b) Vivipar ve erkekler
- c) Vivipar, ovipar ve erkekler,
- d) Ovipar ve erkekler.

Bunlardan viviparlar, yüksek sıcaklık ve uzun fotoperiyotta, diğer tipler ise kısa fotoperiyod ve düşük sıcaklıklarda meydana gelir (Lamb and Pointing, 1975).

Oviparların ve erkeklerin, sıcaklığın düşük fotoperiyodun kısa olduğu bir zamanda meydana getiren birçok toprak altı aphidinde, fotoperiyodun nasıl alındığı ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. *Aphis forbesi* gibi bazı aphidler ışığın kendilerine ulaşabileceği kadar yüzeye yakın yaşarlar. Fakat diğer bazı türler sexuparlar ve sexualleri, fotoperiyodun direkt olarak etkileyemeyeceği toprak derinliğinde meydana getirirler. Onlar için ya sıcaklık tek faktördür ya da bu aphidler bitki dolayısıyla indirekt olarak ışıktan etkilenmektedirler.

Yüksek sıcaklıklar, fundatrixlerle sexual meydana getirme potansiyeli arasındaki süreyi ve fundatrix faktörünün etkisini kısaltır. Aynı zamanda kısa gün etkisine karşı koyarak sexuallerin meydana gelmesini baskı altına alır. *M. yiciae* da 20° C de 12 saatlik fotoperiyod şartları altında, fundatrixlerle ilk ovipar meydana getirenler arasında 25 günlük bir zaman geçtiği bulunmuştur. *Aphis chloris* Koch da ilk

doğan yavrulardan sexualler oluşuncaya kadar 7 döl geçmektedir. *Brevicoryne brassicae*' da aynı anadan erken ve geç doğan yavrular yetiştirilerek erkeklerin, ilk yavrular ele alındığında 7 döl sonra, geç yavrular ele alındığında ise 5 döl sonra ortaya çıktığı görülmüştür. Genel olarak, yüksek sıcaklık ve sürekli ışık sexual çoğalmayı baskı altına alır. Sıcak iklimlerde sexual çoğalma tamamen ortadan kalkabilir. Buralarda parthenogenetik çoğalma görülür. *Aphis rumicis* kışın uygun ışık ve besinde parthenogenetik üremesine karşılık yazın haziran ayında ışık azaltılırsa cinsel çoğalmaya geçer. *A. pisum* da düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa maruz bırakılırsa parthenogenetik çoğalma başlar (Wigglessworth, 1953).

## Renkte Farklılaşma

Bazı aphid türlerinde belirli ırklar, varyeteler veya klonlar renk bakımından diğerlerinden ayrılırlar. Fakat renk bakımından farklı olan bireyler arasında, morfolojik yönden herhangi bir farklılık yoktur. En iyi bilinenler *Macrosiphum rosae* Linnaeus kırmızı ya da yeşil ırkları ve bu cinsin diğer üyeleridir. Yeşil *Aphis pomi* de Greer' nin parlak turuncu sarı bir ırkı da saptanmıştır. Aynı türün Ankara ve çevresinde yapılan gözlemlerde özellikle mayıs ve haziran aylarında limon sarısı renginde olan bireylerine rastlanmıştır (Düzgüneş ve Toros, 1978)

Bazı türlerde oviparlar veya erkekler viviparlardan renk bakımından ayrılırlar. *Uroleucon* cinsinin kırmızı kahve viviparlara sahip Avrupa'daki türleri üzerinde yapılan bir çalışmada kanatlı erkeklerin yeşil, kanatsız erkeklerin viviparlar gibi renklendiği görülmüştür. Yeşil viviparlara sahip birçok aphid türlerinde erkekler kırmızı veya kırmızımsıdır. Buna karşılık diğerlerinde de oviparlar kırmızımsıdır, ancak ikinci nimf döneminden sonra kırmızılaşırlar.

Hille Ris Lambers (1966) in Markkula ve Myllymaki ye atfen bildirdiğine göre Finlandiya'da *Rhopalosiphum padi* (L.) üzerinde

yapılan bir çalışmada yeşil kanatsız formların %18 kırmızı-kahverengi yavru meydana getirdiği, yeşil kanatlı formların yalnız yeşil yavru, kahverengi kanatsızların % 2-12 yeşil yavrular meydana getirdiği gösterilmiştir.

## Sonuç

Aphid türlerinin koloni tiplerindeki çok çeşitlilik, bu alanda bir genelleme yapılmasını olanaksız kılmaktadır. Diğer koloni tiplerine örnek teşkil eden aphid tipleriyle ortak noktalar bulmak koşuluyla, *Brevicoryne brassicae* kolonisi ayrıntılı bir örnek olarak verilebilir. Genç bitkiler bir yana bırakılırsa *B. brassicae*; brüksel lahanası, *Brassica oleraceae* gibi *Brassicae* türlerinin olgun ve yaşlı yapraklarının düz yüzeyleri üzerinde kolonilerini yapar (van Emden 1965). Farklı koloni tiplerinin bir hafta ya da aylık süreler içindeki gelişimleri bu yapraklar üzerinde izlenebilir. Bir koloni sıkıca kaynaşmış yaklaşık 20 kadar yavru aphidin bir araya gelmesiyle oluşur. Tek tek duran izole durumundaki aphidlerle yirmilik gruplar halindeki aphidlerin gelişimleri doğumlarından itibaren karşılaştırıldığında, grup halinde yaşayanların daha hızlı büyüdüğü gözlenmiştir (Way and Cammell, 1970). Grup halindeki her aphidin boyu 0,530mm iken, tek tek halde bulunan aphidlerin büyüklükleri 0,511mm civarındadır. Bunların yanı sıra grup halindeki ergin öncesi dönemlerin başlangıçta artış hızı, grubun büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Yirmiye kadar artan bir hızda çoğalma olmakta, yirmiden sonra çoğalmada bir azalma görülmektedir. Yeni oluşan bir koloninin başlangıçtaki çoğalma oranı, yani grubun büyüklüğü ile orantılı olan çoğalma hızı pek çok aphid türünün ortak bir özelliği olmaktadır. Bu çarpıcı özellik ilk kez Way and Banks (1967) tarafından *B. brassicae* üzerinde gözlenmiş ve Dixon and Wratten (1971) tarafından *Aphis fabae* örneği ile doğruluğu kanıtlanmıştır. Bir yaprağın bir yüzünde tek başına bir *B. brassicae*, öteki yüzünde küçük bir *Brevicoryne brassicae* grubunun gelişimi birinci nimf döneminden itibaren incelendiğinde grup halindeki *B. brassicae*'lerin tek başına olana kıyasla daha hızlı bir büyüme gösterdikleri gözlenmiştir. Yani grup halinde yaşayan tek başına izole durumundaki bir yaşamaya kıyasla



konukçu bitki üzerinde daha elverişli beslenme koşulları yaratmaktadır. Bu özellik ortak dokunma içgüdüsünden ileri geldiği gibi aynı zamanda grup beslenmesinin, bitki üzerindeki beslenme alanını daha kolay kullanılabilir hale dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır. Bir topluluk yaklaşık 10.000 bireyden oluşmasına rağmen, koloni sayısı belli bir ortalama büyüklüğü aştığında örneğin *B. brassicae*'de yüzü aştığında, çoğalma oranı belirgin bir biçimde azalmaktadır. Bazı aphidlerde ise örneğin erik aphidi, *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) karakteristik bir biçimde erik ağacının sadece genç yaprakları üzerinde toplaşmaktadır. Bu yaprakların fazla miktarda doğal besin kaynağına sahip olmaları aphidlerin niçin buralarda yoğunlaştıklarını açıklamaktadır. Aynı şekilde mürver ağacı aphidi *Aphis sambuci* Müller ilkbaharda yeni sürgünler etrafında yoğun bir kuşak oluşturmaktadır ve buradan yeterli besini sağlamaktadır. Beslenme aphidlerde polimorfizm gibi birçok değişimi etkilemektedir. Polimorfizm mekanizması birçok Aphidinae türünde anlaşılır bir şekilde açıklanmıştır. Kışlayan yumurtalardan çıkan fundatrix'in birkaç döle kadar gittikçe azalan bir etkisi vardır. Nimf veya ergin kanatsız vivipar yoğunluğu, kanatlı virginoparların gelişmesini kontrol eder. Birçok konukçu değiştiren türde fundatrix etkisi sona erdikten sonra popülasyon yoğunluğu, kısa gün uzunluğu ve düşük sıcaklık altında gynoparların meydana gelmesini sağlar. Kısa fotoperiyod ve düşük sıcaklıkta sexuallerin meydana gelmesine neden olur. İlkbaharda ve erken yazda bu durum fundatrix etkisi ve uzun bir fotoperiyod tarafından önlenir. Bundan dolayı sonbaharda sexualler meydana gelir. Fundatrixler yaz sonunda ergin olursa İlkbaharda sexuallerin meydana gelmesi beklenebilir. Böyle türler sonbaharda primer konukçularını terk ederler ve İlkbaharda sexualleri meydana getirirler.

Özellikle bu durumun görüldüğü kuzey aphidlerinde, fundatrix etkisi, türleri baskı altına alabilir. Çünkü konukçu bitkinin gelişme periyodu kısadır. Burada yerli türler 2-4 generasyonda tüm hayat çemberini tamamlar. Sexualler ekstrem uzun fotoperiyod altında meydana gelir. Bu durum ılıman bölgelerde çok az Aphidinae türünde de görülür ve sexualler erken yazda ortaya çıkar.

Aphidinae dışında olan diğer aphid guruplarında polimorfizm daha kompleks olup kesin olarak açıklanmamıştır. Yalnız *Periphyllus* türlerinde nimfal polimorfizm bir dereceye kadar açıklığa kavuşturulmuştur. Diğer aphid gruplarında farklı mekanizmada, bütün viviparlar kanatlı, fakat oviparlar kanatsız olabilir. Phyllaphidini de oviparlar kanatsız; *Phloemyzus*' da bütün viviparlar kanatsız, sexualler ise kanatlıdırlar.

Fotoperiyod genellikle direkt olarak aphid üzerine etki yapmaktadır. Fakat çok az bazı türlerde de fotoperiyodun bitki yoluyla etki yaptığı gösterilmiştir. Birçok türde polimorfizm olayı generasyonlarla sınırlanmıştır. *Mindarus* cinsinde ikinci generasyon kanatlı ve sexupar olmasına karşılık konukçu değiştiren birçok Aphididae türünde ise ikinci generasyon tamamıyla kanatlı ve vivipardır. Bunun nimf populasyon yoğunluğunun bir sonucu olduğu düşünülse bile, birçok türde de ikinci generasyon kanatsız ve vivipardır. Buna da gerçek fundatrixin neden olduğu söylenmiştir. Fakat bu etki kesinlikle kanıtlanamamıştır.

## Terminoloji

*Amphygonie*: Dölllenmiş yumurta ile üreme

*Parthenogenesis*: Dölllenmemiş yumurta ile üreme

*Heterogonie*: Döllemlı ve döllemsız çoğalma şekıllerının birbirini izlemesi

*Fundatrix*: Dölllenmiş yumurtadan çıkan ve parthenogenetik olarak çoğalan dişı

*Virginopar*: Vivipar parthenogenetik dişı

*Emigrant*: Kanatlı vivipar dişilerdir. Primer konukçudan sekonder konukçuya giderler

*Immigrant*: Kanatlı vivipar dişilerdir. Sekonder konukçudan primer konukçuya gidenler

*Exule*: Sekonder konukçuda meydana gelen kanatlı veya kanatsız viviparlar

*Gynopar*: Kanatlı viviparlar olup, sadece oviparları meydana getirir

*Ovipar*: Kışlık yumurtaları yumurtlayan cinsel dişı

*Sexupar*: Kanatlı viviparlar olup, yalnız ovipar ve erkekleri meydana getirir

*Holocyclic*: Döllemlı ve döllemsız çoğalma şekıllerini gösteren aphidler

*Dioecious*: Bir aphidin iki ayrı konukçu bitki üzerinde hayat çemberini tamamlaması

*Monoecious*: Bir aphidin aynı bitki üzerinde hayat devresini tamamlaması

*Clone*: Sexual çoğalma sonu meydana gelen bireylerin, parthenogenetik çoğalma ile meydana getirdikleri aphid topluluğu

*Gregarious*: Toplu, sürü halinde olan göçmen

*Solitary*: Tek, tek, olarak göçmen

## KAYNAKLAR

Anonymous (2023). [https://www6.inrae.fr/encyclopedie-~:text=The same species of aphid takes advantage%20of%20the%20host%20plant](https://www6.inrae.fr/encyclopedie-~:text=The+same+species+of+aphid+takes+advantage%20of%20the%20host%20plant). Erişim tarihi: 10.08.2023

Blackman R. L. and Eastop V. F., 2023. Aphids of the world's plants: an online identification and information guide. World Wide Web electronic publication. <http://www.aphidsonworldplants.info> [accessed 13 January 2023].

Dixon, A.F.G. and Wratten, S.D. (1971). Laboratory studies on aggregation, size and fecundity in the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. *Bulletin of Entomological Research*, 61: 97-111.

Düzgüneş, Z ve Toros, S. (1978). Ankara ili ve çevresinde elma ağaçlarında bulunan yaprak biti türleri ve kısa biyolojileri üzerinde araştırmalar. *Türkiye bitki koruma dergisi* C:2, 3, 151-175.

Harries, F.H., (1966). Aphids "Insect Colonization and Mass Production, Editör: N.C. Smith" Academic Press, New York and London. 429-435.

Hille Ris Lambers, D. (1966). Polymorphism in Aphididae. *Ann. Rew. Ent. Vol: II-47-78*.

Hill Ris Lambers, D. (1977). Yaprak Bitleri ve Bitki Virus Hastalıkları ile ilişkiler. (Çeviren S. Toros). Teksir (Basılmamış).

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.

Lamb, R.Ö. and Pointing, P.T. (1975). The Reproductive Sequence and Sex Determination in the Aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect. Physiol.* 21, 1443-1446.

Lees, A.D., (1959). The role of photoperiod and Temperature in The determination of parthenogenetic and sexual form in the aphid *Megoura viciae* Buckton-1. The Influence of These Factors on, Apterous Virgynoparae and Their progeny. *J.Insect Physiol.* 3, 92-117.

Lees, A.D., (1960). The Role of Photoperiod and Temperature in The determination of Parthenogenetic and Sexual form in The aphid *Megoura viciae* Bucktan-II. The operation of The "interual timer" in Young Clones. *Ö. Insect Physiol.* 4, 154-175.

Lees, A.D., (1963). The role of Photoperiod and Temperature in The determination of parthenogenetic and Sexual Forms in The aphid-III. Furthef Praperties of The maternal Switching Mechanizm in Apterous Aphids. *J. Insect. Physiol.*9,153-164.

Lees, A.D., (1964). The location of The Photoperiodic Receptors in the aphid *Megourae viciae* Buckton. *J. Exptl. Biol.* 41, 119-133.

Van Emden, H. F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects in *Scientific Horticulture* 17: 121-136.

Vereschagina, A. and Gandrabur, E. (2014). Polymorphism and Damage of Aphids (Homoptera: Aphidoidea). *International Journal of Biology*, Vol. 6, No. 4, 124-138. ISSN 1916-9671, E-ISSN 1916-968X.

Watanabe, S. Murakami, T., Yoshimura, J., and Hasegawa, E. (2016). Color polymorphism in an aphid is maintained by attending ants. *Sci. Adv.* 2, e1600606, Issue 9, 1-5p.

Way, M. J., and Banks, C. J. (1967). Intraspecific mechanisms in relation to the natural regulation of numbers of *Aphis fabae* Scop. *Annals of Applied Biology*, 59 (2), 189-205.

Way, M. J., and Cammell, M. (1970). Aggregation behavior in relation to food utilization in aphids. Pages 229-247 in A. Watson, editor. *Animal populations in relation to their food resources*. Blackwell Scientific, Oxford, England.

Wigglesworth, V.B., (1953). *The Principles of Insect Physiology*. Methuen and Co. Ltd., London





# **SITONA GERMAR (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) TÜRLERİNİN TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMİ**

Celalettin GÖZÜAÇIK<sup>1</sup>

Neslihan GÜLTEKİN<sup>2</sup>

## **Giriş**

Baklagiller, insan ve hayvan yaşamında ihtiyaç duyulan bitkisel proteinin ana kaynağını oluşturan bitkilerdir. Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si; hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'i yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır. Yemeklik baklagillerin insan beslenmesinde kullanılmasının yanında, iki katı ham protein içermeleriyle tane ve sapsuları hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Baklagiller besin değerleri bakımından zengin oldukları gibi yetiştirildikleri toprağa da olumlu etkileri bulunmaktadır. Tuik (2022) verilerine göre, Türkiye'de 8.812.393 da (%41.2) yemeklik ve 12.553.918 da (%58.8) yemlik olmak üzere toplam 21.366.311 da alanda baklagil bitkilerinin ekimi yapılmakta ve bu alanlardan 1.212.949 ton yemeklik 24.003.548 ton hayvan yemi elde edilmektedir. Geniş alanlarda tarımı yapılan baklagil bitkileri gerek tarlada gerekse depolarda birçok böcek tarafından besin olarak tercih edilmektedir. Böcek gruplarından Coleoptera takımı Curculionidae familyasının *Sitona* Germar cinsi tarımsal açıdan oldukça önemli türleri barındırmaktadır.

---

<sup>1</sup>İğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 76000, İğdır, TURKEY. E-mail: [cgozuacik46@gmail.com](mailto:cgozuacik46@gmail.com),

<sup>2</sup>İğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 76000, İğdır, TURKEY E-mail: [nesgultekin@gmail.com](mailto:nesgultekin@gmail.com)

*Sitona* türleri 3-6 mm vücut uzunluğuna sahip kısa hortumlu böceklerdir. Kışı yumurta, larva ve ergin dönemlerinde geçirirler. *S. humeralis*'in dişileri yumurtalarını, sonbaharda (ekim - kasım) ve ilkbaharda (mart - mayıs) bıraktığı, larvaların ekim – kasım ve nisan – mayıs aylarında aktiftir. Erginlerin ağustos – ekim ayları arasında yazladıkları ve yılda bir nesil meydana getirmektedir (Grigorov, 1972; Gözüaçık ve ark., 2021a). Pisarek (2001), Polonya'da *S. humeralis*'in yumurta gelişimini 10 gün, larva gelişimini 30 gün ve pupa döneminin 14 günde tamamladığını belirtmiştir. Kıvan (1997), *S. crinitus* laboratuvar koşullarında bir dişinin 204-391 adet yumurta bıraktığını, yumurtaların 12.3 günde açıldığını, kışlayan erginlerin ortalama ömürlerinin erkeklerde 66.3 – 71.9 gün arasında değiştiğini, dişilerde ise 81.5 ve 115.96 gün olduğunu, ovipozisyon sürelerinin ortalama 27.2 ve 39.7 gün olarak belirlediğini bildirmiştir. *Sitona* dişileri yumurtalarını çoğunlukla yaprak, sap ve kök boğazındaki toprağın üzerine bırakır. Yumurtadan çıkan larvalar hemen toprağa girer ve bitkinin ana köküne doğru hareket ederler. Larvalar ana kökü, lateral kökleri ve nodülleri yiyerek zarar verirler. Köklerde oluşturdukları bu yaralar çeşitli bakteri ve fungusların bitkiye nüfus etmesi için uygun ortam hazırlarlar (Manglitz ve ark., 1963; Mowat ve Shakell, 1989). Birçok ülkede, *Sitona* türlerinin konukçu bitkileri ve oluşturdukları zararın belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Cantot, 1979; Aeschlimann, 1980; Cmoluch, 1980; Dieckmann, 1980; Minda-Lechowska, 1980; Blaeser-Dieckmann, 1982; Bright, 1994; Murray ve Clements, 1994; Palm, 1996; Syrett ve Emberson, 1997; Velázquez de Castro ve ark., 2004a, b).

*Sitona* cinsinin Paleartik bölgede yaklaşık 119 adet türü kaydedilmiştir (Alonso-Zarazaga et al., 2023). Türkiye'de ise, tarım ve tarım dışı alanlarda yapılan çalışmalarda şimdiye kadar 28 adet *Sitona* türü belirlenmiştir (Lodos ve ark., 1978, 2003; Avgın ve Colonnelli, 2011; Korotyaev, 2016; Çekiç, 2017; Gözüaçık ve Velázquez de Castro, 2023). *Sitona* türleri fitofag olup, yabancı yetişen ve tarımı yapılan baklagil bitkilerinde (Fabaceae) beslenirler. Erginler bitkilerin sürgün ve yaprağında, hatta çimlenmekte olan bitkilerde beslenerek bitkinin ölümüne neden olurlar. Larvaları ise hem kökte hem de kökteki nodozitelere beslenerek önemli zararlar oluştururlar (Aeschlimann, 1980; Syrett, 1992; Murray, 1996; Cantot, 2001; Velázquez de Castro ve ark., 2010). Skot ve ark. (1994), larvalarının

kök nodüllerinde beslenmesi sonucu, nitrojen sabitleme aktivitesinin olumsuz etkilemekte ve verimde düşüslere neden olmaktadır.

*Sitona* türleri önemli baklagil zararlılarıdır. Ülkemizde, *Sitona macularius* (Marsham)'un mercimek bitkisinde zarar durumu ve mücadelesine yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Kılıç ve ark., 1968; Kaya ve Hıncal, 1987; Kıvan 1995, 1997; Erman ve ark., 2005; Yıldırım, 2008). Özbek (1986), Erzurum'da yoncada bulunan zararlı ve yararlı böcekleri tesbit etmek amacıyla yaptığı çalışmalarda *Sitona* türlerinden yoğunluğu en yüksek olanlar sırasıyla *Sitona puncticollis* Steph., *S. humeralis* Steph., *S. crinitus* türlerini saptamıştır. Kıvan (1995), Tekirdağ ilinde baklagil yem bitkileri üzerinde yaptığı araştırmalarda yonca ve fiğlerdeki *S. lineatus*, *S. crinitus*, *S. humeralis* ve *S. hispidulus* türlerini belirlemiştir. Gözüaçık ve ark. (2021b), Iğdır ilinde yonca bitkisinde *Sitona humeralis*, *S. concavirostris*, *S. bicolor* Fähræus, 1840, *S. longulus*, *S. callosus* ve *S. puncticollis* (Coleoptera: Curculionidae) olmak üzere 6 adet tür belirlemiştir. Yine, Gözüaçık (2023), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yonca, korunga, fiğ, yem bezelyesi, kırmızı mercimek ve çemen otu bitkilerinde *Sitona* türlerini araştırmış ve yoncada 11, kırmızı mercimekte 7, fiğ ve korungada 6, çemen otu ve yem bezelyesinde 4 tür belirlediğini, kırmızı mercimek, fiğ, yem bezelyesi, korunga ve çemen otunda *S. macularius*'un yoncada ise, *S. humeralis* ve *S. longulus*'un en baskın tür olduğunu bildirmiştir.

### **Baklagil Bitkilerinde *Sitona* Türleri**

Ülkemizde *Sitona* cinsine ait 28 adet türün 13'ü tarım alanlarında 15'i ise tarım dışı alanlarda tespit edilmiştir (Tablo 1). Tarım alanlarında bulunan türlerden 12'sinin fotoğrafları Şekil 1'de verilmiştir.

*Tablo 1. Tarım ve tarım dışı alanlarda bulunan Sitona türleri*

---

**Tarım alanlarında bulunan *Sitona* türleri**

---

- S. bicolor* Fåhraeus  
*S. concavirostris* Hochhuth,  
*S. callosus* Gyllenhal,  
*S. cylindricollis* Fåhraeus  
*S. hispidulus* (Fabricius),  
*S. humeralis* Stephens,  
*S. lateralis* Gyllenhal,  
*S. lineatus* (Linnaeus),  
*S. lividipes* Fåhraeus,  
*S. longulus* Gyllenhal,  
*S. macularius* (Marsham),  
*S. obsoletus* (Gmelin),  
*S. puncticollis* Stephens
-

**Tarım alanlarında bulunan *Sitona* türleri**

---

- S. adanensis* Reitter  
*S. cinnamomeus* Allard  
*S. crinitoides* Reitter  
*S. davidiani* Korotyaev  
*S. fairmairei* Allard  
*S. gemellatus* Gyllenhal  
*S. inops* Schoenherr  
*S. languidus* Gyllenhal  
*S. lineellus* Bonsdorff  
*S. ophthalmicus* Desbrochers des Loges  
*S. striatellus* Gyllenhal  
*S. sulcifrons* Thunberg  
*S. suturalis* Stephens  
*S. waterhousei* Walton  
*S. verecundus* Rossi
- 



*Sitona callosus*



*Sitona concavirostris*



*Sitona cylindricollis*



*Sitona hispidulus*



*Sitona humeralis*



*Sitona lateralis*



*Sitona lineatus*



*Sitona lividipes*



*Sitona longulus*



*Sitona macularius*



*Sitona obsoletus*



*Sitona puncticollis*

**Şekil 1.** Tarım alanlarında tespit edilen *Sitona* türleri (Fotograflar yazarlara aittir.)

Ülkemizde tarımı yapılan baklagil bitkilerinden yonca (*Medicago sativa* L.), mercimek (*Lens culinaris* Medik.), korunga (*Onobrychis viciifoli* Scop.), fiğ (*Vicia sativa* L.), yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve çemenotunda (*Trigonella esculenta* Willd.) bulunan *Sitona* türleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Baklagil kültür bitkilerinde tespit edilen *Sitona* türleri (Gözüaçık, 2023)

Konukçu bitki	<i>Sitona</i> türleri
Mercimek ( <i>Lens culinaris</i> )	<i>S. callosus</i> <i>S. concavirostris</i> <i>S. hispidulus</i> <i>S. humeralis</i> <i>S. macularius</i> <i>S. puncticollis</i>
Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	<i>S. concavirostris</i> <i>S. callosus</i> <i>S. hispidulus</i> <i>S. humeralis</i> <i>S. lateralis</i> <i>S. lineatus</i> <i>S. lividipes</i> <i>S. longulus</i> <i>S. macularius</i> <i>S. obsoletus</i> <i>S. puncticollis</i>
Korunga ( <i>Onobrychis viciifolia</i> )	<i>S. macularius</i> <i>S. humeralis</i> <i>S. callosus</i> <i>S. cylindricollis</i> <i>S. longulus</i> <i>S. obsoletus</i>
Yem bezelyesi ( <i>Pisum sativum</i> )	<i>S. concavirostris</i> <i>S. lateralis</i> <i>S. lineatus</i> <i>S. macularius</i>
Çemenotu ( <i>Trigonella esculenta</i> )	<i>S. macularius</i> <i>S. callosus</i> <i>S. lateralis</i>

---

Fiğ ( <i>Vicia sativa</i> )	<i>S. hispidulus</i> <i>S. lateralis</i> <i>S. lineatus</i> <i>S. longulus</i> <i>S. macularius</i> <i>S. obsoletus</i>
-----------------------------	--

---

Tablo 2 incelendiğinde, yonca bitkisinde (*M. sativa*); *Sitona bicolor*, *S. callosus*, *S. concaviostris*, *S. cylindricollis*, *S. hispidulus*, *S. humeralis*, *S. lineatus*, *S. longulus*, *S. macularius*, *S. obsoletus* ve *S. puncticollis* türleri olmak üzere 11 adet tür bulunmuştur (Özbek, 1986; Kıvan, 1995; Tamer ve ark., 1997; Coşkun ve Gencer, 2010; Kaya, 2018; Gözüaçık ve ark., 2021b; Gözüaçık ve ark., 2022). Angelov (1978) Bulgaristan’da; *S. callosus*, *S. hispidulus*, *S. humeralis*, *S. inops* Gyllenhal, 1832, *S. lineatus*, *S. lepidus* Gyllenhal, 1834 [= *flavescens* (Marcham, 1802)], *S. longulus*, *S. macularius*, *S. puncticollis*, *S. striatellus* Gyllenhal, 1834 (= *tibialis* Herbst, 1795), *S. sulcifrons* (Thunberg, 1798), *S. waterhousei* Walton, 1846 ve *Charagmus griseus* (Fabricius, 1775) (= *Sitona griseus*) olmak üzere 13 adet türün yonca alanlarında bulunduğunu rapor etmiştir. Munteanu ve ark. (2014), Moldovya’da 2009 ve 2010 yıllarında yonca alanlarında yaptıkları çalışmada, *S. lineatus* ve *S. inops* türlerinin ciddi zarar yaptığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Lodos ve ark. (1978) *Sitona concaviostris*, *S. cylindricollis*, *S. hispidulus*, *S. humeralis*, *S. lineatus*, *S. longulus*, *S. macularius* ve *S. sulcifrons* türlerinin, Velázquez de Castro ve ark. (2007) ise *S. bicolor*, *S. callosus*, *S. costipennis*, *S. cylindricollis*, *S. discoideus*, *S. fronto*, *S. hispidulus*, *S. humeralis*, *S. inops*, *S. lepidus*, *S. lineatus*, *S. lineellus*, *S. longulus*, *S. macularius*, *S. ovipennis*, *S. puncticollis*, *S. sulcifrons* ve *S. tenuis* türlerinin yoncada beslendiğini bildirmişlerdir. Gözüaçık (2023), yonca alanlarında tespit edilen 11 adet türden %51.3 oranıyla *S. humeralis* olduğu, bu türü sırasıyla; *S. longulus* %17.9, *S. lividipes* %15.9, *S. macularius* %8.8, *S. lineatus* %3.6, *S. concaviostris* %0.9, *S. callosus* %0.8, *S. hispidulus* %0.5, *S. puncticollis* %0.16 ve *S. obsoletus* %0.1 oranıyla izlediğini, ancak Van ili yonca alanlarında %58.6 oranıyla *S. longulus*, Bingöl ili yonca alanlarında ise %51,1 oranıyla *S. lividipes* daha baskın tür olduğunu belirtmiştir. Atanasova (2012), Bulgaristan (Pazardzhik)’da 2006-2008 yıllarında, yonca



tarlalarında *Sitona hispidulus*, *S. humeralis*, *S. longulus*, *S. lineatus*, *S. puncticollis*, *S. callosus* türleri ve *S. macularius* türlerini bulmuş ve %51 oranıyla en baskın türün *S. humeralis* olduğunu bildirmiştir. İran'ın Qazvin eyaletindeki yonca bitkisinde *Sitona callosus*, *S. cylindricollis*, *S. humeralis* ve *S. longulus* türlerinin zararlı olduğu ve bu türler içerisinde *S. humeralis*, %80'lik oranla en baskın tür olduğunu, bu türün Avrupa ve Asya'da yonca bitkisinde en önemli ve baskın bir zararlı olduğunu kaydetmişlerdir (Arbab ve McNeill, 2014). Iğdır ilinde yoncada *S. humeralis*, *S. concaviostris*, *S. bicolor*, *S. longulus*, *S. callosus* ve *S. puncticollis* olmak üzere 6 tür belirlenmiştir. Bu türlerden en yoğun türün % 81.4, oranıyla *S. humeralis* olduğu tespit edilmiştir. Diğer türlerin yoğunlukları ise sırasıyla % 12.1, % 5.0, % 1.1, % 0.3 ve % 0.1 oranlarında değişmiştir (Gözüaçık ve ark., 2021b). Bu veriler dikkate alındığında *S. humeralis*, *S. longulus* ve *S. lividipes* türlerinin farklı ekosistemlerde yetiştirilen yonca bitkisi için ekonomik zarar oluşturma potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Mercimek bitkisinde (*L. culinaris*); *Sitona callosus*, *S. concaviostris*, *S. hispidulus*, *S. humeralis*, *S. macularius*, *S. puncticollis*, *Coleositona limosus* türleri tespit edilmiştir (Gözüaçık, 2023). Bu türlerden yoğunluk olarak %92.65 oranıyla *S. macularius* belirlenmiş bunu, *S. concaviostris* %6.6, *S. humeralis* %0.35, *C. limosus* %0.2, *S. callosus* %0.12, *S. hispidulus* %0.06 ve *S. puncticollis* %0.6 türleri izlemiştir (Gözüaçık, 2023). Lodos ve ark. (1978), mercimekte *S. concaviostris*, *S. humeralis*, *S. lineatus* ve *S. macularius* türlerini, Velázquez de Castro ve ark. (2007) ise, *S. macularius*, *S. puncticollis* ve *S. sulcifrons* türlerini bildirmiştir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere, *S. macularius* mercimek bitkisinin ana zararlısı durumundadır.

Fiğ bitkisinde (*V. sativa*); *Sitona hispidulus*, *S. lateralis*, *S. lineatus*, *S. longulus*, *S. macularius* ve *S. obsoletus* türleri tespit edilmiştir. Bu türlerden %67.1 oranıyla *S. macularius*'un en yoğun tür olduğu, bunu sırasıyla; %23.8 oranıyla *S. longulus*, *S. lateralis* %3.9, *S. lineatus* %2.6, *S. hispidulus* %1.3 ve *S. obsoletus* %1.3 takip etmiştir (Gözüaçık, 2023). Velázquez de Castro ve ark. (2007) ise, *C. limosus*, *Sitona ambiguus*, *S. costipennis*, *S. lateralis*, *S. lepidus*, *S. lineatus*, *S. lineellus*, *S. longulus*, *S. macularius*, *S. puncticollis* ve *S. suturalis* türlerinin beslendiğini bildirmişlerdir.

Yem bezelyesi bitkisinde (*P. sativum*); *Sitona concavirostris*, *S. lateralis*, *S. lineatus* ve *S. macularius* türleri belirlenmiş ve bu türlerden *S. macularius* %73.3 oranıyla en fazla birey sayısına sahiptir. Bu türü sırasıyla; *S. concavirostris* %13.3, *S. lateralis* %6.7 ve *S. lineatus* %6.7 izlemiştir (Gözüaçık, 2023).

Çemenotu bitkisinde (*T. esculenta*); *Coleositona limosus*, *Sitona macularius*, *S. callosus* ve *S. lateralis* türleri kaydedilmiştir. Bu türlerden %44,4 oranıyla en baskın türün *S. macularius* olduğu ve bu türü sırasıyla; *Coleositona limosus* %33.3, *S. lateralis* %11.1 ve *S. callosus* %11.1 takip etmiştir (Gözüaçık, 2023).

Korunga bitkisinde (*O. viciifoli*); Lodos ve ark. (1978) *Sitona lineatus* ve *S. macularius* türlerinin, Velázquez de Castro ve ark. (2007) ise, *S. callosus*, *S. macularius* ve *S. tenuis* türlerinin korungada beslendiğini bildirmişlerdir. Gözüaçık (2023) ise, *Sitona macularius*, *S. humeralis*, *S. callosus*, *S. cylindricollis*, *S. longulus* ve *S. obsoletus* türlerini tespit etmiş ve bu türlerden %97.3 oranıyla en fazla *S. macularius* olduğunu bunu sırasıyla; *S. callosus* %1.5, *S. cylindricollis* %0.4, *S. humeralis* %0.3, *S. longulus* %0.3, ve *S. obsoletus* %0.2 izlediğini bildirmiştir.

## ***Sitona* Türlerinin Tarımsal Açından Değerlendirilmesi**

Ülkemiz tarım alanlarında tespit edilen türlerden *Sitona macularius*'a hemen hemen bütün alanlarda (tarım ve tarım dışı) rastlanılmıştır. Türün yaygın olmasında, konukçu dizininin geniş olması ve birçok farklı habitata kolaylıkla uyum sağlamasından kaynaklanmaktadır. Lodos ve ark. (1978) *Medicago sativa*, *Vicia cracca*, *Vicia ervilia*, *Vicia ervilia*, *V. faba*, *Lens esculenta*, *Onobrychis sativa* bitkilerinde Velázquez de Castro ve ark. (2007) ise, *Lupinus*, *Lens*, *Medicago*, *Onobrychis*, *Trifolium*, *Pisum*, *Vicia* cinsine ait bitkilerde beslendiğini bildirmiştir. Gözüaçık (2023), *S. macularius*'un mercimek, korunga, fiğ, yem bezelyesi ve çemenotunda en baskın tür olduğunu bilmiştir. Tahhan ve Hariri (1982), bu türün Suriye'nin kuzeyinde mercimekte bulunan *Sitona* türleri içerisinde %95 oranla en fazla bulunan tür olduğunu ve Batı Asya ve Kuzey Afrika'da mercimek bitkisinin ana zararlısı durumunda olduğu Hariri (1981) ve Solh ve ark. (1986) tarafında da bildirilmiştir. Türün erginleri, genç fidelerin yapraklarında beslenir, larvaları ise

köklerdeki nodüllerde beslenerek atmosferdeki azotun fiksasyonunu azaltır (Hariri, 1981; Weigand ve ark., 1991). Populasyonun yoğun olduğu yıllarda larvalar nodüllerin >%90 fazlasını yok edebilir (Tahhan ve Hariri, 1982; Cardona, 1983) bu yüzden bitkiler vejetatif büyüme aşamasında azot eksikliği görülür. Yoğun bulaşmalarda sap ve dane verimlerinde %14.1-17.7 arasında kayıplar oluşturur (ICARDA, 1983). Bunun yanında, bitkinin fidelerinde oluşturduğu zarar ile gelişme gücü ve bitki ömrünü kısaltarak büyük verim kayıplara neden olurlar (Barratt ve Johnstone 1984). Aynı zamanda bazı virüs hastalıklarının taşınmasına yardımcı olurlar. Mercimek bitkisinde, BBSV (Bakla lekesi virüsü)'nin, *Apion aestivum* Germ., *Apion arrogans* Wencher, *Sitona crinita*, *Sitona* (= *Coelositona*) *limosa* ve *S. lineatus* tarafından bulaştırıldığı bildirilmiştir (Cockbain ve ark., 1975; Makkouk ve Kumari, 1995). Yıldırım (2008), *S. crinitus* dişilerinde yumurta verimi ve ömür uzunluğunun, *Onobrychis viciifolia*'ye göre *Vicia ervillia* (L.) Willd. ve *V. sativa* L. ile beslenenlerde arttığını bildirmiş, Kılıç ve ark. (1968) ise, zararlı ile en uygun mücadele zamanının ilkbaharda erginler yumurta bırakmadan önceki dönemde ilaçlamanın yapılması gerektiğini bildirmiştir.

*Sitona humeralis*'in *Medicago*, *Trifolium* cinsine ait bitkilerde beslendiğini (Velázquez de Castro ve ark., 2010) ve konukçu bitkileri içerisinde en çok yoncayı tercih ettiği ve ekonomik zarar yaptığı bilinmektedir (Tanasijevic, 1974; Kıvan, 1995; Atanasova, 2012; Arbab ve McNeill, 2014; Kaya, 2018; Gözüaçık ve ark., 2021b). Yoncada beslenen *Sitona* türleri içerisinde %51-80 arasında değişen oranlarla en baskın türdür (Atanasova, 2012; Arbab ve McNeill, 2014; Gözüaçık ve ark., 2021b; Gözüaçık, 2023). Yonca alanlarında önemli bir zararlı olan Yonca hortumlu böceği, *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae) ile birlikte yoncada bulunurlar. Yoncanın çok yıllık olması her iki tür içinde üreme ve beslenme için uygun yaşam alanı oluşturur. Biyolojileri benzerlik gösterse de, *H. postica* bitkinin toprak üstü (gövde, yaprak ve sürgün), *S. humeralis* ise toprak altı kısmında (kök ve nodozitelerde) beslenerek zarar oluştururlar. *S. humeralis*'in vücut boyutlarının küçük olması ve larvaların kökte beslenmesinden dolayı dikkat çekmezler. Halbuki yoncada ciddi zararlar oluşturan ve takip edilmesi gereken bir zararlıdır (Metcalf ve Luckman, 1994; Blodgett ve Lenssen, 2004). *Sitona lineatus*'un bezelyede (*Pisum sativum*) zararlı ve istilacı bir tür

olduğunu (Vankosky, 2010), Almogdad ve ark. (2020) ise, baklanın (*Vicia faba* L.) ana zararlısı olduğunu belirtmiştir. Schotzko ve O’Keeffe (1986) ise, *S. lineatus* sadece, bezelye (*Pisum sativum*) ve bakla (*V. faba*) bitkilerinde beslendiğini, bu bitkilerin haricinde, ak üçgül (*Trifolium repens* L.), korunga (*Onobrychis sativa* Lam.), adi fiğ (*Vicia sativa* L.), mercimek (*Lens* spp.) ve beyaz acı bakla (*Lupinus albus* L.) gibi bitkilerde de önemli bir zararlı oluşturduğu kaydedilmiştir (Petrukha, 1969). Tarım alanlarında yaptığımız çalışmalarda, bu türün sadece yonca tarlasında (Elazığ-Karakoçan) yoğunluk oluşturduğu bunun dışında tarım alanlarında çok nadir bulunduğu görülmüştür. *S. lineatus* Afrika, Asya ve Kuzey Amerika’da yaygın olduğu (Hoebeke ve Wheeler 1985; Bloem ve ark., 2002) ve bazı baklagil bitkilerinin verim ve kalitesinde önemli kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Doré ve Meynard, 1995; Williams ve ark., 1995; Corre-Hellou ve Crozat, 2005). Erginlerinin bitki yapraklarında beslenerek ve yaprak dökümüne neden olarak fotosentez yapma kapasitesinin %50’sine varan kayıplara neden olabildiği gibi (Havlickova, 1982; Williams ve ark., 1995), larvalarının kök nodüllerinde beslenmesi sonucu, nodüllerin %40 ila 98’i arasında azaltabilmektedir (El-Dessouki, 1971; Cantot, 1986; Verkleij ve ark., 1992). *S. obsoletus*’un çayırlarda beyaz yonca için (*T. repens*), kırmızı yonca (*T. pratense*) zararlısı olduğu bildirilmiştir (Murray ve Clements, 1994; Gerard ve ark., 2005). Gerard ve ark. (2007) ise, Yeni Zelanda’da *S. lepidus* larvalarının *T. repens* L. ana zararlısı olduğunu veriminde %34-35 oranında azalttığı en fazla zararı ilkbaharda yaptığını bildirmişlerdir. *Sitona hispidulus*, baklagil yem bitkilerinin çeşitli türlerinin, özellikle de *Medicago* ve *Trifolium* cinsindeki bitkilerin zararlısı olup, fidelerde beslenmesi sonucu yaprak dökümüne ve ölümüne neden olmaktadır. (Barratt ve Byers, 1992). *S. hispidulus*, genel olarak, *Trifolium* spp.’yi *Medicago* spp. ve diğer baklagillere tercih eder, ancak tercih konukçu türlere ve bitki büyüme aşamasına bağlı olarak değişebilmektedir (Thompson ve Willis, 1971; Barratt ve Byers, 1992). *S. hispidulus*’un, Kuzey Amerika’da kırmızı (*Trifolium pratense* L.), beyaz (*T. repens* L.) ve melez (alsik) (*T. hybridum* L.) üçgülleri tercih ettiği bildirilmiştir (Thompson ve Willis, 1971;1992). Yonca tarlalarında *S. hispidulus* zararından kaynaklanan verim kayıplarının %8 ila %18 arasında değiştiği kaydedilmiştir (Godfrey ve Yeargan, 1987; Hower ve ark.,

1995). Çalışmalarımızda, *S. hispidulus*'un yonca bitkisini daha çok tercih ettiği, ancak yoğunluğunun oldukça düşük olduğu görülmüştür. *Sitona cylindricollis*'in beslendiği bitkiler *Lupinus*, *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium* cinslerine giren bitkiler ile *M. sativa* ve *V. sativa*'dır (Velázquez de Castro ve ark., 2010). Bird (1947), *S. cylindricollis*'in Kanada'da tatlı yonca (*Trifolium* sp.) tarlasında, Manitoba'da 1939 ve 1940'ta ciddi zararlar yaptığını, 1941 ve 1942'de popülasyonunun biraz azaldığını, 1943, 1944 ve 1945'te tekrar arttığını bildirmiş olsa da ülkemizde yapılan çalışmalarda bu böceğin zarar yapacak yoğunluğa ulaşmadığı bilinmektedir. *Sitona callosus*'un konukçusu olan bitkiler olarak, Velázquez de Castro ve ark. (2007) *Medicago*, *Onobrychis*, *Ononis* cinslerine giren bitkileri işaret etmiştir. Bu türün geniş alanlarda dağılım göstermesine rağmen popülasyonun oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. *Sitona concavirostris*'in beslendiği bitkilerin Lodos ve ark. (1978), *Lens esculenta*, *Vicia ervilia*, *V. faba*, *Medicago sativa*'yı, Velázquez de Castro ve ark. (2010) ise, *Vicia sativa*'yı bildirmişlerdir. Mercimek bitkisinde *S. macularius*'tan sonra en fazla bulunan tür olmuş ancak, ekonomik zarar oluşturacak bir yoğunluğu ulaşmamıştır. *Sitona lateralis*'in *Medicago sativa*, *Melilotus officinalis*, *Pisum sativum*, *Trigonella esculenta*, *Vicia* spp. bitkilerinde beslendiği tespit edilmiştir. Velázquez de Castro ve ark. (2007)'de *Lathyrus*, *Ononis*, *Vicia* cinslerine giren türlerin konukçusu olabileceğini bildirmiştir. Bu tür nadir olarak bulunmaktadır. *Sitona lividipes*'in bezelye, soya fasulyesi, bakla, börülce ve kuru fasulye bitkilerinde gelişmediğini sadece Mısır yoncasında (*Trifolium alexandrinum*) geliştiğini bildirmişlerdir. Velázquez de Castro ve ark. (2010) ise, *Medicago* spp., *Trifolium* spp.'de beslendiğini bildirmiştir. El-Kifl ve ark. (1974), *S. lividipes* en fazla yonca bitkisi üzerinde yoğunluk oluşturduğu (Bingöl-Merkez) görülmüştür. *Sitona longulus*'un konukçu bitkilerininin *Lathyrus*, *Medicago*, *Vicia* cinslerine ait bitkilerde bulunduğunu ve beslendiğini bildirmişlerdir (Velázquez de Castro ve ark., 2007). Çalışmalarımızda özellikle rakımın yüksek olduğu Ağrı, Bitlis ve Van illerinde yer yer yonca bitkilerinin ana zararlısı olduğu belirlenmiştir. *Sitona puncticollis* *Lotus*, *Lens*, *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Vicia* cinslerine ait türlerde beslenmete ve zarar oluşturmaktadır (Velázquez de Castro ve ark., 2007).

