

Teoriden pratięe zararlılarla biyolojik mücadele

Neşet KILINÇER¹, Abdurrahman YİĞİT², Cengiz KAZAK³,
M. Kubilay ER⁴, Alican KURTULUŞ³, Nedim UYGUN³

Biological control of pests from theory to practice

Abstract: Biological control, based on natural suppression mechanisms on populations, is a pest management technique with almost no adverse effects. General characteristics of parasitoids, predator insects, predator mites and entomopathogens, and possibilities of using them as biological control agents are reviewed in this article.

Key-words: Biological control, parasitoids, predators, entomopathogens

Özet: Biyolojik mücadele, doğanın kendi baskı mekanizmalarından yararlanılarak geliştirilmiş ve olumsuz etkileri yok denecek kadar az olan bir mücadele yöntemidir. Bu makalede, biyolojik mücadele etmeni olarak parazitoitler, predatör böcek, predatör akarlar ve entomopatojenlerin genel özellikleri ile bunların biyolojik mücadelede kullanılma olanaklarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Anahtar sözcükler: Biyolojik mücadele, parazitoidler, predatörler, entomopatojenler

Giriş

Kültür bitkilerinde kalite ve kantite yönünden ürün kaybına neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot türü bulunmaktadır. Bu kayıpları önlemek için tür bazında değişik mücadele yöntemleri geliştirilmiştir. Biyolojik mücadele bunlardan biri olup, sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun, çevreye, insan ve hayvan sağlığına duyarlı bir mücadele yöntemidir. Bu yöntemin ana unsurları zararlıların mücadelesinde kullanılan parazitoitler, predatörler ve entomopatojenlerdir. Bu makalede biyolojik mücadele etmenlerinin genel özellikleri, av ve konukçular ile olan ilişkileri, biyolojik mücadelede kullanılma olanakları vb. konulardan söz edilecektir.

1 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara

2 Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

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

4 Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

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

Alınış (Received): 11.02.2010 Kabul ediliş (Accepted): 15.07.2010

Parazitoitler ve biyolojik mücadele

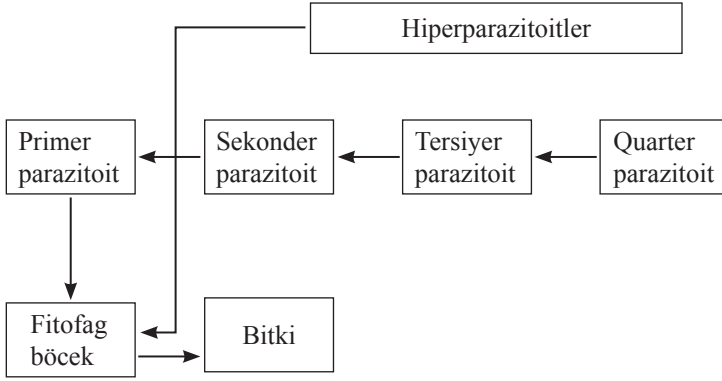
gelişimini bir başka canlının üzerinde veya içinde gerçekleştiren ve bu sırada da konukçusuna zarar veren veya öldüren organizmalara parazit (asalak) adı verilmektedir. Özellikle tıp ve veterinerlik alanlarında parazit bu geniş anlamıyla kullanılmaktadır. Bit, pire, tahtakurusu gibi, beslendiği konukçusuna zarar veren ancak ölümüne neden olmayan canlılar da parazit (asalak) kapsamında ele alınmaktadır. Oysa Entomoloji alanında parazit organizma gelişimini tamamladıktan sonra konukçusunun ölümüne neden olmaktadır. Bu temel ayrım nedeni ile 1970'li yıllardan itibaren entomoloji alanında parazitoit terimi kullanılmaya başlanmıştır. Tüm gelişimini konukçunun içinde veya üzerinde gerçekleştiren ve bu süreçte konukçusunun ölümüne neden olan organizmalara parazitoit adı verilmektedir. Parazitoitler gelişme açısından konukçularına mutlak bağımlıdır. Parazitoitlerin biyolojik mücadelede kullanımı ve önemi konusuna girmeden önce, bazı temel bilgilerin ve bu organizmaların bazı özelliklerinin verilmesi yararlı olacaktır.

Parazitoitler gelişme ve yaşam şekillerine göre değişik tiplere ayrılabilirler

Ektoparazitoitler (dış parazitoitler): Bu tür parazitoitler yumurtalarını konukçunun üzerine veya yakınına bırakırlar. Çıkan larvalar konukçu üzerinde beslenirler. Gelişmelerini tamamlayan larvalar konukçu kadavrası civarında pupa olurlar. Ektoparazitoitlerde dişiler konukçu üzerine yumurtalarını koymadan önce konukçusunu sokarak paralyze ederler.

Endoparazitoitler (iç parazitoitler): Bu parazitoitler yumurtalarını (bazı parazitoitler larvalarını) konukçularının içine veya üzerine bırakırlar. Çıkan larvalar konukçunun içinde beslenerek gelişmelerini tamamlarlar. Endoparazitoitler larval gelişimlerini tamamladıktan sonra pupa olurlar ve konukçularını ergin olarak terk ederler. Bazı endoparazitoitler ise larval gelişimlerini tamamladıktan sonra konukçularını terk ederler ve konukçu kadavrasının dışında ve yakınında pupa olurlar.

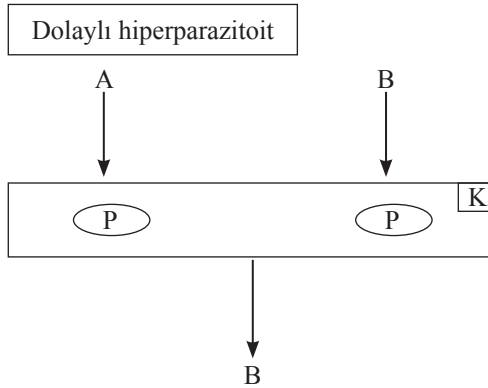
- **Primer parazitoit:** Parazitoit olmayan bir konukçu üzerinde veya içinde gelişen parazitoittir. Konukçuları fitofag, saprofag, caprofag ve avcı böcekler (predatör) olabilir.
- **Hiperparazitoit:** Diğer bir parazitoit üzerinde veya içinde gelişen parazitoittir (Şekil 1).



Şekil 1. Hiperparazitoidin şematik görünümü.

Figure 1. Schematic view of hyperparasitoids.

- **Dolaylı hiperparazitoit:** Yumurtasını parazitlenmiş veya parazitlenmemiş fitofag konukçunun (K) içine veya üzerine bırakan gelişimi esnasında konukçunun primer parazitoitinin (A) gelişimini engelleyen hiperparazitoittir (B) (Şekil 2).



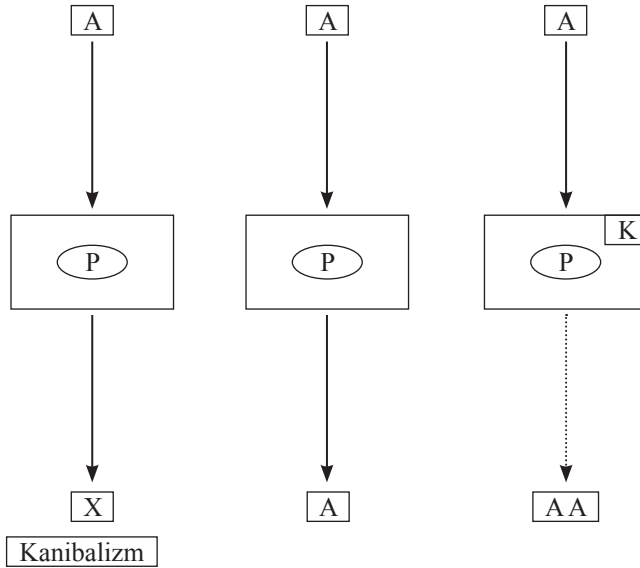
Şekil 2. Dolaylı hiperparazitoidin şematik görünümü.