## SONUÇ

Bu derlemede, ülkemizde tarımı yapılan yemeklik ve yemlik baklagil bitkilerinde *Sitona* (Coleoptera: Curculionidae) türlerinin tanıtımı ve tarımsal açıdan genel değerlendirmeleri yapılmıştır. *Sitona* türleri baklagil tarımı yapılan alanlarda primer ve sekonder zararlı durumundadır. Günümüzde yapılan çalışmalar dikkate alındığında *S. macularius* ve *S. humeralis* diğer türlere oranla daha dikkat çekmekte ancak, *S. lividipes* ve *S. longulus* türleri de lokal alanlarda yoğunluk oluşturabilmektedir. İhtiyaçlara göre değişen tarımsal üretimden ya da ekosistemi doğrudan etkileyen küresel iklim değişikliklerinden kaynaklanan olumsuzluklar dikkate alınarak ileride yapılacak olan çalışmalarda *Sitona* türlerinin baklagil bitkilerinde önemli zarar oluşturabildikleri dikkate alınarak takip edilmesinde yarar görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aeschlimann, J. P. (1980). The *Sitona* (Col.: Curculionidae) species occurring on *Medicago* and their natural enemies in the Mediterranean Region. *Entomophaga*, 25 (2): 139-153.
- Almogdad, M., Tamošiūnas, K., & Semaškienė R. (2020). Changes in *Sitona lineatus* abundance in faba beans as influenced by the air temperature and rainfall in the three decades . *Zemdirbyste-Agriculture*, 107, (2) 139–146.
- Alonso-Zarazaga, M. A., Barrios, H., Borovec, R., Bouchard P., Caldara, R., Colonnelli, E., Gültekin, L., Hlaváč, P., Korotyaev, B., Lyal, C. H. C., Machado, A., Meregalli, M., Pierotti, H., Ren L., Sánchez-Ruiz, M., Sforzi, A., Silfverberg, H., Skuhrovec, J., Trýzna, M., Velázquez de Castro, A. J., & Yunakov, N. N. (2023). *Cooperative Catalogue of Palaearctic Coleoptera Curculionoidea 2nd edition*. Monografías electrónicas S.E.A., vol. 14. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 780p.
- Angelov, P. (1978). Fauna of Bulgaria 7. Coleoptera, Curculionidae. Part II. Brachyderinae, Brachycerinae, Tanymecinae, Cleoninae, Curculioninae, Myorhininae. Bulgarian Academy of Science, Sofia, p. 233 (in Bulgarian)
- Arbab A., & McNeill M. R. (2011). Determining suitability of thermal development models to estimate temperature parameters for embryonic development of *Sitona lepidus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 84 (3): 303–311.
- Arbab A., & McNeill M. R. (2014). Spatial distribution and sequential sampling plans for adult *Sitona humeralis* Stephens (Coleoptera: Curculionidae) in alfalfa. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17, 515–519.
- Atanasova, D. (2012). Species complex and population dynamics of weevils of the genus *Sitona* on the multifoliolate alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the region of Pazardzhik. Agricultural University - Plovdiv, Scientific Works, vol. LVI.
- Avgın, S. S. & Colonnelli, E. (2011). Curculionoidea (Coleoptera) from southern Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(62), 13555-13597.

- Barratt, B. I. P., & Johnstone P. D. (1984). Effects of insects, seeding rate, and insecticide seed dressing on white clover and Maku lotus in tussock grassland. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 27, 13-18.
- Barratt, B. I. P., & Byers, R. A. (1992). Legume seedling feeding preferences of adult *Sitona hispidulus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 21, 103–106.
- Bird, R. D. 1947. The sweetclover weevil, *Sitona cylindricollis* Fahr. *The Canadian Entomologist*, 79(1), 5 – 11.
- Blaeser-Dieckmann, M. (1982). Survey on pest and disease of fava beans (*Vicia fabae*) in Egypt, Morocco and Tunisia. *Fabis Newsletter*, 4, 44-45.
- Blodgett, S. L., & Lenssen, A. W. (2004). Distribution of alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae among post cutting locations. *Journal of Economic Entomology*, 97(4), 1319-1322.
- Bright, D. E. (1994). Revision of the genus *Sitona* (Coleoptera, Curculionidae) of North America. *Annals of the Entomological Society of America*, 87, 277-306.
- Bright, D. E., and P. Bouchard. (2008). Coleoptera, Curculionidae, Entiminae. NRC Research Press, Ottawa, Canada.
- Cantot, P. (1979). Variations de populations larvaires de Sitones de la luzernière. Comparaison des données d'élevage et des relevés au champ en Poitou et en Champagne. *Revue de Zoologie Agricole et de Pathologie Végétale*, 78, 5-16.
- Cantot, P. (1986). Quantification des populations de *Sitona lineatus* L. et de leurs attaques sur pois proteagineux (*Pisum sativum* L.). *Agronomie*, 6, 481-486.
- Cantot, P. (2001). Influence de quelques Papilionacées sur la ponte et le développement larvaire de *Sitona lineatus* (L.) (Coleoptera, Curculionidae). *Bulletin de la Société Entomologique de Fransa*, 106, 441-447.
- Cardona, C. (1983). Control of *Sitona* spp. Entomology Annual Report, ICARDA food legume improvement program. ICARDA Publication, Aleppo, Syria, pp 190–192.
- Cmoluch, Z. (1980). Zur Kenntnis der Rüsselkäfer (Coleoptera, Curculionidae) Polens III. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska (Sectio C)*. 35, 229-241.



- Cockbain, A. J., Cook, S. M., & Bowen, R. (1975). Transmission of broad bean stain virus and Ecthes Ackerbohnenmosaik Virus to field beans (*Vicia faba*) by weevils. *Annals of Applied Biology* 81, 331–339.
- Corre-Hellou, G., Y. Crozat. (2005). N<sub>2</sub> fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping systems as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). *European Journal of Agronomy*, 22, 449-458.
- Coşkuncu, K. & Gencer, N. (2010). Determination of the species of Curculionioidea superfamily on alfalfa fields (*Medicago sativa* L.) and their distribution in Bursa province of Turkey. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 4(12), 123-131.
- Çekiç, S. (2017). Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki *Sitona* Germar (Coleoptera: Curculionidae) Türleri Üzerinde Faunistik ve Sistemik Araştırmalar, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 61 s.
- Dieckmann, L. (1980). Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera Curculionidae (Brachycerinae, Otorhynçine, Bra- chyderinae). *Beiträge zur Entomologie*, 30, 145-310.
- Doré, T., & Meynard J. M. (1995). On-farm analysis of attacks by the pea weevil (*Sitona lineatus* L.; Col., Curculionidae) and the resulting damage to pea (*Pisum sativum* L.) crops. *Journal of Applied Entomology*, 119, 49-54.
- El-Dessouki, S. A. (1971). Der Einfluß von Larven der Gattung *Sitona* (Col., Curculionidae) auf einige Leguminosen. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 67, 411-431.
- El-Kifl, A., El-Dessouki, S. A., & El-Awady, S. (1974). Effects of host plant and soil type on the life cycle of *Sitona lividipes* Fhs. [Egypt], *Journal of Plant Diseases and Protection*, 81(12), 758-764.
- Erman, M., Yardim, E. N., & Kulaz, H. (2005). Effect of cultivars and insecticides on *Sitona* veevil, *Sitona crinitus* (Coleoptea: Curculionidae), and on yield, yield components and nodulation of lentil (*Lens culinaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 75(4), 204-206.
- Gerard, P. J., Crush, D. L., & Hackell, D. L. (2005). Interaction between *Sitona lepidus* and red clover lines selected for formononetin content. *Annals of Applied Biology*, 147, 173–181.

- Gerard, P. J., Hackell, D. L., & Bel, N. L. (2007). Impact of clover root weevil *Sitona lepidus* (Coleoptera: Curculionidae) larvae on herbage yield and species composition in a ryegrass white clover sward. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50, 381–392.
- Godfrey, L. D., Yeargan, K. V., & Muntifering, R. B. (1987). Digestibility, protein content, and nutrient yields of alfalfa stressed by selected early season insect pests and diseases. *Journal of Economic Entomology*, 80, 257–262.
- Gözüaçık, C., Gültekin, N., & Velázquez de Castro, A. J. (2021a). Notes on biology of alfalfa weevil, *Sitona humeralis* Stephens, 1831 (Coleoptera: Curculionidae) in alfalfa fields of Iğdır province. *Biological Diversity and Conservation*, 14(1), 98-104.
- Gözüaçık, C., Gültekin, N., & Velázquez de Castro, A. J. (2021b). Yonca (*Medicago sativa* L.) tarımı yapılan alanlarda *Sitona* Germar 1817 (Coleoptera: Curculionidae) türleri, dağılımları ve popülasyon gelişimleri: Türkiye, Iğdır ili yonca alanları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 184-191.
- Gözüaçık, C. (2023). Diversity of *Sitona* Species (Coleoptera, Curculionidae) in cultivated plants belonging to the Fabaceae family. *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(4), 3275-3284.
- Gözüaçık, C., & Velázquez de Castro, A. J. (2023). First record of *Sitona waterhousei* Walton in Turkey, near Mount Ararat (Curculionidae, Entiminae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 128 (3), 345-348.
- Grigorov, S. P. (1972). Special entomology. Zemisdat, Sofia, p. 591 (in Bulgarian)
- Hariri, G. 1981. Insect and other pests. In: Webb C, Hawtin G (eds.) Lentils. CAB, England, pp 173–190.
- Havlickova, H. (1982). Different response of alfalfa plants to artificial defoliation and to feeding by the pea leaf weevil (*Sitona lineatus* L.). *Experientia*, 38, 569-570.
- Hower, A. A., Quinn, M. A., Alexander, S. D., & Leath, K. T. (1995). Productivity and persistence of alfalfa in response to clover root curculio (Coleoptera: Curculionidae) injury in Pennsylvania, *Journal of Economic Entomology*, 88, 1433–1440.
- ICARDA (1983). Food legume improvement program. Annual Report for 1983. ICARDA, p 263, Syria, Aleppo

- Kaya, N., & Hıncal, P. (1987). Denizli ilinde mercimek hortumlu böceği (*Sitona crinitus* Herbst.) (Coleoptera: Curculionidae)'nin populasyon değişimi ve zarar durumu. *Entomoloji Derneği Yayınları*, İzmir, 3, 259-266.
- Kaya, K. (2018). Hatay ili yonca üretim alanlarında bulunan böcek faunasının tespiti ve bazı türlerin populasyon yoğunlukları. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(3), 352-359.
- Kılıç, A. U., Çatalpınar, A., & Adıgüzel, N. (1968). Mercimek hortumlu böceğinin biyo-ekolojisi ve mücadele metodları üzerinde araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 8(1), 61-73.
- Kıvan, M. (1995). Preliminary investigations on *Sitona* Gm. (Coleoptera, Curculionidae) species occurred forage legumes, their host plants and distributions in Tekirdağ province. *Turkish Journal of Entomology* 19(4), 299-304 (in Turkish).
- Kıvan, M. (1997). *Sitona crinitus* (Hbst.) (Coleoptera, Curculionidae)'un yumurta verimi ve ömrü üzerinde araştırmalar: *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21(2), 119-127.
- Korotyaev, B. A. (2016). New Species of the Weevil Genus *Sitona* Germ. (Coleoptera, Curculionidae) from Transcaucasia and Northeastern Turkey. *Entomological Review*, 96, (4) 452–459.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., & Atalay, R. (1978). The Study of the Harmful Insect Fauna of Marmara and Aegean Regions. Publications of Food, Agriculture and Animal Husbandry Ministry of Republic of Turkey, Ankara, Turkey (in Turkish). 301.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., & Atalay, R. (2003). Faunistic Studies On Curculionidae (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey.
- Makkouk, K. M., & Kumari, S. G. (1995). Transmission of broad bean stain comovirus and broad bean mottle bromovirus by weevils in Syria. *Journal of Plant Disease and Protection*, 102, 136–139.
- Manglitz, G. R., Anderson, D. M., & Gorz, H. J. (1963). Observations on the larval feeding habits of two species of *Sitona* (Coleoptera: Curculionidae) in sweetclover fields. *Annals of the Entomological Society of America*, 56, 831–835.
- Metcalf, R.L., & Luckman, W.H., (1994). Introduction to Insect Pest Management (3rd Edition). Wiley, New York.

- Minda-Lechowska, A. (1980). Numerical dynamics of weevils (Coleoptera, Curculionidae) inhabiting alfalfa cultures (*Medicago sativa*) in South-eastern Poland. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska (Sectio C)*, 22, 255-295.
- Mowat, D. J., & Shakeel M. A. (1989). The effect of some invertebrate species on persistence of white clover in ryegrass swards. *Grass and Forage Science*, 44, 117-124.
- Munteanu, N., Bacal, S., Moldovan, A., Malevanciuc, N., & Toderas, I. (2014). Beetle Communities of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the Republic of Moldova. *APCBEE Procedia*, 8, 21 – 26.
- Murray, P. J., & Clements, R. O. (1994). Investigations on the host preferences of *Sitona* weevils found commonly on white clover (*Trifolium repens*) in the U.K. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71, 73-79.
- Murray, P. J. (1996). Influence of food source on feeding, longevity and fecundity of *Sitona flavescens* (Coleoptera Curculionidae), a major pest of white clover in the U.K. Recent Research and Development on White Clover in Europe. REU Technical Series 42 (ed by j Frame) FAO, Estonia.
- Özbek, H. (1986). Erzurum'da yoncadaki böcek faunasının tesbiti, Atatürk Üniversitesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1-4), 1-16.
- Palm, E. (1996). Nordeuropas Snudebiller 1. De kortsnuede arter (Coleoptera: Curculionidae) med saerligt henblik pa den danske fauna. *Danmarks Dyrevliv*, 7, 1-356.
- Petrukha, O. I. (1969). The pea weevils of the genus *Sitona* Germ. of the USSR fauna, damaging leguminous crops. *Leningrad: Nauka*. 255 p. [in Russian].
- Pisarek, M. (2001). The effects of *Sitona humeralis* larvae on alfalfa *Medicago sativa* (L.) development. *Journal of Plant Protection Research*, 41, 52–56.
- Skot, L., Timms, E., & Mytton, L. R. (1994). The effect of toxin-producing *Rhizobium* strains, on larvae of *Sitona flavescens* feeding on legume roots and nodules. *Plant and Soil*, 163, 141-150.
- Solh, M. B., Itani, H. M., & Kawar, N. S. (1986). The effect of sowing date on the growth and yield of lentils and the implication of certain control measures. *Lebanese science bulletin*, 2, 17–27.

- Syrett, P. (1992). Feeding range of *Sitona regensteinensis* Hbst. (Coleoptera: Curculionidae), a potential agent for biological control of *Cytisus scoparius* (L.) Link (broom) in New Zealand. *Biocontrol Science and Technology*, 2, 261-265.
- Syrett, P., & Emberson, R. M., (1997). The natural host range of beetle species feeding on broom, *Cytisus scoparius* (L.) Link (Fabaceae), in Southwest Europe. *Biocontrol Science and Technology*, 7, 309-326.
- Tahhan, O., & Hariri, G. (1982). Survey of lentil insects in northern and northeastern Syria. *Lens Newsletter*, 9,34–36.
- Tamer, A., Has, A., Aydemir, M., & Çalışkaner, S. (1997). Orta Anadolu Bölgesinde yemelik baklagiller (mercimek, nohut, fasulye)'de görülen zararlı ve faydalı böcekler. *Bitki Koruma Bülteni*, 38(1-2), 65-90.
- Tanasijevic, N. (1974). The incidence of different *Sitona* species (Curculionidae, Sitonini) on legumes (Papilionaceae) in the SR of Serbia. *Zastita Bilja*, 25(128/129), 133-140.
- Thompson, L. S., & Willis, C. B. (1971). Forage legumes preferred by the clover root curculio and preferences of the curculio and root lesion nematodes for species of *Trifolium* and *Medicago*. *Journal of Economic Entomology*, 64, 1518–1520.
- Velázquez de Castro, A., & Alonso-Zarazaga, M. (2007). Systematics of Sitonini (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae), with a hypothesis on the evolution of feeding habits. *Systematic Entomology*, 32, 312-331.
- Velázquez de Castro, A. J. (2004a). Datos para el catálogo de gorgojos de España (Coleoptera, Curculionidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 34, 205-209.
- Velázquez de Castro, A. J. (2004b). Datos biológicos sobre algunas especies de *Sitona* (Coleoptera, Curculionidae). *Boletín de la S.E.A.* 35, 235–236.
- Velázquez de Castro A., Cuoco S. & Friedman A.L.L., 2010. On the identity of *Sitona bicolor* Fähræus, 1840. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 47, 337–340.
- Vankosky, M. A. (2010). Integrated pest management of *Sitona lineatus* L. (Coleoptera: Curculionidae) in crops of *Pisum sativum* L. (Fabales: Fabaceae) in Western Canada: master thesis. University of Alberta, Canada, 212 p.

- Verkleij, F. N., P. A. M., & Amelvoort, V., & Smits, P. H. (1992). Control of the pea weevil (*Sitona lineatus* L.) (Col., Curculionidae) by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in field beans. *Journal of Applied Entomology* 113, 183-193.
- Weigand, S., Pala, M., & Saxena, M. C. (1991). Effect of sowing date, fertilizer and insecticide on nodule damage by *Sitona crinitus* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in northern Syria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 99(2), 174-181.
- Williams, L., Schotzko, D.J., & O'Keeffe L. E. (1995). Pea leaf weevil herbivory on pea seedlings: effects on growth response and yield. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76, 255-69.
- Yıldırım, F. (2008). *Sitona crinitus*'un (Herbst.) yumurta verimi ve ömür uzunluğu üzerine araştırmalar. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 9(1),47-52.

# ÖNEMLİ KENTSEL ZARARLILARDAN *Musca domestica* L. (DIPTERA: MUSCIDAE)'NİN TANINMASI, BİYOLOJİSİ VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Ali Kaan AŞKIN<sup>1</sup>, İzzet AKÇA<sup>2</sup>

## Giriş

Çok sayıda arthropod doğal yaşam alanı olarak insanlarla iç içe olan kentsel yaşam alanlarında kolonileşebilir ve buralarda bir habitat oluşturabilir. Geçmiş yıllarda bu canlıların kentsel alanlarda ne ölçüde bulunduğu ve meydana getirdiği zararlara yönelik yeterli çalışma bulunmamaktadır. Amerika ve Avrupa'da 1900'lü yıllara kadar kentsel alanların nüfusu, toplam ülke nüfusuna kıyasla yaklaşık %45-50 arasında olduğu fakat 2000'li yıllarda bu oranın %60-80 arasına çıkacağı tahmin edilmektedir (Robinson, 1996). Günümüzde bu oran Dünya genelinde %60'lara dayanmışken, gelişmiş ülkelerde bu oran %75'lere kadar çıkabilmektedir (Anonim, 2023a).

Özellikle II. Dünya savaşından sonra artan sanayileşme ve köylerden kentlere göçler ile arthropodların doğal yaşam alanları insanlar tarafından işgal edilmiştir (Frankie ve Ehler, 1978). Kentsel zararlı kavramı eski olmasına rağmen XX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren tarımsal ürün zararlısı böceklere kıyasla daha fazla konuşulmaya başlanmıştır. Sivrisinekler, karıncalar, bitler, hamam böcekleri ve diğer birçok böcek şehir merkezlerine göç etmekte hatta bazı bölgeleri istila etmektedir (Peck ve ark., 1998; Benedict ve ark.,

---

<sup>1</sup> Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ali.askin@omu.edu.tr

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

2007; Tian ve Ruan, 2017). Bunun temel nedeninin artan küreselleşme ve ticaret hacmiyle beraber, bir alandan başka bir alana ulaşımın kolaylaşması ve bu durumun böceklerin başka alanlara yayılımını hızlandırdığı düşünülmektedir. Örneğin *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae)'un Dünya genelinde yayılımında bazı ürünlerin başka ülkelere ithali sırasında nakliye ile yayıldığı belirlenmiştir (Reiter ve Sprenger, 1987). Kentsel zararlı kavramını kısaca açıklayacak olursak; insanoğlu ve bazı hayvanların doğal yaşam alanlarında bulunabilen, bu alanlarda insanoğlu ve hayvanların temel yaşam faaliyetlerini rahatsız edici hatta yıkıcı olumsuz etkileri bulunan sivrisinek, karasinek, hamamböcekleri, keneler, bitler vb. zararlılara verilen özelleşmiş bir zararlı grubudur. Bu özel zararlılar 1950'lerden sonra ön plana çıkmış ve Dünya genelinde yayılış gösterebildiği gibi bazıları sınırlı alanlarda da bulunabilmektedir (Li ve ark., 2021). Kentsel zararlılar insanlar ile doğrudan temas içerisinde olduklarından tanınma, biyolojik yaşam süreçleri, zararları ve mücadelelerine yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır (McIntyre, 2000; Colunga-Garcia, 2010; Frank ve ark., 2013; Goddard, 2022). Kentsel zararlılar denilince ilk akla gelen sivrisinek, karasinek, hamamböceği, kene, tahtakurusu, bitler gibi zararlılar Dünya ekonomisinde ciddi bir sirkülasyon sağlamıştır. Günümüzde kentsel zararlılar ile mücadele programlarına harcanan paranın yaklaşık olarak 20 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Mevcut nüfus artış hızı, zararlı popülasyonların yayılış durumları ve kentselleşme rakamları göz önüne alındığında kentsel zararlılarla mücadele programları harcamalarının 2030 yılına kadar yaklaşık 32 milyar dolar olacağı düşünülmektedir. Bu sektördeki ekonomik gelişmeler zararlılar ile ilgili çalışmaları da arttırmaktadır (Lee, 2019; Fortune, 2020). *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) mevcut kentsel zararlılar içerisinde özellikle son yıllarda hayvan işletmeleri başta olmak üzere insanoğlunun yaşam alanlarında ön plana çıkmaktadır. Zararlı kısa



sürede yüksek popülasyona ulaşabilmeleri, dünya genelinde görülmeleri, vektörlük yaptıkları önemli hastalıklar ve hemen her bölgede bu zararlılara karşı mücadele yapılmasından dolayı dikkatleri üzerine çekmektedirler.

### ***Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)'nın Tanımı, Yaşam Alanları ve Biyolojisi**

Halk arasında Karasinek veya Ev sineği olarak bilinen *Musca domestica* sistematik olarak Arthropoda şubesi, Insecta sınıfı, Diptera takımı ve Muscidae familyasında yer almaktadır. Bu zararlı insan ve çevresi ile yakın bir ilişkiye sahiptir. Kökeninin Orta Asya olduğu ve buradan tüm Dünya'ya yayıldığı düşünülmektedir. Ev sineği ılıman ve tropikal iklim bölgelerinin hem kırsal hem de kentsel alanlarında bulunabilmektedir. Özellikle organik maddece zengin olan ahır, çiftlik gibi yerlerde bulunabilmektedir (Hussein ve John, 2014). Genel yaşam alanları pazar yerleri, mezbahaneler, kümes ve çiftlikler, kanalizasyon şebekeleri ve çöplüklerdir. Özellikle insanoğlu tarafından kirli görülen yerlerde yaşamlarını sürdürmelerinden dolayı insan sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedirler. Ev sinekleri tipik Diptera takımının genel özelliklerini barındırmakta ve tam başkalaşım geçirmektedir (Keiding, 1986). Yumurtaları beyazımsı-krem renkte olup açılmaya yakın koyulaşmaktadır. Yumurtaların yaklaşık boyutu 1-2 mm muz benzeri bir yapıda olup, küçük gruplar halinde veya bazı durumlarda tek tek veya gruplar halinde organik maddece zengin uygun yerlere bırakabilirler (Şekil 1. A,B). Yumurtalarını nemli zeminlere bırakmayı tercih ederler. *Musca domestica* dişi bireyleri tarafından nem oranı %80'nin altında olan zeminlere bırakılan yumurtaların büyük bir kısmının açılmadığı bildirilmektedir. Yumurtaların açılma süreleri diğer böceklerde olduğu gibi ortam koşullarına bağlıdır. Dişi yumurtalarının 15-45°C sıcaklıklarda büyük bir kısmının yaklaşık 6-12 saat içerisinde açılarak larva çıkışı görülmektedir. Genel olarak

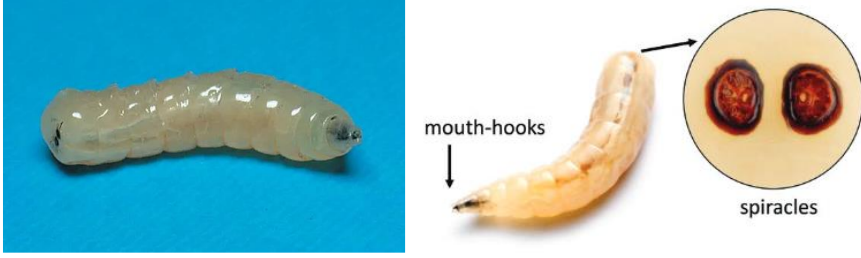
13°C'nin altında yumurtaların gelişmediği, hatta 8°C'nin altında ve 42°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yumurta açılrsa bile çıkan bireylerin büyük çoğunluğunun öldüğü bilinmektedir. Yumurtadan ergin oluncaya kadar olan dönem 33°C'de 7 gün sürdüğü, 16°C'de ise 43 gün sürdüğü belirlenmiştir (Keiding, 1986; Koç ve Çetin, 2017; Çetin, 2019; Moon, 2019).



Şekil 1. A) Ev sineği yumurtaları, B) Ev sineği ergininin yumurta bırakması (Fotoğraf: A; Steve Denning, B: Anonim, 2023c)

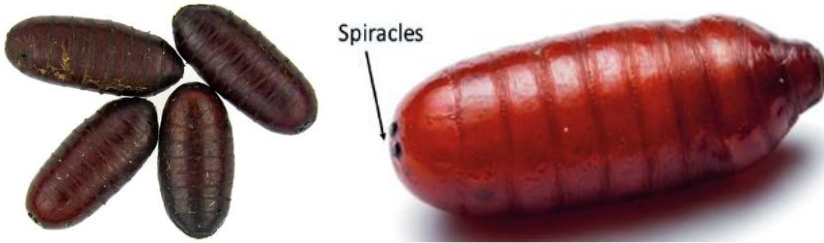
Larva dönemi literatürde çeşitli kaynaklarda “maggot” olarak isimlendirilebilmektedir. Ev sineği 3 larva dönemi geçirerek pupa olmaktadır. Birinci dönem larva yaklaşık 1-3 mm, 2. dönem larva 3-5 mm, 3. dönem larva 5-12 mm uzunluğundadır. Genel olarak başlangıçta beyazımsı-krem renktedir, bacaksızdır ve özellikle organik materyalin zengin olduğu alanlarda beslenebilmektedir. Yumurtadan çıkan 1. dönem larva önce yumurta artıklarıyla beslenir ve yaklaşık 14-36 saat sonra rengi koyulaşarak gömlek değiştirmeye başlamaktadır. *Musca domestica* bireylerinin larva dönemleri en uygun koşullarda 3-4 gün sürerken bu süreç ortamın sıcaklığı, nemi, besinin kalitesine bağlı olarak 7-10 gün sürebilmektedir. Bu süre koşulların uygun olmadığı durumlarda uzayabilmektedir. Olgun larva pupa olmadan önce üreme materyalinin yaklaşık 15 metre yakınındaki serin ve kuru bir alana kendini gizleyecek şekilde sürüklenerek yerleşir ve burada pupa olmaktadır. Olgun larva ağız kısmında bulunan kanca varlığı ve sinüzoidal yarıklara sahip belirgin bir ‘D’

şeklindeki peritrema ile teşhis edilebilmektedir (Keiding, 1986; Sanchez-Arroyo ve Capinera, 2003; Geden ve ark., 2021) (Şekil 2).



Şekil 2. Ev sineği larva dönemi (Fotoğraf; William L. Mesner, 2023; Anonim, 2023d)

Pupa dönemi genellikle kuru ve düşük nemli alanlarda bulunmaktadır. Pupaları zaman içerisinde koyulaşarak turuncudan kuru kahverengine doğru bir renk değişimi görülmektedir. Pupalar nispeten silindirik yapıda olup, ortalama 6-7 mm'dir. Pupa dönemi yaklaşık olarak 4-5 gün sürmektedir. Bu süreç yine ortam koşullarına göre değişebilmekte minimum 3 gün, maksimum 25-30 güne kadar sürebilmektedir. Ancak ergin ömrü doğal koşullarda yapılan işaretle-bırak-gözlemle çalışmalarda Pupa döneminde olgun larva dönemine benzer şekilde puparium'da yer alan sertleşmiş "spiracle" ile ayırt edilebilir (Keiding, 1986; Geden ve ark., 2021) (Şekil 3).



Şekil 3. Ev sineği pupa dönemi (Fotoğraf; Salvador Vitanza, 2020; Anonim, 2023d)

Ergin birey yaklaşık 3-10 mm boyunda ve koyu renklidir. Ergin birey vücudun dorsal kısmında dört koyu çizginin uzunlama olarak yer almasıyla ve boyuna kanat damarlarında M1+2'nin yukarı doğru bariz kıvrık olmasıyla Muscidae familyasındaki diğer türlerden ayırt edilmektedir (Şekil 4). Ergin bireyin abdomeninin basal kısmı genellikle sarımsı renktedir. Dişi bireylere kıyasla erkek bireyle yan kısımlarda sarımsı renk daha yoğundur. Thorax bölgesi grimsi-sarımsı renktedir ve orta kısmında koyu bir çizgi bulunur. Erkek-dişi birey ayrımı birleşik gözler arasındaki mesafe yardımıyla yapılmaktadır. Dişi bireyde bu mesafe erkek bireye kıyasla iki kat daha geniştir (Keiding, 1986; Sanchez-Arroyo ve Capinera, 2003; Geden ve ark., 2021).



Şekil 4. Ergin ev sineği bireyi (Fotoğraf; Marcello Consolo, 2023)

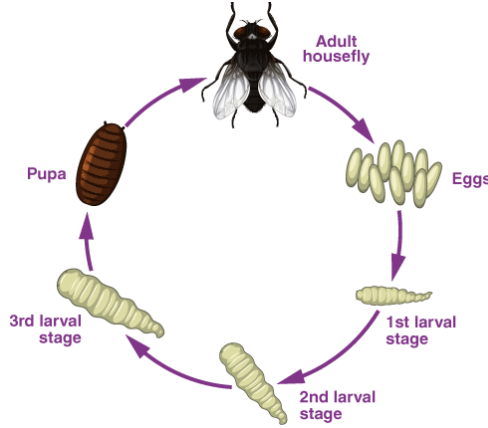
Ev sineklerinin kozmopolit bir tür olduğu ve insanlarla ilişkili alanlarda sıklıkla karşılaşıldığı bilinmektedir. Mohammed ve ark. (2014) ev sinekleri erginlerinin yaklaşık 32 km uçuş kabiliyetine sahip olduklarını ancak çalışmalarındaki ergin sinek bireylerinin %88'inin 4 km'den fazla seyahat etmediğini ve bu seyahat hareketinin genellikle hijyensiz alanlara yönelik gerçekleştiğini saptamışlardır.

Ergin birey yaklaşık olarak 15-30 gün yaşamını sürdürmektedir. Pupadan çıkan ergin erkek birey hemen çiftleşme kabiliyeti edinirken, dişi birey pupadan çıkışından yaklaşık 2-4 gün sonra bu kabiliyeti edinmektedir. Pupadan çıkıp çiftleşme kabiliyeti edinen dişi ergin birey hayatı boyunca bir kez erkek bireyle çiftleşir ve çiftleşmeden sonra 1-3 gün içerisinde yani ergin olduktan 3-4 gün sonra yumurta bırakmaya başlamaktadır (Şekil 5). Kontrollü şartlar altında (laboratuvar koşullarında) içeriği zengin besin verilen ve optimum koşullar sağlanan dişi ergin bireyin 5-6 kez yumurtalama kabiliyetine sahip olduğunu West (1951) aktarmıştır. Bu koşullar altında ergin dişi bireyin her yumurtlamasında yaklaşık 100-150 adet yumurta bıraktığını, tüm hayatı boyunca potansiyel olarak 900 adet'e kadar yumurta bırakabileceğini belirtmiştir. Flethcer ve ark. (1991) 30°C ve yeterli besin koşullarında dişi ergin ev sineği bireyi başına, yaşama periyodu boyunca maksimum 709 adet yumurta bıraktığını belirlemiştir. Ancak besin kaynağının kısıtlı olduğu ve doğal koşullar altında hem ergin ömrünün hem de ergin bireyin bıraktığı yumurta sayısının düşük olacağı düşünülmektedir. Lysyk (1991) ve Krafstur (1985) gerçekleştirdikleri çalışmalardan elde ettikleri veriler bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Bu çalışmalarda Lysyk (1991) hayvan yemi ve gübre verilerek beslenen ev sineklerinin yaklaşık 9-12 günlük yaşam periyotları boyunca yaklaşık 40 adet yumurta bıraktıklarını, Krafstur (1985) ise tamamen doğal koşullarda bir çiftlikte yetiştirilen ev sinekleri dişi bireylerinin ise yaklaşık 5 gün yaşadığı ve ortalama 94 adet yumurta bıraktığını aktarmışlardır. *M. domestica* türü genetik yapı olarak çok güçlü bir üreme kapasitesine sahip olmasına rağmen arazi koşullarında yapılan çalışmaların sonucunda da görüldüğü üzere arazi koşulları altında bu kapasitelerin sadece belirli bir kısmını kullanabilmektedirler. Eğer herhangi bir sınırlayıcı doğal faktör olmasaydı bir çift ev sineğinden meydana gelen birey sayısı Nisan-Ağustos ayları arasında toplamda 191 kentilyon ( $10^{18}$ ) olacağı tahmin

edilmektedir (Sanchez-Arroyo ve Capinera, 2003). *Musca domestica* popülasyonu özellikle yaz aylarında tavan yapmakta hatta 1 nesil süresi 7 gün'e kadar inebilmektedir (Şekil 6). Optimum yaşam koşullarının olduğu bölgelerde yıllık 10-12 nesil meydana getirebilmektedir (Abbas ve ark., 2013).



Şekil 5. Ev sineğinin farklı hayat dönemleri (Fotoğraf; Anonim, 2023e)



Şekil 6. Ev sineğinin yaşam döngüsü (Fotoğraf; Anonim, 2023f)

## ***Musca domestica* L.’nın Beslenmesi ve İnsanlar İçin Önemi**

*Musca domestica* bireyleri geceleri dinlenme pozisyonunda olurken, gündüzleri aktif hale geçmektedirler. Dişi ergin birey yumurtaların gelişimini sağlayabilmek için protein ağırlıklı beslenirken, erkek bireyler daha çok karbonhidrat ağırlıklı beslenmektedir. Ergin birey beslenmeden önce besini yumuşatmak amacıyla özel bir sıvı kusarak beslenme faaliyeti göstermektedir. “Bumbling” denilen bu kusma işlemi ev sineklerinin besinleri parçalayıp sindirmesini kolaylaştırmaktadır (Neupane ve ark., 2023).

*Musca domestica* bireyleri uzun yıllardır kentsel açıdan önemli bir zararlıdır. Ev sinekleri bünyesinde taşıyabildikleri potansiyel 200’den fazla patojen mikroorganizmaların vektörlüğünü yapabilmektedirler. Tifo, kolera, dizanteri, şarbon, verem ve çeşitli çocuk hastalıklarını taşıdıklarının yanı sıra hayvan sağlığında olumsuz etkilemektedirler. Ergin birey taşıdığı hastalıkları bulunduğu ortamdan değme yoluyla veya çöp, atık maddelerle beslenme esnasında besin yoluyla edinebilmektedir. Bünyelerine aldıkları patojenleri insanlar veya hayvanlara temas ve beslenme sırasındaki çıkardıkları kusma (Bumbling) faaliyeti ile gerçekleştirebilmektedirler (Nayduch ve Burrus, 2017; Jacques ve ark., 2017).

## ***Musca domestica* L. ile Mücadele Yöntemleri**

### **Kültürel Mücadele**

İnsanlar ve hayvanlarda meydana getirdiği bu olumsuz etkenlerden dolayı ev sineği mücadelesi oldukça önemlidir. Bu kentsel zararlıya karşı çeşitli mücadele yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak zararlı özellikle çöplükler, mezbahaneler, ahırlar, logarlar vb. gibi nispeten daha kirli olan alanları tercih ettiğinden mücadeledeki en temel nokta sanitasyon uygulamaları ve temizliktir. Sanitasyon aslında

kültürel mücadelenin temeli oluşturmaktadır. Bu uygulamalarda amaç zararlının hayat döngüsü içerisinde ürediği veya yer aldığı kısımları zararlı bulunmadan önce elverişsiz hale getirerek henüz zararlı ortamda yokken koruyucu önlemlerin hayata geçirilmesi faaliyetidir. Ev sinekleri çok kısa süre içerisinde nesil verebildikleri, besin veya çöplükler gibi organik maddece zengin kolay erişilebilir alanlara yumurtalarını bıraktıkları ve fazla sayıda yumurta bırakarak kalabalık popülasyonlara ulaşabilmelerinden dolayı kültürel mücadele ve sanitasyon uygulamaları oldukça elzemdir. Ev sineklerinin yumurta bırakabilecekleri gıda maddeleri, çöpler, mezbahaneler temiz tutulmalıdır. Özellikle son yıllarda nüfus artışıyla beraber kentsel alanlarda çöplükler ve geri dönüşümle ilgili ciddi sıkıntılar oluşmaktadır. Ev sinekleri için optimum şartların sağlandığı temel yaşam alanı olan çöp konteynırları, çöplükler ve geri dönüşüm merkezlerinde önlemler alınmalıdır. Kentsel alanlarda yer alan çöp konteynırlarının kapaklarının kaptılması ve çöplerin zamanında alınması *M. domestica* ile mücadele'de alınması gereken öncelikli önlemlerin başında gelmektedir. Çöpler kentsel alanlardan uzak bölgelere inorganik atıklarla aynı alana atılmalıdır. Ayrıca çöplerin üzerinin bir tabaka halinde inorganik atıklarla örtülmesi veya toprak atılarak ev sineği üreme alanlarının bozulması sağlanmalıdır (Sanchez-Arroyo, 2003). Ahır, çiftlik veya mezbahane gibi alanlarda hayvan dışkıları düzenli periyotlarla temizlenmeli ve *M. domestica* erginlerinin yumurta bırakmasına fırsat bırakılmamalıdır. Bu işlemler yapılarak ev sineği üreme alanları ıslah edilmiş olacak ve zararlının insanlar veya hayvanlar ile teması kesilebilecektir. Ahır ve çiftlik gibi yerlerdeki hayvan dışkılarının yönetilmesi Ev sineğinin kontrolünde çok önemlidir. Bu dışkıları temizleme işlemi haftada en az 2 kez yapılması gerekmektedir. Ancak bu hayvan dışkıları çoğu üretim yerlerinde organik gübre olarak kullanılabilir. Ev sinekleri larvaları ile bulaşık olan organik gübrelerin tarımsal üretimde



kullanılması durumunda bu ev sineklerinin gelişimlerinin tamamlayarak ergin bireylerin çıkabileceği unutulmamalıdır. Watson ve ark. (1998) hayvan gübresi içerisinde yer alan larvaların uygulama sırasında %89'unun makine'den dolayı olabileceğini veya hayvan gübresinin üzerine 30 cm toprak örtüldüğünde larvaların sadece %25'inden ergin birey çıkacağını aktarmıştır. Ancak araştırmacılar zararlı larvasındaki bu azalışa rağmen yine de içerisinde ev sineği larvası bulaşıklığı bulunan hayvan gübresinin araziye uygulanmasıyla yaklaşık 300.000 adet uçan ergin birey meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Benzer çalışmalarında Tahir ve Ahmad (2013) ve Cook ve ark. (2020), Ev sineği larvalarının gelişim sürecini toprağın hava alma kapasitesini azaltarak veya sıkıştırarak etkileyemeyeceklerini öne sürmüşlerdir. Organik gübrelerin kompostlanması veya farklı materyallerin uygulanması ile hayvan dışkılarındaki larva gelişimi kısıtlanabileceği bildirilmiştir (Abu-Rayyan ve ark., 2010). Kentsel alanlarda ise sineklik veya tül kafeslerin kullanılması, yiyecek ve içeceklerin açık alanda bırakılmaması, kanalizasyon sistemlerinin düzenli temizliği ve kanalizasyon açıklıklarının uçan ergin geçişine izin verilmeyecek şekilde bariyerler konulması gerekmektedir. (Malik ve ark., 2006; Keiding, 1986; Abbas ve ark., 2013; Erdoğan, 2023). Kültürel mücadele uygulamalarında halkın *M. domestica* zararlısına karşı bilinçlendirilmesi, mücadele aşamalarının sürekliliği açısından oldukça önemlidir. Ayrıca zararlı özellikle %50-75 aralığındaki nem koşullarında larval gelişim optimum düzeyde olmaktadır (Fatchurochim ve ark., 1989). Bu nedenle hem diğer sinek türleri hem de ev sinekleri ile mücadelede sulak alanların kurutulması, nemli alanların kurutulması larva gelişimini kısıtlanması kültürel mücadele içerisinde unutulmaması gereken bir husustur.