Figure 2. Schematic view of indirect hyperparasitoids.

- **Adelfoparazitoit:** Bu parazitoidlere heteronom hiperparazitoidler veya oto-parazitoidler de denilmektedir. Genellikle bazı kabuklubit, koşnil ve beyaz-sinek parazitoidlerin de bu durum görülmektedir. Parazitoit dişi konukçularını parazitleyerek bunlara dişi bireyler verecek yumurtalar koymaktadır. Daha sonra konukçu içindeki kendi bireylerinin bazılarını bir hiperparazitoid gibi parazitlemektedirler. Ancak, bunlardan sadece erkek bireyler çıkmaktadır (Şekil 3).

Parazitizm şekilleri

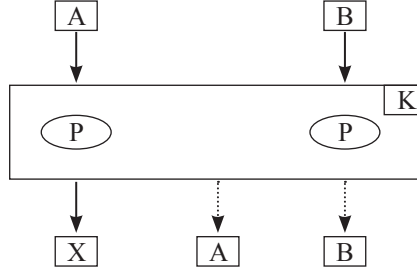
- **Soliter parazitizm:** Konukçuya bir tek yumurta bırakılır ve bu konukçuda bir parazitoit gelişimini tamamlayabilir.
- **Gregar parazitizm:** Bir konukçu içinde veya üzerinde birden çok parazitoit gelişimini birbirine zarar vermeden tamamlayabilir.
- **Poliembrionik parazitizm:** Parazitoit konukçusunun içine bir yumurta bırakır. Bu yumurtadan birçok birey meydana gelir ve gelişmelerini tamamlayabilirler. Örnek olarak *Litomastix truncatellus* (Dalman) verilebilir.
- **Süperparazitizm:** Genel olarak bir konukçunun aynı türün bireyleri tarafından birden fazla parazitlenmesi ve konukçunun besleyebileceğinden daha fazla bireyin oluşmasıdır (Şekil 4.). Soliter parazitoitlerde konukçuda bir tek birey gelişebileceği için (A), diğer bireyler kanibalizm yoluyla elimine edilirler (X). Nadiren küçük iki birey gelişebilir (AA). Bazen de birbirlerine zarar vermeleri sonucu bütün bireyler de ölebilir.



Şekil 5. Süperparazitizmin şematik görünümü.

Figure 5. Schematic view of superparasitism.

- **Multiparazitizm** Konukçunun farklı türler tarafından (A ve B) parazitlenmesidir (Şekil 5). Soliter parazitoitlerde türlerden birisi kanibalizm yoluyla elimine edilir (X). Bazen de birbirlerine zarar vermeleri nedeniyle larvaların tümü de ölebilir.



Şekil 6. Multiparazitizm şematik görünümü.

Figure 6. Schematic view of multiparasitism.

Çizelge 1. Konukçunun parazitlenme ve parazitoitin çıkış dönemine göre parazitoitler.

Table 1. Parasitoids according to the period of parasitisation of their hosts and emergence of the parasitoid.

Parazitoit	Parazitlenme dönemi	Çıkış dönemi
Yumurta	Yumurta	Yumurta
Larva	Larva	Larva
Pupa	Pupa	Pupa
Ergin	Ergin	Ergin
Yumurta-Larva	Yumurta	Larva
Yumurta-Pupa	Yumurta	Pupa
Larva-Pupa	Larva	Pupa

Parazitoitlerin üreme şekilleri

Parazitoitlerde döllemlili ve döllemsiz (partenogenetik) üreme şekilleri görülebilmektedir. Partenogenetik üremede iki tip görülebilmektedir.

- **Arhenotoki:** Döllemlili yumurtalardan dişilerin, döllemsiz yumurtalardan da erkeklerin meydana gelmesidir. Yumurtanın döllemenmesini veya döllememesini etkileyen pek çok faktör vardır.
- **Thelytoki:** Döllemsiz yumurtalardan dişilerin, döllemlili yumurtalardan da erkek bireylerin meydana gelmesidir. Türün devamı için erkek bireylere gereksinim yoktur. Bazı türlerde erkeklere nadiren rastlanır veya hiç görülmez.
- **Proovigenik:** Ergin çıktığında yumurtalığındaki yumurtaların tümü gelişmiştir.
- **Sinovigenik:** Dişinin yumurtaları yaşamı boyunca belirli aralıklarla gelişmektedir.

Döl sayılarına göre parazitoitler

- **Univoltin:** Yılda bir döl verenler.
- **Bivoltin:** Yılda iki döl verenler.
- **Multivoltin:** Yılda iki dölden fazla döl verenler.

Parazitoitlerde diyapoz

Parazitoitlerin gelişimi konukçularıyla uyumludur. Konukçunun diyapoza girmesi durumunda parazitoitlerde diyapoza girerler. Diyapoz yumurta, larva ve pupa döneminde olabilir. Konukçunun diyapoza girişine neden olan etkenler ve buna bağlı hormonal değişimler parazitoitleri de etkilemektedir.

Savunma reaksiyonları

Parazitoit'lere karşı konukçu fiziksel ve fizyolojik savunma reaksiyonları gösterebilir.

Fiziksel savunma reaksiyonlarında başın ve abdomenin sallanması, vücuttan toksik yapışkan ve yakıcı sıvıların salgılanması şeklinde olabilir. Bu sıvılar bazı salgı bezlerinden salgılanabildiği gibi, refleks kanaması şeklinde de oluşabilmektedir. Ektoparazitoitler konukçularına yumurta koymadan önce sokarak paralyze ettikleri için konukçularının üzerine yumurta koymada herhangi bir sorun yaşamazlar. Fizyolojik karşı koyma reaksiyonları iç parazitoitlere karşı fagositleme, kapsülleme ve melanin oluşumu şeklinde ortaya çıkabilir. Ancak fizyolojik savunma reaksiyonları bazı durumlarda başarılıdır. Parazitoitler çoğu kez sahip oldukları bazı özellikler ve gösterdikleri engelleme reaksiyonları ile çoğu kez fizyolojik savunma reaksiyonlarını kolaylıkla aşabilirler. Bir parazitoitin konukçusunda kapsülleme yüksekse bu parazitoit doğada çok etkin olarak kullanılamaz. Örneğin *Anagyrus pseudococci* (Girault) konukçusu *Planococcus citri* (Risso)'yi yüksek düzeyde parazitlemesine rağmen, kapsüllemenin fazla olması nedeniyle ergin çıkışı düşük olmakta, bu durum doğada etkinliğinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Parazitoitlerin kitle üretimleri

Biyolojik mücadelede kullanılması düşünülen parazitoitlerin bir agroekosisteme yerleştirilmesi veya periyodik salımlar için büyük miktarlarda üretilmesi zorunlu hale gelebilir. Kitle üretiminin, kolay ve ucuz olması, biyolojik mücadelenin, kimyasal savaşımla rekabet edebilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle parazitoitler, üretimleri zor ve pahalı konukçuların yerine, kolay ve ucuz üretilen laboratuvar konukçuları üzerinde üretilirler. Örneğin *Trichogramma* türleri, laboratuvarla kolaylıkla üretilen *Ephesttia kuehniella* Zeller ve *Sitotroga cerealella* (Olivier) yumurtalarının da kolaylıkla ve büyük miktarlarda üretilmektedir. Pek çok larva ve pupa parazitoiti laboratuvarla yapay besinle kolaylıkla üretilen *Galleria mellonella* L. üzerinde üretilmektedir. Yine bugün Türkiye'de biyolojik mücadelede kullanılan *L. dactylopii* Howard'nin konukçusu *P. citri* turuncgiller yerine patates filizleri ve kabak üzerinde yetiştirilerek bunlar üzerinde parazitoit ucuz ve kolay bir şekilde üretilmektedir.