## Fiziksel, Mekanik ve Biyoteknik Mücadele

*Musca domestica* bireylerine karşı tercih edilen kültürel mücadele uygulamaları, daha çok zararlının gelişim dönemlerinde ihtiyaç duyduğu optimum koşulların kısıtlanması veya zararlının insan/hayvanlardan uzak tutulması amacıyla gerçekleştirilen tekniklerdir. Ancak bu teknikler tek başına yeterli olamamaktadır. Fiziksel mücadele veya mekanik mücadele yöntemleri kültürel mücadele uygulamalarını destekleyici ve etkinliğini arttırıcı niteliktedir. Fiziksel mücadele uygulamalarında bu kentsel zararlının doğrudan öldürülmesini veya yaşadığı ortamı etkileyerek öldürülmesi esasına göre hareket edilmektedir. *M. domestica* ergin bireylerinin insanoğlu veya hayvanlar ile temasının önlenmesi için tül veya doğrudan zararlının öldürülmesi için insektisit emdirilmiş tülbent, sineklikler zararlıyla fiziksel mücadelede kullanılabilir (Sumita ve ark., 2016). Ancak insektisit emdirilmiş tülbent veya sineklik kullanılırken diğer canlılara karşı oluşturabileceği yan etkiler gözardı edilmeden dikkatlice incelenmelidir. Hayvan gübresindeki nemli koşulları ortadan kaldırmak için asetik asit veya borik asit kullanımı, sönmüş kireç veya sodyum bisülfat ilavesi hem gübreyi kurutmak hem de pH seviyesinin ev sinekleri için uygunsuz hale getirmek için kullanılabilir. Ancak bu eklenen materyallerin hayvan gübresinin atıldığı doğada başka olumsuz etkiler getirip getirmediği detaylı bir biçimde incelenmelidir. Işık tuzaklarının zararlıyı çekici özelliği olması nedeniyle mücadelede kullanımının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Özellikle ultraviyole ışıkların zararlıya atraktant etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Pickens ve Thimijan, 1986). Fakat bu ışık tuzakları daha çok yemekhane veya besin bulunan alanlarda ev sineklerine karşı kısmen kullanılabilir (Lillie ve Goddard, 1987). Ayrıca tuzaklar içerisinde yapışkan tuzak kullanımında zararlı popülasyonunun belirli miktarda düşürülebileceği bildirilmiştir. Kaufman ve ark. (2005), yapışkan şeritlerin büyükbaş

ahırlarına astıklarında 10 haftalık bir süreçte yaklaşık 900.000 adet sinek yakaladığını aktarmıştır. Ancak bu yapışkan tuzakların düzenli olarak kontrol edilmeleri ve belirli periyotlarla değiştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Bunların dışında çekici veya repellent içerikli tuzaklar veya yemler’de mücadelede kullanım olanağı bulunmaktadır. 1900’lü yıllardan beri çeşitli bitki özütleri veya materyaller kullanarak tuzaklar hazırlanabilmektedir. Ancak son yıllarda bu alan profesyonel bir sektör haline gelmiştir. Mulla ve ark. (1977) trimethyamine, linoik asit ve amonyakın ev sinekleri için çekici özelliği olduğu ve doğal yem tuzağı olarak kullanılma ihtimalini bildirmiştir. Hung ve ark. (2015) benzaldehit ve (Z)-3-heksenilasetatın ev sinekleri için atraktant özellikte olduğunu, Tang ve ark. (2016) ise bunlardan farklı olarak ethyl palmitate, ethyl linoleate, methyl linoleate ve linoleik asitin aynı özellikte olduğunu bildirmişlerdir. Bunlardan farklı olarak çeşitli çalışmalardan elde edilen farklı atraktant materyaller günümüzde ticari piyasada yer almaktadır (Geden ve ark., 2021).

## **Biyolojik Mücadele**

Biyolojik mücadele uygulamaları özellikle entegre zararlı yönetimi içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu zararlıya karşı biyolojik mücadele uygulamaları içerisinde fungus, bakteri gibi mikrobiyal etmenler ve entamopatojenik nematodlar, predatör veya parazitoit böcekler kullanılabilir. Mikrobiyal etmenler içerisinde funguslar sıklıkla kullanılan biyolojik mücadele ajanlarından bir tanesidir. Özellikle ev sineği veya diğer kentsel sinek türlerinin larva dönemine karşı çeşitli entomopatojenik fungusların etkili olduğu yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir. Entomopatojenik funguslar genel olarak beslenme veya böceklerin vücut duvarı vasıtasıyla böceklerin vücuduna giriş yapmaktadırlar. Böcek vücudu içerisinde hızlı bir şekilde çoğalarak oluşturdukları hifler yardımıyla vücut içerisine yayılmakta ve toksinler meydana getirmektedirler.

Meydana getirdikleri bu toksinler ve hiflerinin böcek vücudu içerisine yayılmasıyla zararlıları öldürmektedir. Ortam koşullarının elverişli olmasıyla beraber ölü birey üzerinde spor oluştururlar ve aynı ortamda bulunan sağlıklı bireylere bulaşarak hayat döngüsünü devam ettirmektedirler. Ev sineklerine karşı fungal etmenlerin entomopatojenik etkilerinin araştırılması 1800-1900'lü yıllarda Cohn (1855), Speare (1920) ve Dresner (1949,1950) tarafından başlandığı düşünülmektedir. Araştırmacı *Empusa muscae* (Cohn.) Fresen. isimli fungal etmeni Ev sinekleri üzerinde tespit etmiş ve araştırmıştır. Hall ve ark. (1972) laboratuvar koşullarında *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv) Vuill. 1912 ve çeşitli fungal veya bakteriyal izolatların ev sinekleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu tarihten itibaren çok sayıda araştırmacı gerek laboratuvar koşullarında gerek arazi koşullarında *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, 1883 ve *Entomophthora muscae* (Cohn.) Fresen. başta olmak üzere çeşitli fungal izolatların Ev sineklerin farklı hayat dönemlerin karşı ani veya uzun süreli öldürücü etki, sublethal etki, üreme gücüne karşı etkisini farklı uygulama metodlarıyla araştırmışlar ve çeşitli bilim insanı bu araştırmaları derleme olarak da yorumlamıştır (Fotedar ve ark., 1992; Barson ve ark., 1994; Watson ve ark., 1995; Lecuona ve ark., 2005; Mishra ve ark., 2011; Lopez-Sanchez ve ark., 2012; Acharya ve ark., 2015; Farooq ve Freed, 2016; Weeks ve ark., 2017; Geden ve ark., 2021; Erdoğan, 2023). Yapılan araştırmalarda *B. bassiana* ve *M. anisopliae* funguslarına karşı zararının ergin yaşının patojeniteyi etkilemediği ancak özellikle larva döneminde erken dönem larvaların daha hassas olduğu bildirilmiştir (Rizzo, 1977; Kaufmann ve ark., 2008; White ve ark., 2021). Ergin *M. domestica* bireyleri arasında ise *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'ya karşı dişi bireylerin erkek bireylere kıyasla daha hassas olduğunu ve bu fungusların dişi bireylerin üreme sağlığını olumsuz yönde etkilediğini belirlenmiştir (Rockstein ve Lieberman, 1958; Lecuona ve ark., 2005;

Acharya ve ark., 2015). *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *E. muscae* funguslarının farklı uygulama yöntemleri (yem ile karıştırılarak, toz veya sıvı formülasyonun sprey ile uygulanması ve topikal uygulamalar) ile etkisinin araştırıldığı çalışmalarda yem ile karıştırma yönteminin direnç gelişimi yavaşlatması, hedef dışı canlılara olası etkilerinin önüne geçilmesi ve maliyeti düşürmesi bakımından başarılı olduğu vurgulanmıştır (Geden ve ark., 1995; Watson ve ark., 1995; Mishra ve ark., 2013; Machtinger ve ark., 2016).

*Entomophthora muscae* fungusu daha dar bir konukçu aralığı olmasıyla *B. bassiana* ve *M. anisopliae* funguslarından ayrılır. Bu fungus özellikle ev sinekleri üzerinde patojenite göstermektedir. Bu fungusun bulaşması ve yayılması ev sinekleri ile bulaşık olan bir yüzeyden temas ile gerçekleşmektedir. Ancak özellikle abdomen kısmından vücuda penetre olmaktadır. Ev sinekleri öldükten yaklaşık 12 saat sonra *E. muscae* böceğe tamamen yayılabilmektedir ve yaklaşık %50-80 nemde ev sinekleri üzerinde kolayca yayılabilmektedir (Brobyn ve Wilding, 1983; Pell ve ark., 2001). İlk yıllarda *E. muscae* önemli biyolojik mücadelede kullanım olanağı bulunan önemli bir fungus olduğu belirtilse de bu fungusun üretiminde çevre koşullarının etkisi yüksek olmasından kaynaklandığı sıkıntılar olabileceği belirtilmiştir (Kieding, 1986). Ancak Kramer ve Steinkraus (1981), *E. muscae*'nin laboratuvar ortamında kitlesel kültüre alındığında *M. domestica* başta olmak üzere 6 farklı Muscidae familyası türüne karşı etkili olduğunu saptamıştır. Laboratuvar ortamında uygulama yapıldıktan sonra 5.-7. günler arasında zararlılarda %90'nın üzerinde ölüm görüldüğü bildirmişlerdir. *E. muscae*'nin doğal koşullar altında ergin *M. domestica* bireylerinde yıl boyunca değişik oranda enfeksiyon göstermektedir. *M. domestica* ergin bireyleri üzerinde enfeksiyon yaygınlığı en fazla sonbahar aylarında (%45), en düşük sıcak yaz aylarında (yaklaşık %1) olarak

görülmüştür. Ayrıca doğa'da erkek bireylerde, dişi bireylere kıyasla *E. muscae* daha yaygın olarak ölüm meydana getirmektedir. Ayrıca erkek *M. domestica* bireylerinin *E. muscae* fungusunun konidiaları ile bulaşık olması durumunda çiftleşme sırasında bu konidiaların sekonder olarak dişi bireylere geçişini sağlamaktadır. Hatta *E. muscae* ile hastalıklı erkek *M. domestica* bireyleriyle çiftleşen dişi bireylerin, sağlıklı erkek bireylerle çiftleşmeye kıyasla daha az yumurta bıraktığı ve *E. muscae*'nin bu yolla dişi bireylerin doğurganlığını yani üreme gücünü düşürebilmektedir (Mullens ve ark., 1987; Watson ve Petersen, 1993).

Sıcaklık arttıkça *E. muscae* ile enfekte olan ev sineği bireylerinin hayatta kalma oranının arttığı bilinmektedir. Yüksek sıcaklığa (40°C) maruz bırakılan *E. muscae* ile enfekteli ev sinekleri ilk günlerde hayatta kalma oranları artarken, sıcaklığa maruz bırakma süresi arttıkça bu hayatta kalma oranı düşmektedir. Bu sebeple *E. muscae* ile enfekteli ev sineği erginleri hayatta kalabilmek için davranışsal olarak vücut sıcaklıklarını yükselterek bu fungusun enfeksiyonunu baskı altına alabilmektedirler (Watson ve ark., 1993). Bu mekanizmadan dolayı sıcaklık *E. muscae* fungusunun gelişimi için sınırlayıcı bir faktör olarak görülmektedir. Hansen ve De Fine Licht (2017), çalışmalarında *E. muscae*'nin laboratuvar ortamında, bir başka sınırlayıcı faktör olan besin kaynaklarının tükenmesinden sonra sınırlayıcı kapasite'ye ulaşıncaya kadar konukçusunun içerisinde "Malthus büyüme modeli" 'ne benzer çoğalma gerçekleştirerek konukçusunu öldürdüğünü tespit etmişlerdir. *E. muscae* fungusu tarafından üretilen gümüş nanoparçacıkların *M. domestica*'nın larvaları üzerinde özellikle de ilk dönem larvalarda yüksek (%95-100) toksik etki gösterdiği belirlenmiştir. Larva dönemleri ilerledikçe nanoparçacıkların oluşturdukları toksik etki %60-70'lere düşmüştür. Ancak yine de *E. muscae* tarafından üretilen bu gümüş parçacık

sentezinin hızlı oluşu ve yüksek etki göstermesinin ev sineği zararlısıyla mücadelede geliştirilebilecek bir yöntemde kullanım potansiyalinin bulunduğu fikrini ortaya çıkarmıştır (Mahmood, 2017).

Yukarıda yer alan fungusların yanısıra ev sineklerine karşı biyolojik mücadelede kullanım imkanı araştırılan başka funguslarda bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalarda *Acremonium chlamyosporium* L.W. Hou, L. Cai & Crous, *Aspergillus niger* Tieghem 1867, *Penicillium chrysogenum* Thom 1910, *Trichoderma viride* Pers., 1794, *Lecanicillium albo-atrum* Reinke & Berthold 1879 (Al Olayan, 2013), *Cordyceps fumosorosea* Wize 1904 (Basionym: *Isaria fumosorosea*) (Freed ve Farooq, 2016; Lopez-Sanchez ve ark., 2012; Farooq ve Freed, 2018; Ibrahim ve ark., 2016), *Tolypocladium cylindrosporum* W. Gams, 1971 (Barson ve ark., 1994), *E. schizophorae*, *Lecanicillium lecanii* Zim., 1898 (Skovgard ve Steenberg, 2002), *Purpureocillium lilacinum* Hywel-Jones & Samson 2011 (Synonym: *Paecilomyces lilacinus*) (Mwamburi ve ark., 2010) funguslarının *M. domestica* larva ve ergin dönemlerine etkileri incelenmiştir. *A. chlamyosporium*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *T. viride* ve *V. albo-atrum* fungusları arasından hem larva hem de ergin döneme karşı *A. niger*'in  $10^7$  konidi süspansiyonunun en yüksek etkiyi gösterdiğini tespit edilmiştir. *P. lilacinum* fungusunun non-patojenik bir fungus olarak kabul edilebileceği, *T. cylindrosporum* fungusunun ise *M. anisopliae* ile karşılaştırıldığında nispeten düşük etki göstermesine rağmen ergin çıkışını engelleyebileceği belirlenmiştir. Bu funguslar içerisinde *I. fumosorosea*; *B. bassiana* ve *M. anisopliae* ile birlikte biopestisit olarak kullanılabilen önemli bir funguslardan bir tanesidir (Zimmermann, 2008; Weng ve ark., 2019). Ancak bu fungusun *M. domestica*'ya karşı etkisinin incelendiği çalışmalarda *B. bassiana* veya *M. anisopliae*'ya kıyasla etkinin daha düşük olduğu

görülmüştür. *I. fumosorosea* bu çalışmalarda *M. domestica*'nın ergin veya larvasına karşı %41.2-69 arasında toksik etki gösterirken aynı çalışmalarda *B. bassiana* ve *I. fumosorosea*'nın etkinliği %50-91 arasında değişmiştir (Lopez-Sanchez ve ark., 2012; Farooq ve Freed, 2016; Ahmad ve ark., 2017; Farooq ve Freed, 2018). Ancak uygulama metodu ve çalışmada kullanılan fungus izolatlarının patojenitelerinin farklı olabileceği ve bu nedenle etkinlik farklarının görülebileceği unutulmamalıdır. Ahmed ve ark. (2017) *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *I. fumosorosea* funguslarının bazı bitkisel ekstraktlar ile karıştırarak uygulaması durumunda *M. domestica*'nın biyolojik dönemlerine ve üreme durumuna etkisini incelemiştir. Bu çalışmada genel olarak incelenen parametlerinin birçoğunda *B. bassiana* ve *Azadirachta indica* A. Juss. 1830 adet karışımı en etkili çıkmasına karşın; yumurta açılma oranı, larva ve pupa dönemi, larvaların pupa olma oranı, pupa ağırlığı gibi parametlerde *I. fumosorosea* ile *A. indica* karışımı yüksek miktarda etkinlik göstermiştir. Bu çalışmalar neticesinde ev sinekleriyle mücadelede entomopatojen fungal patojen içeren ruhsatlı biopreparatların arazi koşullarında kullanımı mümkün olmaktadır.

Biyolojik mücadele içerisinde entomopatojen bakteri özellikle kentsel zararlı sinek türlerine karşı oldukça revaçtadır. Eski dönemlerden itibaren kentsel zararlılar ile mücadelede en fazla tercih edilen bakteri *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915'dir. Gram pozitif ve spor oluşturan bu bakteri türü böcekler üzerinden, topraktan veya yere dökülmüş bitki kısımlarından kolayca izole edilebilmektedir. Bu bakterinin entomopatojen bakteri türü olarak kullanımının başlangıcının Burns ve ark. (1961) yapılan çalışma olduğu düşünülmektedir. Araştırmacılar bünyesinde *B. thuringiensis* bulunan yaprakların yer aldığı hayvan gübrelerindeki sinek larvalarının ölmesi bu bakteriyinin böceklerle mücadelede kullanılabileceği düşünülmüşlerdir. Bu çalışmadan yola çıkarak *B. thuringiensis*'in ev



sinekleri üzerindeki etkinliğini belirlemişlerdir (Miller ve ark., 1971). Bu bakteri beslenme yoluyla ev sineklerinin bünyesine girip ürettikleri endotoksinler sayesinde kentsel zararlıyı baskı altına almaktadır (Carlberg, 1986). Ancak üretilen bu endotoksinlere karşı zararlının dayanıklılık geliştirebilme riski ve bu toksinlerin omurgalılar üzerinde olumsuz etki yaratılabilme ihtimalinin ortaya çıkmasıyla ABD’de bu bakterinin kullanımı yasaklanmıştır. Bu toksinleri üretmeyen *B. thuringiensis* suşlarının ev sinekleri ve diğer sinek larvalarıyla mücadelede başarısız olmaları ve bu zararlıyla mücadele’de kullanım potansiyali bulunan başka *B. thuringiensis* suşlarının tespit edilmesiyle birlikte bu etmen o tarihten günümüze kadar ev sinekleriyle mücadelede aktif olarak kullanılmaktadır (Harvey ve Howell, 1965; Hodgman ve ark., 1993; McClintock ve ark., 1995; Zhong ve ark., 2000; Adang ve ark., 2014).

Floris ve ark. (2007) Sardinya (İtalya)’nın farklı bölgelerden topladıkları örneklerden yaklaşık 300 farklı bakteriyel izolat içerisinde 4 tanesinin ev sinekleri erginlerine ve 1 tanesinin larvalarına karşı toksik etki gösterdiğini saptamıştır. Ayrıca araştırmacılar bu izolatların ev sineklerinin pupa parazitoiti olan *Muscidifurax raptor* (Girault & Sanders)’a olumsuz etki göstermediğini raporlamışlardır. *B. thuringiensis*’den farklı olarak çeşitli bakteriyel izolatlarında *M. domestica*’nın üzerinde çeşitli etkileri saptanmıştır. Sicilya bölgesi topraklarından izole edilen  $1.7 \times 10^9$  yüksek konsantrasyon bakteri süspanyonundaki *Brevibacillus laterosporus* (Laubach) bakterisinin hem ergin hem de larvalarında yüksek miktarda toksik olduğu ve aynı zamanda bu bakterinin öldürücü olmayan düşük bakteriyel süspanسیونlarında ( $0.4, 0.8, 1.7 \times 10^8$ ) da larva gelişim süresinde bir artışla beraber pupaların ağırlığıyla çıkış oranında bir azalma meydana getirmektedir. Bu çalışmadan yola çıkarak yapılan ancak yeni bir formülasyon ile üretilen farklı bir

çalışmada *B. laterosporus* bakterisinin arazi ve laboratuvar koşullarında etkisi incelendiğinde daha önceki laboratuvar deneylerinde olduğu gibi laboratuvar  $1 \times 10^8$  formülasyonda *M. domestica*'nın larvalarını %100 oranında öldürdüğü ve ergin çıkış oranının %80.3 oranında azaldığı belirlenmiştir. Açık alan denemelerinde ise  $1 \times 10^8$  spor/ml'lik bakteriyel süspansiyon 2 litre/2m<sup>2</sup> doz'da uygulandığında ergin çıkışını %57.8 oranında azaldığı, aynı miktarda hayvan çiftliğinde yapılan larva uygulamasının ise larva gelişimini %30 oranında düştüğü sonucuna ulaşılmıştır (Ruiu ve ark., 2006; Ruiu ve ark., 2008). Aynı fungusun Pakistan bölgesi topraklarından izole edilen insektisidal *Bacillus* sp. türleri içerisinde *M. domestica* larvalarına karşı *B. alvei* (%98.7), *B. megatarium* (Cheshire&Cheyne 1885) Ash et al. 1994 (%89.3)'un laboratuvar koşullarında uygulanması durumunda toksik özellik gösterdiği belirlenmiştir (Shakoori ve ark., 1998). Zimmer ve ark. (2013) *B. laterosporus*, *B. thuringiensis* var. *israelensis* Barjac, 1978 ve *B. thuringiensis* var. *kurstaki* Bulla et al.1979'nin *M. domestica*'nın yumurtadan yeni çıkmış larva dönemine karşı etkinliğini belirlemiştir. Araştırmacılar yumurtadan yeni çıkan *M. domestica* larvalarının bu bakterilere karşı toksik özellik gösterdiğini ve meydana getirdiği ölüm oranlarının sırasıyla %53, %34 ve %40 olduğunu tespit etmişlerdir. Sublethal etkiye bakıldığında ise larva gelişme periyodunun Bti ve Btk'nın  $1 \times 10^9$ (yüksek) dozlarında kontrol grubundan farklılaştığını, pupa döneminin ise B1 ve Bti'nin  $1 \times 10^7$ (düşük) dozunda daha uzun sürdüğü aktarılmıştır. Farklı bir çalışmada ise Bt'nin farklı bir ırkı olan *B. thuringiensis* var. *kyushuensis*'in *M. domestica*'nın larvalarını %99, ergin bireylerini ise %78.9 oranında öldürdüğü belirlenmiştir (Pereira ve ark., 2019). Bu türlerden farklı olarak *B. amyloliquefaciens*'in çeşitli suşlarının Ev sineği larvalarının yaşam süresini %30-50 oranında azalttığı, ayrıca %50 oranında bir pupacidal etkinlik gösterdiği bilinmektedir (Torres ve ark., 2022).

*Bacillus* türleri uzun yıllardır Ev sinekleriyle mücadele kullanılmakta ve bilinmektedir. Ancak bakteri popülasyonlarının uzun veya yavaş üreme durumu, Bt'nın bazı suşlarına karşı direnç gelişiminin var olması ve bazı kristal toksinlerin etkinliğinin sınırlanabilmesinden dolayı bu cinse ait farklı türler veya farklı suşların geliştirilmesine yönelik çalışmalar hala devam etmektedir. Bu nedenle Pseudomonadaceae ve Enterobacteriaceae gibi farklı familyadaki bakterilerin ev sineklerine karşı etkinliği de araştırılmıştır. *Pseudomonas protegens* Ramette pf-5, *Photorhabdus temperata* Fischer-Le Saux NC19 ve *Serratia marcescens* Bizio DB11 bakterilerinin thorax kısmında ergin bireylere uygulanması sonucunda bütün bakteriyel strainler  $1 \times 10^4$  conidia/ $\mu$ l 24 saat sonunda sırasıyla %100, %97 ve %90 oranında etkili olmuştur. Düşük konidi yoğunluğunda 24 saat sonunda etkinlik düşük çıkarken uygulama sonrası geçen süre arttıkça bu etkinlik düşük konidi yoğunluğunda'da arttığı tespit edilmiştir (Johnston ve ark., 2019). Ancak entomopatojen bakterilerin üretmiş olduğu toksinlerin hedef dışı canlı organizmalar üzerinde etkilerinin olup olmadığı, yer altı suları, arılar veya balıklara karşı göstermiş oldukları etkilerin belirlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapıldıktan sonra en sinekleriyle mücadelede kullanılması doğal dengenin sürdürülebilirliği açısından elzemdir.

Zararlılarla biyolojik mücadele'de çok az sayıda viral entomopatojen bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesine *M. domestica* zararlısına özgü olan ve zararlının tükürük bezlerinde çoğalan Ev sineği tükürük bezi hipertrofi virüsü [House fly salivary gland hypertrophy virus (MdSGHV) (MdSGHV)]'dür. Bu virüs canlının tükürük bezlerinde bariz bir hipertofi (aşırı büyüme)'ye ve dişi bireylerde kısırlığa sebep olmaktadır (Lietze ve ark., 2011a). Virüsün enfeksiyonunun gıda aracılığıyla gerçekleştiği düşünüldüğünden yemlerin kullanılabileceği fikri ortaya atılmıştır (Lietze ve ark., 2009).

Ancak laboratuvar çalışmalarında bu şekilde virüs enfeksiyonunun sınırlı olduğu görülmüş ve bunun nedeninin ergin sineğin bu virüse duyarlılığının, pupa döneminden çıktıktan sonra kısa kısa bir süre içerisinde görüldüğü düşünülmektedir (Geden ve ark., 2008; Lietze ve ark., 2011b). Bu nedenle *M. domestica*'ya karşı bu virüsün kullanımı günümüzde mümkün olamamaktadır.

Çeşitli tarımsal zararlılara karşı entomopatojenik nematodların kullanımı özellikle son 20 yılda önemli bir yol katetmiştir. Tarımsal zararlıların dışında kentsel zararlılara karşı da bu entomopatojenik nematodların etkinliklerin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur (Shapiro-Ilan ve ark., 2019). EPN'lerin doğal yaşamı topraktır ve toprakta zararlı böceklerin juvenil dönemlerin böcek bünyesine girerek endoparazitik olarak yaşamaktadır. Entomopatojen nematodlar Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarından oluşmaktadır. Bu iki familyada günümüze kadar yaklaşık 115 EPN tanımlanmıştır. Bu familyalar gram negatif Enterobacteriaceae bakteri familyasından *Photorhabdus* sp. ve *Xenorhabdus* sp. ile simbiyotik ilişki içerisindedir (Forst ve ark., 1997; Poinar ve Grewal, 2012; Shapiro-Ilan ve ark., 2019). *M. domestica*'ya karşı Heterorhabditidae familyalarındaki *Heterorhabditis megidis* (Poinar, Jackson & Klein 1987), *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar, 1976), *Heterorhabditis indica* (Poinar, Karunakar & David 1992) türlerindeki suşların ve Steinernematidae familyasında ise *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955), *S. feltiae* (Filipjev), *S. scapterisci* (Nguyen & Smart, 1990), *S. glaseri* (Steiner, 1929), *S. abbasi* (Elawad et al., 1997)'nin farklı suşların etkinliği çalışmalar ile incelenmiştir. Taylor ve ark. (1998), 40 farklı *Heterorhabditis* sp. ve *Steinernema* sp. suşları içerisinden *Steinernema* suşlarının *M. domestica* larvalarında istatistiksel anlamda önemli derecede ölüm meydana getirdiğini belirlemiştir. Ancak farklı araştırmacılar *H. indica* ve *H. bacteriophora*'ın *S. carpocapsae*

ve *S. glaseri* suşlarından daha etkili olduğunu aktarmışlardır (Bream ve ark., 2018). Fakat bu çalışmalardaki farklı bulgular, çalışmalarda uygulama yapılan dönemlerin ve suşların farklı olmasından kaynaklandığı ortaya koymaktadır. *Heterorhabditis* sp. suşlarının ev sineği larvalarında 2 generasyon boyunca çoğalabildiği ancak *Steinernema* sp. suşlarında bu süre 10 generasyon'a kadar çıkmaktadır. Dişi *S. feltiae* nematodlarının erkek bireylere kıyasla *M. domestica* larvalarına daha erken nüfuz ettiği, ev sineklerini 10 adet dişi nematod enfekte ettikten sonra erkek bireylerin enfekte edebildiği saptanmıştır (Renn, 1998a).

EPN uygulamalarında *M. domestica*'nın ergin veya larva dönemine karşı, bunların yanında pupa dönemine de hedef olarak görülebilmektedir. Ancak çalışmalar sonucunda larva dönemine karşı yapılan uygulamaların pupa ve ergin döneme kıyasla daha etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca EPN'lerin etkinliklerinin toprağa kıyasla hayvan gübrelinde daha fazla olduğu ancak hayvan gübresinin çeşidine göre bu etkinliklerinde değişebileceği unutulmamalıdır. Hatta bazı çalışmalarda dişi *M. domestica* bireylerinin erkeklerden daha hassas olduğu belirtilmiştir. (Renn, 1995; Mahmoud ve ark., 2007; Archana ve ark., 2017; Arriaga ve Cortez-Madrigal, 2018). Laboratuvar koşullarında yapılan bu deneylerin yanı sıra arazi koşullarında da EPN'lerin *M. domestica* bireyelerine karşı etkili olabileceği hatta bu uygulamaların yapıldığı çiftliklerde kimyasal uygulamalarından daha az ergin sinek çıkışı olduğu da aktarılmıştır (Renn, 1998b). Entomopatojen nematod uygulamalarından elde edilen sonuçların çevre koşulları, besin içeriği, uygulama yöntemi ve suşlara bağlı olarak değişeceği bilinmektedir. Bu etmenlerin uzun depolama ömrüne sahip olması, seri üretiminin nispeten kolay olması ve raf ömrünün diğer etmenlerden daha uzun olabilmesi oldukça önemli avantajlardır. Hayvan üretim alanlarında kimyasal uygulaması yerine

*M. domestica* gibi önemli hastalıkların vektörlüğü yapabilen zararlılara karşı bu etmenlerin kullanımının daha detaylı araştırılmasının cesaretlendirilmesi gerekmektedir.

Biyolojik mücadele uygulamaları içerisinde predatör ve parazitoit olarak kullanılan etmenler bulunmaktadır. Predatör etmenler; yaşamını birden fazla konukçu üzerinde tamamlayan ve konukçularını öldüren etmenler olarak tanımlanmaktadır. Parazitoit etmenler ise yaşamını tek bir konukçu üzerinde tamamlayan ve konukçusunu belirli bir süre sonra öldüren organizmalar olarak tanımlanmaktadır. *M. domestica* ile biyolojik mücadele kapsamında çeşitli böcek veya akarların kullanımına yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Macrochelidae, Uropodidae ve Parasitidae familyalarına ait türler ev sinekleri üzerinde beslenebilen bilinen akar predatörleridir. Bu türler içerisinde en bilindik olanı *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli, 1772) (Acari: Macrochelidae) 'dir. *M. muscaedomesticae* predatör akarının günlük 20 adet ev sineği yumurtasıyla beslenebildiğini ve bu zararlının saha denemelerinde kümes veya ahırlarda hayvan gübresi içerisinde ev sineği popülasyonlarında önemli oranda düşüş meydana getirmesi bu predatör türün önemini göstermektedir. Uzun süreli yapılan çalışmalarda Macrochelidae familyasındaki akarların *M. domestica* kontrolünde doğada önemli bir yer tuttuğu belirlenmiştir (Axtell, 1969; Cicolani, 1979; Axtell, 1986; Geden ve Axtell, 1988). *M. muscaedomesticae* predatör akarı *M. domestica* zararlısının yaşam dönemleri arasından larva dönemine daha etkili olduğu hatta her 10 predatör akar başına 40 adet zararlı yumurtası bırakıldığında 2. günde ölümün %100 olduğunu, her 5 predatör akar başına 10 adet zararlı larvası bırakıldığında 1. gün sonunda %100 ölüm oluşturduğu ortaya konulmuştur (Abo-Taka ve ark., 2014). Ayrıca 5-7 günlük ergin *M. domestica* bireylerinin predatör akar türü *M. muscaedomesticae* için

çekici özellikteki N-fenil-N-glukozit ve N-fenil-N-mannozit'in özelliklerine benzer bir bileşiğe sahip olduğu belirlenmiştir. Predatör akarların bu bileşik sayesinde ev sineği bireylerini arayıp bulduğu düşünülmektedir. Bu predatör akarın ortamdaki yoğunluğu arttıkça birey başına düşen zararlı arama verimliliği ve predasyon oranının önemli ölçüde azaltığı saptanmıştır (Wicht ve ark., 1971; Shiralizadeh ve ark., 2022). Bu durumun predatör akar yoğunluğu arttıkça ortamda tür içi rekabetin artmasından veya akar yoğunluğu arttıkça zararlıdan salgılanan çekici maddenin ulaşma ihtimalinin zorlaşacağı ihtimalinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında sıcaklık arttıkça predatör akarın günlük saldırdığı yumurta oranı ve saldırı katsayısının arttığı belirlenmiştir (Shiralizadeh ve ark., 2021).

*Glypholaspis confusa* (Foa, 1900) (Acari: Macrochelidae) ve *M. Muscaedomesticae* predatör akarlarının predatör aktivileri incelendiğinde; *M. muscaedomesticae*'nin Ev sineğinin hem gizli hem de açıktaki yumurtalarına etkili olduğu ancak *G. confusa*'nın sadece gizli yumurtalar üzerinde etkili olduğu açık alandaki yumurtaları parazitleme oranının düşük olduğu aktarılmıştır. Fakat *G. confusa*'nın deutonimf döneminde Ev sineği genç larvalarına *M. muscaedomesticae*'den daha etkili'da başka bir gerçek olarak ortaya koyulmuştur (Perotti, 2001). Bu durumda *G. confusa*'nın gübre içerisinde yer alan larva dönemindeki Ev sineklerine karşı kullanılabileceği, *M. muscaedomesticae*'ninde gübre yüzeyine çıkan ve yaşlı dönem larvalara etkili olarak kombine şekilde kullanımına yönelik çalışmaların yapılması gerektiği fikrini güçlendirmektedir. *Uropodidae* familyasındaki akarlar içerisinde ise *Fuscuropoda vegetans* (De Geer, 1768) (Acari: Uropodidae) ön plana çıkmaktadır. Ancak Macrochelidae familyasına ait akarlar ile karşılaştırıldığında koku algısının zayıf olması, yavaş hareket etmesi, toplu halde beslenmesinden dolayı *M. muscaedomesticae*'ya kıyasla daha az

etkilidir. *F. vegetans* *M. domestica*'nın yumurtalarını avlayamamakta, deutonimfleri ve erginleri ev sineğinin sadece 1. dönem larvası üzerinde beslenmektedir (O'Donnell ve Axtell, 1965; Willis ve Axtell, 1968).

Birçok böcek ev sineklerinin yumurtaları, larvaları veya erginleri üzerinde predatör olarak bulunmaktadır. Bunların içerisinde en önemli türlerin başında *Carcinops pumilio* (Erichson, 1984) (Coleoptera: Histeridae) gelmektedir. Bu tür'ün tek ergin bireyi bir günde 13-83 adet ev sineği yumurtasını tüketirken larvası ise günde 13-26 yumurtayı tüketmektedir. Yaygın bir dağılıma sahiptirler ve kümes alanlarında daha yaygın olarak bulunup ABD ve Avrupa'daki bazı ülkelerde ticari olarak kullanılan bir etmendirdir (Morgan ve ark., 1983; Geden, 1984). Sıcaklığa bağlı olarak bu predatör etmenin gelişme süresi beklenildiği gibi kısalmışken, tüm hayat dönemleri için maksimum gelişim oranları 32.5°C'de ve hayatta kalma yüzdesi larvalar için optimum 25°C olduğu saptanmıştır. *C. pumilio*'nun predasyon oranının predatör yoğunluktaki artışla beraber azaldığı tespit edilmiş, fakat aç bırakılan bireylerin avlanma yeteneklerini kaybetmedikleri aksine daha fazla *M. domestica* larvası tükettiği aktarılmıştır (Feltcher ve ark., 1991; Achiano ve Giliomee, 2006). Heteroptera takımı Pentatomidae familyası içerisinde yer alan *Podisus nigrispinus* (Say, 1832), *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) ve *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1863)'un predatör olarak *M. domestica* yumurta ve erken dönem larvalarında beslenebildiklerini ancak bu türler arasından *P. nigrispinus*'un beslenmesinin daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu etmenlerin beslenme faaliyetlerinin başarısını besinin yoğunluğu ve sıcaklık koşullarının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Zanuncio ve ark., 2001; Jusselino-Filho ve ark., 2003; Zanuncio ve ark., 2005).



*Acheta domesticus* L. (Orthoptera: Gryllidae)'un *M. domestica* pupalarını tükettiği predatör etmenin zararlıyı dokunarak bulduğu ve predatör akarların avlarını kokularından bulmasına kıyasla değişik bir mekanizma olduğu belirtilmiştir (Pimentel ve Cranston, 1960). *Atheta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae)'nin bazı *Nitulidae* ve *M. domestica* yumurta ve erken dönem larvalarıyla beslendiği ve ortam sıcaklığının bu beslenmede etkili olduğu bilinmektedir (Miller ve Williams, 1983). Ev sinekleriyle aynı familyadan olan *Muscina stabulans* (Fallen, 1817) (Diptera: Muscidae) larvaları farklı predatör/av oranları (1:1, 1:3, 1:6) ve besin substratı kullanılarak kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada 1:1 ve 1:3 predatör/av oranı'nda 50 ve 100 g besin substratı seviyelerinde %99.99 ve %99.22 oranında *M. domestica* larvalarını öldürdüğü saptanmıştır (Duarte ve ark., 2013). *Hydrotea aenescens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Muscidae) ise fakültatif bir parazit olup hayvan üretim tesislerinde doğal olarak oluşan bir predatördür. Bu sinekler kentsel zararlı olmak yerine ev sinekleri üzerinde baskı oluşturan ve günde 15 *M. domestica* larvası yiyen bir predatördür. ABD'nde ticari olarak üretimi yapılabilmekte fakat tıpkı ev sinekleri gibi bazı önemli patojenlerin vektörlüğünü yapabilme yeteneğinden dolayı bu türün biyokontrol ajanı olarak kullanılmasında tartışmalar bulunmaktadır (Hogsette ve Washington, 1995; Farkas ve ark., 1998; Olsen ve Hammack, 2000).

Parasitoidlerin ev sineklerine karşı kullanımı predatörlere kıyasla daha yaygındır. Yaklaşık 50 yıldır *M. domestica* üreme alanlarında özellikle pupa parazitoitleri doğal olarak oluşmaktadır. Bu etmenler kolaylıkla konukçularını bulmakta ve ev sineğinin yaşamını sürdürdüğü her alanda bulunabilmektedir. Ancak parazitoitlerinin gelişim süreçleri, ev sineklerine kıyasla daha yavaş tamamlanabildiğinden doğadaki mevcut durumu zararlıyı tek başına bastırmada yeterli olamamaktadır. Bu nedenle takviye parazitoit

salımı, farklı biyolojik mücadele etmenlerin kullanımı diğer mücadele yöntemleri ile entegre edilerek zararlı popülasyonu baskı altına alınabilmektedir (Geden ve ark., 1992; McKay ve ark., 2007). Çeşitli parazitoitlerin *M. domestica*'nın biyolojik dönemlerindeki etkinliği araştırılmış olsada ticari olarak üretilebilen ve en bilinen parazitoit *Muscidifurax raptor* Girault & Sanders (Hymenoptera: Pteromalidae)'dir. Bu parazitoitin dışında *Spalangia nigroaenea* (Curtis, 1839) (Hymenoptera: Pteromalidae), *S. cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae) *M. zaraptor* Kogan And Legner (Hymenoptera: Pteromalidae), yine *M. domestica*'ya karşı etkinliği saptanmış parazitoitlerdir. Bu parazitoitler yumurtalarını *M. domestica*'nın pupa sınıfı içerisine ovipozitörleri vasıtasıyla bırakırlar. Pupa içerisinde meydana gelen parazitoit larvaları pupa ile beslenerek ergin çıkışını engellemektedir. Parazitoitlerin hayat döngüleri birbirlerine benzemektedir. Genel olarak *M. domestica*'nın pupa yüzeyine bir veya toplu halde birden fazla yumurta bırakabilirler. Pupa içerisinde gelişen parazitoit larvası yaklaşık 2-4 hafta'da ergin olurken, parazitoitin türü ve çevre koşullarına bağlı olarak bir neslini ortalama 15-30 günde tamamlayabilmektedir (Petersen ve ark., 1991; Birkemoe ve ark., 2012). Ev sineği parazitoitlerinin etkinliğini ve dağılımını etkileyen faktörler arasında parazitoitin habitat tercihi, konukçu yoğunluğu, tür içi ve türler arası rekabet, parazitoitin yoğunluğu ve sıcaklık, nem gibi iklim faktörleri yer almaktadır (Machtinger ve Geden, 2015; Taylor ve ark., 2016). Kırsal alanlarda büyükbaş üretiminin artmasıyla *M. domestica* sorunu yaygınlık göstermiştir. Parazitoitlerin dağılım aralığının sınırlı oluşundan tek bir parazitoit salımı yerine kombine halde birden fazla parazitoitin salınmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. *S. endius* (Walker, 1839), *S. nigroaenea*, *M. raptorellus*, *M. zaraptor* ve *Trichomalopsis sarcophagae* (Hymenoptera: Pteromalidae) (Gahan, 1914) parazitoitlerinin birbirleriyle kombine halde salınmasının bazı

çalışmalarda etkili olmadıkları, bazı çalışmalarda ise belirli bir seviyeye kadar etkili olduğu belirtilmiştir (Morgan ve Patterson, 1977; Andress ve Campbell, 1994; Floate, 2003). Bu farklılık salınan parazitoit yoğunluğu, türlerin ortama adapte olamaması veya konukçu sayısının aşırı fazla olmasından kaynaklanabilir.