Parazitoitlerin konukçularını bulma yetenekleri

Parazitoitler, konukçularını arama ve bulmada olağanüstü yeteneklere sahiptir. Bu özellikleri onları zararlıları baskı altına almada ve biyolojik mücadele amacıyla kullanımda eşsiz bir araç haline getirmektedir.

Parazitoitler konukçularını, onların feromonlarını, vücutlarından salgıladıkları çeşitli kimyasal maddeleri, üzerinde beslendiği bitkilerin salgıladığı değişik kimyasal bileşikler veya gerek bitkilerin gerekse konukçuların yaşadığı ortamlarda bulunan çeşitli kimyasal bileşikler konukçunun beslenmesi sırasında zarar görmüş bitkilerden yayılan değişik kimyasal bileşikler kullanarak bulabilmektedirler. Genel olarak kairomon olarak isimlendirilen bu bileşikler laboratuvar ortamlarında kullanıldığında parazitlenme oranlarını önemli ölçüde artırmışlardır.

Parazitoitlerin biyolojik mücadelede kullanımları

Parazitoitler, konukçularını arama ve bulma yetenekleri ile doğada zararlıları baskı altına almada ve doğrudan savaşım amacıyla biyolojik mücadelede kullanımı açısından vazgeçilmez organizmalardır.

Parazitoitler genel olarak biyolojik mücadelenin temel yaklaşımları çerçevesinde.

- Ekosisteme yeni bir parazitoit yerleştirme,
- Ekosistemde mevcut bir parazitoit türünün, etkinliğini artırmak için koruma ve destekleme faaliyetlerini düzenleme,
- Ekosisteme yerleşememesi veya belirli dönemlerde zayıf popülasyonu nedeniyle etkinlik gösterememesi durumlarında periyodik salım yöntemleri ile kullanılırlar.

Dünyada biyolojik mücadelenin bilinçli olarak uygulanması 1870'li yıllara kadar uzanmaktadır. Ancak uygulamalar özellikle yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde yoğunlaşmıştır. Bu çerçevede Avrupa'da biyolojik mücadele açısından potansiyeli bulunan pek çok tür dünyanın çeşitli ülkelerine götürülmüş ve biyolojik mücadelede kullanılmıştır. Bu kapsamda kullanılan bazı parazitoit türleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Aynı şekilde dünyanın değişik ülkelerinde biyolojik mücadele açısından potansiyeli bulunan birçok parazitoit türü Avrupa'ya ithal edilerek değişik ülkelerde biyolojik mücadelede kullanılmıştır. Bu türler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Avrupa'dan değişik ülkelere götürülen ve biyolojik mücadelede kullanılan parazitoidler (Franz ve Krieg, 1982'den)

Table 2. Parasitoids taken from Europe to different countries and used for biological control (Franz and Krieg 1982).

Parazitoit	Kullanıldığı konukçu	Getirildiği ülke
<i>Cyzenis albicans</i> (Tachinidae)	<i>Operopthera brumata</i>	Doğu Kanada
<i>Angitia cerophaga</i> (Ichneumonidae)	<i>Plutella maculipennis</i> (Hyponomeutidae)	Java
<i>Apanteles solitarius</i> (Braconidae)	<i>Stilpnotia salicis</i> (Lymantridae)	Amerika, Kanada
<i>Apanteles glomeratus</i> (Braconidae)	<i>Pieris rapae</i> (Pieridae)	Yeni Zelanda
(Ichneumonidae)	(Tenthredinidae)	
<i>Pteromalus puparum</i> (Pteromalidae)	<i>Pieris rapae</i> (Pieridae)	Yeni Zelanda
<i>Mesoleius tenthredinis</i>	<i>Pristiphora erichsonii</i>	Kuzey Amerika
<i>Olesicampe benefactor</i> (Ichneumonidae)	<i>Pristiphora erichsonii</i> (Tenthredinidae)	Kuzey Amerika
<i>Collyria calcitrator</i> (Ichneumonidae)	<i>Cephus pygmaeus</i> (Cepidae)	Doğu Kanada
<i>Drino bohémica</i> (Tachinidae)	<i>Diprion hercyniae</i> (Diprionidae)	Doğu Kanada ve Amerika
<i>Allotropa ucilis</i> (Platygasteridae)	<i>Phenacoccus aceris</i> (Coccidae)	Kanada
<i>Opius ilicis</i> (Braconidae)	<i>Phytomiza ilicis</i> (Agromyzidae)	Kanada
<i>Epilampsis gemma</i> (Eulophidae)	<i>Phytomiza ilicis</i> (Agromyzidae)	Kanada
<i>Trioxys pallidus</i> (Aphidiidae)	<i>Chromaphis juglandis</i> (Aphidae)	Kaliforniya
<i>Tetrastichus julis</i> (Eulophidae)	<i>Oulema melanopus</i>	Orta ve Doğu Amerika

Çizelge 3. Değişik ülkelerden Avrupa'ya getirilen ve biyolojik mücadelede kullanılan parazitoitler (Franz ve Krieg, 1982'den).

Table 3. Parasitoids brought to Europe from different countries and used for biological control (Franz and Krieg, 1982).

Parazitoit	Kullanıldığı konukçu	Ülke
<i>Pseudaphycus malinus</i> (Encyrtidae)	<i>Pseudococcus comstoki</i> (Pseudococcidae)	Güney Rusya
<i>Coccophagus gurneyi</i> (Eulophidae)	<i>Pseudococcus gahani</i> (Pseudococcidae)	Güney Rusya
<i>Leptomastix dactylopii</i> (Encyrtidae)	<i>Pseudococcus citri</i> (Pseudococcidae)	Güney İtalya
<i>Prospaltella berlesei</i> (Eulophidae)	<i>Pseudolacaspis pentagona</i> (Diaspididae)	Güney Rusya ve Akdeniz ülkeleri
<i>Metaphycus helvolus</i> (Encyrtidae)	<i>Saissetia oleae</i> (Diaspididae)	Güney Yunanistan ve İtalya
<i>Aphytis melinus</i> (Eulophidae)	<i>Aonidiella aurantii</i> , <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Diaspididae)	Güney Yunanistan
<i>Aphytis lepidosaphes</i> (Eulophidae)	<i>Lepidosaphes beckii</i> (Diaspididae)	Güney Yunanistan
<i>Aphelinus mali</i> (Eulophidae)	<i>Eriosoma lanigerum</i> (Aphididae)	Güney Rusya, Güney ve orta Avrupa
<i>Cales noacki</i> (Eulophidae)	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Aleurodidae)	Akdeniz ülkeleri
<i>Prospaltella lahorensis</i> (Aphelinidae)	<i>Dialeurodes citri</i> (Aleurodidae)	Güney İtalya ve Akdeniz ülkeleri
<i>Polynema striaticorne</i> (Mymaridae)	<i>Stictocephalus (Ceresa) bubalus</i> (Membracidae)	İtalya
<i>Ooencyrtus kuwanai</i> (Encyrtidae)	<i>Lymantria dispar</i> (Lymantriidae)	İspanya

Bu parazitoitlerden bazıları ekosistemlere yerleşerek zararlıları baskı altına almışlar, yerleşemeyen bazı türler de periyodik salım yöntemleri ile biyolojik mücadelede kullanılmaktadır.