## **Kimyasal Mücadele**

Kentsel zararlılarla mücadelede farklı yöntemler olmasına rağmen günümüzde hala kentsel zararlılar ile mücadele kimyasal mücadele yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Günümüzde kentsel zararlılar ile mücadele programları içerisinde kimyasal mücadele 2022 yılı itibariyle yaklaşık 11 milyon dolar (\$)’lık harcamayla en fazla payı almaktadır. Bu miktarın 2030 yılında yaklaşık olarak 14 milyon dolar (\$) civarına çıkacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2022). Kimyasal mücadelenin bu zararlılara karşı bu kadar büyük ekonomik bir sektör olmasının temel nedeninin kentsel zararlılara karşı uygulanan biyosidallerin kısa süre içerisinde yüksek oranda etkili olması, problemi hemen ortadan kaldırabilmesi ve nispeten diğer mücadele yöntemlerine kıyasla daha az maliyetli bir mücadele yöntemi olmasından kaynaklandığı düşünülebilir (Lowe ve ark., 2019; Geden ve ark., 2021). Kentsel zararlılarla kimyasal mücadelede pestisitlerden farklı olarak biyosidal terimi karşımıza çıkmaktadır. Pestisit terimi tarımsal alandaki bitki koruma ilaçlarına verilen genel isimlendirmeyken, biyosidal terimi kentsel alanlarda görülen zararlılara karşı tarımsal üretim alanı dışında kullanılan bitki koruma ürünlerine verilen isimlendirir. Bu terimler bazı bölgelerde birbirine karışabilirken Avrupa Birliği ülkelerinde günümüzde protokoller ile belirlenmiş ayırım bulunmaktadır (European Union, 1998; Wittmer ve ark., 2010). Kentsel zararlılar içerisinde karasineklerle karşı da bu durum benzerdir.

Genel olarak bu kısma kadar anlatılan diğer mücadele metotları içerisinde kültürel mücadele uygulamaları genel olarak zararlı görülmeden uygulanmaktadır, zararlı görüldüğünde ise hemen kimyasal mücadele metoduna başvurulduğu gözlemlenmektedir. *M. domestica* zararlısına karşı da hem Türkiye’de hem de Dünya genelinde çeşitli aktif maddelere ait çok sayıda biyosidal ruhsatlı olarak kullanılmaktadır. Bu kimyasallar toksisite durumları, etki mekanizmaları, etki süreleri, çevrede kalıcılık ve maliyetlerine göre uzmanlar tarafından tercih edilmektedir (Zhu ve ark., 2016). Ev sinekleriyle mücadelede kullanılan biyosidal ürünler uçgun veya larva dönemine karşı kullanılabilir. Larva dönemine karşı böcek gelişim düzenleyiciler veya zararlının larva dönemine etkili çeşitli kimyasallar uygulanmaktadır. Ancak larva ilaçlamasında ticari biyolojik preparatların (*Bacillus thuringiensis* vb.) bulunduğu da unutulmamalıdır. Uçgun ilaçlaması ise alan spreylemesi (sıcak veya soğuk sisleme) veya rezidüal (kalıcı) uygulama şeklinde gerçekleşmektedir. Alan spreylemesi özellikle yaz aylarında artan ergin popülasyonunu düşürmek amacıyla genellikle 5-10 gün aralıklarla yapılan uygulamalardır. Bu uygulamalardan soğuk sisleme canlı popülasyonunun bulunduğu alanlarda yapılırken, sıcak sisleme daha çok kanalizasyon veya çöplükler gibi canlıların bulunmadığı alanlarda uygulanmaktadır. Rezidüal ilaçlamalar ise çöplük veya gübrelik alanlara uzun süre kalıcılığı bulunan kimyasalların uygulanmasıyla gerçekleşmektedir (Yıldırım, 2009; Çetin, 2019).

Türkiye’de *M. domestica* ile mücadelede farklı formülasyonlar ve farklı aktif madde oranlarında 106 adet biyosidal ticari ürün bulunmaktadır. Bu ürünlerin bir kısmı ergin bireyleri kovucu özellikteki repellent kimyasalları içerirken diğer kısmında çeşitli kimyasal gruplardan aktif maddeleri içermektedir. Türkiye’de *M. domestica* bireylerine karşı permethrin, tetramethrin, piperonyl

butoxide, I R trans phenothrin, D-tetramethrin, thiamethoxam, deltamethrin, pyriproxyfen, diflubenzuron, lambda-cyhalothrin, etofenprox, 2 R-trans Phenothrin, d-trans tetramethrin ve imiprothrin kimyasal aktif maddeleri, biosidal&insektisit olarak ruhsatlı ticari ürünlerde kullanılmaktadır (Anonim, 2023b). Kimyasal aktif maddelerin güncel durumuna bakıldığında *M. domestica*'ya karşı ergin mücadelesinde sentetik pyretroitliler ve larva mücadelesinde ise kitin senteziinhibitörleri veya juvenil hormon düzenleyiciler ön plana çıkmaktadır. ABD'nin 2006 yılında toplam böcek ilacı kullanımının %10'unu kentsel alanlarda kullanılan biosidallerin oluşturduğu saptanmıştır (Grube ve ark., 2011). Bu oranının günümüzde artmış olduğu tahmin edilmektedir. Biyosidal kullanım oranının artmasıyla birlikte günümüzde Ev sineğine karşı kimyasal mücadele uygulamalarının ciddi problemlere yol açtığı göz ardı edilmemesi gereken bir gerçektir. Bu problemlerin en başında kullanılan biosidallere karşı zararlının dayanıklılık geliştirmesi gelmektedir. Ev sineklerine karşı sürekli olarak benzer etki mekanizmasına sahip biosidallerin kullanımın, zararlının ölmemesi durumunda tekrardan biosidallerin uygulanmasıyla doz aşımı meydana gelmesi faktörlerinin bu durumda etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ev sinekleri gibi özellikle uygun iklim koşulları altında kısa süre içerisinde çok sayıda yavru ve nesil meydana getirilebilmesi dayanıklılık durumunun daha erken sürede ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Freeman ve ark., 2019). Bu nedenle ev sinekleri biosidallere hızla dayanıklılık geliştiren zararlı türleri arasında gösterilebilmektedir. *M. domestica* mücadelesinde kullanılan hemen hemen her aktif madde sınıfına dayanıklılık rapor edilmiştir. Hatta bazı aktif maddelerin son zamanlarda tamamen başarısız olduğu da bildirilmiştir (Liu ve Yue, 2000; Wang ve ark., 2012; Scott ve ark., 2013; Zhu ve ark., 2016; Freeman ve ark., 2019; Geden ve ark., 2021). Ayrıca mevcut kullanılan biosidallerin bir kısmının nerdeyse 30 yıldır kullanılması ve yeni nesil biosidallerin

geliştirilmesinin gecikmesi ortaya çıkan dayanıklılık durumuna karşı koyulmasını güçleştirmektedir.

Ev sinekleri hem insan hem de hayvanların yaşam alanlarında bulunması ve taşıdığı patojenlerden dolayı popülasyonu baskı altına alınması gereken yüksek öncelikli bir kentsel zararlıdır. Bu nedenle sadece bir mücadele yöntemi uygulanması yerine, görüldüğü alanlarda entegre zararlı yönetimi planlanarak gerekli uygulamalar yapılmalıdır (Hinkle ve Hogsette, 2021). *Musca domestica*'ya karşı entegre zararlı programı hazırlanırken kentsel alan veya işletmelere uygun yöntemler tercih edilmelidir. Entegre zararlı yönetimi içerisinde öncelikle koruyucu önlemler uygulanması gerekmektedir. *Musca domestica* gibi organik maddece zengin alanları seven bir zararlıya karşı öncelikle çöplükler, kanalizasyon, hayvan işletmeleri ve evlerde sağlanabilecek maksimum hijyen koşullarının sağlanması gerekmektedir. Yine de belirli bir popülasyonun üzerinde ev sineği bireyleri görülmesi durumunda öncelikle fiziksel ve biyoteknik mücadele yöntemleri tercih edilmelidir. Daha sonra larva mücadelesinde biyolojik kökenli preparatların veya etmenlerin kullanılması ile ergin popülasyonun azalması sağlanmalıdır. Son basamak olarak da ergin bireylere karşı sentetik preparatlar kullanılabilir. Kentsel zararlılar içerisinde önemli bir yer tutan *M. domestica* zararlısının biyolojisi, zarar şekli ve mücadelesi ile ilgili yapılan çalışmalar ve çeşitli bilgiler bu bölümde sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

Abbas, M. N., Sajeel, M., & Kausar, S. (2013). House fly (*Musca domestica*), a challenging pest; biology, management and control strategies. *Elixir Entomol*, *64*, 19333-19338.

Abo-Taka, M., Heikal, H., & Abd El-Raheem, A. (2014). Macrochelid mite, *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) as a biological control agent against house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in Egypt. *Int J Zool Res*, *10*, 30-36.

Abu-Rayyan, A. M., Abu-Irmaileh, B. E., & Akkawi, M. M. (2010). Manure composting reduces house fly population. *Journal of Agricultural Safety and Health*, *16*(2), 99-110.

Acharya, N., Rajotte, E. G., Jenkins, N. E., & Thomas, M. B. (2015). Potential for biocontrol of house flies, *Musca domestica*, using fungal biopesticides. *Biocontrol Science and Technology*, *25*(5), 513-524.

Achiano, K. A., & Giliomee, J. H. (2006). Feeding behaviour of the potential predators of the house flies, *Musca domestica* L. and *Fannia canicularis* (L.) (Diptera: Muscidae). *African Entomology*, *14*(1), 69-75.

Adang, M. J., Crickmore, N., & Jurat-Fuentes, J. L. (2014). Diversity of *Bacillus thuringiensis* crystal toxins and mechanism of action. In *Advances in insect physiology* (Vol. 47, pp. 39-87). Academic Press.

Ahmad, K. W., Freed, S., & Shoukat, R. F. (2017). Efficacy of entomopathogenic fungi and botanicals on development of *Musca domestica*. *J. Entomol. Zool. Stud*, *5*, 593-599.

Al-Olayan, E. M. (2013). Evaluation of pathogenicity of certain mitosporic ascomycete fungi to the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(1), 97-100.

Andress, E. R., & Campbell, J. B. (1994). Inundative releases of pteromalid parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) for the control of stable flies, *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) at confined cattle installations in west central Nebraska. *Journal of economic entomology*, 87(3), 714-722.

Anonim, (2022). <https://www.fnfresearch.com/biocides-market> (Erişim tarihi: 11/06/2023).

Anonim, (2023a). <https://www.statista.com/statistics/270860/urbanization-by-continent/> (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Anonim, (2023b). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veritabı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/> (Erişim tarihi: 10/10/2023).

Anonim. (2023c). Photograph by; H.&H.-J.Koch/animal-affairs.com. <https://animal-affairs.photoshelter.com/image/I00003JnWqIODg4I> (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Anonim, (2023d). Photograph by; Fallon Fowler, Matt Bertone and Steve Denning. [https://www.researchgate.net/publication/355807259\\_House\\_Fly\\_Diptera\\_Muscidae\\_Biology\\_Pest\\_Status\\_Current\\_Management\\_Prospects\\_and\\_Research\\_Needs/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/355807259_House_Fly_Diptera_Muscidae_Biology_Pest_Status_Current_Management_Prospects_and_Research_Needs/figures?lo=1) (Erişim tarihi: 01/10/2023).



Anonim, (2023e). Photograph by; Clemson University. <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=123416>  
1 (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Anonim, (2023f). <https://byjus.com/biology/fly-life-cycle/>  
(Erişim tarihi: 01/10/2023).

Archana, M., D'Souza, P. E., & Patil, J. (2017). Efficacy of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) on developmental stages of house fly, *Musca domestica*. *Journal of Parasitic Diseases*, 41, 782-794.

Arriaga, A. A. M., & Cortez-Madrigal, H. (2018). Susceptibility of *Musca domestica* larvae and adults to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) native to Mexico. *Journal of Vector Ecology*, 43(2), 312-320.

Axtell, R. C. (1969). Macrochelidae (Acarina: Mesostigmata) as biological control agents for synanthropic flies. In Proc. 2nd Int. Congr, *Acarology* (pp. 401-416).

Axtell, R. C. (1986). Fly management in poultry production: cultural, biological, and chemical. *Poultry Science*, 65(4), 657-667.

Barson, G., Renn, N., & Bywater, A. F. (1994). Laboratory evaluation of six species of entomopathogenic fungi for the control of the house fly (*Musca domestica* L.), a pest of intensive animal units. *Journal of invertebrate pathology*, 64(2), 107-113.

Benedict, M. Q., Levine, R. S., Hawley, W. A., & Lounibos, L. P. (2007). Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector-borne and zoonotic Diseases*, 7(1), 76-85.

Birkemoe, T., Soleng, A., & Skovgård, H. (2012). Life history parameters of two geographically separated populations of *Spalangia cameroni*, a microhymenopteran pupal parasitoid of muscoid flies. *BioControl*, 57, 375-385.

Bream, A., Fouda, M. A., Shehata, I., & Ragab, S. (2018). Evaluation of four entomopathogenic nematodes as biological control agents against the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: muscidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A Entomology*, 11(1), 79-89.

Brobyn, P. J., & Wilding, N. (1983). Invasive and developmental processes of *Entomophthora muscae* infecting houseflies (*Musca domestica*). *Transactions of the British Mycological Society*, 80(1), 1-8.

Burns, E. C., Wilson, B. H., & Tower, B. A. (1961). Effect of feeding *Bacillus thuringiensis* to caged layers for fly control. *Journal of Economic Entomology*, 54(5), 913-915.

Carlberg, G. (1986). *Bacillus thuringiensis* and microbial control of flies. *MIRCEN journal of applied microbiology and biotechnology*, 2, 267-274.

Cicolani, B. (1979). The intrinsic rate of natural increase in dung macrochelid mites, predators of *Musca domestica* eggs. *Italian Journal of Zoology*, 46(3), 171-178.

Cohn, F. (1855). *Empusa muscae* and the disease of the common housefly. *Hed. Notizbl. kryptogam. Stud.* 1, 57, 61.

Colunga-Garcia, M., Magarey, R. A., Haack, R. A., Gage, S. H., & Qi, J. (2010). Enhancing early detection of exotic pests in agricultural and forest ecosystems using an urban-gradient framework. *Ecological Applications*, 20(2), 303-310.

Cook, D. F., Deyl, R. A., Lindsey, J. B., D'Antuono, M. F., Telfer, D. V., & McPharlin, I. R. (2020). Burial and compaction of sandy soils to prevent emergence of adult stable fly (Diptera: Muscidae) at the soil surface. *Journal of Economic Entomology*, 113(3), 1315-1322.

Consolo, M. (2023). Photograph by. <https://www.flickr.com/photos/marcelloconsolo/11314033705/in/photostream/> (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Çetin, H. (2019). Ev Sineği-Karasinek (*Musca domestica* L.). Biyosidal Uygulamalarında Mesul Müdürlük Eğitimi Ders Notları Kitabı. S, 130-136.

Denning, S. (2023). Photograph by [https://www.researchgate.net/publication/355807259\\_House\\_Fly\\_Diptera\\_Muscidae\\_Biology\\_Pest\\_Status\\_Current\\_Management\\_Prospects\\_and\\_Research\\_Needs/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/355807259_House_Fly_Diptera_Muscidae_Biology_Pest_Status_Current_Management_Prospects_and_Research_Needs/figures?lo=1) (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Dresner, E. (1949). Culture and use of entomogenous fungi for the control of insect pests. *Contributions. Boyce Thompson Institute for Plant Research*, 15(6).

Dresner, E. (1950). The toxic effect of *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill, on insects. *Journal of the New York Entomological Society*, 58(4), 269-278.

Duarte, J. L. P., Krüger, R. F., & Ribeiro, P. B. (2013). Interaction between *Musca domestica* L. and its predator *Muscina stabulans* (Fallén)(Diptera, Muscidae): Effects of prey density and food source abundance. *Revista Brasileira de Entomologia*, 57, 55-58.

Erdoğan, G. (2023). Bazı Böcek Gelişim Düzenleyicilerinin Ev Sineği (*Musca domestica* L.) Üzerindeki Kemosterilant Etkilerinin Araştırılması (Doktora Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 192s, Antalya, Türkiye.

European Union, (1998). Biocide directive (EU98/8/EG). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/En/ALL/?uri=CELEX%3A31998L0008> (Erişim tarihi: 25/10/2023).

Farkas, R., Hogsette, J. A., & Börzsönyi, L. (1998). Development of *Hydrotaea aenescens* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in poultry and pig manures of different moisture content. *Environmental Entomology*, 27(3), 695-699.

Farooq, M., & Freed, S. (2016). Infectivity of housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to different entomopathogenic fungi. *Brazilian journal of microbiology*, 47, 807-816.

Farooq, M., & Freed, S. (2018). Insecticidal activity of toxic crude proteins secreted by entomopathogenic fungi against *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Kuwait Journal of Science*, 45(2).

Fatchurochim, S., Geden, C. J., & Axtell, R. C. (1989). Filth fly (Diptera) oviposition and larval development in poultry manure of various moisture levels. *Journal of Entomological Science*, 24(2), 224-231.

Fletcher, M. G., Axtell, R. C., Stinner, R. E., & Wilhoit, L. R. (1991). Temperature-dependent development of immature *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae), a predator of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Entomological Science*, 26(1), 99-108.

Floate, K. D. (2003). Field trials of *Trichomalopsis sarcophagae* (Hymenoptera: Pteromalidae) in cattle feedlots: a potential biocontrol agent of filth flies (Diptera: Muscidae). *The Canadian Entomologist*, 135(4), 599-608.

Floris, I., Ruiu, L., Satta, A., Delrio, G., Ellar, D. J., Rubino, S., ... & Verdinelli, M. (2007). Researches on entomopathogenic bacteria and applications for fly pest control in a Mediterranean region (Sardinia, Italy). *Jobc Wprsr Bulletin*, 30(1), 159.

Forst, S., Dowds, B., Boemare, N., & Stackebrandt, E. (1997). *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* spp.: bugs that kill bugs. *Annual review of microbiology*, 51(1), 47-72.

Fortune, 2020. Fortune Bus. Insights. (2020). Pest control market size, share & industry analysis, by pest type (insects, termites, rodents, others), method (chemical, mechanical, and biological), application (residential, commercial, and industry), and regional forecast, 2020–2027. Rep., Fortune Bus. Insights, Maharashtra, India. <https://www.fortunebusinessinsights.com/pest-control-market-102854>

Fotedar, R., Banerjee, U., Singh, S., & Verma, A. K. (1992). The housefly (*Musca domestica*) as a carrier of pathogenic microorganisms in a hospital environment. *Journal of Hospital Infection*, 20(3), 209-215.

Frank, S. D., Klingeman III, W. E., White, S. A., & Fulcher, A. (2013). Biology, injury, and management of maple tree pests in nurseries and urban landscapes. *Journal of Integrated Pest Management*, 4(1), B1-B14.

Frankie, G. W., & Ehler, L. E. (1978). Ecology of insects in urban environments. *Annual Review of Entomology*, 23(1), 367-387.

Freed, S., & Farooq, M. (2016). Lethal and sublethal effects of mixtures of entomopathogenic fungi and synthetic insecticides on biological aspects of *Musca domestica* L. *Turkish Journal of Entomology*, 40(3).

Freeman, J. C., Ross, D. H., & Scott, J. G. (2019). Insecticide resistance monitoring of house fly populations from the United States. *Pesticide biochemistry and physiology*, 158, 61-68.

Geden, C. J. (1984). Population dynamics, spatial distribution, dispersal behavior and life history of the predaceous histerid, *Carcinops pumilio* (Erichson), with observations of other members of the poultry manure arthropod community.

Geden, C. J., & Axtell, R. C. (1988). Predation by *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) and *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) on the house fly (Diptera: Muscidae): functional response, effects of temperature, and availability of alternative prey. *Environmental Entomology*, 17(4), 739-744.

Geden, C. J., Steinkraus, D. C., Miller, R. W., & Rutz, D. A. (1992). Suppression of house flies on New York and Maryland dairies using *Muscidifurax* raptor in an integrated management program. *Environ. Entomol.*, 21, 1419-1426.

Geden, C. J., Rutz, D. A., & Steinkraus, D. C. (1995). Virulence of different isolates and formulations of *Beauveria bassiana* for house flies and the parasitoid *Muscidifurax* raptor. *Biological control*, 5(4), 615-621.

Geden, C. J., Lietze, V. U., & Boucias, D. G. (2008). Seasonal prevalence and transmission of salivary gland hypertrophy virus of house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of medical entomology*, 45(1), 42-51.

Geden, C. J., Nayduch, D., Scott, J. G., Burgess IV, E. R., Gerry, A. C., Kaufman, P. E., ... & Machtinger, E. T. (2021). House fly (Diptera: Muscidae): biology, pest status, current management prospects, and research needs. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 39.

Goddard, J. (2022). *Public health entomology*. CRC Press.

Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., Wu, L. (2011). Pesticides Industry Sales and Usage: 2006 and 2007 Market Estimates; U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA.

Hall, I. M., Dulmage, H. T., & Arakawa, K. Y. (1972). Laboratory tests with entomogenous bacteria and the fungus *Beauveria bassiana* against the little house fly species *Fannia canicularis* and *F. femoralis*. *Environmental Entomology*, 1(1), 105-107.

Hansen, A. N., & De Fine Licht, H. H. (2017). Logistic growth of the host-specific obligate insect pathogenic fungus *Entomophthora muscae* in house flies (*Musca domestica*). *Journal of Applied Entomology*, 141(7), 583-586.

Harvey, T. L., & Howell, D. E. (1965). Resistance of the house fly to *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Journal of Invertebrate Pathology*, 7(1), 92-100.

Hinkle, N. C., & Hogsette, J. A. (2021). A review of alternative controls for house flies. *Insects*, 12(11), 1042.

Hodgman, T. C., Ziniu, Y., Ming, S., Sawyer, T., Nicholls, C. M., & Ellar, D. J. (1993). Characterization of a *Bacillus thuringiensis* strain which is toxic to the housefly *Musca domestica*. *FEMS microbiology letters*, 114(1), 17-22.

Hogsette, J. A., & Washington, F. (1995). Quantitative mass production of *Hydrotaea aenescens* (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(5), 1238-1242.

Hung, K. Y., Michailides, T. J., Millar, J. G., Wayadande, A., & Gerry, A. C. (2015). House fly (*Musca domestica* L.) attraction to insect honeydew. *PloS one*, 10(5), e0124746.

Hussein, S.A., & John, L. C. (2014). Housefly, *Musca domestica* Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae). *Inst Food Agric Scie*. 47:1–7.

Ibrahim, A. A., Hassan, M. I., Hasaballah, A. I., Fouda, M. A., & Omar, G. M. (2016). Evaluation of some Entomopathogenic Fungi against Larvae, Pupae and Adults of House Fly, *Musca domestica* L. *Journal of Nuclear Technology in Applied Science* (Online), 4(2), 103-112.

Jacques, B. J., Bourret, T. J., & Shaffer, J. J. (2017). Role of fly cleaning behavior on carriage of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of medical entomology*, 54(6), 1712-1717.

Johnson, D. M., Weeks, E. N., LoVullo, E. D., Shirk, P. D., & Geden, C. J. (2019). Mortality effects of three bacterial pathogens and *Beauveria bassiana* when topically applied or injected into house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of medical entomology*, 56(3), 774-783.

Jusselino-Filho, P., Zanuncio, J. C., Fragoso, D. B., Serrão, J. E., & Lacerda, M. C. (2003). Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Brazilian Journal of Biology*, 63, 463-468.

Kaufman, P. E., Rutz, D. A., & Frisch, S. (2005). Large sticky traps for capturing house flies and stable flies in dairy calf greenhouse facilities. *Journal of dairy science*, 88(1), 176-181.



Kaufman, P. E., Wood, L. A., Goldberg, J. I., Long, S. J., & Rutz, D. A. (2008). Host age and pathogen exposure level as factors in the susceptibility of the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology*, 18(8), 841-847.

Keiding, J. 1986. The house-fly: biology and control. World Health Organization WHO/VBC.86.937, Geneva, Switzerland.

Koç S. & Çetin H., "Ev Sineği (*Musca domestica* L.) Biyolojisi ve Mücadele Yöntemleri", Vektör Artropodlar ve Mücadelesi, Özbel Y, Ed., Türkiye Parazitoloji Derneği, İzmir, ss.259-272, 2017.

Krafsur, E. S., Black IV, W. C., Church, C. J., & Barnes, D. A. (1985). Age structure and reproductive biology of a natural house fly (Diptera: Muscidae) population. *Environmental entomology*, 14(2), 159-164.

Kramer, J. P., & Steinkraus, D. C. (1981). Culture of *Entomophthora muscae* in vivo and its infectivity for six species of muscoid flies. *Mycopathologia*, 76(3), 139-143.

Lecuona, R. E., Turica, M., Tarocco, F., & Crespo, D. C. (2005). Microbial control of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) with selected strains of *Beauveria bassiana*. *Journal of Medical Entomology*, 42(3), 332-336.

Lee CY. 2019. Current challenges in urban pest management and vector control in Asia. FAOPMA Newsl.Apr.:14–20. [https://faopma.com/Resources/FMFiles/Magazines/201904/FAOPM A Magazine 2019 April Page14-20 Current Challenges.pdf](https://faopma.com/Resources/FMFiles/Magazines/201904/FAOPM%20A%20Magazine%202019%20April%20Page14-20%20Current%20Challenges.pdf)

Li, Y., Wan, Y., Lin, W., Ernstsons, A. S., & Gao, L. (2021). Estimating potential distribution of sweetgum pest *Acanthotomicus suncei* and potential economic losses in nursery stock and Urban Areas in China. *Insects*, *12*(2), 155.

Lietze, V. U., Sims, K. R., Salem, T. Z., Geden, C. J., & Boucias, D. G. (2009). Transmission of MdSGHV among adult house flies, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), occurs via oral secretions and excreta. *Journal of Invertebrate Pathology*, *101*(1), 49-55.

Lietze, V. U., Abd-Alla, A. M., Vreysen, M. J., Geden, C. J., & Boucias, D. G. (2011a). Salivary gland hypertrophy viruses: a novel group of insect pathogenic viruses. *Annual review of entomology*, *56*, 63-80.

Lietze, V. U., Salem, T. Z., Prompiboon, P., & Boucias, D. G. (2011b). Tissue tropism of the *Musca domestica* salivary gland hypertrophy virus. *Virus research*, *155*(1), 20-27.

Lillie, T. H., and J. Goddard. 1987. Operational testing of electrocutor traps for fly control in dining facilities. *J. Econ. Entomol.* *80*: 826–829

Liu, N., & Yue, X. (2000). Insecticide resistance and cross-resistance in the house fly (Diptera: Muscidae). *Journal of economic entomology*, *93*(4), 1269-1275.

López-Sánchez, J., Cruz-Vázquez, C., Lezama-Gutiérrez, R., & Ramos-Parra, M. (2012). Effect of entomopathogenic fungi upon adults of *Stomoxys calcitrans* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Biocontrol Science and Technology*, *22*(8), 969-973.

Lowe, E. C., Latty, T., Webb, C. E., Whitehouse, M. E., & Saunders, M. E. (2019). Engaging urban stakeholders in the sustainable management of arthropod pests. *Journal of Pest Science*, 92, 987-1002.

Lysyk, T. J. (1991). Effects of temperature, food, and sucrose feeding on longevity of the house fly (Diptera: Muscidae). *Environmental entomology*, 20(4), 1176-1180.

Machtinger, E. T., & Geden, C. J. (2015). Comparison of the olfactory preferences of four of filth fly pupal parasitoid species (Hymenoptera: Pteromalidae) for hosts in equine and bovine manure. *Environmental entomology*, 44(5), 1417-1424.

Machtinger, E. T., Weeks, E. N. I., Geden, C. J., & Kaufman, P. E. (2016). House fly (*Musca domestica*) (Diptera: Muscidae) mortality after exposure to commercial fungal formulations in a sugar bait. *Biocontrol Science and Technology*, 26(10), 1444-1450.

Mahmoud, M. F., Mandour, N. S., & Pomazkov, Y. I. (2007). Efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* Cross N 33 against larvae and pupae of four fly species in the laboratory. *Nematologia Mediterranea*.

Mahmood, H. R. (2017). Evaluation of silver nanoparticles Biosynthesized by Entomopathogenic fungus *Entomophthora muscae* against larval instars of housefly *Musca domestica*. *Al-Qadisiyah Journal of Pure Science*, 22(3), 274-281.

Malik, A., Singh, N., & Satya, S. (2007). House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. *Journal of environmental science and health part B*, 42(4), 453-469.

McClintock, J. T., Schaffer, C. R., & Sjoblad, R. D. (1995). A comparative review of the mammalian toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based pesticides. *Pesticide Science*, 45(2), 95-105.

McIntyre, N. E. (2000). Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of the entomological society of America*, 93(4), 825-835.

McKay, T., Steelman, C. D., Brazil, S. M., & Szalanski, A. L. (2007). Sustained mass release of pupal parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) for control of *Hydrotaea aenescens* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in broiler-breeder poultry houses in Arkansas. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 24(2), 67-85.

Mesner, W.L. (2023). Photograph by. <https://kids.britannica.com/students/assembly/view/127086> (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Miller, K. V., & Williams, R. N. (1983). Biology and host preference of *Atheta coriaria* (Coleoptera: Staphylinidae), an egg predator of Nitidulidae and Muscidae. *Annals of the Entomological Society of America*, 76(2), 158-161.

Miller, R. W., Pickens, L. G., & Gordon, C. H. (1971). Effect of *Bacillus thuringiensis* in cattle manure on house fly larvae. *Journal of economic entomology*, 64(4), 902-903.

Mishra, S., Kumar, P., & Malik, A. (2013). Preparation, characterization, and insecticidal activity evaluation of three different formulations of *Beauveria bassiana* against *Musca domestica*. *Parasitology research*, 112, 3485-3495.

Mishra, S., Kumar, P., Malik, A., & Satya, S. (2011). Adulticidal and larvicidal activity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), in laboratory and simulated field bioassays. *Parasitology Research*, 108, 1483-1492.

Mohammad HD, Davood M, Golnoush M. (2014). The role of *Musca domestica* as a carrier of parasites in Shiraz, Southern Iran. *Acad J Entomol*. 7: 84-87.

Moon, R. D. (2019). Muscid flies (muscidae). In Medical and veterinary entomology (pp. 345-368). Academic Press.

Morgan, P. B., & Patterson, R. S. (1977). Sustained releases of *Spalangia endius* to parasitize field populations of three species of filth breeding flies. *Journal of Economic Entomology*, 70(4), 450-452.

Morgan, P. B., Patterson, R. S., & Weidhaas, D. E. (1983). Life-history study of *Carcinops pumilio* Erichson (Coleoptera: Histeridae). *Journal of the Georgia Entomological Society*.

Mulla, M. S., Hwang, Y. S., Loomis, E. C., & Axelrod, H. (1978). Products of putrefaction and brewing odors that attract synanthropic flies [*Hippelates collusor*, *Musca domestica*, *Muscina stabulans*, *Fannia* species]. In Proceedings and Papers of the Annual Conference California Mosquito and Vector Control Association.

Mullens, B., Rodriguez, J., & Meyer, J. (1987). An epizootiological study of *Entomophthora muscae* in muscoid fly populations on Southern California poultry facilities, with emphasis on *Musca domestica*. *Hilgardia*, 55(3), 1-41.

Mwamburi, L. A., Laing, M. D., & Miller, R. M. (2010). Laboratory screening of insecticidal activities of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces lilacinus* against larval and adult house fly (*Musca domestica* L.). *African Entomology*, 18(1), 38-46.

Nayduch, D., and R. G. Burrus. 2017. Flourishing in filth: house fly–microbe interactions across life history. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 110: 6–18.

Neupane, S., Hall, B., Brooke, G., & Nayduch, D. (2023). Sex-specific Feeding Behavior of Adult House Flies, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 60(1), 7-13.

O'donnell, A. E., & Axtell, R. C. (1965). Predation by *Fuscuropoda vegetans* (Acarina: Uropodidae) on the house fly (*Musca domestica*). *Annals of the Entomological Society of America*, 58(3), 403-404.

Olsen, A. R., & Hammack, T. S. (2000). Isolation of Salmonella spp. from the housefly, *Musca domestica* L., and the dump fly, *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann)(Diptera: Muscidae), at caged-layer houses. *Journal of food protection*, 63(7), 958-960.

Peck, S. B., J. Haverty, B. Landry, and B. S. Sinclair. 1998. Introduced insect fauna of an oceanic Archipelago: the Galápagos Islands, Ecuador. *Am. Entomol.* 44: 218-237.

Pell, J. K., Eilenberg, J., Hajek, A. E., & Steinkraus, D. C. (2001). Biology, ecology and pest management potential of *Entomophthorales*. In *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential* (pp. 71-153). Wallingford UK: CABI publishing.

Pereira, L. D. A., Ferreira, V. D. S. B., Leite, N. D. S., Souza, S. M. D. O., Queiroz, M. M. D. C., Côte-Real, S., & Zahner, V. (2019). Larvicidal and adulticidal effects and ultrastructural changes of larvae midgut epithelium of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) fed with *Bacillus thuringiensis* var. *kyushuensis*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 52.

Perotti, A. (2001). Prey location and predation rates of predatory mites (Acari: Macrochelidae) on immature stages of pest flies (Diptera: Muscidae). *Systematic and Applied Acarology*, 6(1), 27-33.

Petersen, J. J., Catangui, M. A., & Watson, D. W. (1991). Parasitoid-induced mortality of house fly pupae by pteromalid wasps in the laboratory. *Biological Control*, 1(4), 275-280.

Pickens, L. G., & Thimijan, R. W. (1986). Design parameters that affect the performance of UV-emitting traps in attracting house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of economic entomology*, 79(4), 1003-1009.

Pimentel, D., & Cranston, F. (1960). The house cricket, *Acheta domesticus*, and the house fly, *Musca domestica*, as a model predator-prey system. *Journal of Economic Entomology*, 53(1).

Poinar Jr, G. O., & Grewal, P. S. (2012). History of entomopathogenic nematology. *Journal of nematology*, 44(2), 153.

Reiter, P. and D. Sprenger. 1987. The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 3: 494-501.

Renn, N. (1995). Mortality of immature houseflies (*Musca domestica* L.) in artificial diet and chicken manure after exposure to encapsulated entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). *Biocontrol Science and Technology*, 5(3), 349-360.

Renn, N. (1998a). Routes of Penetration of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae* Attacking Larval and Adult Houseflies (*Musca domestica*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 72(3), 281-287.

Renn. (1998b). The efficacy of entomopathogenic nematodes for controlling housefly infestations of intensive pig units. *Medical and Veterinary Entomology*, 12(1), 46-51.

Rizzo, D. C. (1977). Age of three dipteran hosts as a factor governing the pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae*. *Journal of invertebrate pathology*, 30(2), 127-130.

Robinson, W. H. 1996. Urban Entomology: Insect and mite pests in the human environment. Chapman & Hall, New York.430 pp.

Rockstein, M., & Lieberman, H. M. (1958). Survival curves for male and female house-flies (*Musca domestica* L.). *Nature*, 181(4611), 787-788.

Ruiu, L., Delrio, G., Ellar, D. J., Floris, I., Paglietti, B., Rubino, S., & Satta, A. (2006). Lethal and sublethal effects of *Brevibacillus laterosporus* on the housefly (*Musca domestica*). *Entomologia experimentalis et applicata*, 118(2), 137-144.

Ruiu, L., Satta, A., & Floris, I. (2008). Immature house fly (*Musca domestica*) control in breeding sites with a new *Brevibacillus laterosporus* formulation. *Environmental entomology*, 37(2), 505-509.



Sanchez-Arroyo, H., & Capinera, J. L. (2003). House fly, *Musca domestica* Linnaeus. IFAS Extension, University of Florida, USA.

Scott, J. G., Leichter, C. A., Rinkevihc, F. D., Harris, S. A., Su, C., Aberegg, L. C., ... & Zurek, L. (2013). Insecticide resistance in house flies from the United States: resistance levels and frequency of pyrethroid resistance alleles. *Pesticide biochemistry and physiology*, 107(3), 377-384.

Shakoori, A. R., Afroz, S., & Khurshid, N. (1998). Insecticidal activity of *Bacillus* spp. from soil samples in Pakistan against the house fly, *Musca domestica*. *International Journal of Tropical Insect Science*, 18(4), 301-306.

Shapiro-Ilan, D., Hazir, S., & Glazer, I. (2019). Advances in use of entomopathogenic nematodes in integrated pest management. In *Integrated management of insect pests* (pp. 649-678). Burleigh Dodds Science Publishing.

Shiralizadeh, R., Esfandiari, M., Shishehbor, P., & Farahi, S. (2021). Effect of temperature on the functional response of the predatory mite *Macrocheles muscaedomesticae* (Acari: Macrochelidae) by feeding on eggs of the house fly, *Musca domestica* (Dip.: Muscidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 44(2), 19-31.

Shiralizadeh, R., Esfandiari, M., Shishehbor, P., & Farahi, S. (2022). Mutual interference of the predatory mite *Macrocheles muscaedomesticae* by feeding on eggs of the *Musca domestica* house fly. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 45(1), 1-11.

Skovgård, H., & Steenberg, T. (2002). Activity of pupal parasitoids of the stable fly *Stomoxys calcitrans* and prevalence of entomopathogenic fungi in the stable fly and the house fly *Musca domestica* in Denmark. *BioControl*, 47, 45-60.

Speare, A. T. (1920). Further Studies of *Sorospora uvella*, a Fungous Parasite of Noctuid Larvae. *Journal of Agricultural Research*, 18(8), 399-438.

Sumita, Y., Kawada, H., & Minakawa, N. (2016). Mode of entry of a vaporized pyrethroid knockdown agent into the body of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Applied entomology and zoology*, 51, 653-659.

Tahir, N. A., & Ahmad, A. H. (2013). Effects of compaction and wetting of laterite cover soil on development and survival of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) immatures. *Journal of medical entomology*, 50(5), 999-1002.

Tang, R., Zhang, F., Kone, N. G., Chen, J. H., Zhu, F., Han, R. C., ... & Wang, C. Z. (2016). Identification and testing of oviposition attractant chemical compounds for *Musca domestica*. *Scientific Reports*, 6(1), 33017.

Taylor, C. E., Machtinger, E. T., Geden, C. J., & Kramer, M. (2016). Manure preferences and postemergence learning of two filth fly parasitoids, *Spalangia cameroni* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *PLoS One*, 11(12), e0167893.

Taylor, D. B., Szalanski, A. L., Adams, B. J., & Peterson, R. D. (1998). Susceptibility of house fly (Diptera: Muscidae) larvae to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae). *Environmental Entomology*, 27(6), 1514-1519.

Tian, C., & Ruan, S. (2017). A free boundary problem for *Aedes aegypti* mosquito invasion. *Applied Mathematical Modelling*, 46, 203-217.

Torres, M. J., Rocha, V. F., Petroselli, G., Villena, R. R., & Audisio, M. C. (2022). Entomopathogenic potential of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* strains against *Musca domestica* under controlled conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(7), 584-592.

Vitanza, S. (2020). Photograph by. <https://bugguide.net/node/view/1874668/bgimage> (Erişim tarihi: 01/10/2023).

Wang, Q., Li, M., Pan, J., Di, M., Liu, Q., Meng, F., ... & Qiu, X. (2012). Diversity and frequencies of genetic mutations involved in insecticide resistance in field populations of the house fly (*Musca domestica* L.) from China. *Pesticide biochemistry and physiology*, 102(2), 153-159.

Watson, D. W., & Petersen, J. J. (1993). Sexual activity of male *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) infected with *Entomophthora muscae* (Entomophthoraceae: Entomophthorales). *Biological Control*, 3(1), 22-26.

Watson, D. W., Geden, C. J., Long, S. J., & Rutz, D. A. (1995). Efficacy of *Beauveria bassiana* for controlling the house fly and stable fly (Diptera: Muscidae). *Biological control*, 5(3), 405-411.

Watson, D. W., Rutz, D. A., Keshavarz, K., & Waldron, J. K. (1998). House fly (*Musca domestica* L.) survival after mechanical incorporation of poultry manure into field soil. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(3), 302-308.

Weeks, E. N. I., Machtiger, E. T., Gezan, S. A., Kaufman, P. E., & Geden, C. J. (2017). Effects of four commercial fungal formulations on mortality and sporulation in house flies (*Musca domestica*) and stable flies (*Stomoxys calcitrans*). *Medical and Veterinary Entomology*, 31(1), 15-22.

Weng, Q., Zhang, X., Chen, W., & Hu, Q. (2019). Secondary metabolites and the risks of *Isaria fumosorosea* and *Isaria farinosa*. *Molecules*, 24(4), 664.

West, L. S. (1951). The Housefly. Its natural history, medical importance, and control. The Housefly. Its Natural History, Medical Importance, and Control.

White, R. L., Geden, C. J., & Kaufman, P. E. (2021). Exposure timing and method affect *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) efficacy against house fly (Diptera: Muscidae) larvae. *Journal of Medical Entomology*, 58(1), 372-378.

Wicht Jr, M. C., Rodriguez, J. G., Smith Jr, W. T., & Jalil, M. (1971). Attractant to *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina) present in the housefly, *Musca domestica*. *Journal of Insect Physiology*, 17(1), 63-67.

Willis, R. R., & Axtell, R. C. (1968). Mite predators of the house fly: a comparison of *Fuscuropoda vegetans* and *Macrocheles muscaedomesticae*. *Journal of economic entomology*, 61(6), 1669-1674.

Wittmer, I. K., Bader, H. P., Scheidegger, R., Singer, H., Lück, A., Hanke, I., ... & Stamm, C. (2010). Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface waters. *Water research*, 44(9), 2850-2862.

Yıldırım, E. (2009). Kentsel Entomoloji. Halk Sağlığı ve Haşere Kontrolü Derneği Yayınları No: 1, Yavuzlar Matbaası, İstanbul.

Zanuncio, J. C., Beserra, E. B., Molina-Rugama, A. J., Zanuncio, T. V., Pinon, T. B. M., & Maffia, V. P. (2005). Reproduction and longevity of *Supputius cincticeps* (Het.: Pentatomidae) fed with larvae of *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae) or *Musca domestica* (Dip.: Muscidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 771-777.