Parazitoitler genel olarak insektisitlere karşı duyarlıdırlar ve uygulamalardan olumsuz yönde etkilenirler. Bu nedenle parazitoitlerden biyolojik mücadelede yararlanma, ancak agroekosisteme uygulanacak biyolojik mücadele ağırlıklı entegre

mücadele programı çerçevesinde uygulanabilecektir. Bu program çerçevesinde bir yandan selektif ve az zehirli kimyasal preparatların seçimine özen gösterilirken, diğer yandan da parazitoitlerin parazitledikleri konukçularının içinde buldukları dönemlere uygulamaların kaydırılması ile ekolojik bir selektivite yaratılabilir. Özellikle yumurta ve pupa parazitoitlerinde bu yaklaşım çok etkili olmaktadır.

Türkiye’de biyolojik mücadele amacı ile üzerinde çok çalışılan, zaman zaman ekosisteme yerleştirmek veya periyodik salımlar çerçevesinde ele alınan pek çok parazitoit türü vardır. Biyolojik mücadele uygulamalarına ciddi bir destek sağlanmadığı için de, bu tür uygulamalar son derece sınırlı ve bireysel uygulamalar olarak kalmaktadır. Günümüzde sadece *L. dactylopii* ticari olarak üretilmekte ve periyodik salımlar çerçevesinde Turunçgil unlubiti *P. citri*’ye karşı kullanılmaktadır.

Diğer parazitoit türleri zaman zaman değişik kurum ve kuruluşlarda üretilerek bireysel çabalarla biyolojik mücadelede sınırlı bir şekilde yararlanılmaya çalışılmaktadır.

Çizelge 4. Türkiye’de biyolojik mücadele amacı ile üzerinde çalışılan ve bazıları kullanılan türler

Table 4. The species studied and some used for biological control in Turkey.

Parazitoit	Konukçu
<i>Leptomastix dactylopii</i>	<i>Planococcous citri</i>
<i>Anagyrus pseudococci</i>	
<i>Trissolcus spp.</i>	<i>Eurygaster integriceps</i>
<i>Encarsia formosa</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
<i>Encarsia lahorensis</i>	<i>Dialeurodes citri</i>
<i>Aphelinus mali</i>	<i>Eriosoma lanigerum</i>
<i>Trichogramma spp.</i>	<i>Archips rosanus, Cydia pomonella, Ostrinia nubilalis</i>
<i>Aphytis melinus</i>	<i>Aonidiella aurantii</i>
<i>Coccophagus licimnia</i>	
<i>Aspidiosphagus citrinus</i>	<i>Aonidiella citrina</i>
<i>Scutellista cyanea</i>	<i>Saissatia oleae</i>
<i>Phanerotoma flavitestacea</i>	<i>Ectomyelois ceratonia</i>
<i>Bracon hebetor</i>	<i>Plodia interpunctata</i>
<i>Semielacher petiolatus</i>	<i>Phyllocnictis citrella</i>
<i>Eretmocerus debachi</i>	<i>Parabemisia myricae</i>
<i>Cales noachi</i>	<i>Aleurothrixus floccus</i>
<i>Chelonus oculator</i>	<i>Spodoptera littoralis</i>
<i>Pimpla turionellae</i>	Bazı Lepidopter pupaları
<i>Itoplectis concuisitor</i>	

Son yıllarda dünyada artan tüketici talepleri ve değişen ve gelişen gıda normları çerçevesinde özellikle meyve ve sebze üretiminde değişik üretim yaklaşımlarının hayata geçirildiği görülmektedir. Kimyasal savaşım yöntemleri dışında diğer yöntemlerin ağırlık kazandığı bu yeni yaklaşımlarda biyolojik mücadele önemli bir yer tutmaktadır. Bugün birçok ülkede parazitoitler ticari olarak üretilmekte ve biyolojik mücadelede etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu parazitoitlerin önemli görülenlerinin listesi Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Dünyada değişik ülkelerde ticari olarak üretilen ve biyolojik mücadelede kullanılan parazitoitler.

Table 5. Parasitoids reared commercially in different countries of the world and used for biological control.

Parazitoit	Kullanıldığı zararlılar	Kullanıldığı ülkeler
<i>Anagrus atomus</i>	Cicadellidae	Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda
<i>Anagrus fusciventris</i>	Pseudococcidae	Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa,
<i>Anagrus pseudococci</i>	Pseudococcidae	Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya, Yunanistan
<i>Aphelinus abdominalis</i>	Aphididae	Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Polonya, Tunus, Ürdün, Yunanistan
<i>Aphidius colemani</i>	Aphididae (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i>)	Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Tunus, Türkiye, Ürdün, Yunanistan

Çizelge 5'in devamı
Table 5 continued

<i>Aphidius ervi</i>	<i>Aulacorthum solani</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Almanya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Litvanya, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Yunanistan
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Myzus persicae</i>	Almanya, Avusturya, Belçika, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, Jersey Adası, Polonya, Portekiz, Slovakya
<i>Aphytis diaspidis</i>	Diaspididae, <i>Quadraspidotus perniciosus</i> , <i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Hollanda
<i>Aphytis holoxanthus</i>	Diaspididae	Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Aphytis lingnanensis</i>	<i>Aonidiella aurantii</i> , <i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	İspanya, İtalya, Yunanistan
<i>Aphytis melinus</i>	<i>Aonidiella aurantii</i>	Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, İspanya, İtalya, Portekiz, Yunanistan
<i>Aprostocetus hagenowii</i>	Blattidae (<i>Periplaneta</i> spp.)	Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Bracon hebetor</i>	Lepidoptera (depolanmış ürünler üzerindeki)	Almanya, Portekiz
<i>Cales noacki</i>	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Fas, Fransa, İspanya, İsrail, İtalya, Malta, Portekiz, Tunus, Yunanistan

Çizelge 5'in devamı

Table 5 continued

<i>Coccophagus lycimnia</i>	Coccidae	Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsveç, Portekiz
<i>Coccophagus rusti</i>	Coccidae	Belçika, Fransa, İspanya
<i>Coccophagus scutellaris</i>	Coccidae	Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya, Portekiz
<i>Comperiella bifasciata</i>	Diaspididae (<i>Chrysomphalus aonidum</i> , <i>Aonidiella aurantii</i>)	Belçika, Hollanda, Yunanistan
<i>Cotesia marginiventris</i>	Lepidoptera (Noctuidae)	Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Dacnusa sibirica</i>	Agromyzidae (<i>Liriomyza</i> spp.)	Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Finlandiya, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Ürdün
<i>Diglyphus isaea</i>	Agromyzidae (<i>Liriomyza</i> spp.)	Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Tunus, Türkiye, Ürdün
<i>Encarsia citrina</i>	Diaspididae	Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya

Çizelge 5'in devamı
Table 5 continued

<i>Encarsia formosa</i>	Aleyrodidae (<i>Trialeurodes</i> <i>vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>)	Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Litvanya, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Slovakya, Tunus, Türkiye, Ürdün
<i>Encyrtus aurantii</i>	Coccidae	Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Encyrtus infelix</i>	Coccidae	Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Eretmocerus eremicus</i>	<i>Bemisia tabaci</i>	Almanya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Finlandiya, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Litvanya, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Tunus, Türkiye, Yunanistan
<i>Eretmocerus mundus</i>	<i>Bemisia tabaci</i>	Almanya, Danimarka, Hollanda, İspanya, İtalya, Portekiz
<i>Gyranusoidea litura</i>	<i>Pseudococcus</i> <i>longispinus</i>	Belçika, Fransa, Hollanda
<i>Leptomastidea</i> <i>abnormis</i>	Pseudococcidae	Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsrail, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Türkiye