Zanuncio, J. C., Molina-Rugama, A. J., Serrao, J., & Pratisoli, D. (2001). Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Biocontrol Science and Technology*, 11(3), 331-337.

Zhong, C., Ellar, D. J., Bishop, A., Johnson, C., Lin, S., & Hart, E. R. (2000). Characterization of a *Bacillus thuringiensis*  $\delta$ -endotoxin which is toxic to insects in three orders. *Journal of Invertebrate Pathology*, 76(2), 131-139.

Zhu, F., Lavine, L., O'Neal, S., Lavine, M., Foss, C., & Walsh, D. (2016). Insecticide resistance and management strategies in urban ecosystems. *Insects*, 7(1), 2.

Zimmer, C. R., de Castro, L. L. D., Pires, S. M., Menezes, A. M. D., Ribeiro, P. B., & Leite, F. P. L. (2013). Efficacy of entomopathogenic bacteria for control of *Musca domestica*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 114(3), 241-244.

Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol science and technology*, 18(9), 865-901.



# SAMSUN İLİ SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİK ALANLARINDA SORUN OLAN ÖNEMLİ ZARARLILAR

Ali Kaan AŞKIN<sup>1</sup>, İzzet AKÇA<sup>2</sup>

## Giriş

Dünya'nın mevcut nüfus artış hızının etkilediği sektörler arasında peyzaj ve süs bitkileri üst sıralarda yer almaktadır. Nüfus artışıyla beraber insanoğlunun barınma, yiyecek ve içecek, kıyafet gibi temel ihtiyaçları artış göstermiştir. Fakat insanlığın büyük çoğunluğu bu temel ihtiyaçları karşılayabilmek amacıyla doğadan uzaklaşmış ve kentlerde kendini sınırlı alanlara hapsedmiştir. Özellikle Covid-19 pandemisinden sonra insanların doğaya olan özlemi daha da artmıştır. İnsanlar bu doğa özlemini gidermek, psikolojik olarak kendilerini rahatlatmak ve yoğun kent yaşamının yüklerini hafifletmek için süs bitkileri yetiştirmeye yönelmişlerdir. Süs bitkileri küçük alanlarda hem iç hem de dış mekanlarda kolayca yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ve estetik açıdan güzel gözükmeleri nedeniyle insanoğlunun doğa ile bağlantısını sağlayan bir araç olarak görülmektedir. Günümüzde süs bitkileri insanoğlunun, doğa özlemini gidermesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenler süs bitkileri sektörü özellikle 2000'li yıllardan sonra hızla gelişmeye başlayarak önem kazanmıştır. Bu sektörün tarımsal üretim içerisinde önemi artarken, Dünya ekonomisi içerisindeki ticari değeri de gün geçtikçe artmaktadır. Yüksek katma değer içermesi, özel günlerde tercih edilmesi ve ilaç-kozmetik sektöründe bazı bitkilerin kullanılabilmesi günümüzde süs bitkilerine

---

<sup>1</sup> Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ali.askin@omu.edu.tr

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

olanı talebi arttırmıştır (Kazaz, 2016). Savaşlar ve ekonomik sıkıntılar süs bitkileri sektörünün gelişimini yavaşlatmasına rağmen, sektör günümüze kadar gelişimini sürdürmüştür. Dünya genelinde uzun yıllardır süs bitkileri yetiştiriciliği gerçekleştirilse de, süs bitkileri yetiştiriciliği Türkiye’de ticari amaçla özellikle 1940’lı yıllardan sonra yapılmaya başlanmıştır (Kazaz ve ark., 2015). İlk olarak İstanbul, Adalar ve Yalova çevrelerinde kesme iek yetiştiriciliği yapılırken, 1975 yılından sonra İzmir, Antalya ve Isparta çevrelerine kadar kesme iek yetiştiriciliği ulaşmıştır. İlk kesme iek ihracatının Antalya’dan yapılmasından sonra uzun yıllar boyunca bu sektör iekilik sektörü ismini almış, ancak değişik üretim teknikleri ve farklı iek grupları da üretime katılınca sektör genel olarak süs bitkileri sektörü olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2023a). Süs bitkileri kullanım amaçlarına göre genel olarak dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar; kesme çiçekler, i mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve iek soğanlarıdır (Anonim, 2001). Ancak uluslararası ticarete kullanılan Gümrük Tarife İstatistik Pozisyon (GTİP) numaralarında ise iek soğanları, canlı bitkiler (i ve dış mekân süs bitkileri), kesme çiçekler, bitki yaprakları dalları vb. kısımları yeşillikler ss amaçlı yosun ve likenler olarak dört grup altında toplanmıştır (Anonim, 2023a).

Günümüzde elliden fazla ülke ticari amaçlı süs bitkileri üretimini yapmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkeler, düşük iş gücü ve uygun fiyatlı üretimle son yıllarda bu sektörden önemli bir payı almaktadırlar. Dünya süs bitkileri ticaret hacmi 2022 yılı itibariyle 50 milyar dolar (\$)’in üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Toplam retim alanı kesme çiçekler ve saksılı bitkiler için 735.500 ha iken bu üretim %77’si Asya/Pasifik bölgesindeki ülkelerde yapılmaktadır. Avrupa lkeleri hem kendileri üretim yaparken hem de Afrika, Orta Amerika ve Asya’daki ülkelerde üretim yapmaktadırlar. Özellikle Afrika ve Orta Amerika lkelerinin iklim koşullarının elverişli



olmasından dolayı sűs bitkileri yetiŐtiriciliĐinde ciddi potansiyeli bulunmaktadır. Sűs bitkileri ihracatı 2022 yılında dűnyada toplam 23 milyar 976 milyon dolar (\$) ile 2021 yılına kıyasla %14'lűk bir dűŐűŐ göstermiŐtir. İhracat iŐerisinde kesme ŐiŐekler ciddi bir yer tutarken, Dűnya genelindeki en bűyűk űç ihracatŐı sırasıyla Hollanda, İtalya ve Almanya olmuŐtur. Sűs bitkileri ithalatı ise 2022 yılında 24 milyar 069 milyon dolar olarak gerŐekleŐmiŐtir. Tűrkiye, yaklaşık 5.687 ha'lık űretim alanında sűs bitkileri űretimi gerŐekleŐtirmektedir. űretim aŐısından Antalya, İzmir, Sakarya, Bursa ve Yalova illeri yűksek kaliteli ve ihracata yűnelik űretim yapmaktadır. Samsun ili űretim alanı aŐısından Tűrkiye'de ilk on'da yer almamasına raĐmen sűs bitkileri űretiminde yűksek potansiyele sahip bir űehirdir. Tűrkiye'de yaklaşık 100 bin kiŐi doĐrudan, 500 bin kiŐide dolaylı olarak bu sektűrden geŐinmektedir. Tűrkiye 2022 yılında 137.2 milyon dolarlık ihracat ile dűnyanın en bűyűk 19. sűs bitkileri ihracatŐısı olmuŐtur. Tűrkiye, Dűnya űzerinde, iŐerisinde Hollanda ve Almanya'nın da yer aldđđı 70 farklı űlkeye ihracat yapmaktadır. Dűnyada kiŐi baŐı sűs bitkileri tűketiminin en fazla olduĐu űlkeler sırasıyla İngiltere, Danimarka, Almanya, ABD ve İsviŐre'dir. KiŐi baŐına dűŐen yıllık ortalama bitki ve ŐiŐek harcaması İngiltere'de 140 €, Danimarka'da 124 €, Almanya'da 123 €, ABD'de 119 €'dur (Anonim, 2023b; Anonim, 2023c).

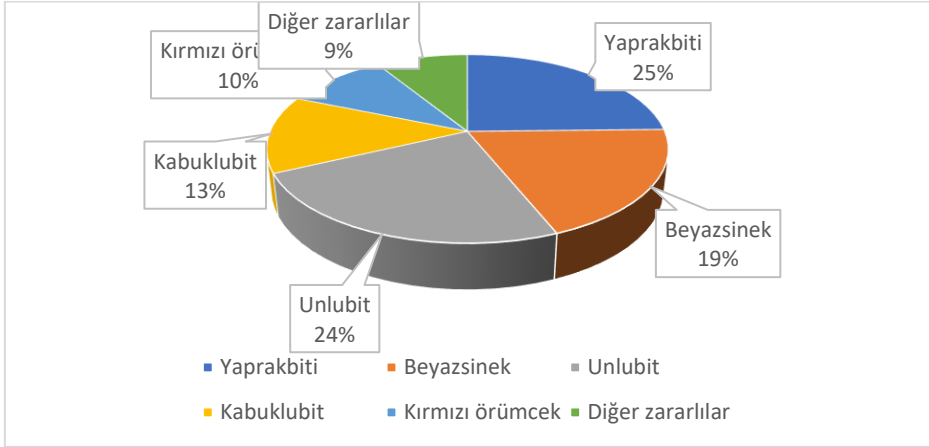
Sűs bitkileri sektűrűndeki geniŐ ticaret hacmi ve son yıllarda sektűrűn gűsterdiĐi geliŐmelere raĐmen ŐeŐitli sorunlar ortaya Őıkabilmektedir. Bu sorunların iŐerisinde nitelikli eleman bulma sıkıntısı ve son yıllarda dűnya genelinde oluŐan ekonomik krizler űnemlidir. Ancak bunların yanı sıra bitki koruma kaynaklı űrűnlerde ortaya Őıkan kalite ve kantite kaybı sűs bitkilerinde ciddi sorunlar oluŐturabilmektedir. Sűs bitkileri sektűrűnde hastalık, zararlı ve yabancı ot kaynaklı űrűn kaybının %40'lara kadar ŐıkabileŐeĐi hatta

bazı istilacı zararlı türlerin ürünlerde daha fazla kayba sebep olabileceği düşünülmektedir. Özellikle kesme çiçekler daha hassas ürünler olduğundan bitki koruma kaynaklı ürün kaybının bu ürünleri daha fazla etkileyebileceği bir gerçektir (Aksu, 2020; Kaygın ve ark., 2008; Anonim, 2023a). Bitki koruma problemleri içerisinde zararlılar bu alanda ön plana çıkmaktadır. Polifag zararlıların büyük bir kısmının süs bitkilerinde de zarar yapabilmesi ve değişen küresel iklim ile süs bitkilerinde zarar yapan yeni böcek türlerinin tespiti, bu zararlılarla mücadelenin önemini arttırmıştır (Pencheva ve Yovkova, 2016; De Moraes ve ark., 2017; Yu, 2018). Baykan Sarıoğlu (2021), yaptığı çalışmada Samsun bölgesi süs bitkileri üreticilerinde %56.4'ü bitki koruma problemlerine karşı teknik açıdan yetersiz olduğunu ve genellikle, bu işlerin atadan kalan tecrübe ile yürüttüklerini belirtmiştir. Aynı çalışmada üreticilerin %54.5'unun bitki koruma kaynaklı sorun yaşadığı ve bunların içerisinde de nematod ve zararlı kaynaklı sorunların önemli yer kapladığı belirlenmiştir. Süs bitkilerinde sıklıkla karşılaşılan zararlılar; Yaprak bitleri, Beyaz sinekler, Koşniller, Kabuklu bitler, Kırmızı örümcekler, Tripsler ve Nematodlardır. Bu zararlıların büyük çoğunluğu kalite ve kantitede kayba sebep olmaktadır (Becker, 1974; Carvalho ve ark., 2019; İslam ve ark., 2019). Süs bitkileri zararlılarına karşı genel olarak üreticiler bilinçli olmamakla beraber, zararlılara karşı bilinçsizce kimyasal mücadele yapmaktadır. Aksu (2020), süs bitkileri üreticilerinin %97.5'inin kimyasal mücadeleyi tercih ettiğini, Yazgan ve ark. (2005) ise özellikle ticari değeri yüksek süs bitkilerinde kimyasal mücadele tercihinin daha etkili olabileceğini açıklamıştır. Fakat bu ürünler insanlarla iç mekanlarda iç içe olduklarından kimyasalların toksik etkisi nedeniyle kullanımına dikkat edilmeli hatta mümkünse azaltılmalıdır (Dreistadt, 2016; Mouden ve ark., 2017; Yiğit ve ark., 2019a; Yiğit ve ark., 2019b). Hatta gül, krizantem ve gerbera gibi ticari getirisi yüksek süs bitkilerinin üzerinden alınan numuneler

incelendiğinde, özellikle gl bitkisinde 107 adet farklı aktif madde kalıntısı tespit edilmiş ve bu aktif maddelerin tüketicilerin sinir sistemi üzerinde doğrudan toksik etki oluşturabileceği vurgulanmıştır (Toumi ve ark., 2016). Bütün bu sorunlar gz önüne alındığında Samsun ili süs bitkileri yetiŐtiriciliđi yapılan alanlardaki karşılaşılan önemli zararlıları ve mücadele yöntemlerini belirlemek ve bu zararlılar hakkında bilgi vermek amacıyla mevcut araştırma gerçekleştirilmiştir.

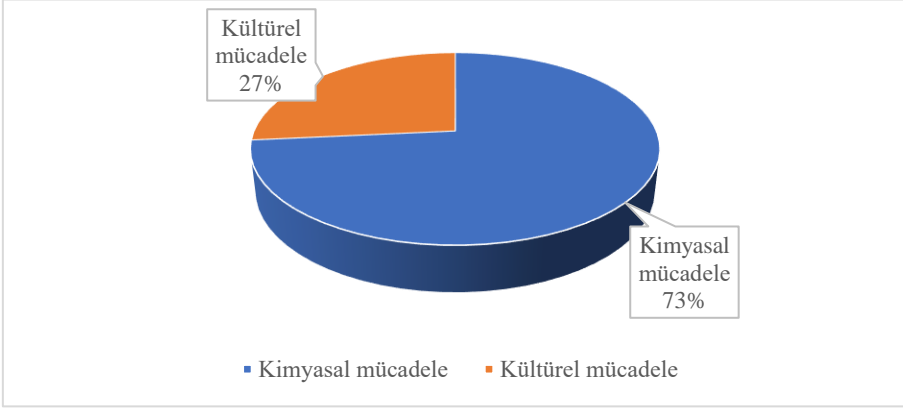
### **Samsun İli Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Görülen nemli Zararlılar**

Samsun ili Ondokuzmayıs ve Atakum ilçesinde toplamda 40 adet süs bitkisi yetiŐtiriciliđi yapılan iŐletme ziyaret edilerek ss bitkilerinde görülen bitki koruma kaynaklı sorunlara yönelik çeşitli sorular yöneltilmiŐtir. YetiŐtiricilerden alınan cevaplar değerlendirilerek Samsun ilinde süs bitkileri yetiŐtiriciliđindeki bitki koruma problemleri ortaya konulmuştur. Süs bitkileri üreticilerinin %64.41'i yetiştiricilik yapılan alanlarda bitki koruma kaynaklı sorunlar içerisinden zararlıların kendileri için önemli olduğunu söylerken, %35.59'u ise hastalık veya yabancı ot kaynaklı problemlerin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Zararlılar ile ilgili problemlerle karŐılaŐan yetiştiricilerin %24,65 ile en fazla sorun olan zararlının Yaprakbiti olduğu, bunu %24.1 ile Unlubıt ve %19.23 ile Beyazsinek takip etmiştir (Şekil 1).

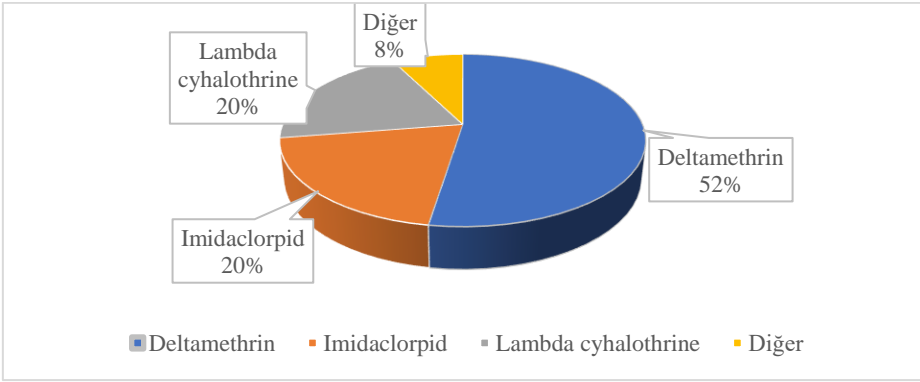


Şekil 1. Samsun ili çalışma yapılan süs bitkileri üretim alanında görülen zararlılar

Yetiştiricilik yapılan alanlarda zararlıların görülmesi durumunda bu zararlılara karşı hangi mücadele yöntemlerinin uygulandığını belirlemek için sorulan sorulara yetiştiricilerin %73.48'si kimyasal mücadele, %26.52'ü kültürel mücadele cevabını vermiştir (Şekil 2). Ancak başka bölgelerde yapılan çalışmalarda kimyasal mücadelenin tercih edilme yoğunluğu %97.6 olarak bulunmuştur (Aksu, 2020). Mevcut çalışmada bir yetiştirici birden fazla mücadeleye cevap verdiği için bu oran daha düşük çıktı düşünülmemektedir. Bu düşüncenin temel nedeni yetiştiricilere bu soru sorulduğunda bazı üreticiler kültürel mücadele yaptıktan sonra yine kimyasal mücadeleye ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Kimyasal mücadele uygulamalarında en fazla tercih edilen aktif madde %52.5 ile deltamethrin olurken, bunu imidacloprid ve lambda cyhalothrin (%20 oranında) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Gerek literatür gerekse mevcut çalışma sonucunda süs bitkileri üretim alanlarında sıklıkla karşılaşılan zararlıların Yaprakbiti, Unlubıt, Beyazsinek ve Kabuklubıt olduğu belirlenmiştir (Pirone, 1978; Şevik ve Saruhan, 2010; Yaşar, 2017a; Khan ve ark., 2019; Keskin ve ark., 2022).



Şekil 2. Samsun ili çalışma yapılan süs bitkileri üretim alanında zararlılar ile mücadelede tercih edilen mücadele yöntemleri



Şekil 3. Samsun ili çalışma yapılan süs bitkileri üretim alanında tercih edilen insektisit aktif maddeleri

## Yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae)

Yaprakbitleri bitkisel üretim yapılan hemen hemen bütün alanlarda görülebilen polifag bir zararlı türüdür. Yaprakbitlerinin dünyada 510 adet cinse ait yaklaşık 5.000 adet türü bulunmaktadır (Heie, 2013; Blackman ve Eastop, 2017). Bu türler arasından bazıları süs bitkilerinde ciddi miktarda zararlı olabilmektedir. Genel olarak Yaprakbitleri küçük boyutlu 1-3 mm büyüklüğünde, yumuşak ve oval

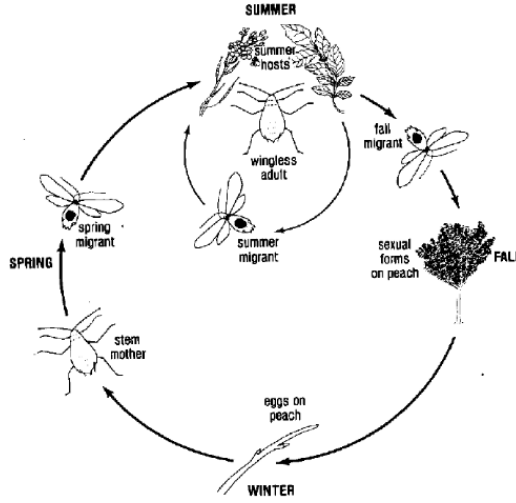
vücutludur. Vücut renkleri türe göre değişmekte, yeşil, kırmızı veya koyu renk tonlarında olabilmektedir. Kanatlı ve kanatsız formları bulunmaktadır. Ergin bireylerin hepsinde abdomen sonunda yapışkan bir madde salgılayan cornicule'lar bulunmaktadır. Bunlar türlere göre renk ve uzunluğu değişmekte ve türlerin teşhisinde önemli bir morfolojik karakter olarak yer almaktadır. Yaprakbitleri hemimetabola (yarı başkalaşım) metamorfoz geçiren bir böcek türü olup, yumurta-nimf-ergin biyolojik dönemleri görülmektedir. Ağız yapıları iki iğneli sokucu-emicidir. Süs bitkilerinde sıklıkla görülen *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae) (Gül Yaprakbiti) genel olarak kırmızimsı renklidir ve erginlerde cornicule'lar uzun ve siyahtır (Anonim, 2023d) (Şekil 4).



Şekil 4. Gül bitkisinde *Macrosiphum rosae* ergini (Fotoğraf; Ali Kaan AŞKIN'a aittir.)

Yaşayışlarına bakıldığında yaprakbitleri hem eşeyli hem de eşeysiz olarak çoğalabilmektedir. Hava sıcaklığı uygun olan yerlerde kışında faaliyetini sürdürmektedir. Ancak iklim koşullarının uygun

olmadığı yerlerde kışı yumurta halinde geçirirler. Havaların ısınmasıyla kışlayan yumurtalardan nimfler çıkmaktadır. Bu nimfler özellikle süs bitkilerinde taze sürgünler ve yapraklarda oburca beslenmektedir. Yaklaşık 10-25 günde bu bireylerden kanatsız vivipar doğum yapan dişi bireyler oluşmaktadır. Bu bireyler yaz boyunca parthenogenetik olarak çoğalır ve sürekli konukçu değiştirerek çoğalırlar. Sonbaharda kanatlı dişi ve erkek bireyler görülür. Bu bireyler kışlama yumurtaları için eşeyli üremeyle çiftleşerek yumurtaları konukçulara bırakırlar (Şekil 5). Uygun koşullarda altında 10-15 nesil verebilmektedirler (Moran, 1992; Anonim, 2023a).



Şekil 5. Yaprakbiti hayat döngüsü (Radcliffe ve ark., 1993)

Yaprakbitleri ağız yapılarından dolayı bitkilerin dokularının içerisine hortumunu sokup emerek beslenmektedir. Özellikle süs bitkilerinde koloni halinde tomurcuklarında ve sürgünlerin üzerinde beslenmektedirler. Gül bitkisinde tomurcukların normal gelişimini engellemektedir. Bunun dışında diğer süs bitkilerinde de erken yaprak dökülmesine, tomurcuklardan deformeli çiçeklerin çıkmasına neden olur. Yaprakbitleri beslendikleri yaprakların ayalarında beyazımsı

renk açılmaları ve çıkardığı tatlımsı maddeden dolayı fumajın zararı görülmektedir (Yovkova ve ark., 2013; Dampc ve ark., 2021; Anonim, 2023a). Ayrıca Yaprakbitleri önemli bir virüs vektörüdür. Yaklaşık olarak 700'den fazla virüs'n %70'inin vektrlg arthropodlar, arthropodlar içerisinde de yaprak bitleri yaklaşık 400'den fazla virüs'n taşıyıcılığını yapmasıyla oldukça önemlidir (Nault, 1997; Mark ve Christophne, 2017). Kısa sürede yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmaları ve önemli polifag bir zararlı olmasından dolayı yaprakbitleri ile mücadele önem arz etmektedir. Süs bitkileri üretim alanlarında Yaprakbitleri ile mücadele, tarımsal üretim yapılan alanlara kıyasla daha sınırlıdır. Çünkü ss bitkilerinde meydana gelebilecek kalite kaybı doğrudan ürünün ticari değerini etkilemektedir. Bu nedenle süs bitkileri yetiştirilirken sağlıklı bitki gelişimi sağlanmalı ve sera üretim alanlarına dışarıdan bulaşıklık önlenmelidir. Zararlı ile bulaşık ss bitkilerinin sürgünleri zamanında budanarak zararlının üretim alanından uzaklaştırılması gerekir. Ancak yine de problem olabilen bu zararlıya karşı en çok tercih edilen mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Türkiye'de ss bitkilerinde yaprakbitlerine karşı ruhsatlı çeşitli sentetik kimyasal içerikli preparat bulunmaktadır (Anonim, 2023e). Fakat kimyasalların kalıntı ve dayanıklılık oluşma gibi risklerini önlemek için günümüzde bu zararlıya karşı çeşitli biyolojik veya biyoteknik mücadele uygulamalarının etkinliği araştırılmaktadır (Pons ve ark., 2018; Sayed ve ark., 2019; Yousuf ve ark., 2021; Mach ve ark., 2023).

### **Beyazsinekler (Hemiptera: Aleyrodidae)**

Aleyrodidae familyası içerisinde farklı beyazsinek türleri bulunmaktadır. Bu türler süs bitkileri üretimi yapan yerlerde zarar yaptığı görülmektedir. Zararlı olan bu türler içerisinden *Trialeurodes vaporarium* (Westw)'un özellikle sera içerisinde yetiştiricilik yapılan



yerlerde diđer beyazsinek tűrlerine kıyasla daha fazla gűrűldűđű saptanmıŐtır. *T. vaporarium*'dan sonra en fazla gűrűlen beyazsinek tűrűnűn *Bemisia tabaci* Genn. olduđu bildirilmiŐtir (Simala ve ark., 2009). Genel olarak beyazsinekler 1-5 mm boylarındaki erginlerde abdomen soluk sarı ancak kanat űzerinde beyaz mum tabakası nedeniyle beyaz renkte gűrűnűrler (Őekil 6). Nimfleri yassı ve yarı Őeffaf olarak yaprak altlarında gűrűlűr. Birinci nimf dűnemi yaklaŐık 8 saat hareketli olup daha sonra uygun bir yerde sabit hale gelmektedir. Toplam 4 nimf dűnemi geçirmektedir. Dűrdűncű nimf dűnemi aynı zamanda pupa olarak isimlendirilir. Yumurtaların boyu yaklaŐık 0.25 mm kadardır. İlk konulduklarında beyazımsı renkte olup zamanla rengi soluk sarı olmaktadır. (Bayhan ve Őlmez Bayhan, 2022; Anonim, 2023a).



Őekil 6. Sűs bitkisinde beyazsinek ergin ve nimfleri (Fotođraf; Ali Kaan AŐKIN'a aittir.)

Beyazsinekler uygun iklim koşullarında yıl boyunca faaliyetlerine devam etmektedirler. Ergin birey çiftleştikten 2-4 gün sonra yumurtalarını yaprak altındaki yüzeylerine tek tek bırakmaktadır. Yumurtalar yaklaşık 10 gün içerisinde açılır ve nimfler çıkar. Bir süre beslenebileceği yer aradıktan sonra uygun yeri bulunca kendini sabitler ve bitki dokusunu sokup emerek beslenmektedir. Yaklaşık olarak nimfler 21-30 gün boyunca floem dokularında beslenebilmektedir. Nimflerin hareketsiz oluşu ve uzun süreli beslenebilmesi Beyazsinekleri diğer sokucu-emici türlerden ayırmaktadır (Walling, 2008). Bir dişi birey yaklaşık 300 adet yumurta bırakabilir. Uygun olmayan iklim koşullarında kışı nimf halinde geçirmektedirler. Kışlamalarını yabancı otların üzerinde veya bitki artıklarında yapmaktadırlar. Beyazsinekler yılda ortalama 9-10 nesil verebilmektedir. İklim koşullarının uygun olması durumunda bu sayı artmaktadır (Oliveira ve ark., 2001; Anonim, 2023a). Ergin ve nimfler bitki özsuyla beslenerek beyazımsı gümüşü lekelenmelere sebep olmaktadır. Özellikle beslenme esnasında salgıladıkları çeşitli enzimleri bitkilerin zayıflamasına sebep olmaktadır. Özellikle krizantem, gerbera, gül, sarmaşık ve hibiskus gibi süs bitkileri beyazsineklerine karşı daha hassastır (Kumar ve ark., 2017). Beyazsineklerin 600'den fazla bitkide zarar yapabildiği tespit edilmiştir (Brown ve ark., 1995). Bu bitkiler arasından iç mekan süs bitkileri, zararlının optimum yaşam koşullarında yetişmelerinden dolayı sık sık zararlı ile bulaşık durumda görülebilmektedir. Ayrıca Beyazsinekler Begomovirüs, Carlavirüs, Crinivirüs, Ipomovirüs ve Torradovirüs cinslerindeki virüslerin vektörlüğünü yaparak zarara sebep olmaktadır (Navas-Castillo ve ark., 2011).

Süs bitkilerinde görülen Beyazsinek zararlısı ile çeşitli mücadele yöntemleri kullanılarak mücadele programları uygulanmaktadır. Öncelikle ürünler düzenli aralıklarla kontrol edilerek zararlı ile bulaşık

olup olmaması, eğer bulaşıksa zararlıının yoğunluğunun belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle genel olarak üretim alanlarında 1 dekarlık bir alanda en az 20 adet bitkinin alt, orta ve üst yapraklarından birer adet örnek alınır. Bu yapraklarda zararlıının nimf veya erginleri incelenir. Eğer sayım başına 5 adetten fazla birey varsa uygun mücadele yönteminin uygulanması gerekmektedir. Bulaşıklığı önlemek için yabancı otlar imha edilmeli ve seralarda giriş çıkış yapabileceği delikler kapatılmalıdır. Süs bitkileri üretim alanlarında temiz üretim materyalinin kullanılmasına dikkat edilmelidir (Kumar ve ark., 2017). Bu tip koruyucu içerikli kültürel önlemlere rağmen zararlı üretim alanlarına bulaşırsa popülasyon takibi amacıyla sarı yapışkan tuzaklar ile biyoteknik mücadele kapsamında çalışmalar yapılabilmektedir. Zararlıya karşı biyolojik mücadele kapsamında entomopatojenik funguslar (*Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea*), predatör akar (*Amblyseius swirskii*) /böcekler [*Delphastus catalinae* (Horn, 1895) (Coleoptera: Coccinellidae)] veya parazitoit etmenler [*Eretmocerus eremicus*, *Encarsia* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae)]'in etkili olabileceği daha önce yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Pickett ve ark., 1996; Hoddle, 2004; Sani ve ark., 2020). Ancak hala en fazla tercih edilen ve etkili olan yöntem kimyasal mücadele olarak kabul edilmektedir. Kimyasal mücadele uygulamalarında uygulanacak kimyasal aktif maddeler doğru bir şekilde seçilmezse mücadele sınır bir düzeyde kalabilmektedir. Bununla birlikte en temel nedeni günümüzde beyazsineklerin kimyasallara karşı geliştirdikleri dayanıklılık durumudur. Abubakar ve ark. (2020), gerçekleştirdikleri çalışmalarında Beyazsinek'e karşı mücadele yöntemlerini değerlendirmiştir. Çalışmalarında kimyasal mücadele kısmında sentetik pyretroidliler başta olmak üzere beyazsineklere karşı çok sayıda insektisit yaygın bir şekilde kullanıldığı özellikle vurgulanmıştır. İnsektisitlerin bu denli yoğun kullanımından kaynaklı olarak farklı Beyazsinek biyotiplerinin kimyasallara karşı yüksek

düzeyde direnç geliştirdiği rapor edilmiştir (Shah ve ark., 2020). Özellikle imidacloprid, thiamethoxam, cypermethrine ve deltamethrine karşı yüksek direnç geliştirdiği çalışmalarda bildirilmiştir (Nauen ve Denholm, 2005; Khalid ve ark., 2021). Bu nedenle beyazsinek ile mücadelede entegre mücadele programları hazırlanması, eğer kimyasal mücadeleye ihtiyaç duyulacaksa hangi aktif madde grubunun ne zaman ve ne şekilde kullanılacağı önceden hazırlanması gerekmektedir. Bu durumlara dikkat edilerek beyazsinek ile mücadelenin etkinliğinin artacağı ve aynı zamanda doğal dengenin maksimum lde korunmasının sağlanacağı bir gerçektir.

### **Kabuklubitler (Hemiptera: Diaspididae)**

Coccoidea st familyası Diaspididae familyasına bağlı olan Kabuklubitler süs bitkileri ve meyve ağaçları başta olmak üzere çeşitli bitkisel ürünlerde zarar yapabilmektedir. Dünya ve Türkiye genelinde Coccoidea st familyası içerisinde en kalabalık olan familyanın Diaspididae olduğu bilinmektedir. Dünya genelinde yaklaşık 418 adet cins ve 2.595 adet türe sahipken, ülkemizde 47 adet cinse bağlı 116 adet tür tespit edilmiştir (Kaydan ve ark., 2007; Garcia Morales ve ark., 2016; Yaşar, 2017b; 2017c). Genel olarak Kabuklubitlerde koyu renkli oval yuvarlak veya virgl şeklinde bir kabuk bulunmaktadır. Bütün Diaspididae türlerinde baş ve ilk iki thorax segmenti kaynaşmış pozisyonudur. Diğer böceklerden farklı olarak en fazla sekiz abdomen segmentine bulunur ve bu segmentlerinde 4. ile 8. segmentler arasındaki kaynaşmış bölgeye pygidium adı verilir. Yarı başkalaşım geçiren Kabuklubitlerde yumurtadan çıkan nimflerin sadece hareketli bacakları vardır ve hareket edip beslenmek için uygun bir yer aramaktadırlar. Daha sonraki dönemlerde bacaklar kaybolarak sabit bir hale geçerler (Güneş, 2019). Hareketli nimfler beslenirken bu

sırada pygidium üzerinden üretilen balmumu ile nimflerin çıkardığı gömlek derileri birleşerek sert kabuk oluşmaktadır. Bu familyaya bağlı olan türler genellikle eşeyli çoğalsa da, bazı türleri eşeysiz çoğalabilmektedir. Dişı birey çiftleşme sonrasında hem ovipar hem de vivipar üreme gerçekleştirebilmektedir. Yumurta bırakma süresi ortam koşulları ve türe bağlı olarak değişirken, dişı birey aynı anda sadece 6 veya 60-80 adet yumurta bırakabilmektedir. Dişı birey bütün yumurtalarını bıraktıktan sonra ölmekte ve yumurtaları koruyan bir kabuk olarak bulunmaktadır. Erkek bireyler iki nimf dönemi geçirdikten sonra prepupa ve pupa olarak isimlendirilen dönemleri geçirip ergin olurken, dişı bireyler iki nimf döneminden sonra ergin olmaktadır. Ergin bireylerin hayat uzunluğu genel olarak 2-5 gün sürmekte ve bu süre zarfında sadece çiftleşip yumurta bırakma görevleri bulunmaktadır (Bodenheimer, 1949; Henderson, 2011). Türe bağlı olarak biyolojileri arasında farklılıklar bulunmasına rağmen bu kısımda süs bitkilerinde zarar oluşturan önemli kabuklubitlerin genel biyolojileri hakkında bilgi verilecektir. Genel olarak ortam koşullarının uygun olmadığı yerlerde kışı 1. Dönem nimf halinde bitkinin gövde dal veya dalcıkları üzerinde geçirmektedir (Şekil 7).



şekil 7. Süs bitkisi gövdesinde Kabuklubit (Fotoğraf; Ali Kaan AşKIN'a aittir.)

Koşullar elverişli hale geldiğinde diyapozu terk edip uygun bir yer arayıp beslenmeye başlarlar. Ergin olan bireyler çiftleşerek yumurta bırakmaya veya canlı doğurmaya başlamaktadır. Tre bağlı olarak yılda bir veya daha fazla nesil vermekteler. Ss bitkilerinin gövde, dal ve dalcıklarında sürgün ve tomurcukları sokup emerek beslenmektedirler. Beslendikleri yerlerde kabuk kaldırıldığında kırmızımsı lekeler meydana getirmektedir. Özellikle şimşir, benjamin gibi her dem yeşil bitkilerde bütün gövdeyi kaplayarak bitkinin zayıflamasına sebep olmaktadır. Bu zararlıyla mücadelede Kültürel ve fiziksel önlemler diğer süs bitkileri zararlılarına kıyasla daha önemlidir. Özellikle kış dönemine girmeden Kabuklubit ile bulaşık olan dallar budanarak uzaklaştırılmalıdır. Daha çok dış mekan ss bitkilerinde karşılaşılan Kabuklubitlere karşı dengeli bir gübreleme ve

sulama işlemi yapılarak bitkinin sağlıklı yetiştirilmesi sağlanmalı ve süs bitkileri üretim alanlarında temiz ve sertifikalı fidanlar kullanılmalıdır (Navrozidis ve ark., 1997; Alston ve ark., 2011; Sridhar ve ark., 2022). Biyolojik mücadele imkanı diğer türlere göre daha sınırlıdır. Ancak *Encarsia perniciosi* (Tower, 1913) (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin zararlı üzerinde baskı oluşturduğu ve diğer mücadele yöntemleriyle entegre bir şekilde kullanım imkanı olabileceği vurgulanmaktadır (Masoodi ve ark., 1989; Badenes-Perez ve ark., 2002). Fakat en etkili mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Genel olarak yaz ve kış mücadelesi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Kış mücadelesi gözler uyanmadan önce genel olarak ocak-mart aylarında uygulanmaktadır. Bu uygulamalarda kışlık yağlar kullanılabilir. Yaz mücadelesi ise bitkiler aktif dönemdeyken uygulanan yazlık parafinik yağlar veya azadirachtin, deltamethrin gibi preparatlar ile yapılır. Kış mücadelesinde bitkinin gözlerinin uyanmamış olması oldukça önemlidir (Alston ve ark., 2011; Anonim, 2023a). Fakat bazı Kabuklubitlerin insektisitlere karşı direnç geliştirdiği bu nedenle entegre mücadele programlarının uygulanması önerilmektedir (Buzzetti ve ark., 2015).

### **Unlubitler (Hemiptera: Pseudococcidae)**

Unlubitler, Coccoidea üst familyasında Pseudococcidae familyasına ait zararlı türüdür. Polifag bir zararlı olmasıyla birlikte genellikle meyve ağaçları ve süs bitkilerinde sık sık sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Pseudococcidae familyası, Dünya genelinde ve Türkiye'de Coccoidea üst familyası içerisinde Diaspididae familyasından sonra en fazla böcek türü bulunan familyadır. Dünya'da yaklaşık 259 adet cinse bağlı 1.989 adet türü tespit edilmişken, Türkiye'de 2022 yılı itibarıyla 41 adet cinse bağlı yaklaşık 120 adet Pseudococcidae türünün varlığı tespit edilmiştir (Garcia Morales ve

ark., 2016; Ülgentürk ve ark., 2022). Unlubitler türe özgü farklılık göstermekle birlikte yaklaşık olarak 3-6 mm boyutunda vücutları ovalimsi, yassı biçimde olup renkleri genel olarak beyazdan koyu sarı tonlarına doğru değişmektedir. Ancak vücutlarının üzeri bir mum tabakası ile kaplı olduğunda genel görünüşleri kirli beyaz tonlarıdır. Ergin bireylerde vücut kenarlarında mum çıkıntıları bulunmaktadır ve genel olarak hareketsiz veya çok az hareketlidirler (Şekil 8). Dişi bireyler kanatsızdır, erkek bireyler kanatlı ve dişilere kıyasla biraz daha ince, uzundur. Nimfleri ise açık sarı renkli, oldukça hareketli ve üzerinde mum tabakası bulunmamaktadır. Yumurtaları uzunca oval yapılı olup, açık sarı renklidir. Yumurtalar genel olarak mumsu iplikçikler arasında bazen tek başına görülmekle birlikte genel olarak kümeler halinde bulunmaktadır (Buss ve Tuner, 2006; Anonim, 2023f).



Şekil 8. Süs bitkilerinde unlubit ergin bireyi (Fotoğraf; Ali Kaan AŞKIN'a aittir.)

Kışı farklı dönemlerde özellikle gövdeyle dalların, sürgünlerin birleştiği kısımlarda, yarık ve çatlaklarda geçirebilmektedir. Genel olarak 3 veya 4 nimf dönemi geçirmektedirler. İlk dönem nimfler



beslenmek için hızlı bir şekilde uygun bir ortam arar ve dağılırlar. Nimf dönemi ilerledikçe bireyin hareketi azalır ve üzerinde mum tabakası oluşmaya başlar. Erkek bireyler ergin olmadan önce prepupa dönemine benzeyen bir dönem geçirirler. Ergin bireyler genel olarak eşeyli üreme gerçekleşse de fakültatif parthenogene’de bildirilmiştir (Da silva ve ark., 2010). Dişi birey eşeyssel çekici feromon salgılayarak çok sayıda erkek ile çiftleşir. Bazı türlerde ovovivipar üreme’de görülmektedir. Bir dişinin meydana getirdiği birey sayısı türe bağlı olarak 50-800 adet birey arasında değişmektedir. Kümeler halinde yumurtalarını bıraktıklarında bir kümede ortalama 100-200 adet yumurta bulunmaktadır (Daane ve ark., 2012). Sıcaklık ile beraber Unlubitlerin yaşam döngüsü hızlanmaktadır. İlkbaharda aktif hale geçen bireyler süs bitkileriyle beslenmek amacıyla bitkinin üst kısımlarına tırmanmaktadırlar (Anonim, 2023d). Özellikle sıcak ve nemli yerleri sevmektedirler. Bu nedenle açık alandaki aloevera, gül, gerbera, krizantem, *Draceana* sp. veya kapalı alanlardaki benjamin, menekşe, orkide gibi ürünlerde sık sık görülürler (Mari ve ark., 2007; Polat ve ark., 2008). Yılda verdikleri nesil sayısı türe, bölgeye ve iklim faktörlerin bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak 5-6 döl verdiği söylenmektedir ancak *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn, 1900) (Hemiptera: Pseudococcidae) California’nın iç kısımlarında 2 nesil verirken aynı bölgede *Planococcus ficus* (Ben-Dov, 1994) (Hemiptera: Pseudococcidae) 7 nesil verebilmektedir (Geiger ve Daane, 2001; Gutierrez ve ark., 2008).

Unlubitler özellikle bitkilerin yaprak, sürgün ve gövdelerine yerleşerek bitki özsuynunu sokup emerek beslenmektedirler. Yoğunlukları fazla olduğunda bitkide kuruma ve sararmalara sebep olmaktadır. Özellikle iç mekan süs bitkilerinde menekşe, orkide gibi hassas bitkilere ciddi zararlar verebilmektedir. Ayrıca salgıladığı tatlımsı maddeden dolayı bitki fotosentez yapamayıp yeşil rengini

kaybeder. Ss bitkilerinde “sooty mold” isimli fungal belirtilerin çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca bitkisel üretimde önemli sorunlara sebep olan bazı viral hastalıkların taşıyıcılıklarını da yapmaktadırlar (Resciglione ve ark., 1983; Sether ve ark., 1998; Tsai ve ark., 2008; Daane ve ark., 2012). Bu önemli zararlarından dolayı ss bitkilerinde Unlubit zararlısı ile mücadele edilmesi çoğu zaman gerekmektedir. Unlubitler her ne kadar küçük boyutlu canlılar olsalar da bitkiler üzerinde net bir şekilde çıplak gözle görülmektedirler. Bu nedenle ss bitkilerinde bu zararlı ile mücadele de bitkilerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi çok önemlidir. Zararlı optimum koşullar altında çok hızlı bir şekilde çoğalıp bütün bitkilere yayılabilmektedir. Unlubitler diğer zararlı gruplarına göre hareketleri daha sınır olduğundan erken tespit edildiklerinde mücadeleden alınacak başarı oranı artacaktır. Öncelikle üretim yerlerinde temiz üretim materyali kullanılmalıdır. Yapılan kontrollerde zararlı ile bulaşık bitki kısımları görüldüğünde bu kısımlar uygun biçimde bitkiden uzaklaştırılmalıdır. Ayrıca Unlubitler nemli ortamları sevdiklerinden ss bitkilerinde gerekli budama ve seyreltme işlemlerinin yapılması çok önemlidir. Örneğin aloevera bitkisi çok çabuk dallanarak çoğalabilen bir bitkidir. Eğer bu bitkide düzgün bir seyreltme işlemi yapılmazsa bitkide yoğun bir Unlubit bulaşıklığı görülebilir. Ayrıca sulama ve gübreleme işlemleri yeterli seviyede yapılmalıdır. Çünkü yapılan bazı çalışmalarda fazla sulama ve azotlu gübrelemenin Unlubit yoğunluğunu arttırdığı belirlenmiştir (Buss ve Turner, 2006). Bunların dışında popülasyonun takibinin yapılabilmesi için cinsel olgunluğa erişmiş kanatlı erkekleri çekmek sentetik olarak üretilen çiftleşme feromonu yapışkan tuzaklarla kombine edilerek kullanılabilmektedir (Bierl-Leonhardt ve ark., 1981; El-Sayed ve ark., 2010). Unlubitleri doğada baskılayan çeşitli doğal düşman etmenleri bulunmaktadır. Bunlarla ilgili çok sayıda araştırmacı çalışmalar yapmış ve bazı araştırmacılar da bunları bir araya getirerek derlemiştir (Noyes ve

Hayat, 1994; Garcia Morales ve ark., 2016). Ancak Unlubitler ile m¼cadelede en pop¼ler ve en bilinen biyolojik m¼cadele etmeni *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'dır. Etmenin hem ergin hem de larvaları Unlubitler ile beslenerek pop¼lasyonunu baskı altına alabilmektedir. Ancak Unlubitlerle biyolojik m¼cadele ile ilgili çalışmalar temel olarak tarımsal ¼r¼nlerdeki zararıyla m¼cadeleye y¼neliktir. Bu alıŐmalar daha çok entomopatojen nematodların veya fungusların etkinliğinin belirlenmesi Őeklinindedir (Demirci ve ark., 2011; Le Vieux ve Malan, 2013). Diğer s¼s bitkileri zararlılarında olduğu gibi Unlubitler ile m¼cadelede de en yoğun tercih edilen y¼ntem kimyasal m¼cadeledir. Fakat Unlubitlerin ¼zerinde mumsu bir tabaka olduğu için uygulanacak kimyasal ve uygulama zamanı oldukça ¼nemlidir. Unlubitlerde kimyasal m¼cadele en başarılı m¼cadele nimflere karşı uygulanmaktadır. Bunun temel sebebi de zararlının nimflerinde mum tabakasının olmaması veya oldukça ince olmasıdır. Ayrıca kontak etkili insektisitlerin yanı sıra sistemik etkili insektisitlerde Unlubitlere karşı etkili olabilmektedir (Buss ve Tuner, 2006; Daane ve ark., 2012). Fakat ¼lkemizde doğrudan s¼s bitkileri ¼r¼n grubundaki Unlubitler ¼zerine ruhsatlanmış bir ticari preparat bulunmamaktadır (Anonim, 2023e). Bu nedenle ¼reticiler genel olarak bağ, turunçgil veya diğer tarımsal ¼r¼nlerdeki Unlubitlere karşı ruhsatlı olan insektisitleri tercih etmektedir. Bu sentetik preparatların yanı sıra azadirachtin içerikli preparatlar veya bitkisel içerikli yağlar ¼zellikle iç mekân s¼s bitkilerinde tercih edilebileceği bazı araştırmalar sonucunda ¼nerilmiŐtir. Bu yağların b¼cekleri ¼ld¼r¼c¼, uzaklaŐtırıcı, yumurta bırakmayı ve açılmasını engelleyici etkilerinin olabileceği aktarılmıştır (Buss ve Turner, 2006; Cloyd ve ark., 2009; Daane ve ark., 2012; Karamaouna ve ark., 2013; Erdemir ve Erler, 2017). Ancak her bitkisel içerikli yağın b¼cek ¼ld¼r¼c¼ olarak kullanılamayacağı ve

bu yağların bitkilerde veya hedef dışı organizmalar üzerine olumsuz etkiler yapabilme ihtimalinin bulunduğu unutulmamalıdır.

## Sonuç

Bu bölümde Samsun ili süs bitkileri üretim alanlarında karşılaşılan bitki koruma kaynaklı sorunlar ve bunların mücadelesiyle ilgili ortaya koyulabilecek hususlar aktarılmıştır. Süs bitkileri sektörü özellikle Covid-19 pandemisi sonrası gerek maddi gerekse manevi olarak önemli bir sektör haline gelmiştir. İnsanlar doğayla birleşme unsuru olarak hem iç mekân hem de dış mekânlarda süs bitkilerini görmektedir. Bu nedenle bu ürünlerin üretiminde veya yetiştiriciliğinde ortaya çıkabilecek sorunlar önemlidir. Süs bitkileri doğrudan estetik olarak insanlara hitap ettiğinden, verim kaybının yanı sıra kalite kaybı da oldukça önemli bir sorundur. Bölgede yaptığımız gözlem ve çalışmalarda göstermiştir ki bu kalite ve kantite kaybına sebep olan etkenlerin başında zararlı problemi gelmektedir. Özellikle Hemiptera takımı içerisindeki Coccoidea üst familyası ile Aphididae ve Aleyrodidae familyaları oldukça önemlidir. Hatta öyle ki Avrupa'da 1988 yılında bu takımın süs bitkilerinde sebep olduğu yıllık kaybın 5 milyar dolar civarında olduğu aktarılmıştır (Kosztarab ve Kozar, 1988). Günümüzde bu zararlıların hala ciddi miktar bir ticari değer kaybına sebep olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle süs bitkilerindeki zararlıların tanınması ile ilgili gerekli bilgilendirilmelerin yapılması gerekmektedir. Samsun ili süs bitkileri yetiştiricileri özellikle zararlıların tanınması konusunda bilgi sahibi olduğu kanısı çalışma sonucunda ortaya konulurken, birçok üreticinin mücadele yöntemlerinde sınırlı bilgisi olduğu ve kimyasal mücadeleyi genel olarak tercih edildiği saptanmıştır. Üreticilere süs bitkileri zararlıları ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek diğer mücadele yöntemleri hakkında bilgi verilmesi, entegre zararlı yönetim sisteminin anlatılmasına yönelik çalışmaların yapılması çok önemli olacaktır.

## KAYNAKLAR

Abubakar, M., Koul, B., Chandrashekar, K., Raut, A., & Yadav, D. (2022). Whitefly (*Bemisia tabaci*) Management (WFM) Strategies for Sustainable Agriculture: A Review. *Agriculture*, 12(9), 1317.

Aksu, Z.A. (2020). Mersin ilinde süs bitkileri sektörünün mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 75s, Siirt.

Alston, D., Reding, M., & Murray, M. (2011). San Jose Scale (*Quadrastpidiotus perniciosus*). [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1659&context=extension\\_curall](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1659&context=extension_curall) (Erişim tarihi: 18/11/2023).

Anonim, (2001) 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu, Süs Bitkileri Alt Komisyon Raporu, Ankara, 140s.

Anonim, (2023a). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü.

<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/SU%CC%88S%20BI%CC%87TKI%CC%87LERI%CC%87sekte%CC%88rpolitika%20.pdf> (Erişim tarihi: 10/11/2023).

Anonim, (2023b). Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamülleri İhracatçılar Birliği 2023 Dünya Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/c996523c-2367-42e9-9b91-b0e5d48e4a60.pdf> (Erişim tarihi: 10/11/2023).

Anonim, (2023c). Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamülleri İhracatçılar Birliği 2023 Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/98e54002-0285-47c4-ad9f-09d2fddb7f65.pdf> (Erişim tarihi: 10/11/2023).

Anonim, (2023d). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/646> (Erişim tarihi: 10/11/2023).

Anonim, (2023e). Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü Bitki Koruma Ürünleri Veritabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/646> (Erişim tarihi: 15/11/2023).

Anonim, (2023f.) Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://aydin.tarimorman.gov.tr/Belgeler/%C4%B01%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%20Bas%C4%B1%C4%B1%20Yay%C4%B1nlar/Bitkisel%20Cretim/Unlu%20Bit.pdf> (Erişim tarihi: 10/11/2023).

Badenes-Perez, F. R., Zalom, F. G., & Bentley, W. J. (2002). Effects of dormant insecticide treatments on the San Jose scale (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoids *Encarsia perniciosi* and *Aphytis* spp.(Hymenoptera: Aphelinidae). *International journal of pest management*, 48(4), 291-296.

Bayhan, E. ve Ölmez Bayhan, S., (2022). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar. Paradigma Akademi Yayınevi, Editör: Gülay KAÇAR, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:1, ISBN:678.

Baykan Sarıoğlu, N. (2021). Samsun ilinde süs bitkileri yetiştiricilerinin sosyoekonomik özellikleri, sorunları ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, 95s, Samsun.

Becker, P. (1974). Pests of ornamental plants (No. 97 (revd.)).

Bierl-Leonhardt, B. A., Moreno, D. S., Schwarz, M., Fargerlund, J., & Plimmer, J. R. (1981). Isolation, identification and synthesis of the sex pheromone of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso). *Tetrahedron letters*, 22(5), 389-392.

Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2018). *Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide*. Available on: <http://www.aphidsonworldplants.info/>(accessed 2018.05. 01).

Bodenheimer, F. S. (1949). Problems of vole populations in the Middle East. Report on the population dynamics of the Levant vole (*Microtus guentheri* D. et A.). Problems of vole populations in the Middle East. Report on the population dynamics of the Levant vole (*Microtus guentheri* D. et A.).

Brown, J. K., Frohlich, D. E., & Rosell, R. C. (1995). The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual review of entomology*, 40(1), 511-534.

Buss, E. A., & Turner, J. C. (2006). Scale Insects and Mealybugs on Ornamental Plants: ENY-323/MG005, rev. 6/2006. EDIS, 12.

Buzzetti, K., Chorbadjian, R. A., & Nauen, R. (2015). Resistance Management for San Jose Scale (Hemiptera: Diaspididae). *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2743-2752.

Carvalho, L. M., Souza, B., & de Sousa, A. L. V. (2019). Ornamental plants. Natural enemies of insect pests in Neotropical Agroecosystems: biological control and functional biodiversity, 355-368.

Cloyd, R. A., Galle, C. L., Keith, S. R., Kalscheur, N. A., & Kemp, K. E. (2009). Effect of commercially available plant-derived essential oil products on arthropod pests. *Journal of Economic Entomology*, 102(4), 1567-1579.



Daane, K. M., Almeida, R. P., Bell, V. A., Walker, J. T., Botton, M., Fallahzadeh, M., ... & Zaviezo, T. (2012). Biology and management of mealybugs in vineyards. *Arthropod management in vineyards: Pests, approaches, and future directions*, 271-307.

Dampc, J., Mołoń, M., Durak, T., & Durak, R. (2021). Changes in aphid—plant interactions under increased temperature. *Biology*, 10(6), 480.

De Moraes, L. A., Marubayashi, J. M., Yuki, V. A., Ghanim, M., Bello, V. H., De Marchi, B. R., Barbosa, L., Boykin, L., Sakate, R. ve Pavan, M. A. (2017). New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. *Phytoparasitica*. 45 (4). 517-525.

Demirci, F., Muştu, M., Bora Kaydan, M., & Ülgentürk, S. (2011). Laboratory evaluation of the effectiveness of the entomopathogen; *Isaria farinosa*, on citrus mealybug, *Planococcus citri*. *Journal of Pest Science*, 84, 337-342.

Dreistadt, S. H. (2016). *Pests of landscape trees and shrubs: an integrated pest management guide*. UCANR Publications.

El-Sayed, A. M., Unelius, C. R., Twidle, A., Mitchell, V., Manning, L. A., Cole, L., ... & Bergmann, J. (2010). Chrysanthemyl 2-acetoxy-3-methylbutanoate: the sex pheromone of the citrophilous mealybug, *Pseudococcus calceolariae*. *Tetrahedron Letters*, 51(7), 1075-1078.

Erdemir, T., & Erler, F. (2017). Repellent, oviposition-deterrent and egg-hatching inhibitory effects of some plant essential oils against citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 124, 473-479.

García Morales M, B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov & N.B. Hardy, 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. doi: 10.1093/database/bav118. (Web page: <http://scalenet.info>). (Erişim tarihi: Eylül 2022).

Geiger, C. A., & Daane, K. M. (2001). Seasonal movement and distribution of the grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): developing a sampling program for San Joaquin Valley vineyards. *Journal of economic entomology*, 94(1), 291-301.

Gutierrez, A. P., Daane, K. M., Ponti, L., Walton, V. M., & Ellis, C. K. (2008). Prospective evaluation of the biological control of vine mealybug: refuge effects and climate. *Journal of Applied Ecology*, 45(2), 524-536.

Güneş, O. A. (2019). Aydın ili park ve süs bitkilerinde zarar yapan Diaspididae familyasına ait (Hemiptera: Coccoomorpha) türlerin saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, 76s, Isparta.

Heie, O. E. (2013). Why are there so few aphid species in the temperate areas of the southern hemisphere?. *EJE*, 91(1), 127-133.

Henderson, R. C. 2011: Diaspididae (Insecta: Hemiptera: Coccoidea). *Fauna of New Zealand* 66, 275 pp.

Hoddle, M. S. (2004). Biological control of whiteflies on ornamental crops. *Biocontrol in Protected Culture*, 149-170.

Islam, M. A., Amin, M. R., Rahman, H., Yeasmin, F., & Haque, M. E. (2019). Status of arthropod pests infesting different ornamental plants of Bangladesh. *Bangladesh J. Ecol*, 1, 11-15.

Karamaouna, F., Kimbaris, A., Michaelakis, A., Papachristos, D., Polissiou, M., Papatsakona, P., & Tsora, E. (2013). Insecticidal activity of plant essential oils against the vine mealybug, *Planococcus ficus*. *Journal of Insect Science*, 13(1), 142.

Kaydan, M. B., Ülgentürk, S., & Erkılıç, L. (2007). Türkiye'nin gözden geçirilmiş Coccoidea (Hemiptera) türlerinin listesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 17(2), 89-106.

Kaygin, A. T., Sönmezyildiz, H., Ulgentürk, S. ve Ozdemir, I. (2008). Insect species damage on ornamental plants and saplings of Bartın Province and its vicinity in the Western Black Sea region of Turkey. *International journal of molecular sciences*. 9 (4). 526-541.

Kazaz, S. (2016). “Dünya süs bitkileri sektöründe ürün deseni, sosyo-ekonomik ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile Türkiye'nin gelecek vizyonu”. Karagüzel, Ö.- Kösa, S.- Kahraman, M. (eds.). in VI. Süs Bitkileri Kongresi (s. 3-13). Antalya: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Kazaz, S., Erken, K., Karagüzel, Ö., Alp, Ş., Öztürk, M., Kaya, A.S., Gülbağ, F., 2015, Süs bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 1: 645-672.

Keskin, C., Öztemiz, S., & Ciner, İ. (2022). Sakarya İli Dış Mekân Süs Bitkilerinde Coccoidea (Hemiptera) Türleri ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 243-252.

Khalid, M. Z., Ahmed, S., Al-Ashkar, I., El Sabagh, A., Liu, L., & Zhong, G. (2021). Evaluation of resistance development in *Bemisia tabaci* Genn.(Homoptera: Aleyrodidae) in cotton against different insecticides. *Insects*, 12(11), 996.

Khan, M., Lanjar, A. G., Chang, B. H., Bukero, A., Rajput, A., Magsi, F. H., ... & Chang, A. H. (2019). Insect Pests Associated With Ornamental Plants: Insect Pests of Ornamental Plants. *Biological Sciences-PJSIR*, 62(3), 188-194.

Kosztarab M, Kozár F (1988) Scale insects of central Europe. Dr W Junk Publishers, Budapest, 456 pp

Kumar, V., Palmer, C., McKenzie, C. L., & Osborne, L. S. (2017). Whitefly (*Bemisia tabaci*) management program for ornamental plants. *ENY989*, 3, 1-7.

Le Vieux, P. D., & Malan, A. P. (2013). An overview of the vine mealybug (*Planococcus ficus*) in South African vineyards and the use of entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agent. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 34(1), 108-118.

Mach, B. M., Long, W., Daniels, J. C., & Dale, A. G. (2023). Aphid infestations reduce monarch butterfly colonization, herbivory, and growth on ornamental milkweed. *Plos one*, 18(7), e0288407.

Mari, J. M., Nizamani, S. M., & Lohar, M. K. (2007, December). Population fluctuation of longtailed mealybug on different ornamental plants. In *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals* 755 (pp. 99-104).

Mark, S. & Christophe, L. (2017). Transmission of plant viruses. *Aphids as crop pests*, (Ed. 2), 323-361.

Masoodi, M. A., Trali, A. R., Bhat, A. M., Tikku, R. K., & Nehru, R. K. (1989). Establishment of *Encarsia* (= *Prospaltella*) *perniciosa*, a specific parasite of San Jose scale, on apple in Kashmir. *Entomophaga*, 34, 39-43.

Moran, N. A. (1992). The evolution of aphid life cycles. *Annual review of entomology*, 37(1), 321-348.

Mouden, S., Sarmiento, K. F., Klinkhamer, P. G., & Leiss, K. A. (2017). Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future. *Pest management science*, 73(5), 813-822.

Nauen, R., & Denholm, I. (2005). Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. *Archives of insect biochemistry and physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 58(4), 200-215.

Nault, L. R. (1997). Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Annals of the entomological Society of America*, 90(5), 521-541.

Navas-Castillo, J., Fiallo-Olivé, E., & Sánchez-Campos, S. (2011). Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual review of phytopathology*, 49, 219-248.

Navrozidis, E. I., Zartaloudis, Z. D., & Papadopoulou, S. H. (1997, May). Biology and control of San Jose scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock)(Hemiptera, Diaspididae) on apricot trees in northern Greece. In XI International Symposium on Apricot Culture 488 (pp. 695-698).

Noyes, J. S., & Hayat, M. (1994). Oriental mealybug parasitoids of the Anagyrini (Hymenoptera: Encyrtidae). Cab International.

Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. E., & Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop protection*, 20(9), 709-723.

Pencheva, A. & Yovkova, M. (2016). New data on alien insect pests of ornamental plants in Bulgaria. *Forestry ideas*. 22 (1). 17-33

Pickett, C. H., Ball, J. C., Casanave, K. C., Klonsky, K. M., Jetter, K. M., Bezark, L. G., & Schoenig, S. E. (1996). Establishment of the Ash Whitefly Parasitoid *Encarsia inaron* (Walker) and Its Economic Benefit to Ornamental Street Trees in California. *Biological control*, 6(2), 260-272.

Pirone, P. P. (1978). Diseases and pests of ornamental plants. John Wiley & Sons.

Polat, F., Ulgenturk, S., & Kaydan, M. B. (2008). Developmental biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso)(Hemiptera: Pseudococcidae), on ornamental plants. In Proceedings of the International Symposium on Scale Insect Studies (Vol. 11, pp. 177-184).

Pons, X., Lumbierres, B., Madeira, F., & Starý, P. (2018). Aphid–parasitoid diversity in urban green areas: a background for conservative control strategies. *Biodiversity*, 19(3-4), 172-178.

Radcliffe, E. B. (1993). Management of aphids and leafhoppers. Potato health management

Rosciglione, B., Cannizzaro, G., Castellano, M. A., Martelli, G. P., & Savino, V. (1983). Mealybug transmission of grapevine virus A. *Vitis*, 22(4), 331-347.

Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., & Saad, N. (2020). A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects*, 11(9), 619.

Sayed, S. M., Ali, E. F., & Al-Otaibi, S. S. (2019). Efficacy of indigenous entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, isolates against the rose aphid, *Macrosiphum rosae* L.(Hemiptera: Aphididae) in rose production. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29, 1-7.

Sether, D. M., Ullman, D. E., & Hu, J. S. (1998). Transmission of pineapple mealybug wilt-associated virus by two species of mealybug (*Dysmicoccus* spp.). *Phytopathology*, 88(11), 1224-1230.

Shah, R., Al-Sadi, A. M., Scott, I. M., AlRaeesi, A., & AlJahdhami, A. A. (2020). Insecticide resistance monitoring in whitefly (*Bemisia tabaci*)(Hemiptera: Aleyrodidae) in Oman. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(4), 1248-1254.

Šimala, M., Milek, T. M., & Korić, B. (2009). Whitefly species (Hemiptera: Aleyrodidae) recorded on imported ornamental plants in Croatia from 2005–2008. *Zbornik predavanj in referatov*, 9, 389-396.

Sridhar, V., Naik, S. O., Swathi, P., & Mani, M. (2022). Pests and Their Management in Ornamental Plants: (Rose, Jasmine, Chrysanthemum, Crossandra, Marigold, Tuberosa, Carnation, China aster, Gerbera, Gladiolus, Hibiscus, etc.). *Trends in Horticultural Entomology*, 1189-1237.

Şevik, M. A., & Saruhan, İ. (2010). Karanfil (*Dianthus caryophyllus* L.)’de görülen bitki koruma problemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 33-41.

Toumi, K., Vleminckx, C., Van Loco, J. ve Schiffers, B. (2016). Pesticide residues on three cut flower species and potential exposure of florists in Belgium. *International journal of environmental research and public health*. 13 (10). 943.

Tsai, C. W., Chau, J., Fernandez, L., Bosco, D., Daane, K. M., & Almeida, R. P. P. (2008). Transmission of Grapevine leafroll-associated virus 3 by the vine mealybug (*Planococcus ficus*). *Phytopathology*, 98(10), 1093-1098.

Ülgentürk, S., Ercan, C., Yaşar, B., & Kaydan, M. B. (2022). Checklist of Turkish Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha) species. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 23(Special Issue: Biodiversity of Insect), 113-129.

Walling, L. L. (2008). Avoiding effective defenses: strategies employed by phloem-feeding insects. *Plant physiology*, 146(3), 859-866.

Yaşar, B. (2017a). Park ve Süs Bitkileri Zararlıları. Gezen Basım, Isparta, 156.

Yaşar, B. (2017b). Türkiye'deki Sert Kabuklubitlerin İllere Göre Dağılımı ve Konukçuları (e-kitap), Isparta.

Yaşar, B., 2017c. Türkiye'deki Sert Kabuklubitlerin Konukçu Bitkileri. (e-kitap), Isparta

Yazgan, M. E., Korkut, A. B., Baris, E., Erkal, S., Yilmaz, R., Erken, K. ve Gursan, K. (2005). Developments in the production of ornamental plants. In V. Technical Congress of Turkish Agri. Eng., Ankara, Turkey.

Yiğit Ş., Akça, İ., Bayhan, E., Bayhan, S., Tekin, F., & Saruhan, İ. (2019a). Determining the toxicity of some thyme essential oils against the Pine Processionary [*Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae)]. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 226-230.



Yigit, Ş., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2019b). The effect of some commercial plant oils on the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae). *Journal of Forest Science*, 65(8), 309-312.

Yousuf, I., Buhroo, A. A., & Nisa, G. (2021). Repellent activities of some plant extracts against rose aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomol. Zool*, 16, 1045-1055.

Yovkova, M., Petrović-Obradović, O., Tasheva-Terzieva, E., & Pencheva, A. (2013). Aphids (Hemiptera, Aphididae) on ornamental plants in greenhouses in Bulgaria. *ZooKeys*, (319), 347.

Yu, Z. (2018). Urban Garden Planning and Design and Ornamental Plant Protection. *Journal of Landscape Research*. 10(4). 159-162.



# TÜRKİYE’DE SÜNE İLE BİYOLOJİK MÜCADELEDE SON GELİŞMELER

Şener TARLA<sup>1</sup>, Gülcan TARLA<sup>1</sup>

## Giriş

Dünyada hızla artan insan nüfusu nedeniyle beslenme sorunları gün geçtikçe artmaktadır. Ekilebilir alanların arttırılmasının gelecekte mümkün olmayacağı artık anlaşılmaktadır. Bu nedenle sınırlı olan tarım alanlarında yapılmakta olan tarımsal üretimin birim alandaki verimliliğinin arttırılması ve zararlı organizmalardan kaynaklanan ürün kayıplarının önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda hızla artan küresel ısınma ve kuraklık nedeniyle alınan ürün miktarında düşüşler olmaktadır. Bu nedenle yakın zamanda yaşamış olduğumuz Covid 19 pandemi sürecinde gıdanın ne kadar önemli olduğu anlaşılmıştır. İstenmeyen birçok olumsuz durumlar nedeniyle gıda fiyatlarındaki artış devam etmekte olup yakın gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir. Günümüzde güvenilir gıda ihtiyacının sağlanması amacıyla çevreye duyarlı bir yaklaşımla yeterli miktarda ve sürdürülebilir olan bitkisel üretimin sağlanması hususu, gelişmiş ülkelerin özellikle üzerinde durdukları hususların başında gelmektedir (Birişik, 2018).

Gerek dünyada gerekse ülkemizde insan ve hayvan beslenmesinde en önemli ürünlerden birisi buğdaydır. Dünyada çoğu ülke olduğu gibi bizim ülkemizde de üretimi gerçekleştirilen tahıllar

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Uşak Üniversitesi, [sener.tarla@usak.edu.tr](mailto:sener.tarla@usak.edu.tr)

<sup>1</sup> Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, [gulcan.tarla@usak.edu.tr](mailto:gulcan.tarla@usak.edu.tr)

içerisinde gerek üretim miktarı ve gerekse alanı olarak buğday ilk sırada bulunmaktadır. Buğday başlıca un, bulgur, makarna, irmik, nişasta, bisküvi, erişte ve diğer bazı ürünlerin elde edilmesi nedeniyle insan beslenmesinde çok önemli bir üründür. Ülkemizde günlük kişi başına düşen enerjinin %43’ü tahıllardan ve %19’u ise sadece buğdaydan karşılanmaktadır (Pekcan ve ark., 2006). Ayrıca sapsarı da gerek hayvan beslenmesinde ve gerekse kâğıt, karton vs. üretimi için sanayide hammadde olarak kullanılması nedeniyle önemlidir. Tüm bu nedenlerden dolayı özellikle de buğday üretiminde bir azalma olması durumunda undan elde edilen gıda maddelerinin fiyat artışı doğrudan herkesi etkilemektedir. Gerek ülkeler arası savaşlar ve gerekse doğal afet ya da istenmeyen diğer bazı nedenlerden dolayı her ülke kendi tahıl stoklarını oluşturmaktadır. Ülkeler için stoklarında yeterince tahıl ürünü bulundurmamak önemli olduğu için buğday stratejik bir üründür. Bu denli önemli olan buğdayın üretimi yapılan tarım alanlarında kalite ve kantite kayıplarına neden olan çok sayıda zararlı, hastalık ve yabancı ot bulunmaktadır. Ülkemizde tahıl üretimi gerçekleştirilen alanlardaki zararlıların arasında Süne, *Eurygaster* spp. (Heteroptera: Scutelleridae) ana zararlı olarak ilk sırada almaktadır (Lodos, 1961; Dörtbudak, 1979; Memişoğlu, 1985; Koçak & Kılınçer, 2001; Özkan & Babaroğlu, 2015). Bu zararlı Avrupa’nın bazı kuzey bölgeleri dışında, 25°-55° kuzey enlemleri ile 20°-80° boylamlarının arasında bulunan diğer birçok Avrupa, Türkiye, Orta ve Yakın Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde önemli bir zararlıdır (Boyacıoğlu, 1998). Ülkemiz ile birlikte Almanya, Bulgaristan, İspanya, İtalya, Yunanistan, Afganistan, Rusya, Romanya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, İran, Suriye, Ürdün, Yugoslavya ve Irak gibi diğer ülkelerde de önemli bir zararlı olduğu bildirilmiştir (Paulian & Popov, 1980).

Süne yılda tek nesil vermekte olup yaklaşık 3 ay süresince buğday tarlalarında aktif olarak bulunarak zarar oluşturmaktadır. Yeni

nesil erginler hasattan önce kışlaklara çekilerek pasif döneme geçmektedir. Bu dönemin geçirilebilmesi için 1.200-1.600 m yükseklikte kışlak alanları tercih etmektedir. Ancak daha aşağılarda 600 m gibi ve hatta ovalarda bile kışlayabilmektedirler. Bu dönem yazlama ve kışlama olmak üzere iki farklı durum arz etmektedir. Süne yazlama döneminde kışlakların en üst seviyelerine çıkmakta ve havalar soğumaya başlamasıyla daha aşağılara inerek diyapoz halinde uygun konukçu bitkiler altında kışı geçirmektedir. Ülkemizde hububat ekilen alanlarda üretimi etkileyen önemli ana kışlaklar bulunmaktadır. Süne ilkbaharda hava sıcaklığı yaklaşık 15 °C'ye ulaştığında bu alanlardan buğday tarlalarına göçerek aktif döneme geçmektedir.

Buğdayın ana zararlısı olan Süne türleri içerisinde en yaygın olanı *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) olup, yaygınlık bakımından ise *E. austriaca* Schr. (Heteroptera: Scutelleridae) ve onu *E. maura* L. (Heteroptera: Scutelleridae) takip etmektedir. Bunlardan ilk tür olan *E. integriceps* ülkemizin güney illerinde, ikinci tür olan *E. austriaca* Trakya'da ve diğer tür olan *E. maura* ise Orta Anadolu'da bulunan illerimizde önemli yoğunluğa ve zarara neden olmaktadır. Süne kışı geçirdikten sonra ilkbaharda yüksekliğe bağlı olarak ovalardaki hububat ekili alanlara inmektedir. Kışlanmış bireyler henüz kardeşlenme döneminde olan buğday bitkilerinin saplarını emerek "Kurtboğazı" zararına neden olmaktadır. Yeni oluşmakta olan başaklar henüz yaprak kılıfı içerisindeyken, çiçek döneminde veya tane bağlarken yine saplarda beslenmesi sonucu başaklar beyazımsı bir renk almaktadır. Buna "Akbaşak" zararı adı verilmektedir. Asıl zarar ise taneler süt olumuna veya sarı olum dönemine gelmeye başladığı sırada oluşmaktadır. Özellikle dördüncü ve beşinci dönem nimfler ve yeni nesil erginler taneleri sokup emerek oburca beslenirler. Bu şekilde zarar görmüş olan daneler tohumluk olarak kullanıldığında çimlenme gücünü yitirdikleri gibi, ayrıca

ekmeklik ve makarnalık özelliklerini de kaybederler. Tanelerin sertleşmesine rağmen vücutlarından salgıladığı bazı enzimlerle taneleri yumuşatıp glütenini tahrip ederler. Buğday çeşidine ve protein oranına bağlı olarak değişmekle beraber danede oluşan emgi %2 oranında olsa dahi bu buğdaylar un ve ekmeklik özelliğini yitirmektedir (Yüksel, 1968; 1969; Tansky, 1977; Romyantseva, 1981; Lodos 1982).

Dünyada ve ülkemizde Süne ile ilgili yürütülen araştırmalar ile bu zararlının popülasyonunu baskı altında tutan faktörler içerisinde doğal düşmanların önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Lodos, 1961 ve 1986; Brown, 1962; Yüksel, 1968; Popov ve ark., 1985 ve 1987; Şimşek ve Sezer, 1985; Memişoğlu ve Özer, 1994; Şimşek ve ark., 1994; Rosca ve ark., 1996; Critchley, 1998; Waage, 2000). Doğal koşullar altında Süne popülasyonu üzerine etkili olarak baskı altında tutan en önemli doğal düşmanlar ise Hymenoptera takımının Scelionidae familyasına dâhil türlerdir. Ülkemizde değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda; bu familyaya dâhil 17 adet farklı Süne yumurta parazitoitinin mevcut olduğu belirlenmiştir (Zwölfer, 1942; Lodos, 1961 ve 1986; Yüksel, 1968; Şimşek & Sezer, 1985; Tarla, 1997; Doğanlar, 1998; Memişoğlu & Melan, 1998; Doğanlar, 1999; Koçak & Kılınçer, 2002). Bunlardan *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un dominant tür olduğu ve bu türü sırasıyla *Trissolcus simoni* Mayr, *Trissolcus grandis* Thomson, *Trissolcus vassilievi* Mayr, *Trissolcus pseudoturesis* Rjachovsky, *Trissolcus rufiventris* Mayr, *Trissolcus djadetshko* Rjachovsky ve *Trissolcus manteroi* Kieffer (Hymenoptera: Scelionidae) türlerinin izlediği bildirilmiştir (Koçak & Kılınçer, 2001; Tarla & Kornoşor, 2003; Koçak, 2007). Bu türlerin Süne'nin yumurta koyma süresince üç nesil verdiği ve özellikle üçüncü nesilde çıkan parazitoitlerin konukçu yumurtalarını %100'e varan oranlarda

parazitlediği bildirilmiştir (Zwölfer, 1942). Yumurta parazitoitlerin laboratuvar koşullarında kitlesel olarak üretilerek buğday üretiminde sorun olan alanlara salınması konusunda uzun yıllar boyunca birçok araştırma yapılmış ve elde edilen bulgular ümit var sonuçlar vermiştir. Söz konusu yumurta parazitoitlerini kullanarak ilk biyolojik mücadele uygulaması, 1903 yılında Vasilev tarafından *T. vassilievi*'nin Orta Asya'dan Ukrayna'ya getirilip salınması ile *E. integriceps*'e karşı yapılmıştır (Safavi, 1968). Bunu takip eden yıllarda eski Rusya ve İran'da yumurta parazitoitleri laboratuvar koşullarında üretilerek Süne zararı olan tarlalara salınmıştır. Örneğin Süne yumurta parazitoitlerinden olan *T. grandis* ve *Telenomus chloropus* Thomson (Hymenoptera: Scelionidae)'un eski Rusya'da laboratuvar koşullarında kitle üretimleri yapılarak Süne'ye karşı biyolojik mücadelede kullanıldığı bildirilmiştir (Hagen ve ark., 1976; Shumakov, 1978). Yine başka bir çalışmada ise populasyon yoğunluğu m<sup>2</sup> de 1 adet kışlamış Süne ergini bulunan alana *T. semistriatus* ve *T. grandis* parazitoitlerinin salındığı ve olumlu sonuç alındığı belirtilmiştir (Martin ve ark., 1969). Ayrıca İran'da da Süne ile biyolojik mücadelede yumurta parazitoitlerinin kullanılmasının olumlu sonuç verdiği bildirilmiştir (Safavi, 1968; Martin ve ark., 1969). Burada verilen örneklerden anlaşılacağı üzere bu zararlıya karşı kimyasal ilaç uygulamalarının yoğun olmadığı senelerde bu parazitoitlerden yararlanılarak mücadele edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Fakat ilaçların Süne ile mücadelede devreye girmesi sonucu bu yöntemden vazgeçilmiştir. Kimyasal ilaçlar içerisindeki DDT'nin keşfi ile birlikte, özellikle 1950'li yılların başlarından itibaren Süne mücadelesinde bu ilaçların yoğun olarak kullanılmasına başlanmıştır. Bu kimyasal ilaç Süne ile mücadelede çok iyi sonuçlar vermiştir. Bu süreçten sonra yeni kimyasallar devreye girmiştir. Kimyasal ilaçların hemen etki göstermesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle parazitoitlerin üretimine devam edilmemiştir. Ayrıca parazitoitlerin

laboratuvar koşullarında kitle üretiminde uygun konukçuların olmaması nedeniyle yeterince üretimin sağlanamaması ve laboratuvar şartlarında karşılaşılan olumsuzluklar nedeniyle biyolojik mücadele yöntemi terk edilmiştir.

Daha sonraki yıllarda özellikle yeni kimyasal ilaçların üretilip kültür alanlarında yoğun olarak kullanılması sonucunda ormanlık alanların ve parazitoitlerin kışı kabukların altında geçirdiği ağaçlık alanların hızla azalması ile doğal denge bozulmuştur. Bunun en güzel kanıtı ise [Şimşek \(1998\)](#) tarafından bildirildiği üzere 1950’li yıllarında bu zararlı sadece Güneydoğu ve Güney Anadolu Bölgesi’nde bulunmasına karşılık sonraki yıllarda bu bölgeler dışında ülkemizde tahıl ekili alanların %75’inin tehdit altında olmasıdır. Kimyasal ilaç kullanımının artması toprak, su ve havanın kirlenmesine neden olmuştur. Böylece insan ve çevreye olan olumsuz etkilerin anlaşılmasıyla bu yöntemin sürdürülebilir olmadığı düşüncesi belirmiştir. Çünkü kimyasal ilaçların aşırı kullanılması sonucu Süne ve Kıvılcık dışında sorun oluşturan yeni zararlıların da ortaya çıkmasına ve ilaçlara dayanıklı bireylerin meydana gelmesine sebep olmuştur. Ayrıca bu yöntem gelir düzeyi düşük ve gelişmekte olan ülkelerde oldukça pahalı bir yöntemdir.

Fiziksel mücadele kapsamında 1928 yılında Devlet Mücadelesi olarak başlayan Süne mücadelesi, 1955 yılından sonra çoğunlukla havadan atılan kimyasal ilaç uygulamaları şeklinde bir mücadele şekline dönüşmüştür. Bu şekilde mücadeleye 2006 yılından itibaren son verilmiş ve tamamen yer aletlerine geçilmiştir. Devlet Mücadelesi kapsamında 2009 yılına kadar süren Süne mücadelesi bu tarihten sonra Yönetimli Çiftçi Mücadelesi olarak yürütülmektedir ([Babaroğlu ve ark., 2020](#)). Uçak ile yapılan kimyasal mücadelede hedef alana ilacın ulaşmasında sorunların yaşandığı bilinmektedir. Ülkemizde arazilerin engebeli olması, yüksek gerilim hatların bulunması, pilotaj hataları ve

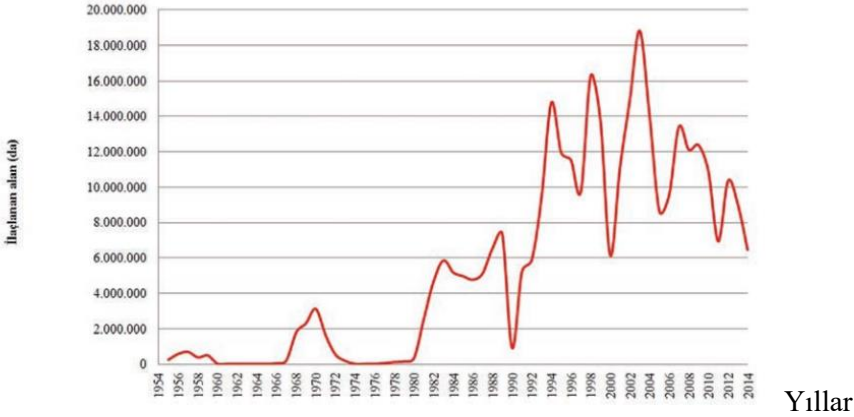


rüzgâr gibi birçok etken ilacın istenmeyen alanlara taşınmasına neden olmaktadır. Bunlar gibi farklı sebeplerden dolayı ilaçlamada etkinliğin düşük olması, ilaçlamanın zamanında yapılamaması, hem faydalı böceklerin ve hem de çevrenin yüksek bir oranda zarar görmesi, doğal dengenin bozulması ve insan sağlığına olumsuz etkilerin meydana gelmesi sonucunda mücadelede önemli politika değişikliği yapılmıştır. Uçakla Süne mücadelesi 2006 yılından itibaren bütün ülkede yasaklanmıştır ve yer aletleri kullanılarak mücadeleye geçilmiştir (Babaroğlu ve ark., 2020). Kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri günümüzde daha iyi anlaşılmıştır. Süne'ye karşı kimyasal ilaçların kullanıldığı alanlarda özellikle yumurta parazitoitlerinin ve diğer doğal düşmanların zarar görmesiyle sorunun daha da büyümesi nedeniyle bu yöntemin uygun bir yöntem olmadığı bilinmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda ise kimyasal ilaç uygulamasının doğal parazitlemeye olan olumsuz yan etkileri bildirilmiştir (Zomorodi, 1979; Rosca ve ark., 1996).