Çizelge 5'in devamı
Table 5 continued

<i>Leptomastix dactylopii</i>	<i>Planococcus citri</i>	Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İtalya, Jersey Adası, Norveç, Polonya, Portekiz, Yunanistan
<i>Leptomastix epona</i>	Pseudococcidae, especially <i>Pseudococcus viburni</i>	Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İspanya, Jersey Adası
<i>Metaphycus flavus</i>	Coccidae, <i>Saissetia oleae</i> , <i>Coccus hesperidum</i>	Almanya, Hollanda, İsviçre
<i>Metaphycus helvolus</i>	Coccidae (<i>Saissetia oleae</i> <i>Coccus hesperidum</i>)	Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Yunanistan
<i>Metaphycus lounsburyi</i>	Coccidae (<i>Saissetia oleae</i>)	Danimarka, Fransa, Hollanda, İtalya
<i>Metaphycus swirskii</i>	Coccidae	Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya,
<i>Microterys nietneri</i>	Coccidae (<i>Saissetia oleae</i>)	Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsrail, Yugoslavya (eski), Yunanistan
<i>Opius pallipes</i>	<i>Liriomyza bryoniae</i>	Almanya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, İspanya, Jersey Adası, Litvanya, Polonya, Yunanistan
<i>Praon volucre</i>	Aphididae	Belçika, Guernsey Adası, Hollanda, İngiltere, Jersey Adası

Çizelge 5'in devamı
Table 5 continued

<i>Pseudaphycus maculipennis</i>	Pseudococcidae	Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Scutellista caerulea</i>	Coccidae (<i>Saissetia oleae</i> , <i>S. coffeae</i> , <i>Ceroplastes rusci</i>)	Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İsviçre
<i>Tetracnemoidea peregrina</i>	Pseudococcidae	Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya, İsrail
<i>Tetracnemoidea brevicornis</i>	Pseudococcidae	Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya
<i>Thripobius javae</i>	Thysanoptera (<i>Heliothrips</i> spp.)	Almanya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda
<i>Trichogramma brassicae</i>	Lepidoptera (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsviçre, İtalya, Jersey Adası, Slovakya, Ürdün, Yunanistan
<i>Trichogramma cacoeciae</i>	Lepidoptera	Almanya, Danimarka, Fransa, Macaristan
<i>Trichogramma dendrolimi</i>	Lepidoptera	Almanya, Slovakya
<i>Trichogramma evanescens</i>	Lepidoptera (depolanmış ürünleri de içeren)	Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya, Jersey Adası, Portekiz, Slovakya, Tunus, Ürdün, Yunanistan

Predatörler ve biyolojik mücadele

Yaşamları boyunca birden fazla sayıda av ihtiyacı duyan, avlarını arayıp bulan, avına saldırarak dıştan beslenen ve öldüren canlılara “**predatör**”, üzerinde beslendiği canlıya da “**av**” adı verilir. Doğada böcekler, akarlar, örümcekler, sürüngenler (kertenkeleler, yılanlar), amfibiye (kurbağalar, semenderler), balıklar ve kuşlar gibi birçok canlı gruplarında predatörlük özelliği gösteren türler olup, bunlar **doğal biyolojik mücadelede** biyolojik dengenin kurulmasında ve korunmasında önemli rol oynarlar. Ancak, bunlar içerisinde predatör böcekler ve predatör akarlar insanların yönlendirmesi ile oluşan “**biyolojik mücadele**”de en çok kullanılanlarıdır.

Predatör böcekler

Predatör böcekler serbest yaşayan canlılar olup, genellikle kendisinden daha ufak avlara saldırırlar. Gelişimleri için birden fazla, bazen yüzlerce bireye ihtiyaç duyarlar. Yumurtalarını genellikle avının yakınına bırakırlar. Predatörün nimf veya larvaları yumurtadan çıktıktan sonra gayretli bir şekilde avlarını ararlar, yakalarlar, öldürürler ve tüketirler. Predatörler avlarının çoğunu hemen öldürdükten sonra, bazılarını ise ilk önce uyuşturur daha sonra yiyerek veya emerek tüketirler. Bazı istisnalar olmakla birlikte birçok predatör türün hem ergin öncesi, hem de ergin dönemleri karnivordurlar.

Predatör böcekler ağız yapılarına göre, ısırıcı-çiğneyici ve Sokucu-emici olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Ağız yapısı ısırıcı-çiğneyici olanlar avlarını yakaladıktan sonra çiğnerler ve yutarlar. Gelin böcekleri, toprak böcekleri ve peygamberdeveleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Ağız yapısı sokucu-emici olanlar ise ağız parçalarını avına batırırlar ve vücut içeriklerini emerler. Bu özellikteki predatörler genellikle şiddetli toksin ve sindirim enzimleri ile avlarını ilk önce hareketsiz duruma getirirler ve ondan sonra emerler. Reduviidae, Chrysopidae ve Syrphidae larvaları bu gruba örnek olarak verilebilir.

Predatörler beslendikleri av türleri aralığına göre de monofag, oligofag ve polifag olarak üç gruba ayrılırlar. Monofag türlerin av aralığı oldukça dardır. Çok kez bir av türüne özelleşmiş olabilir (*Icerya purchasi* Maskell üzerinde *Rodolia cardinalis* (Muls.) örneği). Oligofag türlerin av aralığı bir dereceye kadar sınırlıdır. Bunlar genellikle birbirine akraba birkaç av türüne özelleşmiştir (yaprakbitleri ile beslenen coccinellid ve syrphidler gibi). Polifag türler ise çok geniş bir av türleri aralığına sahiptirler (chrysopidler, peygamberdeveleri vb). Predatör böcekler saldırdıkları av türlerinin gelişme dönemlerine göre de, yumurta, larva-nimf, pupa, ergin veya bunların bir birleşimi olarak gruplara ayrılabilirler.

Predatör böceklerin yer aldığı başlıca takımlar

- **Coleoptera:** Bu takımda yer alan predatör böceklerin çoğunluğu, özellikle Coccinellidae ve Carabidae familyalarında görülmekte olup, biyolojik mücadele programlarında önemli ölçüde kullanılmaktadır.
- **Neuroptera:** Bu takımdaki türlerin çoğu predatördür. Larvaları uzun kıvrık mandibulaları ile yakaladığı ve deldiği avlarının vücut sıvısını emerler.
- **Diptera:** Bazı familyaları tam anlamıyla avcıdır. Bunların hem erginleri, hem de larvaları predatör olabilir.
- **Hemiptera:** Türlerinin çoğu bitkilerle beslenir, fakat birçok türü avcı ve bazıları da omnivordur.
- **Odonata:** Hem nimf, hem de erginleri predatördür.

Bu takımların her birinde çok önemli predatör türler olmakla birlikte, predatörlerin en az % 50'si Coleoptera takımında yer almaktadır.