Ülkemizde yumurta parazitoitlerinin ilk üretimi Antalya'da yapılmış olup, ilk salımlar Trakya'da gerçekleştirilmiştir. Ancak parazitoitler uygun dönemde salınmadığından dolayı olumlu sonuç alınmadığı belirtilmiştir (Akıncı & Soysal, 1996). Bu amaç ile yumurta parazitoitlerinden *T. semistriatus*'un doğal konukçusu olan *E. integriceps* yumurtalarında bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi, değişik sayıda erkek birey ile bir arada tutulan dişi parazitoitlerin verdiği bireylerde cinsiyet oranları, Süne yumurta parazitoitlerine konukçu olan diğer farklı türlerin yumurtalarından elde edilen parazitoitlerin bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi, birim alana salınması gereken parazitoit sayısı ve etkinliklerinin değerlendirilmesi, parazitoit salımı yapılan ve yapılmayan alanlarda parazitoit türlerinin bulunma oranları konusunda tarafımızca çalışmalar yürütülmüştür. Bunların sonucunda Mustafa Kemal

Üniversitesi’nde ilk olarak *Trissolcus*’ların üretimine 1998 yılında başlanmış olup aynı yılda Hatay ilinde yaklaşık olarak 25 bin ve Gaziantep ilinde ise 16 bin adet parazitoit deneme amaçlı salınmıştır. Daha sonra doktora çalışmaları kapsamında Çukurova Üniversitesi laboratuvarlarında üretilmiş olan parazitoitlerin Gaziantep ilinde buğday ekili alanlara salımı gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda üç yıl süreyle yaklaşık 34 bin adet ve ayrıca deneme dışında 400 bine varan sayıda parazitoitin doğaya salımı gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yürütülmüş olan çalışmalar ile olumlu sonuçların alındığı bildirilmiştir (Doğanlar, 1998; Tarla, 2002; Tarla & Kornoşor, 2003; İslamoğlu et al., 2010). Olumlu sonuç alınması ile birlikte 2003 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı Süne ile mücadele kapsamında laboratuvar koşullarında parazitoit üretimi gerçekleştirerek ülkemizin birçok ilinde salıma başlamıştır. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü tarafından 2004 yılında uygulamaya konulan “Ülkesel Süne Projesi” kapsamında dokuz alt proje yürütülmüştür. Bunlar içerisinde doğada yeşil alanların oluşturulması ve doğanın korunması, Süne yumurta parazitoitlerinin biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi, yumurta ve ergin parazitoitlerinin üretilmesi ve doğaya salınması kapsamındaki projelere destek verilerek çalışmalara başlanmıştır. Bu kapsamda desteklenmiş olan yumurta parazitoitlerin üretim ve doğaya salım projesi tarafımızca hazırlanmıştır. Verilen bu destekle parazitoit üretim ve salımlara başlanmıştır. Bunun sonucu ülkemizde ilk defa Tarım ve Orman Bakanı’nın da katılımıyla resmi olarak 2005 yılında Süne’de Biyolojik Mücadele Tanıtım Toplantısı Gaziantep ilinde gerçekleştirilmiştir. Bunu takiben Adıyaman, Konya ve Gaziantep illerine yaklaşık olarak 1 milyon adet parazitoit salımı yapılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın desteği ile Adana Zirai Mücadele, Kırklareli Tarım İl Müdürlüğü ve Konya Tarım İl Müdürlüğünde bulunan insektaryumlarda Süne yumurta parazitoitlerinin üretimine günümüze kadar devam edilmiştir. Son yıllarda buralarda üretilen

parazitoidlerin uygun alanlara salımı yapılmaktadır. Türkiye’de 1955-2014 yılları arasında Süne’ye karşı kimyasal mücadele yapılan alan (da) Şekil 1’de verilmiştir. Burada görüldüğü üzere ülkemizde buğday ekili alanlarda 2000’li yılların başında 18 milyon dekardan fazla alanda kimyasal mücadele yapılmıştır. Şekil 1’de görüldüğü üzere 2003 yılı itibariyle ”Entegre Mücadele” kapsamında ”Biyolojik Mücadele” devreye alınması sonucu ilaçlanan alan miktarı hızla azalmıştır. Yumurta parazitoidlerin salımına başlandığı yıldan sonra ilaçlanan alanların miktarı 2014 yılı itibariyle yaklaşık 6 milyon dekar alana kadar düşmüştür. Böylece ilaçlanan alan miktarı yaklaşık üçte bire kadar azalmıştır. Ülkemizde 2002 yılında Süne mücadelesinde kullanılan ilaç miktarı 1.282.876 kg/litre iken 2014 yılında 96.903 kg/litre olduğu bildirilmiştir (Özkan ve Babaroğlu, 2015). Bu verilerden de anlaşıldığı üzere ilaç miktarı %90’nın üzerinde azalmıştır.



Şekil 1. Türkiye’de 1955-2014 yıllarında Süne’ye karşı kimyasal mücadele yapılan alan (da) (Özkan ve Babaroğlu, 2015).

Doğa koşulları altında mevcut olan doğal düşmanlara olumsuz etkisi olması ve ayrıca Süne popülasyonu üzerinde istenilen etkisi

olmaması sebebiyle kışlamış ergin bireylere karşı özellikle kimyasal mücadele yapılması uygun değildir.

Bakanlık tarafından desteklenen parazitoit üretim merkezlerinde kitle halinde üretilip sorun olan alanlara destek amaçlı salınan parazitoit miktarları (adet) Çizelge 1’de verilmiştir. Ülkemizde yumurta parazitoitlerinin laboratuvar koşullarında üretilerek uygun alanlara salıma günümüze kadar devam edilmiştir. Örneğin Adana Ziraai Mücadele Araştırma Enstitüsü’nde verilmiş olan başka bir kaynakta Süne’ye karşı 13 farklı ilde 2015 ile 2019 yılları arasında sırayla toplam 964.890, 1.995.000, 712.120, 738.840 ve 565.840 adet yumurta parazitoiti salım yapıldığı bildirilmiştir (Anonymus, 2020). Bakanlık tarafından her yıl parazitoit üretimi amacıyla oluşturulan programlar dâhilinde, üretimde kullanılmak üzere insektaryumlara gönderilmesi gereken canlı kışlamış Süne ergin miktarları belirlenerek İl Müdürlüklerince toplanması sağlanmaktadır (Anonymus, 2018). Bakanlık tarafından Süne yumurta parazitoitlerinin kitle üretimi aşama ve salım çalışmaları İslamoğlu (2013)’na göre gerçekleştirilmektedir.

Ayrıca Süne ergin ve nimflerinin doğal avcısı durumundaki kuşlardan birisi olan keklik üretimi sağlanarak doğaya salınması gerçekleştirilmiştir (Özkan ve Babaroğlu, 2015).

Çizelge 1. Parazitoit üretim merkezlerinde çoğaltılıp doğaya destek amaçlı salınan parazitoit miktarları (adet)  
(Özkan ve Babaroğlu, 2015)

Yıllar	Salım yapılan toplam parazitoit miktarı(adet)
2003	9.117.026
2004	7.750.514
2005	5.000.000
2006	6.137.000
2007	8.800.000
2008	11.750.000
2009	6.011.270
2010	8.950.000
2011	4.318.000
2012	5.350.000
2013	5.906.080
2014	5.115.000

Parazitoit ve predatörlerin yaşamı için uygun koşullar içeren alanlar kimyasal ilaç uygulamasının yapılmaması ve parazitoit salımı sonucunda Süne yumurtalarında yüksek oranda oluşan parazitlenme nedeniyle mücadele alanı dışında kalmaktadır. Bunun aksine örneğin monokültür tarım gerçekleştirilen ve parazitoitlerinin yaşamlarını sürdürebileceği ağaçların az olması sebebiyle parazitoitlerin etkinliği azaltmakta ve bu nedenle Süne zararının yüksek olacağı bildirilmiştir (Açıkgöz & Gözüaçık, 2022). Bununla birlikte, parazitlenme oranlarının monokültür buğday ekimi yapılan alanlara göre, doğal ağaçlık alanlara komşu buğday tarlalarında daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Gözüaçık & Yiğit, 2020). Bu nedenle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Çevre ve Orman Bakanlığı ortak ‘‘Ağaçlandırma projesi’’ yürütmüşler ve bu sayede parazitoitlerin kışı geçirebilecekleri milyonlarca sayıda ağaç dikimleri gerçekleştirilmiştir. Bu proje çerçevesinde Süne mücadelesinin yoğun olarak yapıldığı illerde ağaçlandırma (akasya, badem, ahlat, dut ve sarısalkım gibi ağaç dikimi) çalışmaları yapılmıştır (Özkan & Babaroğlu, 2015).

## Sonuç

Ülkemizde son 20 yılda yapılan çalışmalar ışığında, entegre mücadele kapsamında yumurta parazitoitlerinin biyolojik mücadele yöntemiyle uygun habitatlarda kullanılması olumlu sonuçlar vermiştir. Diğer taraftan özellikle Güney Doğu Bölgesi'nde ekolojik koşullarda yumurta parazitoitlerinin kışı geçirebilmeleri açısından yeterli konukçu bitki bulunmaması istenmeyen bir durumdur. Bu alanlara parazitoitler için uygun bitkiler dikilerek onların etkinliğinin artırılmasına çalışılmalıdır. Aksi durumda Türkiye'de bu alanlarda Süne ile mücadelede kimyasal ilaç kullanılması kaçınılmaz olacaktır.

Süne'nin popülasyonuna etki eden çok sayıda doğal düşman bulunmaktadır. Uygun koşullar olması durumunda da "Doğal Biyolojik Mücadele" kapsamında kendiliğinden oluşan bu doğal baskı zararlının popülasyonunu sınırlayabilmektedir. Bu nedenle parazitoitlerin, predatörlerin ve hastalık etmenlerinin bulunma oranının azalmasına yol açabilecek olumsuz uygulamalardan kaçınılmalıdır. Çünkü doğal düşman popülasyonları olumsuz yönde etkilenmeleri durumunda kimyasal mücadele devreye girmektedir. Bu durumda gerek insan gerekse hayvan gıdası olan buğdayın üretim alanlarında kullanılan kimyasal ilaç miktarı artmakta ve bu durumdan da öncelikle sütle beslenen gelecek nesillerimiz olan bebek ve çocuklar olumsuz etkilenmektedir.

Doğal düşmanlar içerisinde yumurta parazitoitlerinin kitle üretimlerine daha fazla desteğin verilmesi ve modern teknolojiler kullanılarak biyolojik mücadele çalışmalarına hız verilmesi gerekmektedir. Ülkemizin farklı bölgelerinde üretim yapabilecek laboratuvar sayıları artırılmalı ve bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalara daha fazla destek verilmelidir. Yumurta parazitoitleri dışında diğer ümitvar olan ergin parazitoitleri, entomoparazitik nematodlar ve hastalık etmenleri gibi diğer organizmaların da üretimleri ve kullanım olanakları sağlanmalıdır.

Gıda temini ve gıda güvenliği gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Bütün ülkeler için stratejik bir ürün olan buğday bitkisi için insektisit kullanımının olmadığı veya en az olduğu zararlı mücadele yöntemlerine geçilmesi büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde Süne ile “Biyolojik Mücadele” konusunda devlet desteğinin son yıllarda önemli düzeyde arttığı bilinmektedir. Fakat hala yeterli düzeyde değildir. Daha fazla sayıda yumurta parazitoiti üretilerek sorun olan alanlara salınması ile ilaçlanan alanlar daha da azaltılabilir. Günümüzde çevre ve insan sağlığı ön planda tutularak biyolojik çeşitliliğin korunması ve buna bağlı olarak zararlılarla mücadelenin, agro-ekosistem ve sürdürülebilir tarımsal üretim dikkate alınarak yapılması önem kazanmıştır. İnsan ve çevre açısından çok sayıda istenmeyen etkilere neden olan insektisit kullanımı artık sorgulanmaktadır. Bu yönde bilinç düzeyi artan toplumlarda üretimi sırasında pestisit kullanılmayan ürünler daha çok tercih edilmektedir. Bu nedenle pestisit kullanımını azaltıcı yönde tarımsal üretimin desteklenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

Açıkgöz M, & Gözüaçık C, (2022). Iğdır İli Hububat Ekim Alanlarındaki *Eurygaster* Laporte, 1832 Türleri (Hemiptera: Scutelleridae) ve Zarar Durumları Üzerine Araştırmaları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 1942 - 1948.

Akinci, A.R. & Soysal, A. (1996). Süne (*Eurygaster* spp.)'nin Yumurta Parazitoitlerinden *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae)'nin Kitle Üretim İmkanlarının Araştırılması (Proje No: BKA/05- BM-009 1996 Yılı Raporu) Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü- Antalya.

Anonymus, (2018). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018 Yılı Bitki Sağlığı uygulama Programı, Matsa Basımevi, Ankara, 320 s.

Anonymus, (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitü Müdürlüğü Adana. Tanıtım kitapçığı, 30 s.

Babaroğlu, N.E., Akci, E., Çulcu, M. & Yalçın, F. (2020). Süne ve Mücadelesi. Ankara (TR): Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ezgi Ofset Matbaacılık, Ankara, 42 s.

Birişik, N. (2018). Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele ve Gelecek Stratejisi, Matsa Basımevi, Ankara, 224 s.

Brown, E.S. 1962. Notes on Parasites of Pentatomidae and Scutelleridae (Hemiptera) in Middle East Countries, with Observations on Biological Control.-Bull. Ent. Res. 53 pt 2 pp: 241-256, 17 Refs. London.



Boyacıoğlu, M.H. (1998). Böcek Zararı Görmüş Buğdaylar: Problemin Tarihçesi, Etki Alanı, Etki Mekanizması ve Zararın Tahminlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Un Mamülleri Dünyası, 7(1), 34-39, 42-47.

Critchley, B.R. (1998). Literature review of Sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hem.: Scutelleridae). Crop Protection Vol. 17. No: 4 pp. 271-287.

Doğanlar, M. (1998). Süne Yumurta Parazitoitlerinin Kitle Üretimi. Entegre Süne Mücadelesi, I. Workshop Raporu, 6-9 Ocak 1998, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, s: 93-98.

Doğanlar, F. (1999). Hatay ilinde bulunan Proctotrupoidea Üst Familyasına Bağlı Scelionidae Familyasına Giren Türler ve Kısa Biyolojileri. (İnsecta: Hymenoptera) Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mastır Tezi, 58 s.

Dörtbudak Y. & Koyuncu, N. (1979). Orta Anadolu'da Süne (*Eurygaster* spp.) türleri ve yoğunlukları üzerinde ön çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı, 2-3.

Gözüaçık, C. & Yiğit, A. (2020). Adıyaman ilinde farklı ekosistemlerde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. yoğunlukları ve yumurta parazitlenme oranlarının karşılaştırılması. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(1): 55 – 65.

Hagen, K.S., Victorov, G.A., Yasumatsu, K. & Schuster, M.F. (1976). Biological Control of Pest of Rang Forage and Grain Crops. 397-442. Theory and Practice of Biological Control. Ed: C. B. Huffaker, P. S. Messenger. Academic Press, Newyork, 788 p.

Islamoglu, M, Kornoşor, S. & Tarla, Ş. (2010). Mass Rearing of *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae), Sun Pest Egg Parasitoids and Determining Their Efficiency in Released Fields. Symposium on National Grain, 2 - 5 June 2008, Konya, Turkey: 921-931.

İslamoğlu, M. (2013). Buğdayda Biyolojik Mücadele. Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü yayınları. 224 s.119-146.

Koçak, E. (2007). Egg parasitoids of Sunn pest in Turkey: A Review. Sunn Pest Management, A Decade of Progress, 1994–2004. Eds. :B.L. Parker, M. Skinner, M.E. Bouhssini and S. G. Kumari, s. 225–235.

Koçak, E. & Kılınçer, N. (2001). Türkiye Süne [*Eurygaster* spp. (Hem.: Scutelleridae)] yumurta parazitoidi *Trissolcus* (Hym.:Scelionidae) türleri. Bitki Koruma Bülteni, 41 (3-4): 167-181.

Koçak, E. & Kilincer, N. (2002). The Taxonomy and Morphology of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) Parasitoids on the Eggs of Sunn Pest (*Eurygaster* spp., Scutelleridae, Hemiptera), Across Turkey. Eggs Parasitoids 6th International Symposium, Perugia, Italy 15-18 September. p. 38.

Lodos, N. (1961). Türkiye, Irak, İran ve Suriye'de Süne (*Erygaster integriceps* Put.) Problemi Üzerine Araştırmalar. Ege Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üni. Matbası, No: 51, 115 s.

Lodos, N. (1982). Türkiye Entomolojisi, Cilt II (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 429, İzmir, 580 s.

Lodos, N. (1986). Türkiye Entomolojisi -II-. Genel Uygulamalı ve Faunistik. Ege Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü, Ege Üni. Matbaası, İzmir, 580 s.

Martin, H.E., Javahery, M. & Jadjabi, G. (1969). Note Sur la Punaise des Cereales (*Eurygaster integriceps* Put.) et de Ses Parasites du Genre *Asolcus* en Iran R.A.E., 58(8): Abstr. 2284.

Memişoğlu, H. (1985). Ankara İlinde Süne Türlerinin (*Eurygaster* spp.) (Hemiptera: Pentatomidae) Yayılışları ve *E. maura* L.'nin Biyo-Ekolojisi ile Savaş Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, Ankara, 194 s.

Memişoğlu, H. & Melan, K. (1998). Türkiye'de Süne'nin Doğal Düşmanları. I. Workshop Raporu, 6-9 Ocak 1998, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 85-92.

Memişoğlu, H. & Özer, M. (1994). Ankara İlinde Avrupa Sünesi (*Eurygaster maura* L., (Hemiptera: Scutelleridae)'nin Doğal Düşmanları ve Etkinlikleri. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi 25-28 Ocak 1994, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova / İzmir, 575 s.

Özkan M. & Babaroğlu, N.E. (2015). Süne. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları, Ses Reklam İletişim ve Basım Hizmetleri, Ankara, 208 s.

Paulian, F. & Popov, C. (1980). Sunn Pest or Cereal Bug. In: Hafliger Editor. Wheat technical monograph. Basel, Switzerland: Ciba Geigy Ltd., pp. 69-74.

Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, Ö. & Özel, H. (2006). Household Food Wastage In Turkey. FAO Statistics Division Working Paper Series, No.ESS/ESSA/006e.

Popov, C., Rosca, I. & Fabiritius, K. (1987). Influenta Parazitilor Oofag, Asupra Nivelului Populatiilor de Ploşnite, in Perioada 1981-1985., Probl. Prot., Pl. 15, 3, 217-225.

Popov, C., Rosca, I., Fabiritius, K. & Vonika, I. (1985). Cercetari Privind Relatia Daunator-parazit Oofag, in Arealul de Daunara al Ploşnitelor Cerealelor din Romania, Bul. Prot. Pl. 1-2, 71-79.

Rosca, I., Popov, C., Barbulescu, A., Vonica, I. & Fabiritius, K. (1996). The Role of Natural Parasitoids in Limiting the Level of Sunn Pest Populations. In Sunn Pests and Their Control in the Near East (Eds: Miller, R.H. Morse, J.G.). FAO, PPP Paper, 138: 35-46. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Italy.

Rumyantseva, V.I. (1981). Economic Threshold of Injuriousness of the Most Important Pests of Cereal Crops in Russian: English Summary in CAB Abstracts. Zashchita Rastenii 12, pp. 10-11.

Safavi, M. (1968). Etude Biologique et Ecologique des Hymenopteres Parasites des Eufs des Punasies des Cereals. Entomophaga 13 (5), pp: 381-495.

Shumakov, E.M. (1978). Ecological Principle Associated with Augmentation Natural Enemies. 39-78. Biological Control by Augmentation of Natural Enemies (Ed. R:L: Ridgway and S.B. Vinson). Plenum Press. Newyork and London, 480 p.

Şimşek, Z. (1998). Türkiye’de Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) Mücadelesinin Genel Durumu, Dünü ve Bugünü. Entegre Süne Mücadelesi, I. Workshop Raporu, 6-9 Ocak 1998, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 51-62.

Şimşek, N. & Sezer, A.C. (1985). Hatay İlinde Buğdayda Süne (*Eurygaster integriceps* Put.)'nin Yumurta ve Nimf Populasyonu ile Zararı Üzerinde Ön Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni Cilt: 25, No: 1-2, s: 31-48.

Şimşek, N., Güllü, M. & Yaşarbaş, M. (1994). Akdeniz Bölgesi'nde Süne (*Eurygaster integriceps* Put.)'nin Doğal Düşmanları ve Etkinlikleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak 1994, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova / İzmir, 575 s.

Tansky, V.I. (1977). Method for the Assessment of *Eurygaster integriceps* and Losses Caused by it. In Crop Loss Assessment Method (eds Chiarappa, L., Chiang, H C. And Wallen, V.R.), Supplement 2. Method No: 118. Published by CAB International.

Tarla, Ş. (1997). Antakya ve Çevresinde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. Yumurta Parazitoitlerinin Tespiti ve Bunların Kitle Üretim Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mastır Tezi, 57 s.

Tarla, Ş. (2002). Süne [(*Eurygaster integriceps* Put.) (Heteroptera: Scutelleridae)]'nin Yumurta Parazitoiti Olan *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Farklı Yoğunluklarda Doğaya Salınması ve Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 92 s.

Tarla Ş. & Kornoşor, S. (2003). Süne yumurta parazitoiti *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un Süne'nin biyolojik mücadelesinde salımı ve etkinliğinin değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (3): 69-78.

Waage, J.K. (1998). Süne ve Yakın Türlerin Mücadelesinde Yumurta Parazitoitlerinin Üretimi ve Salımı, I. Workshop Raporu, 6-9 Ocak 1998, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 15-33.

Yüksel, M. (1968). Güney ve Güneydoğu Anadolu'da Süne (*Eurygaster integriceps* Put.)'nin Yayılışı, Biyolojisi, Ekolojisi, Epidemiolojisi ve Zararı Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Müc. ve Kar. Gn. Md. Yayınları. No: 46, Teknik Bülten, Yenidesen Matb., Ankara, 255 s.

Yüksel, M. (1968). Güney ve Güneydoğu Anadolu'da Süne, *Eurygaster integriceps* Put'un yayılışı, biyolojisi, ekoloji, epidemiyolojisi ve zararı üzerinde araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Ziri Kararantina Genel. Müdürlüğü Yayınları. No:46, Teknik Bülten, 255 s.

Yüksel, M. (1969). Süne, *Eurygaster integriceps* Put. Zararı ve Kımlı *Aelia rostrata* Boh. Zararıyla Mukayesesi Üzerine Araştırmalar. Yeni Desen Matbaası, Ankara, 65 s.

Zomorodi, A. (1979). Situation of the Cereal Bugs in Iran and Control Measures. Bulletin SROP 11: 15-17.

Zwölfer, W. (1942). Anadolu'nun Zararlı Direnlerinin Tanınması Üzerinde Etüd II., Süne, (*Eurygaster integriceps* Put.)'nin Kendisinin Muhit Hayatının Faktörlere Karşı Olan Münasebetleri. Ziraat Vekâleti Neşriyatı, U. Sayı: 543, Nebat Hastalıkları Serisi 10, (Çeviren: M.A: Tolunay) Ankara, 66 s.

# ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN ÖNEMİ

Gülcan TARLA<sup>1</sup>, Şener TARLA<sup>1</sup>

## Giriş

Günümüzde agroekosistemlerde ana hedefi, birim alandan daha fazla ürün almanın yanında insan ve hayvan sağlığını ön planda tutan sürdürülebilir tarım teknikleri uygulayarak çevreye uyumlu ürün yetiştirmektir. Bunu gerçekleştirebilmek için ise öncelikle verimli, sağlıklı tohum ve fidanların kullanılması, uygun şekilde toprak işlenmesi, yeterince gübreleme, sulama başta olmak üzere ayrıca budama gibi birçok doğru tarım tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Bunların yanı sıra üründe kalite ve verim bakımında önemli ürün kayıplarına neden olan etmenler içerisinde özellikle zararlı, hastalık ve yabancı otlara karşı daha bilinçli bir mücadele yapılması ile mümkündür.

Çevre kirliliği, kimyasal ilaçların insan veya hayvan sağlığını tehdit etmesi, gıda maddelerinde bulunan ilaç kalıntıları ve yüksek ilaç fiyatları daha çevre dostu olan ve daha az masraflı mücadele yöntemlerine geçilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bunlardan en çok ümit verici olanı ise biyolojik mücadeledir.

Kimyasal ilaçların mevcut olumsuz etkilerinin fark edilmesi, buna bağlı olarak insanlarda çevre bilincinin giderek artması ve doğadaki yararlanılabilecek doğal düşmanların yeterince bulunması gibi sebepler, çevre dostu olan, sürdürülebilir ve aynı zamanda daha ucuz bir mücadele yöntemi olan biyolojik mücadeleye ağırlık verilmesine neden olmuştur. Biyolojik mücadele aslında doğal dengeyi koruma esasına dayanır. Bu

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, [gulcan.tarla@usak.edu.tr](mailto:gulcan.tarla@usak.edu.tr)

<sup>1</sup> Prof. Dr., Uşak Üniversitesi, [sener.tarla@usak.edu.tr](mailto:sener.tarla@usak.edu.tr)

yöntem doğal biyolojik mücadele veya insan eliyle uygulamalı şekilde gerçekleşmektedir. Biyolojik mücadele etmenleri sadece hedeflenen zararlıya etkili olurlar. Konukçularını arayabilme ve bulma yetenekleri vardır. Bu etmenler doğada yayılabilme ve çoğalabilme özelliğine sahiptir. Hedef alınan zararlılarda dayanıklılık sorunu yoktur. Düşük konukçu popülasyonlarında bile varlıklarını sürdürebilirler. Ancak bu üstün özelliklerin yanı sıra sabır, zaman ve yoğun bir teknik bilgiye ihtiyaç vardır.

Doğada varlığını sürdüren böcekler, bakteriler, akarlar, virüsler, funguslar, nematodlar, kuşlar, balıklar, protozoalar, memeliler, salyangozlarda ve sümüklü böceklerde ve ayrıca benzeri organizma gruplarının çoğunda doğal düşman olabilecek nitelikte pek çok tür bulunmaktadır. Bunların tamamı biyolojik mücadelede bilhassa da doğal biyolojik mücadele kapsamında doğal dengenin korunması için vazgeçilmez öneme sahiptirler. İnsanlar eliyle yönlendirilen uygulamalı biyolojik mücadelede ise en yüksek başarı, predatörlerde ve parazitoitlerde ve entomopatojenlerde görülmektedir.

Entomopatojenler böceklerde hastalık yapan mikroorganizmalar olarak tanımlanırlar. Böceklere karşı yürütülmekte olan biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılan entomopatojenler içerisinde bakteriler, funguslar, virüsler, protozoalar, riketsia ve nematodların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Doğal koşullar altında mevcut olan bu etmenler konukçuları olan böceklere saldırırlar. Entomopatojen nematodlar (EPN) konukçularını hastalandırarak etkisiz hale getirir ya da doğrudan öldürürler.

Entomopatojen nematodların yaşadığı doğal ortam toprak olup, predatör ve parazitoidlerin bu ortama girişleri mümkün olmadığından dolayı entomopatojen nematodların bilhassa bu ortamda önemi daha belirgin hale gelmektedir.

Birçok entomopatojen kitle üretimi yapılması suretiyle “biyolojik insektisid” olarak piyasaya sürülmüştür. Entomopatojenler genellikle sulama suyuna karıştırılarak veya standart ilaçlama aletleri kullanılarak



uygulanmaktadır. Ticari amaçla üretilen entomopatojenler çoğunlukla türe özel olduğundan biyolojik mücadele uygulamalarında güvenle kullanılabilirler. Ancak bu biyopreparatlar dünyadaki tüm ilaç piyasasının sadece %2-5 lik oranı kadardır (Ridgway and Insoe, 1998). Buna rağmen kimyasal ilaçların neden olduğu olumsuz etkilerden dolayı son dönemlerde yapılan bilimsel çalışmalar ışığında, biyolojik mücadele yöntemleri arasında özellikle entomopatojen nematodların önemi giderek artmaktadır.

### Entomopatojen Nematodların Tarihçesi

Dünyamızda yaklaşık 20 milyon kadar nematod türünün yaşadığına inanılmaktadır. Bu nematodların günümüzde sadece 25.000'ne kadarı tanımlanabilmiştir (Crow, 2002). İlk kez 1923 yılında Almanya'da Steiner tarafından *Steinernema kraussei* (*Aplectana kraussei*) (Steiner) (Rhabditida: Steinernematidae), Testere sineği olan *Neodiprion* sp. (Hymenoptera: Diprionidae) zararlısına karşı kullanılmış ve ilk entomopatojen nematod olarak tarihe geçmiştir. Ancak o dönemde sistematikteki yeri tam olarak belirlenememiştir. İkinci EPN türü olarak ise Amerika'da Glaser tarafından 1991 yılında Japon böceği, *Popilla japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae)'yı enfekte eden *Steinernema glaseri* (Steiner) (*Neoplectana glaseri*) (Rhabditida: Steinernematidae) tarihe geçmiştir (Stock, 2015). Daha sonraki yıllarda bu konuda çalışmalara devam edilmiştir. Poinar tarafından 1976 yılında Heterorhabditidae familyasından *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) bulunmuş ve 1979 yılında ise Thomas ve Poinar tarafından simbiyotik bakteri olan *Xenorhabditis luminescence* Thomas ve Poinar belirlenmiştir (Kaya ve Gaugler, 1993). Jaroslav Weiser 1955 yılında Elma içkurdu (*Cydia pomonella*) (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) larvalarından *Neoplectana carpocapse* Weiser (Nematoda: Rhabditida)'nin Avrupa

populasyonunu, Hough ise Kuzeydoğu Amerika’da yine Elma içkurdu larvalarından o yıllarda tanımlanmamış olan bir DD-136 ırkı olan steinernematid izole etmiştir. Daha sonra EPN’lerle araştırmalar giderek hız kazanmış ve ilgi artırmıştır.

## Entomopaton Nematodların Biyolojisi

Toprak ekosistemi içerisinde varlığını sürdüren, birçok böcek türünün doğal düşmanı olan ve böcek varlığı yoğunluğunu kontrol altına alan nematodlar “Entomopatojen Nematodlar” olarak adlandırılmaktadır. Sadece zararlı böcek türlerine karşı kullanılıyor olmaları bu nematodların biyolojik kontrol etmenleri olarak güvenilirliğini sağlamaktadır (Adams ve Nguyen, 2002). Entomopatojen nematodlar (Rhabditida) Heterorhabditidae familyası ve Steinernematidae familyaları içerisinde yer alan, kitlesel olarak hem *in vivo* ve hem de *in vitro* koşullarda üretilen, oldukça geniş bir konukçu dizisine sahip nematodlardır. Aynı zamanda EPN’ler sadece böcekler üzerinde özelleşmiş patojenik etkiye sahip olup, insan sağlığı ve çevre ekolojisi açısından herhangi bir tehdit oluşturmayan zorunlu böcek patojenleridir (Koppenhöfer, 2000). Her iki familyada yer alan EPN’ler (heterorhabditler ve steinernematidler) birbirine benzer bir yaşam döngüsüne sahiptirler. Bunlarda yumurta, dört (4) adet larva dönemi ve bir ergin dönemi olmak üzere altı farklı gelişme evresi bulunmaktadır. Her iki familya için de verilen bu dönemler arasında, konukçusunu arayıp bulabilme yeteneğine sahip olan ve hayatta kalma şansını artıran en önemli evre 3. larva (J3) dönemidir. Bu döneme infektif juvenil (IJ) denilir. Toprakta uzun süre yaşayabilen ve aktif olarak hareket edebilen bu infektif juveniller uzun süre beslenmeden konukçularını arayabilmektedir (Koppenhöfer, 2000).

Entomopatojen nematodlar genellikle tek bir konukçu böceği enfekte ederler. *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) cinsine giren EPN türleri *Xenorhabdus* cinsine giren bakterilerle, *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) cinsine bağlı EPN türleri ise *Photorhabdus* cinsine giren bakterilerle mutualistik bir yaşam sürmektedirler (Kaya ve Gaugler, 1993). Nematodun sindirim sisteminde yaşayan bu bakteriler 3. dönem (infektif juvenil) adı verilen nematodların bağırsağında taşınırlar. Bakteriler nematodların bu evresinde iken gelişemezler ve beslenemezler (Kaya ve Gaugler, 1993). İnfektif juveniller toprakta konukçularını ararlar. Uygun konukçu böceği bulan IJ'ler konukçu larvasının ağızdan, solunum sisteminden, genital açıklıklardan, anüsten veya kutikulanın ince kısımlarından (sadece Heterorhabditidae familyasına özgü) vücut homosölüne giriş yaparlar. Entomopatojen nematodlar sahip olduğu bakterileri kusarak ve dışkılama yöntemiyle böceğin hemosölüne salarlar. Bu bakteriler daha sonradan böcek vücut boşluğuna yerleşirler. Orada hızla çoğalırlar ve enfeksiyonu başlatırlar. Bakterilerin ürettikleri toksinler nedeniyle septisemi (kan zehirlenmesi) oluşur ve 24-48 saat içerisinde konukçu böceğin ölümü gerçekleşir (Poinar ve Grewal, 2012). Enfeksiyon başladıktan sonra bazı hidrolitik enzimler, proteinler ve zehirli toksinler ile böceğin vücudu parçalanarak, nematodların gelişme ve beslenebilmesi için uygun hale (sıvıya) dönüştürülmüş olurlar. Böylece EPN'ler ideal bir ortam ve besin sağlarlar. Böylece nematodlar hem parçalanmış olan vücut dokuları ile hem de çoğalan mutualistik bakterileri ile beslenirler (Glazer ve Lewis, 2000). Beslenmeye başlayan IJ'ler ilk önce ağız, sindirim ve stoma yapılarının aktif olduğu 4. evreye (J4), daha sonra da ergin dişi ve erkek bireylere dönüşürler. Çiftleşen dişi bireyler döllenmiş olan yumurtaları taşırlar. Entomopatojen nematodlar 1. juvenil evreden (J1) 2. juvenil evreye (J2) çoğunlukla yumurta içerisinde geçerler. Açılan yumurtalardan çıkan nematodlar dişiye ait

olan (annelerinin) dokularla beslenmeye başlarlar. Dişinin vücudu tamamıyla yeni nesil (J2) nematodlarla dolar ve bu da 'Endotokia matricida' adı verilen evre olarak bilinir (Ciche ve ark., 2008).

Nematodların üreme yetenekleri üzerinde beslendikleri konukçu böceğin kadavrasındaki besinler bitene kadar devam eder. Bu süre içinde çoğunlukla 2-3 nesil meydana getirirler (Kaya, 2002). Nematodlar beslendikleri konukçu bireyden kalan dokular bittikten sonra, (J3) evresine geçiş yaparlar. J3 döneminde nematodlar toprağa geçerek yeni bir konukçu aramaya başlarlar (Kaya ve Gaugler, 1993). İnfektif juvenillerin toprakta canlı olarak kalma süreleri; farklı bazı davranışsal, fizyolojik ve genetik özellikler gibi iç etmenlere, doğal düşmanlara veya tür içi rekabet gibi biyotik faktörlere ve ayrıca ekstrem sıcaklıklara, toprağın nemine, toprağın yapısına, UV ışınları ve ozmotik stres gibi abiyotik dış faktörlere bağlıdır. Bunun yanı sıra EPN'ler toprak içerisinde rahatça hareket edebilmek ve yaşamını devam ettirebilmesi açısından toprağın nem içeriğinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Sulama yapılan alanlarda ve uygun nem içeriğine sahip yerlerde bunların etkinlikleri önemli düzeyde artırılabilir. Yetersiz nem içeriğine sahip yerlerde ise virülens düzeyinin azalmasına neden olabilir (Koppenhöfer, 2000).

Günümüze kadar, 19 adet farklı böcek takımına bağlı yaklaşık 3.000 adet böcek ve nematod ilişkisi saptanmıştır. Entomopatojen nematodlar, Nematoda şubesinde olup, iki sınıfa ait 14 adet familyada yer aldığı bildirilmiştir (Kaşkavalcı, 1999). Nematodlar, doğada serbest ya da bitki veya hayvanlarda fakültatif ya da zorunlu parazit olarak yaşamlarını sürdürürler. Böcek ile nematod ilişkileri, tesadüften zorunluya, kommensalden parazitliğe kadar geniş spektrum göstermektedir (Kaya ve Gaugler, 1993). Günümüze kadar, böceklerle ilişkili otuzdan fazla nematod familyası tespit edilmiştir. Bu familyalardan yedisi [Mermithidae ve Tetradonematidae

(Stichosomida); Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae ve Sphaerulariidae (Tylenchida); Heterorhabditidae ve Steinernematidae (Rhabditida)] yer alan EPN türlerinin etkili biyolojik mücadele etmenleri olarak ön plana çıktığı kaydedilmiştir (Gaugler, 1981; Kaya ve Gaugler, 1993). Söz konusu bu familyalar arasında son ikisine ait nematodların, kitle üretim ve formülasyonları etkili olmaktadır. Dolayısıyla, bu familyalara ait nematodlar insektisidal aktiviteleri sayesinde biyolojik mücadele ajanı olarak yönetilmektedirler (Koppenhöfer, 2007).

Entomopatojen nematodlar, bakteriyel simbiyotlarıyla birlikte, toprakta yaşayan çok çeşitli böceklere ve diğer eklembacaklılara karşı böcek öldürücü aktivite sergilediklerinden, biyolojik ve entegre zararlı yönetiminde uzun vadeli kullanımlarıyla iyi bilinmektedir (Poinar ve Grewal, 2012). Yapılan çalışmalar bu organizmaları toprak ekolojisi, simbiyotik ilişkiler ve evrimsel biyoloji alanlarında ilgili biyolojik model haline getirmiştir (Stock, 2015).

Ülkemizde EPN ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ülkemiz sahip olduğu farklı iklim koşulları, her bir coğrafi bölgenin sahip olduğu farklı fauna ve flora özellikleriyle bu tür çalışmaların yapılması için oldukça uygun bir ortamı bünyesinde barındırmaktadır. Bugüne kadar Türkiye’de tespit edilen yedi adet EPN türü bulunmaktadır (Kepenekci, 2002).

Bunlar:

*Steinernema feltiae*,

*Steinernema carpocapsae*,

*Steinernema affine*,

*Steinernema anatoliense*,

*Steinernema weiseri*,

*Heterorhabditis bacteriophora*

*Heterorhabditis megidis* 'tir.

Yerli türleri elde edilen EPN'lerin, zararlılar üzerindeki etkilerini belirlemek üzere birçok araştırmalar yapılmıştır (Hominick, 2002; Canhilal ve ark., 2006).

## Entomopatojen Nematodların Taksonomisi

Entomopatojen nematodların sistematığı (Blaxter ve ark., 1998) aşağıdaki verilen şekilde yer almaktadır.

Şube: Nematoda

Sınıf: Secernentea

Altsınıf: Rhabditia

Takım: Rhabditida

Alt takım: Rhabditina .....Alt takım: Cephalobuna

Üstfamilya: Rhabditoidea Üstfamilya: Strongyloidea

Familya: Heterorhabditidae Familya: Steinernematidae

Cins: *Heterorhabditis* Cins: *Steinernema*

Cins: *Heterorhabditoides* Cins: *Neosteinerinema*

## Entomopatojen Nematodlarla Simbiyotik Bakterilerin İlişkisi

Nematodlarla karşılıklı simbiyoz kuran *Photorhabdus* ve *Xenorhabdus* cinslerine ait olan entomopatojenik bakteriler, Enterobacteriaceae ( $\gamma$ -Proteobakteriler) familyasına ait Gram-negatif basillerle oldukça yakından ilişkilidir. Bu simbiyotik ilişki durumu zorunlu görünmese bile, nematodlarla simbiyoz yapma yeteneğinin  $\gamma$ -Proteobakterilerin evrimi sürecinde birkaç defa ortaya çıkmış olabileceği düşünüldüğü bildirilmiştir (Husnik ve ark., 2011; Dillman

ve ark., 2012). Çalışmalar farklı sınıfları temsil eden EPN konakçıları *Steinernema* ve *Heterorhabditis*'in aksine, *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterilerinin filogenetik olarak birbirine yakın olduğunu ortaya çıkarmıştır (Stock, 2015). Bu bakteriler böcek patogenezini kolaylaştırmak üzere *Heterorhabditis* ve *Steinernema* cinslerinden toprak nematodları ile zorunlu olarak karşılıklı ilişkiler kurarlar. Mevcut kanıtlar bu bakteri türlerinin ortak atalarının muhtemelen yaklaşık 200-500 milyon yıl kadar önce yaşadığını ve hem *Heterorhabditis* hem de *Steinernema* nematod konakçılarıyla ilişki kurabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, nematod konakçısı ile uzun zamandır karşılıklı olarak etkileşimlerin sürdürülmesinin seçici baskısı altında, konakçusuna özgü ilişkiler sergileyen ayrı iki bakteri türü gelişmiştir (Boemare, 2002). Çalışmalar sonucunda ayrıca EPN bakteri filogenisindeki genel eğilimin, virülanslık ve bakteriyosin üretim yetenekleri arasında evrimsel değiş-tokuşla ilişkili olarak artan virülenslikleri olduğunu da ortaya çıkarmıştır (Meli ve Bashey, 2018). Bilimsel araştırmalar esas olarak her iki bakteri cinsinin de böcekler ve nematodlar gibi farklı iki hayvan konakçusu ile benzersiz etkileşimlerine odaklanmıştır. Dünyanın dört bir yanından şimdiye kadar toplanan nematodların ve onların simbiyotik bakterileri üzerine yapılan çalışmalar, tanımlanan *Photorhabdus* ve *Xenorhabdus* türlerinin sayısında artışa katkıda bulunmuştur. Bakteriler ve nematodlar arasında görülen simbiyotik etkileşimlerde, en faydalı özelliklere sahip olan simbiyotları destekleyen güçlü spesifite, bakteri-nematod çiftinin bir böcek konakçısından diğerine başarılı bir şekilde aktarılmasını kolaylaştırır (Adams ve ark., 2006). *Steinernema* cinsinin her türünün yalnızca bir *Xenorhabdus* türüyle simbiyoz oluşturduğu varsayılmaktadır. Buna karşılık birçok *Xenorhabdus* türü, birkaç nematod türüyle ilişkilendirilebilir. Ancak simbiyotik *Heterorhabditis*-*Photorhabdus* ilişkileri daha esneklerdir. Hem nematod hem de bakteri olmak üzere

birçok tür, birden fazla simbiyotik ortak türüyle simbiyotik ilişkilere girebilmektedir (Koppenhöfer, 2007). Pek çok veri bu spesifikite modelini desteklerken, bunun altında yatan mekanizmalar henüz tam olarak bilinmemektedir (Herbert ve Goodrich-Blair, 2007).

Son zamanlarda, EPN'ler mikrosimbiyotlarının sınıflandırma sistemi kapsamlı bir revizyondan geçmiştir. Şimdiye kadar *Xenorhabdus* cinsine ait 26 adet tür ve *Photorhabdus* cinsine ait 19 adet tür tanımlanmıştır. Yakın filogenetik kökenlerine ve benzer yaşam tarzlarına rağmen *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterileri türlerinin nematod konakçı aralığı, parazit başarısı için kullanılan simbiyotik stratejiler ve salınan antibiyotik ve böcek öldürücü toksinlerin dizileri bakımından birbirleriyle aynı değildir. Entomopatojenik nematod mikrosembiyozlarının çeşitliliğine dair bilgi bunların kullanımını mümkün kılmaya yardımcı olmaktadır. Bunu yanı sıra bu şaşırtıcı bakteri cinslerinin filogenetik ilişkilerinin değerlendirilmesi oldukça zordur. *Photorhabdus* ve *Xenorhabdus* bakterilerinin laboratuvarlarda üretilmesi oldukça kolaydır. Enfekte olmuş böceklerden veya doğal yaşam alanları olan nematod IJ'lerinin bağırsak lümeninden izole edilebilen bu bakteriler 2 saat içinde Luria-Bertani ortamında yaklaşık iki katına çıkmak suretiyle çok hızlı büyürler. Aslında EPN simbiyotik bakterilerinin toprakta serbestçe yaşadığına hiçbir zaman rastlanmamıştır; ancak metagenomik çalışmalarda böcek larvalarının bakteriyel biyotasında tespit edilmiştir (Osimani ve ark., 2018).

## **Entomopatojen Nematodların Kitlesel Üretimleri ve Biyolojik Mücadelede Kullanımları**

Entomopatojen nematodlar, in vivo olarak ya da sıvı veya katı ortamda in vitro olarak kitlesel halde üretilebilir. En ucuz kitlesel üretim metodu sıvı fermentasyon metodudur ve bu yöntem



endüstrileşmiş birçok ülkenin tercih ettiği bir yoldur. Nematodlar 7.500-8.000 litrelik fermentasyon kazanlarında 250.000 IJ/mL'ye kadar (türlerine bağlı olarak) kolaylıkla üretilebilmektedirler. Son yıllarda ise in vivo yolla üretilen entomopatojen nematodlar çoğunlukla seralarda, bahçelerde ve çim sahalarda kullanılmaya başlanılmıştır (Long, 2000; Koppenhöfer, 2007). Günümüz teknolojisi ile entomopatojen nematod preparatları, nematod türüne ve formülasyona bağlı olarak, buzdolabında 1-7 ay süreyle saklanabilmektedir. Optimum saklama sıcaklığı türlere bağlı olarak değişmektedir. Genellikle heterorhabditidler 10-15°C'de, steinernematidler ise en iyi olarak 4-8°C'de depolanabilmektedir.

## Sonuç

Entomopatojen nematodlar, farklı çevresel koşullarda zararlı böcek populasyonlarını kontrol altına alabilmede kilit role sahiptir. Bu önemli görevlerini vücutlarında taşıdıkları simbiyotik bakterileri kullanarak yaparlar. Bu nedenle, biyolojik mücadele çalışmalarında entomopatojen nematodların daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için hem simbiyotik bakterileri ile olan ilişkilerinin hem de nematodların fizyolojilerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Entomopatojen nematodların oldukça geniş bir konukçu yelpazesine sahip olmaları, dünyanın birçok yerinde topraktan kolaylıkla elde edilebilmeleri, konukçularını kısa sürede öldürebilmeleri ve *in vivo* veya *in vitro* yolla üretilebilmeleri var olan ilgiyi daha da artırmıştır. Ayrıca uzun mesafelere taşınabilir olmalarından kaynaklı dayanıklılık gösterebilirler ve kimyasal ilaçlar, gübreler ile bir arada kullanılabilirler (Gaugler ve Kaya, 1990). Bu üstün özellikleri sayede EPN'ler biyolojik mücadele açısından önemli bir konuma gelmiştir.

Son yıllarda ticari olarak üretilen entomopatojen nematodların bitki koruma alanında dünyanın büyük bir bölümünde toprakta yaşayan böceklere karşı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılması bakımından önemli olduğu bildirilmiştir (Gaugler, 1981; Klein, 1990; Smart, 1995; Canhilal ve ark., 2017). Entomopatojen nematodlar kimyasallar ilaçlar gibi zararlı değillerdir (Gaugler, 2002; Grewal ve ark., 2005). Konukçularında kan zehirlenmesi (septisemik etki) meydana getirerek kısa bir süre içerisinde ölümlerine neden olmaktadır (Gaugler ve Kaya, 1990). Entomopatojen nematodlar gerek hedef dışı organizmalara ve gerekse çevre sağlığına karşı hiçbir risk oluşturmazlar. Entomopatojen nematodlar sahip olduğu bu özelliklerinden dolayı birçok araştırmacının ilgi odağı olmuş ve bunlar üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır (Hominick, 2002).

Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda birçok entomopatojen nematod türünün biyolojik mücadelede ümit var sonuçlar verdiği ortaya çıkarılmıştır. Diğer taraftan doğada doğal olarak bulunan entomopatojenler için uygun mikrohabitatlar oluşturarak onların etkinliğinin artırılmasına çalışılmalıdır. Türkiye'de bulunan EPN türleri biyolojik mücadele stratejileri için önemli bir potansiyel sağlayabilir. Bu nedenle Türkiye'de bunların ekolojisi, patojenitesi ve etkinliği üzerine yapılan çalışmaların arttırılması gerekmektedir.

Uluslararası doğal düşman ithallerinin kolaylaşması ve doğal düşmanların kitle üretimlerinde modern teknolojinin kullanılması da biyolojik mücadele çalışmalarına hız verilmesini gerektiren diğer nedenlerdir. Bugün istenen, birim alandan sadece bol ürün almak değil, aynı zamanda belki de daha önemlisi gıda güvenirliliği olan üretim yapmaktır. Bu nedenle gelişmiş olan ülkelerde ilaç kullanımının olmadığı veya en az olduğu mücadele yöntemlerine geçilmesi için devlet tarafından desteklenerek çok yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle "Entegre Mücadele" kapsamında uygulanan "Biyolojik Mücadele" yönteminin devreye alınarak ilaç kullanımının önlenmesi veya en aza indirilmesi bakımında EPN'ler ihtiyacı karşılamak bakımında idealdir. Ülkemizde ise "Biyolojik mücadele" konusunda devlet desteğinin son yıllarda önemli düzeyde arttığı fakat yeterli değildir. Daha güvenilir bir yaşam için insan ve çevre sağlığını ön planda tutan, ilaç kalıntısı olmayan gıda temini, doğada biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması yönünde mücadele yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle başta devletlerin desteği olmak üzere, bu konuda çalışan bilim insanları, üreticiler, uygulayıcılar ve tüketiciler başta olmak üzere tüm kesimlerinin bu konuya duyarlı olması ve destek vermesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

Adams, B.J., Fodor, A., Koppenhöfer, H.S., Stackebrandt, E., Stock, P.S., & Klein, M.G. (2006). Biodiversity and systematics of nematode–bacterium entomopathogens. *Biol Control* 37:32–49.

Adams, B.J., Nguyen, K.B. (2002). Taxonomy and systematics, (pp. 1-33) *In: Entomopathogenic nematology.* (Adams, B.J., Nguyen, K.B.) CABI Publishing, Wallingford UK.

Blaxter, M.L., De Ley, P., Garey, J.R., Liu, L.X., Scheldeman, P., Vierstraete, A., Thomas, W.K. (1998). A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature*, 392 (6671): 71-75.

Boemare, N.E. (2002). Biology, taxonomy and systematics of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. *In: Gaugler R (ed) Entomopathogenic nematology.* CABI Publishing, New York, pp 35–56.

Canhilal, R., & Carner, G.R. (2006). Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in South Carolina. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 23(3): 159-166.

Canhilal, R., Waeyenberge, L., Yüksel, E., Koca, A.S., Deniz, Y., & Imren, M. (2017). Assessment of the natural presence of entomopathogenic nematodes in Kayseri soils, Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(2).

Ciche, T.A., Kim, K.S., Kaufmann-Daszczuk, B., Nguyen, K.C., & Hall, D.H. (2008). Heterorhabditis bacteriophora nematodları tarafından *Photorhabdus luminescens* iletimi sırasında hücre istilası ve matrisit. *Uygulamalı ve Çevresel Mikrobiyoloji*, 74(8): 2275-2287.

Crow, W.T. (2002). Using Nematodes to Control Insects: Overview and Frequently Asked Questions. University of Florida. Extension on Institute of Food and Agricultural Sciences, 1-6.

Dillman, A.R., Chaston, J.M., Adams, B.J., Ciche, T.A., Goodrich-Blair, H., Stock, S.P., & Sternberg, P.W. (2012) An entomopathogenic nematode by any other name. *PLoS Pathog* 8(3):e1002527

Gaugler, R. (1981). Biological control potential of neoaplectanid nematodes. *Journal of Nematology*, 13, 241-249.

Gaugler, R. (2002). Preface, 9-10. *In: Entomopathogenic Nematology*, (Ed: R. Gaugler), CABI Publishing, Wallingford.

Gaugler, R., & Kaya, H.K. (1990). Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

Glazer, I., & Lewis, E.E. (2000). Bioassays for entomopathogenic nematodes, pp. 271-293. *In: Bioassays for entomopathogens and nematodes* (Ed: A. Navon). Kluwer Academic Publisher, Netherlands.

Grewal, P.S., Ehlers, R.U., & Shapiro-Ilan, D.I. (2005). Nematodes as Biocontrol Agents, CABI Publishing, Wallingford, 505s.

Herbert, E.E., & Goodrich-Blair, H. (2007). Friend and foe: the two faces of *Xenorhabdus nematophila*. *Nat Rev Microbiol* 5(8):634–646.

Hominick, W.M. (2002). Biogeography. (pp. 115-143). *In: Entomopathogenic nematology*. CABI Publishing, Wallingford UK.

Husnik, F., Chrudimský, T., & Hypša, V. (2011). Multiple origins of endosymbiosis within the *Enterobacteriaceae* ( $\gamma$ -*Proteobacteria*): convergence of complex phylogenetic approaches. *BMC Biol* 91:87

Kaşkavalcı, G. (1999). The role of nematodes in biological control against insects. *Turkish Journal of Entomology*, 23(4), 305-314.

Kaya, H.K. (2002). Natural enemies and other antagonists, pp. 189–202. *In: Entomopathogenic Nematology* (Ed: R. Gaugler). California University, Wallingford.

Kaya, H.K., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38: 181-206.

Kepekci, İ. (2002). Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 30: 13-15.

Klein, M.G. (1990). Efficacy against soil-inhabiting insect pests. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, 195-214.

Koppenhöfer, A.M. (2000). Nematodes. *In: Lacey, L.A. ve Kaya, H.K. (Eds.), Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer, 283- 301.

Koppenhöfer, A.M. 2007. “Nematodes, 249-267”. *In Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* (Ed: Lawrence A.L. & Kaya, H.K.). Dordrecht, The Netherlands, 868 pp.

Long, S.J., Richardson, P.N., Willmott, D.M., & Keane, G.J. (2000). Use of a monoclonal antibody in a field evaluation of the persistence and infectivity of *Steinernema* n. sp. D1 (Nematoda: Steinernematidae). *Nematology*, 4, 425-434

Meli, S., & Bashey, F. (2018). Trade-off between reproductive and anti-competitor abilities in an insect–parasitic nematode-bacteria symbiosis. *Ecol Evol* 8:10847–10856.

Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Garofalo, C., Clementi, F., Pasquini, M., Riolo, P., Ruschioni, S., Isidoro, N., Loreto, N., Franciosi, E., Tuohy, K., Petruzzelli, A., Foglini, M., Gabucci, C., Tonucci, F., & Aquilanti, L. (2018). The bacterial biota of laboratory-reared edible

mealworms (*Tenebrio molitor* L.): from feed to frass. *Int J Food Microbiol* 272:49–60.

Poinar Jr, G.O., & Grewal, P.S. (2012). History of entomopathogenic nematology. *Journal of Nematology*, 44(2): 153.

Ridgway, R.L., & Inscoe, M.N. (1998). Mass-reared natural enemies for pest control: trends and challenges, in mass-reared natural enemies: application, regulation, and needs, Ridgway, R.L., Hoffmann, M.P. Inscoe, M.N. & Glenister, C.S. Eds. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, Maryland.

Smart Jr, G.C. (1995). Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. *Journal of Nematology*, 27(4S), 529.

Stock, S.P. (2015). Diversity, biology and evolutionary relationships. In: Campos-Herrera R (ed) Nematode pathogenesis of insects and other pests: ecology and applied technologies for sustainable plant and crop protection. Springer International Publishing, Neuchâtel, Switzerland, pp 3–27.





# AVCI BÖCEK, *NESIDIOCORIS TENUIS* REUTER (HEMIPTERA: MIRIDAE)'İN BESLENME DAVRANIŞI

Saliha Selma ŞAHİN<sup>1</sup>, Mehmet KEÇECİ<sup>2</sup>

## Giriş

Hemiptera takımı hemimetabol böcek takımları arasında dünya geneline yayılmış 89.000 tür ile en fazla türü bünyesinde bulundurmaktadır (Moreira ve ark., 2018). Hemipterlerin genellikle dört kanadı bulunmakta; ön çiftin tabanda kalın ve uçlarında ince bir yapıda olduğu bilinmektedir. Bu kanatlar, uçları birbiriyle örtüşecek şekilde vücudun arka tarafında düz bir şekilde katlanmaktadır. Tahta kuruları gibi birkaç türde kanat görülmemektedir. Tüm hemipterlerde sokucu-emici ağız parçaları bulunmaktadır. Hemipterlerin çoğunda koku bezleri bulunmakta ve hoş olmayan bir koku salgılamaktadır. Hemipterlerin çoğu karada yaşamakla birlikte, suyun içinde veya üzerinde yaşayan türlerine de rastlanılmaktadır. Genellikle karada yaşayanlar bitki öz suyu ile beslenmektedir. Bununla birlikte, başta Tahta kuruları olmak üzere birkaçı insan ve diğer hayvanların parazitleri arasında yer almaktadır. Bunların dışında kalan türlerde predatör özelliği göstermektedir. Hemiptera takımının içerisinde avcılık özelliği gösteren familyalar arasında Reduviidae, Geocoridae, Anthocoridae, Pentatomidae ve Nabidae familyaları öne çıkmaktadır. Bu familyalardaki türlerin çoğu, böcek ve akarların değişik biyolojik

---

<sup>1</sup> Ziraat Yük. Müh., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, saliha.selma1@hotmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, kececitr@yahoo.com

dönemlerini av olarak tüketmektedir. Bu avcı böceklerin beslendiği türler arasında sinekler, yaprakbitleri, tırtıllar, akarlar başta olmak üzere diğer bazı böcek türleri bulunmaktadır. Tüm avcı böcekler, avlarını ağız parçalarıyla delerek ve vücut sıvılarını emerek beslenmektedir.

Hemiptera takımına bağlı Miridae familyası ise, bir av ve/veya bitki ile beslenebilen yani birden fazla trofik seviyede beslenme yeteneğine sahip zoofitofag üyeler barındırmaktadır. Bu beslenme şekli bu avcılara zararlı böcek kültür bitkilerine bulaşmadan yerleşebilme veya avın az olduğu durumlarda hayatta kalma imkanı sağlamaktadır (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

Miridler tipik olarak "yırt (yarala) ve emgi yap" beslenme stratejisini kullanmaktadır (Showmaker ve ark., 2016). Mezofil dokularında yırtık ile beslenmesi sonucu toksik ve nekrotik lekelerin oluşumu nedeniyle, Miridae familyasının karnivor atalarından geldiği düşünülmektedir (Tingey ve Pillemer, 1977). Ayrıca Miridae familyasının ataları olan Cimicomorpha taxonunun başlangıçta bitkiler üzerinde yaralanmalara sebep olduğu, akan sıvı ile beslendiği de düşünülmektedir. Her durumda büyük oranda fitofag olan Miridae, Hemiptera'nın en büyük familyasıdır ve bu da beslenme yöntemlerinin başarısını kanıtlamaktadır (Sweet, 1979).

Miridae familyasında zoofag beslenme karakteri gösteren türler arasında *Dicyphus cerastii* Wagner, *D. tamaninii* Wagner, *D. errans* (Wolff), *Macrolophus costalis* Fieber, *M. pygmaeus* Rambur ve *Nesidiocoris tenuis* Reuter bulunmaktadır. Miridae familyasındaki bu türlerin özellikle domates ve patlıcan bitkilerinde bulunan zararlı türlerden Yaprakbitleri, Tripsler, Beyazsinekler ve çeşitli lepidopter yumurta ve larvaları ile beslenebildiği ve biyolojik mücadelede kullanıldığı belirtilmektedir (Albajes ve Alomar, 1999; Castañé ve ark., 2000; Beitia ve ark., 2016; Topakcı ve Keçeci, 2017).

Hemiptera takımının Miridae familyasına ait olan *Nesidiocoris tenuis* Reuter, Palaearktik ve Akdeniz bölgelerinde yayılış göstermektedir (Kerzhner ve Josifov, 1999; Sanchez ve ark., 2008).

Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamaları, Domates güvesi Avrupa'ya ulaşmadan önce, Beyazsinekler üzerine kurgulanmıştır. Bu zararlıya karşı biyolojik mücadele *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae), *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) ve *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae) tek tek veya kombine bir şekilde kullanılmıştır. Ancak, 2006 yılında İspanya'da ve 2009 yılında da Türkiye'ye ulaşarak (Kılıç, 2010), Güney Avrupa ülkelerinin tamamının istila eden *Tuta absoluta*'nın ana zararlı haline gelmesiyle, domates yetiştiriciliğinde biyolojik mücadeleye bakış yeniden revize edilmiştir. Bu yıllardan sonra örtüaltı domates yetiştiriciliğinde biyolojik mücadelede, hem domates güvesinin yumurta ve larva dönemleri ile hem de Beyazsineğin yumurta, larva ve pupa dönemleri ile beslenebilen *N. tenuis*'un kullanılması ön plana çıkmıştır (Calvo ve ark., 2012; Yücel ve ark., 2013)

Başlangıçta *N. tenuis* serada bitkiler dikildikten sonra salınmakta iken, sonraları, özellikle avcının popülasyon yoğunluğunu arttırmada yaşadığı gecikme nedeni ile farklı bir salım yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen yeni yöntemde Miridae familyasının fitofag karakter göstermesi prensibinden yararlanılmıştır. Bu yöntemde, fidelikte tül ile kapatılmış domates fidelerine, *N. tenuis* salımı yapılmakta ve *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtaları ile beslenen bireyler yaklaşık bir hafta burada tutulmaktadır (Calvo ve ark., 2012). Küçük bir hacimde salınan böceklerin bütün fidelere ulaşması ve yumurtalarını bırakması, sera gibi geniş bir ortamda böceklerin bitkiye ulaşmalarından daha kolay ve etkin olmaktadır (Topakcı ve Keçeci, 2017).

## ***Nesidiocoris tenuis*'in fitofag beslenme karakteri**

*Nesidiocoris tenuis* çeşitli ekosistemlerde, çeşitli bitkilerle bulunur (Alomar ve Albajes, 1999; Perdakis ve Lykouressis, 2004) ve bazı sera bitkileri de dahil olmak üzere geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir (Sanchez ve ark., 2008). *Nesidiocoris tenuis* çeşitli kültür bitkilerinde ve yabancı otlarda görülebilmesine rağmen, avcının avını avlamaya adapte olduğu yapışkan ve viskoz sıvılar üreten glandüler trikomlara sahip bitkileri (Solanaceae familyasından *Solanum lycopersicum* L., *Capsicum annuum* L., *Nicotiana tabacum* L., *Solanum melongena* L., *Solanum tuberosum* L. ve *Solanum nigrum* L., Cucurbitaceae familyasından *Cucurbita pepo* L., *Cucumis melo* L. ve *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl., Asteraceae familyasından *Gerbera* spp., *Dittrichia viscosa* L. ve Pedaliaceae familyasından *Sesamum indicum* L.) tercih etmektedir (Nucifora ve Calabretta, 1986; Pérez-Hedo ve Urbaneja, 2015; Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

Yapılan başka bir çalışmada incelenmiş 32 adet bitki familyasından yalnızca yedisinde (Compositae, Solanaceae, Verbenaceae, Scrophulariaceae, Polemoniaceae, Cucurbitaceae ve Onagraceae) *N. tenuis*'in yaşayabileceği bildirilmiştir. Ancak domates ve tütün gibi Solanaceae familyası bitkilerinin avcı tarafından diğer bitkilerden daha fazla tercih edildiği ve Verbenaceae familyası bitkilerinin ise kendi aralarında karşılaştırıldığında türlerin hemen hemen aynı sayıda birey bulundurması sebebiyle ikinci sırada yer aldığı belirtilmiştir. Ek olarak mirid avcının beslendiği ve dölünü devam ettirebildiği bitkiler primer konukçu olarak kabul edilirken, böceğin üreme amaçlı kullanmadığı patlıcan (*Solanum melongena*), karpuz (*Citrullus vulgaris*), tatlı kavun (*Cucumis melo*) ve hıyar (*Cucumis sativa*) gibi bitkiler sekonder konukçu olarak kabul edilmiştir (El-Dessouki ve ark., 1976).

*Nesidiocoris tenuis*'in farklı sinonim isimlere sahip olduğu bildirilmektedir. Bu isimler arasında *Cyrtopeltis crassicornis* Distant, *Cyrtopeltis ebaeus* Odhiambo (1961), *Cyrtopeltis javanus* Poppius (1914), *Cyrtopeltis tenuis* Reuter (1895), *Dicyphus nocivus* Fulmek (1925), *Dicyphus persimilis* Poppius (1910), *Dicyphus tamaricis* Puton (1886), *Engytatus tenuis*, *Engytatus volucer* (Kirkaldy), *Gallobelicus crassicornis* Distant (1904), *Nesidiocoris tenuis* Kerzhner (1988) ve *Nesidiocoris volucer* Kirkaldy (1902) bulunmaktadır (Adeleye ve Seal, 2020; CABI, 2020). Dahası 2000'li yıllara kadar birçok yayında *N. tenuis*'in domates ve biber gibi sera bitkileri ile doğrudan beslenerek ürüne zarar verebileceği göz önünde bulundurularak zararlı böcek olarak sınıflandırılmıştır (Schuh ve Slater, 1995; Yasunaga, 2000; Wheeler, 2000a; Wheeler, 2001; Kim ve ark., 2016). Bu yıllara kadar bu türle yapılmış yayınların çok fazla bulunmadığı da bildirilmektedir (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016). Sonraki yıllarda, özellikle Domates güvesi'nin Avrupa'ya girmesinden sonra, zoofitofag olan bu türe ilgi artmış, birçok ülkede *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) gibi başlıca sera zararlıları ile biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (Wheeler, 2001; Sanchez ve ark., 2008; Wheeler, 2000b; Calvo ve ark., 2012; Urbaneja ve ark., 2012; Lins Jr ve ark., 2014; Kim ve ark., 2016; Keçeci ve Öztop, 2017; Topakcı ve Keçeci, 2017).

Floemden beslendiği bilinen *Nesidiocoris tenuis*'in fitofag alışkanlıkları, bitki dokularında lezyonlara neden olabilmektedir. Çünkü *N. tenuis*, beslenmeye başlamadan önce bitki dokusuna birçok kez stiletini batırmakta ve sonrasında vasküler dokulardan

beslenmektedir. Bu da gövde ve yaprak sapları çevresinde nekrotik halkalar olarak bilinen kahverengi bir renk değişikliğine neden olmakta, ardından çiçek saplarının kurumaması, çiçek dökülmesi ve meyvelerde beyazımsı haleler ve sonuçta belirli koşullar altında bitkide kayıplar meydana gelmektedir (Sanchez, 2009; Arno ve ark., 2010). *Nesidiocoris tenuis*'in domateste ürün kaybına neden olduğuna dair birçok referans bulunmaktadır. Bununla birlikte *N. tenuis*, kavun, susam, tütün, tatlı biber, su kabağı, bazı kabakgiller ve bazı süs bitkilerinde zarara neden olabilmektedir (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

Yapılan bir çalışmada mirid böceğinin beslenmesi sonucunda nimf ve erginlerinin domates bitkisinin gövdesinde, yaprak saplarında, yaprak damarlarında, büyüme noktalarında kahverengi halkalara neden olduğu ve bu halkaların sayısının böcek sayısındaki artış ile birlikte arttığı belirlenmiştir. Kahverengimsi lekeler şeklinde görülen deliklerin yeni büyüyen bitki parçalarında daha sık görüldüğü ve solgunluk belirtilerine neden olduğu belirtilmiştir. Yapılan incelemelerde bu kahverengimsi lekelerin beslenme sırasında az ya da çok genişleyerek gövdeyi veya yaprak sapını çevreleyen halkalara dönüştüğü ifade edilmektedir. Ayrıca hem tarlada hem de de laboratuvarında gözlemlenen bitki kısımlarının az ya da çok kırılma olduğu ve kolaylıkla kırılabilen kortikal dokular içerdiği bildirilmiştir. Çalışmada *N. tenuis* nimf ve erginlerinin daha önce istila edilen yerlerden beslenmeyi tercih etmesi nedeniyle, bu durumun yaprakların kıvrılmasına, büzülmesine ve şeklinin bozulmasına neden olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla bu miridlerin beslenmesi sonucu bitkide meydana gelen yaralanma şekilleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. *Nesidiocoris tenuis* beslenme yerini seçtiğinde, ağız parçalarıyla bitkinin çeşitli yerlerinde bitki öz suyunu emebilmek için delikler açar ve böylece dokuları ve hücreleri

yırtmaktadır. Domates bitkisi, bu yaralanmalara beslenme yerinde mantarimsı hücreler açarak tepki vermektedir. Bu nedenle gövdede, yaprakların saplarında ve orta damarlarında kahverengimsi halkalar meydana gelmektedir.

2. Asıl önemli yaralanma, deliklerin bulunduğu yerde enjekte edilerek komşu hücrelere yayılan tükürük sıvısının etkisinden kaynaklanmaktadır. Böceğin tükürük sıvısı, delik açıldıktan sonra dokulara nüfuz eden havaya maruz kaldıktan sonra özsu içeriğinin oksitlenmesine neden olmaktadır.
3. Çöken bölgeler yaprak yüzeyinin çeşitli yerlerinde büzülmelere ve dolayısıyla yaprağın buruşuk görünmesine neden olmaktadır.

Kahverengi halkaların olduğu gövde ve yaprak saplarından alınan ince kesitlerin mikroskopik incelemesi dokuların bariz bir şekilde tahrip edildiğini göstermiştir. Hücre duvarının çoğu hücrede hasar almış halde bulunması, böceğin hücre içi sıvıyı hortumuyla emdiğini göstermektedir. Böcek hortumuyla epidermis hücrelerini parçalamakta ve diğer dokulara göre daha fazla hasar alan korteks dokusunun içine göndermekte, daha sonra endodermal tabakayı ve ksilem ile floemin bazı doku hücrelerini parçalayacak şekilde uzatmaktadır (El- Dessouki ve ark., 1976). Ayrıca bu çalışmada domates bitkisinin gövde ve yaprak saplarından böceğin kahverengi halka oluşturduğu bölgelerden ve kontrol bölgelerinden alınan örneklerin kimyasal analizleri, protein ve sakkarit içerikleri gibi özsu karakterlerindeki değişiklikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak böcek ile bulaşık bölgelerdeki toplam sakkarit yüzdesinin (%5.7) kontrol bölgelerindeki toplam sakkarit yüzdesinden (%6.3) daha düşük olduğu, benzer şekilde zarar görmüş bölgelerdeki toplam disakkarit yüzdesinin (%3.2) kontrol bölgelerindeki toplam disakkarit yüzdesinden (%4.1) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bulaşık

bölgelerdeki indirgenmiş sakkaritlerin yüzdesinin (%2.4) kontrol bölgelerindeki indirgenmiş sakkaritlerin yüzdesinden (%2.0) biraz daha yüksek olduğu ve bu durumun nedeninin böceğin tükürüğünün bazı disakkaritleri indirgenmiş disakkaritlere dönüştüren etkisi ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Toplam sakkarit ve disakkaritlerin aksine böcek ile bulaşık bölgelerdeki protein yüzdesinin (%13.1) kontrol bitkilerindeki protein yüzdesinden (%9.6) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (El- Dessouki ve ark., 1976). Başka bir çalışmada ise, *N. tenuis*'in yaraladığı dokuların sağlıklı dokularla karşılaştırıldığında, ilkinin toplam protein içeriğinde %34'lük bir azalma olduğu bulunmuştur (Raman ve Sanjayan,1984).

*Nesidiocoris tenuis*'in beslenmesinde karbonhidratların etkisini görmek üzere yapılan yapılan başka bir çalışmada; *N. tenuis* nimf ve erginlerine sadece su, su ve *E. kuehniella* yumurtası ve 0.5 M ve 1 M sakkaroz sunulmuştur. Çalışma sonucunda yalnızca *E. kuehniella* yumurtaları varlığında *N. tenuis* niflerinin %55.6'sının ergin döneme ulaşabildiği, 0.5 M ve 1 M eppendorf tüplerde sağlanan sakkaroz varlığında ise nimflerin hayatta kalma oranlarında önemli bir artış olduğu ve ayrıca sakkaroz konsantrasyonları arasında da anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Nimflere *E. kuehniella* yumurtaları sağlanmadığında, yani sadece suya ulaşabilmeleri durumunda ise gelişimlerini tamamlayamadıkları bildirilmiştir. Aksine nimflerin sakkaroz solüsyonları ile beslenmeleri durumunda konsantrasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmasa da 0.5 M ve 1 M konsantrasyonlarda sırasıyla %41.2 ve %17.6 oranında ergin döneme ulaştıkları ifade edilmiştir. Nimflerin gelişim süreleri karşılaştırıldığında ise sakkaroz konsantrasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmasa da sadece su ve *E. kuehniella* yumurtasına ulaşmalarının olduğu durumlara göre kısalmıştır. Erginlerin tibia uzunluklarının ise yine konsantrasyonlara göre anlamlı bir değişiklik



göstermemiş olsa da sadece su ve *E. kuehniella* yumurtası ile beslenen erginlerden daha kısa gelişme süreleri belirlenmiştir. Av tüketimine bakıldığında sakkarozla erişimi olan nimflerin su ile beslenenlere oranla daha az yumurta tükettiği gözlemlenmiş, ek olarak 1 M sakkaroz ile beslenenler 0.5 M sakkaroz ile beslenenlere göre istatistiksel olarak önemli şekilde daha fazla yumurta tükettiği belirlenmiştir (Urbaneja-Bernat ve ark., 2013).

### ***Nesidiocoris tenuis*'in zoofag beslenme karakteri**

Zoofitofag karaktere sahip *N. tenuis* için avın yoğun olduğu durumlarda zoofaji artmaktadır. Bu durum avcının bitki ile beslenmesini (Sanchez, 2009; Arno ve ark. 2010) ve dolayısıyla bitkiye verilen zararın yoğunluğu azalmaktadır (Arno ve ark., 2010; Calvo ve ark., 2009). Avcı böceğin zoofitofajisinin incelendiği bir çalışma sonucunda *N. tenuis* bireylerinin domates bitkileri veya Beyaz sinekler ile beslenmesi arasında negatif bir ilişki olduğu anlaşılmıştır. Bitki ile beslenmenin avcı böcek yoğunluğu ve sıcaklık ile doğru orantılı, Beyazsinek yoğunluğu ile ters orantılı bir şekilde değiştiği belirtilmiş ve düşük av yoğunluğunun avcı böceğin bitki ile beslenmesinde neden olduğu artış, avın azalmasına bağlı olarak zoofajiden fitofajiye geçiş olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca *N. tenuis* popülasyonu avın yoğunluğundaki değişim ile ilişkili olarak tipik avcı dinamiği gösterdiği, yani seradaki *N. tenuis* popülasyonu Beyazsinek popülasyonunun artışına bağlı olarak arttığı ve Beyazsinek popülasyonunun azalması ile beraber avcının popülasyonunun da gerilediği belirtilmiştir. Bu durum, domates bitkisinin beyazsineklere göre daha zayıf bir besin kaynağı olabileceğini düşündürmüştür (Sanchez, 2008).

*Nesidiocoris tenuis*'in, bitki ile beslenmek zorunda kalmadan da gelişebildiği (De Puysseleyn ve ark., 2013), ancak av ile beslenmeden

gelişmesini tamamlayamadığı belirtilmiştir (Urbaneja-Bernat ve ark., 2013; Urbaneja ve ark., 2005). Urbaneja ve ark. (2005), *N. tenuis*'in av olmadan tatlı biber, patlıcan ve domates üzerinde tamamen gelişemediğini, ayrıca domatesin en uygun bitkisel besin olduğunu ve 3. dönem nimflerin üçte bir oranında hayatta kalmasını sağladığını, patlıcanın bu böcek için bir ara konukçu olduğunu ve nimflerin üçte birini ikinci evreye kadar hayatta tutabildiğini, tatlı biberin ise en az uygun olan konukçu olduğunu ve nimflerin yalnızca %10'unun birinci dönemde hayatta kalabilmesini sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca avın mevcut olduğu durumlarda *N. tenuis*'in biyolojik parametreleri, beslendiği konukçu bitkiye bağlı olarak değiştiği ortaya konulmuştur. Bu mirid, *E. kuehniella* yumurtaları ile beslendiğinde tatlı biber, patlıcan ve domates konukçu bitkileri üzerinde gelişmesini tamamlayabilmiştir. Ancak bu türün en düşük hayatta kalma oranı biberde(%64.3 görülürken, patlıcan ve domateste sırasıyla %73.7 ve %72.7 olarak belirlenmiştir. Ek olarak, tatlı biberde nimf gelişim süresi (14.3 gün), patlıcan (12.6 gün) veya domatesten (12.9 gün) daha uzun olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre *N. tenuis*'in av ile beslenmesinin diyeti için oldukça önemli olduğu çıkarımı yapılmaktadır (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

Çoğu mirid avcıya benzeyen bu böcek, yüksek derecede polifag davranış sergilemekte ve birçok farklı zararlı türüyle beslenebilmektedir (Urbaneja ve ark., 2003; 2005). Bu türün av ile beslenmeden yaşam döngüsünü tamamlayamaması sebebiyle avın mevcudiyeti çok önemlidir (Urbaneja ve ark., 2005). Av çeşitleri arasında farklı türlerde tripsler, yaprakpireleri, yaprakbitleri, kırmızı örümcekler ve lepidopter larvaları bulunmaktadır (Urbaneja ve Jacas, 2008). *Nesidiocoris tenuis*'in beslendiği ava bağlı olarak biyolojik parametreleri farklılık gösterebilmektedir. Urbaneja ve ark. (2003) ergin olmak için gereken sürenin av türlerine göre değiştiğini

belirlemiştir. Çalışma sonuçlarına göre *N. tenuis* iki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ile beslenmesi durumunda ilk nimf döneminden ergin olana kadar geçen sürenin, Çiçek thripsisi *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) ile beslenmesi durumunda olduğundan daha uzun ve bu sürenin Beyaz sinek *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera, Aleyrodidae) ve *E. kuehniella* yumurtaları ile beslenmesi durumunda olduğundan daha uzun olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte *N. tenuis*, *E. kuehniella* yumurtalarıyla beslendiğinde hayatta kalma oranı en yüksek değere ulaşmıştır. Sonuç olarak *N. tenuis*'in avını yakalamak için kullandığı enerjinin artmasının hayatta kalma oranının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

Avın hareketliliğinin yanı sıra temel belirleyicinin avın besin kalitesi ve *N. tenuis*'in beslenme gereksinimlerini nasıl karşıladığıdır. Çünkü avcının gelişme dönemini tamamlayabilmesi ve maksimum üreme potansiyelini gerçekleştirmesi için yeterli beslenme şarttır (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016). Molla ve ark. (2014), *N. tenuis* laboratuvar koşullarında *T. absoluta* ve *E. kuehniella* yumurtaları ile ayrı ayrı beslendiğinde başarılı bir şekilde gelişip çoğalabilmesine rağmen, *E. kuehniella* yumurtaları ile beslendiğinde biyolojik parametrelerinin çok daha iyi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yine aynı çalışma sonucunda *N. tenuis*'in tarladaki belirli bir avın sunduğu optimal olmayan beslenmeyi domates bitkisi dokusuyla da beslenerek telafi edebileceği öne sürülmüştür. Bununla birlikte *N. tenuis*'in yüksek polifajisi nedeniyle, tarla koşullarında iki veya daha fazla avın varlığının birbirini tamamlayıcı olabileceği ve dolayısıyla avcı popülasyonunda artışın gözlemlenmesi ile sonuçlanabileceği bildirilmektedir (Perez-Hedo ve Urbaneja, 2016).

## Sonuç

Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamaları, Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de artmaktadır. Zoofitofag bir böcek olan *N. tenuis* birçok bitkide bulunabilmesine rağmen, domates yetiştiriciliğinde biyolojik mücadelee amacıyla kullanımı ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte özellikle avının olmadığı durumlarda bitkide neden olduğu zararlarda göz ardı edilemeyecek seviyelere ulaşabilmektedir. Bu nedenle faydalı böcek olarak kullanımı sırasında, av-avcı yoğunluğu parametrelerinin dikkate alınması son derece önemlidir.

## KAYNAKLAR

Adeleye, V. O., & Seal, D. R. (2020). *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Insecta: Hemiptera: Miridae). Publication Number: EENY-766. [https://entnemdept.ufl.edu/Creatures/FIELD/Nesidiocoris\\_tenuis.html](https://entnemdept.ufl.edu/Creatures/FIELD/Nesidiocoris_tenuis.html) (Erişim tarihi: 14.10.2023).

Albajes, R., & Alomar, O. (1999). Current and potential use of polyphagous predators, pp. 265-275. In: *Integrated pest and disease management in greenhouse crops* (Albajes R., Gullino M. L., van Lenteren J. C., Elad Y., Eds).- Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Arnó, J., Castañé, C., Riudavets, J., & Gabarra, R. (2010). Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis* (Reuter)(Hemiptera: Miridae). *Bulletin of entomological research*, 100(1), 105-115.

Beitia, F. J., Asís, J. D., De-Pedro, L., Goula, M., & Tormos, J. (2016). Importance of feeding behaviour on life cycle in the zoophytophagous bug *Dicyphus geniculatus*. *Bulletin of Insectology*, 69(2), 173-180.

CABI (2020). Invasive species compendium: *Nesidiocoris tenuis* (tomato bug) (Erişim tarihi: 14.10.2023).

Calvo, J., Bolckmans, K., Stansly, P. A., & Urbaneja, A. (2009). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl*, 54(2), 237-246.

Calvo F.J., Bolckmans, K., & Belda, J.E. (2012). Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. *BioControl*, 57, 809-817.

Castañé, C., Alomar, O., & Riudavets, J. (2000). *Dicyphus tamaninii* in the biological control of cucumber pests. *Bulletin OILB/SROP*, 23(1), 253-256.

De Puyssseleyr, V., De Man, S., Höfte, M., & De Clercq, P. (2013). Plantless rearing of the zoophytophagous bug *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl*, 58, 205-213.

El-Dessouki, S. A., El-Kifl, A. H., & Helal, H. A. (1976). Life cycle, host plants and symptoms of damage of the tomato bug, *Nesidiocoris tenuis* Reut.(Hemiptera: Miridae), in Egypt. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 83(4), 204-220.

Keçeci, M., & Öztop, A. (2017). Possibilities for biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the western Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(2), 219-230.

Kerzhner, I. M. & Josifov, M. (1999). Cimicomorpha II. Miridae. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Vol. 3. Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp. 1-577

Kılıç, T., (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244.

Kim, J. G., Lee, W. H., Yu, Y. M., Yasunaga-Aoki, C., & Jung, S. H. (2016). Lifecycle, biology, and descriptions of greenhouse biological control agent, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 61(2), 313-318.

Lins, Jr J. C., Loon, J. J. A., Bueno, V. H. P., Barbosa, D., Dicke, M., & Lenteren, J. C. (2014). Response of the zoophytophagous predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* to volatiles of uninfested plants and to plants infested by prey or conspecifics. *Biocontrol*, 59(6), 707–718.

Mollá, O., Biondi, A., Alonso-Valiente, M., & Urbaneja A. (2014). A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. *BioControl*, 59, 175–183.

Moreira, F. F. F., Rodrigues, H. D. D., Sites, R. W., Cordeiro, I. D. R. S., & Magalhães, O. M. (2018). Order Hemiptera. In *Thorpe and Covich's Freshwater invertebrates* (pp. 175-216). Academic Press.

Nucifora A., & Calabretta, C. (1986) Advances in integrated control of gerbera protected crops. *Acta Horticulturae*, 176, 191–197.

Perdikis, D. C. & Lykouressis, D. P. (2004). *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. *Journal of Economic Entomology*, 97, 1291–1298.

Perez-Hedo M., & Urbaneja A., (2015). Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. *Journal of Pest Science*, 88, 65–73.

Perez-Hedo, M., & Urbaneja, A., (2016). The zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*: A successful but controversial biocontrol agent in tomato crops. pp. 121-138. A.R. Horowitz, I. Ishaaya (eds.), *Advances in Insect Control and Resistance Management*, Springer International Publishing Switzerland. 339 pages.

Raman, K., Sanjayan, K.P. (1984). Histology and histopathology of the feeding lesions by *Cyrtopeltis tenuis* Reut (Hemiptera, Miridae) on *Lycopersicon esculentum* Mill (Solanaceae). *Proceedings: Animal Sciences*, 93(6), 543–547.

Sanchez, J. A., (2008). Zoophytophagy in the plantbug *Nesidiocoris tenuis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 10, 75–80.

Sanchez J.A., (2009). Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control*, 51(3), 493-498

Sanchez, J. A., Lacasa, A., Arnó, J., Castañé C., & Alomar, O. (2008). Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. *Journal of Applied Entomology*, 133(2), 125-132.

Schuh, R. T., & Slater, J. A. (1995). True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History. Cornell University Press, Ithaca and London, pp. 1–336.

Showmaker, K.C., Bednářová, A., Gresham, C., Hsu, C.Y., Peterson, D.G., & Krishnan, N. (2016). Insight into the Salivary Gland Transcriptome of *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois). *PLoS One*. 20;11(1):e0147197.

Sweet, M. H., (1979). On the original feeding habits of the Hemiptera (Insecta). *Annals of the Entomological Society of America*, 72, 575-579.

Tingey, W. M., & Pillemer, E. A. (1977). *Lygus* bugs: crop resistance and physiological nature of feeding injury. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 23, 277-287.



Topakcı, N., & Keçeci, M. (2017). Türkiye’de örtüaltında zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamalarının gelişimi: Araştırmadan pratiğe Antalya örneği. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(2), 161-174.

Urbaneja A, & Jacas J.A. (2008). Control biológico de plagas agrícolas. *Phytoma España*, Valencia

Urbaneja, A., Tapia, G., Fernández, E., Sánchez, E., Contreras, J., & Bielza, P. (2003). Influence of the prey on the biology of *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae). *IOBC/WPRS. Bulletin*, 26,159.

Urbaneja, A., Tapia, G., & Stansly, P. (2005). Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 15(5), 513-518.

Urbaneja, A., Cabrera, J. G., Arnó. J. & Gabarra, R. (2012). Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Management Science*, 68(9), 1215-1222.

Urbaneja-Bernat, P., Alonso, M., Tena, A., Bolckmans, K., & Urbaneja, A. (2013). Sugar as nutritional supplement for the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl*, 58,57–64.

Wheeler, A. G. Jr. (2000a). Plant bugs (Miridae) as plant pests. In “Heteroptera of Economic importance”, ed. by C. W. Schaefer and A. R. Panizzi, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 37–83.

Wheeler, A. G. Jr. (2000b). Predacious plant bugs (Miridae). In “Heteroptera of Economic importance”, ed. by C. W. Schaefer and A. R. Panizzi, CRC Press, Orlando, Florida, pp. 657–693.

Wheeler, A. G. Jr. (2001). Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae): pests, predators, opportunists. Cornell University Press, Ithaca, New York, pp. 1–507.

Yasunaga, T. (2000). An annotated list and descriptions of new taxa of the plant bug subfamily Bryocorinae in Japan (Heteroptera: Miridae). *Biogeography*, 2, 93–102.

Yucel, S., Kececi, M., Yurtmen, M., Yildiz, R. C., Ozarslandan, A., & Can, C. (2013). Integrated Pest Management of Protected Vegetable Cultivation in Turkey. In: Balkaya A (Ed) Vegetable science and biotechnology in Turkey. ISBN 978-4-903313-93-1, *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 7 (Special Issue).