Coleoptera

- **Coccinellidae:** Esas olarak kabuklubitler, yaprakbitleri, unlubitler ve beyazsinekler ile beslenirler. Biyolojik savaşta sıklıkla kullanılırlar. Klasik biyolojik mücadelede geniş çapta ilk başarı 1988 yılında Kaliforniya (ABD) turuncuğil sanayine büyük zarar veren Torbalı koşnil, *Icerya purchasi* Maskell'nin önlenmesinde kullanılan *Rodolia cardinalis* (Mullsant) ile elde edilmiştir.
- **Carabidae:** Genel predatördürler. Lepidoptera larva ve pupaları ile beslenme eğilimi gösterirler. Genellikle geceleri faaliyette bulunurlar.
- **Silphidae:** Diptera larvaları ile beslenirler.
- **Staphylinidae ve Histeridae:** Gübre, çöp, leş ve toprakta bulunan Diptera larvaları esas avlarını oluşturur.
- **Cleridae:** Hem larva hem de erginleri scolytid ve odun dokusunda galeri açan diğer böceklerin avcılarıdır.
- **Meloidae:** Çekirge yumurtalarını yiyenler ve arı kovanlarında beslenen türleri vardır.
- **Cicindelidae:** Hem larva hem de erginleri predatördür. Çok sayıda av türlerini kapsar. Erginlerin habitatları kumsal alanlar, patikalar olup, toprak altında dikey oyuklarda bulunan larvaları üzerlerinden geçen avları yakalarlar.
- **Dytiscidae:** Genellikle durgun sularda yaşayan türleri kapsayan geniş bir familyadır. Sucul böcekler, salyangozlar, tel kurtları, Odonata'nın ergin öncesi dönemleri, Ephemeroptera ve sucul Heteroptera türlerinin genel predatörüdür.
- **Hydrophilidae:** Çoğu sularda yaşayan böceklerdir. Sadece larvaları avcıdır. Avları ditiskidlerinkine benzer, sivrisinek larvaları da avları arasındadır.

- **Cantharidae:** Larvaları genel predatördür. Erginleri genellikle çiçeklerle beslenirler.
- **Gyrinidae:** Erginleri leş ile beslenmekle beraber, larvaları birçok sucul hayvanın predatörüdür.

Neuroptera

- **Chrysopidae:** Yeşil dantel gibi kanatları vardır. Kabuklubitler, yaprakbitleri, unlubitler, beyazsinekler, kırmızı örümcekler ve benzerleri ile beslenirler. Muhtemelen kanibalizmi önlemek üzere yumurtalarını uzun saplar üzerine bırakırlar. Genellikle bahçe ve tarlalarda çok sayıda görülürler.
- **Hemerobidae:** Kahverengi dantel gibi kanatları vardır. Yaprakbitleri, unlubitler, beyazsinekler, kermesid'ler, kabuklubitler ve benzerleri ile beslenirler.
- **Myrmeleontidae:** Larvaları kumsal veya tozlu alanlarda çukurlar oluşturur ve çukura düşen karınca vb. avlarla beslenirler.

Diptera

- **Asilidae:** Erginleri çekirge, yusufcuk, yabanarısı vb. uçan birçok böcek türünün predatörüdür.
- **Syrphidae:** Erginleri ilk bakışta arıları andırır ve daima çiçekler üzerinde uçuş halindedir. Larvaları yaşayış yönünden çok farklılık gösterirler. Bazıları yaprakbitleri, kabuklubitler ve diğer homopter türleriyle beslenirken, bazıları da bozulmakta olan hayvansal ve bitkisel maddeler içerisinde bulunurlar.
- **Cecidomyiidae:** Erginleri sivrisineğe benzer. Bu familyaya bağlı türlerin larvaları, ya çürükçül ya fitofag ya da entomofag'dır. Entomofag olanlar özellikle yaprakbitleri gibi yumuşak vücutlu avlarla beslenirler.

Hemiptera

- **Anthocoridae:** Yeryüzünde 600'den fazla türü vardır. Agro-ekosistemlerde önemli predatör türleri kapsar. Tripsler, kırmızı örümcekler, yaprakbitleri, kabuklubitler, pamuklubitler, psyllidler ile beslenirler. Ayrıca lepidopter yumurtalarını da oburca tükettiği bilinmektedir. Bunlardan bir kısmı bitkilerle de beslenerek omnivor özelliği gösterirler.
- **Miridae:** Bu familyaya bağlı 9800'ün üzerinde tür vardır. Beslendikleri av türlerine göre monofaglıktan-polifaglığa kadar değişiklik gösterirler. Bunlar genellikle bitkilerle de beslenirler. Bu nedenle bu gibi türlerin biyolojik mücadelede kullanılıp kullanılmayacağı tür bazında iyi incelenmelidir.
- **Nabidae:** Yeryüzünde 31 cinse bağlı 380'nin üzerinde türü vardır. Kendisinden daha ufak avlarla beslenen, genel predatör türleri kapsayan bir familyadır. Bu

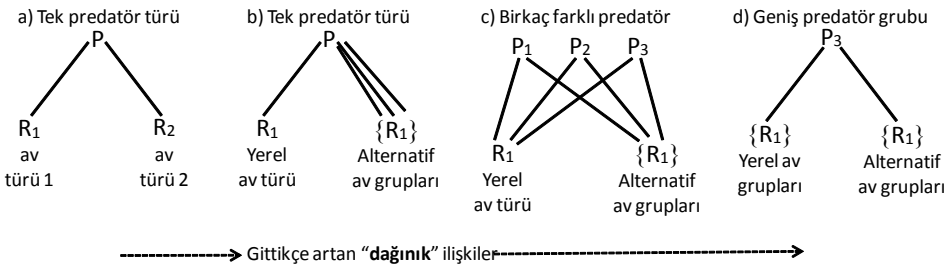
nedenle tarım içi tarım dışı alanlarda biyolojik dengenin oluşmasında önemli rolü olan familyalardan biridir.

- **Pentatomidae:** Birinci dönem nimfleri bitki özsuğu ile beslenir. Sonraki dönemler ise predatörlük özelliği gösterirler. Monofag olanlardan polifag olanlara kadar değişen türleri vardır. Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera larvaları ile beslenirler.
- **Geocoridae:** Bu familyanın türleri genellikle yumuşak vücutlu, kendisinden daha ufak böcek ve akarlarla beslenen genel predatörlerdir. Bazı türleri de omnivordur.
- **Reduviidae:** Yeryüzünde 913 cinse bağlı 6000'in üzerinde türü olan geniş bir familyadır. Çoğunlukla genel predatörleri kapsar. Diplopoda, Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Isoptera, Hymenoptera, Diptera gibi takımlardan birçok av türü ile beslenirler.

Predatör böceklerde besin ağı yapısı

Paylaşımli avlanmanın dolaylı sonuçları bazen tür-tür ve bazen de yaygın bir şekilde fark edilebilir. Yayınlanmış çalışmalar çoğunlukla ideal besin ağına uymakla beraber, gerçekte daha karmaşık bir durum söz konusudur. Çünkü ortamda hem birçok av türü ve hem de birçok predatör türü bulunabilir.

En basit durum ortamda bir tek doğal düşman türü ve iki av türünün bulunmasıdır (Şekil 7a). Bundan sonra karşılaşılan en karmaşık durum, bir tek predatör türünün bir ava odaklanmakla beraber, bir taksa'nın tamamı ile beslenmesidir (Şekil 7b). Daha karmaşık bir senaryo, iki veya daha fazla sayıdaki genel predatörün birçok av türünden veya alternatif avların tamamı ile beslenmesidir (Şekil 7c). Son olarak bir av türleri topluluğundan geniş bir predatör grubunun beslenebilmesidir (Şekil 7d).



Şekil 7. Gittikçe karmaşık ve dağınık bir yapıya doğru artış gösteren, iki veya daha çok av türü ile beslenen predatörlere ait besin ağı modellerini temsil eden örnekler (Holt, 1994'den kısmen değiştirilerek)

Figure 7. Examples representing the food web models of predators feeding on two or more preys, getting complicated from left to right (adapted from Holt, 1994).

Predatör böceklerin yumurta bırakma yerleri ve predatörün gelişme dönemleri

Yumurtalarını avın bulunduğu en yakın yere bırakanlar

- Sadece ergin öncesi dönemleri predatör olanlar (Hymenoptera (Sphecidae); Diptera (Cecidomyiidae, Syrphidae))
- Ergin öncesi ve ergin dönemleri benzer avlarla beslenenler (Neuroptera (Chrysopidae, Hemerobiidae, Coniopterygidae); Coleoptera (Coccinellidae); Thysanoptera)
- Ergin öncesi ve ergin dönemleri farklı tip avlar ile beslenenler (Diptera (Anthomyiidae)).

Yumurtalarını sadece avın bulunduğu çevreye bırakanlar

- Sadece larva/nimf dönemleri predatör olanlar (genellikle sucul türlerdir; Plecoptera, Trichoptera ve Diptera takımına bağlı Culicidae, Tipulidae, Chironomidae, Tabanidae ve Bombyliidae türleri)
- Ergin öncesi ve ergin dönemleri farklı tip avlar ile beslenenler (Odonata, Diptera (Asilidae, Dolichopodidae))

Yumurtalarını avlarından bağımsız olarak bırakanlar

- Sadece ergin öncesi dönemleri predatör olanlar (Meloidae)
- Ergin öncesi ve ergin dönemleri benzer tip avlar ile beslenenler (Mantispidae ve Raphidoidae)
- Sadece ergin dönemi predatör olanlar (Mecoptera, Diptera ve Hymenoptera)

Predatör böceklerin biyolojik mücadelede kullanımları

Tarım alanlarında verim ve kalite kaybına yol açan zararlılarla biyolojik mücadelede predatör böcekler önemli bir yer tutar. Predatörler avlarını etkili bir şekilde ararlar, bulurlar ve kısa sürede öldürürler. Hızlı bir arama gücüne sahip olmaları nedeniyle de predatör ile avın eş zamanlı olarak bir arada bulunma gereği çok fazla sorun yaratmaz.

Monofag predatör tipleri doğrudan savaşım amacıyla biyolojik mücadelede kullanım açısından vazgeçilmez bir grubu oluştururlar. Buna en iyi ve en klasik örnek olarak Torbalı koşnil (*Icerya purchasi*)'e karşı kullanılan ve son derece başarılı olan *Rodolia cardinalis* gösterilebilir. Polifag predatör türler ise tek bir av türüyle değil birçok av türü ile beslendiğinden doğal dengenin oluşmasında ve korunmasında çok önemli rol oynarlar. Bunlar belirli bir zararlı türü üzerinde tam bir doğal baskı sağlayamazlar bile, birçok zararlının çoğalmalarını önlerler. Bu nedenle bunlar zararlı-

doğal düşman kompleksinde bir çeşit denge unsuru olarak kabul edilirler. Polifag predatörlerin üstünlüğü, birinci derecede tercih ettiği avının popülasyon yoğunluğu düştüğünde veya bu tür avlar ortamda bulunmadığında alternatif avlara yönelerek varlıklarını sürdürebilmeleridir. Bunların olumsuz yönü ise, av yoğunluğu değişimine karşılık verme yeteneklerinin yetersizliği, kanibalist olmaları ve yararlı türlerle de beslenebilmeleridir. Bu nedenle bitki zararlılarının özelleşmiş doğal düşmanlarıyla beslenen genel predatörler, zararlı popülasyonlarının doğal yolla baskı altına alınmasını olumsuz yönde etkileyebilirler.

Doğada kısa zamanda değişen biyotik ve abiyotik değişkenlerin etkisi altında, genel predatörler arasında tür-içi ve türler arası ilişkiler ile predatörler ve avları arasındaki etkileşimlerin ortaya çıkarılması oldukça zordur. Bu nedenle de arazi koşullarında genel predatörlerin doğal biyolojik mücadele ve biyolojik mücadeledeki etkinlikleri tam olarak belirlenememektedir. Buna rağmen doğada yapılan çalışmaların % 75'inde, genel predatörlerin tek tür veya türler topluluğu halindeki zararlı popülasyonlarını önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur. Diğer taraftan, predatör böcekler, başarılı bir şekilde yürütülmüş olan klasik biyolojik mücadele projelerinin % 11'inde ana biyolojik mücadele etmeni olarak belirlenmiştir.

Gerek agroekosistemlerde gerekse doğal ekosistemlerde doğal dengenin oluşmasında ve korunmasında vazgeçilmez önemi olan biyolojik mücadele etmeni predatörlerin korunmasına ve desteklenmesine azami düzeyde özen gösterilmelidir. Örneğin, predatörler insektisitlere karşı oldukça duyarlı olup, ilaçlamalardan olumsuz yönde etkilenirler. Bu nedenle herhangi bir agroekosistemde mutlaka ilaçlama gerekiyorsa, entegre mücadele programları çerçevesinde bir yandan selektif ve az zehirli ilaçların seçimine özen gösterilirken, diğer yandan da ilaç uygulamalarının predatörlerin en yoğun olduğu dönemlerin önüne veya arkasına kaydırılmasına dikkat edilmelidir. Bunların yanında ayrıca predatör varlığının korunması ve popülasyonlarının yüksek düzeyde tutulması amacıyla, bahçe ve tarla kenarlarındaki polen ve nektar üreten bitkilerin yok edilmemesi, bu tür bitkiler mevcut değilse bunların yetiştirilmesi, yapay yollarla alternatif av varlığı, yuva, besin ve kış barınaklarının oluşturulmaları son derece önemli işlemlerdir.

Türkiye'de biyolojik mücadele amacıyla birçok predatör tür üzerinde faunistik, taksonomik, biyo-ekolojik, av-avcı ilişkileri, ekosisteme yerleştirme, periyodik salınımlar, ilaçların olumsuz etkileri vb. değişik konular üzerinde oldukça fazla çalışma yapılmıştır (Çizelge 6). Ancak, biyolojik mücadele uygulamalarına verilen desteğin sınırlı olması nedeniyle, bu çalışmaların sonuçları yeteri kadar değerlendirilememektedir.

Çizelge 6. Türkiye’de biyolojik mücadele amacına yönelik üzerinde çalışılan başlıca predatör böcekler ve bunların av türleri

Table 6. Main predators studied for biological control in Turkey and the species of their prey.

Predatör böcek türü	Av türü
Coleoptera	
Coccinellidae	
- <i>Adalia bipunctata</i>	Aphididae, Hemiptera
- <i>Coccinella septempunctata</i>	“ “
- <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	<i>Planococcus citri</i>
- <i>Nephus includens</i>	“ “
- <i>Chilocorus bipustulatus</i>	Aphididae, Diaspididae,
- <i>Exohomus quadripustulatus</i>	Coccidae, Diaspididae
- <i>Rodolia cardinalis</i>	<i>Icerya purchasi</i>
- <i>Serangium parcesetosum</i>	<i>Dialeurodes citri</i>
- <i>Stethorus gilvifrons</i>	Tetranychidae, Acarina
- <i>Stethorus punctillum</i>	“ “
- <i>Hippodamia quadripunctata</i>	Aphididae
- <i>Scymnus</i> spp.	Aphididae, Diaspididae, Tetranychidae
Carabidae	
- <i>Calasoma sycophanta</i>	<i>Lymantria dispar</i> , <i>Thaumetopoa ptyocampa</i> , <i>Tortrix viridana</i> , <i>Hypantria cunea</i>
Neuroptera	
Chrysopidae	
- <i>Chrysoperla carnea</i>	Aphididae, Aleyrodidae, Mikrolepidoptera yum. ve larvaları
- <i>Chrysopa septempunctata</i>	Psyllidae, Tetranychidae
- <i>Conwentzia hageni</i>	Aphididae, Hemiptera, <i>Dialeurodes citri</i> , <i>Panonychus citri</i>
Hemerobiidae	
<i>Sympherobius (S.) fallax</i>	Pseudococcidae

Çizelge 6'nın devamı
Table 6 continued

Diptera

Syrphidae

-*Episyrphus balteatus*

Aphididae, Hemiptera

-*Metasyrphus corollae*

“ “

Cecidomyiidae

-*Aphidoletes aphydimiza*

Aphididae, Hemiptera

Hemiptera

Anthocoridae

-*Anthocoris nemorum*

Aphididae, Coccoidea

-*Anthocoris sibiricus*

Psyllidae, Tetranychidae, Hemiptera,

-*Orius* spp.

Thysanoptera, Psyllidae, Aphididae, Coccoidea, Lepidoptera ve Coleoptera yumurtaları

-*Cardiastethus nazareus*

Diaspididae, Tetranychidae, Eryophyidae, *Planococcus citri*, *Coccus pseudomaglinelium*,

Miridae

-*Deraeocoris pallens*

Aphididae, Aleyrodidae, Hemiptera

-*Nesidiocoris tenuis*

Bemisia tabaci, *Tuta absoluta*

-*Macrolophus caliginosus**

Tuta absoluta, Aleyrodidae

Nabidae

-*Nabis pseudoferus*

Aphididae, Thysanoptera

-*Nabis ferus*

Lepidoptera larva, Aleyrodidae, Tetranychidae

Lygaeidae

-*Geocoris* spp.

Lepidoptera larva, *Bemisia tabaci*, Tetranychidae

Thysanoptera

Thripidae

-*Scolothrips longicornis*

Tetranychidae

* Zoofitofag tür.

Çizelge 6’da görülen predatörlerden *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant ticari olarak üretilmekte ve Turunçgil unlubiti *Planococcus citri* (Risso)’nin sorun olduğu bahçelere periyodik olarak salınarak zararlının baskı altına alınmasına çalışılmaktadır. Torbalıkoşnil *Icerya purchasi*’nin sorun olduğu bahçelere ise doğal dengenin korunduğu diğer turunçgil bahçelerinden *Rodolia cardinalis* erginleri toplanarak salınmakta ve Torbalıkoşnil’i başarılı bir şekilde baskı altına almaktadır. *Calosoma sychophanta* (L.) kızılçamda önemli zarar oluşturan Çam keseböceği *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.)’ya karşı kullanılmak üzere Orman Bölge Müdürlükleri’nin laboratuvarlarında üretilerek salımı yapılmaktadır. Diğer predatör türler genellikle polifag olup, birçok zararlı tür ile beslenerek bunların salgın yapmalarını önlemede önemli rol oynarlar.

Denge unsuru olan bu türlerin biyolojik mücadeledeki etkinliklerini artırmak için koruma ve destekleme çalışmalarına önem verilmelidir.

Predatör akarlar

Bugün için tanılanmış 45.000 kadar akar türünü bünyesinde barındıran Acarina takımı, yaşayış ve yaşama ortamları açısından genel olarak “serbest” ve “parazitik” yaşayan formlar olarak incelenmektedirler (Walter ve Proctor, 1999). Serbest yaşayan akarları, öncelikle büyük bir grubu oluşturan fitofag akarlar, daha sonra da toprak üzerinde ve toprakta yaşayan predatör akarlar ile saprofit ve ölü materyal ile beslenen diğer akar grupları oluşmaktadır (Krantz, 1978).

Predatör akarlar morfolojik özellikleri açısından incelendiğinde uzun bacaklı, hızlı hareket eden, iyi gelişmiş dorsal ve ventral plakaları bulunan, ağız parçaları avları ile beslenecek biçimde özelleşmiş organizmalar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bu akarlar beslenme özellikleri açısından incelendiğinde ise toprakta yaşayan küçük arthropod ve nematodlardan, toprak üzerinde yaşayan fitofag akarlara kadar farklı taksonomik gruplara ait kanatlı ve kanatsız yumuşak vücutlu böcek türleri ile beslenme ve üreme özelliği göstermektedirler (Gerson ve ark., 2003).

Akarların diğer arthropodlar üzerinde beslendiği ve etkili bir biyolojik mücadele etmeni olabileceğine ilişkin ilk bulgular 1860’lı yıllara kadar dayanmaktadır. Shimer (1868), Hemisarcoptidae familyasına ait türlerden predatör akar *Hemisarcoptes malus* (Shimer)’un virgül kabuklu biti *Lepidosaphes ulmi* (L.) üzerinde beslendiğini gözlemiştir. Aynı predatör 1917 yılında, *L. ulmi*’ye karşı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmak üzere Kanada’nın batısından doğusuna gönderilmiştir (Gerson ve ark., 2003). Riley (1874), Acaridae familyasında yer alan predatör akarlardan *Tyroglyphus phylloxerae* Riley & Plancon’yı *Viteus vitifolii* (Fitch.)’nin biyolojik mücadelesinde kullanılmak üzere Amerika Birleşik Devletleri’nden Fransa’ya gön-

dererek etkinliğinin araştırılmasını sağlamıştır (Van Lenteren ve Manzaroli, 1999). Predatör akarların biyolojik mücadelede diğer zararlıların popülasyon yoğunluklarını düşürmede ki etkinliklerini belirleme çalışmalarına daha sonraki yıllarda da devam edilmiş; Ewing (1912) *Cheyletus seminivorus* Packard (Cheyletidae)'un depolanmış buğdayda zararlı akarlardan *Tyroglyphus* türlerinin popülasyon yoğunluklarını çok kısa bir süre içinde baskı altına aldığını bildirmiştir.

Biyolojik savaşta kullanılan en önemli predatör akar türlerini içeren Phytoseiidae familyasına ait ilk bilgiler de yine fitofag akarlar üzerinde yapılan gözlem ve çalışmalardaki artışa paralel olarak 1900'lü yıllardan itibaren dikkat çekmeye başlamıştır. Ewing (1914), McGregor ve McDonough (1917) günümüzde *Metaseiulus* ve *Phytoseiulus* cinsleri içinde yer alan *Seius pomi* (Parrot) ve *Laelaps macropilis* (Banks)'in pas akarları ve kırmızıörümceklerin popülasyon yoğunluklarını baskı altına almada oldukça etkili olduklarını saptamışlardır.

Acarina takımı içinde predatörleri içeren familyalar ve predatör akarların önemi ise özellikle 1950'li yıllardan sonra artan oranda değer kazanmaya başlamış olup, günümüzde bu değer kimyasal savaştan kaynaklanan sorunların tam olarak anlaşılması ile doğru orantılı olarak dahada artmaktadır.

Predatör akarların genel beslenme özellikleri

Phytoseiidae familyası, Acarina takımı içinde predatör akarları içeren ve fitofag akarlar ile beslenen en önemli predatör akar türlerine sahip olmakla birlikte; Ascidae, Anystidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Erythraeidae, Laelapidae, Parasitidae, Stigmaeidae ve Tydeidae gibi familyalarda önemli doğal düşman türlerini bünyelerinde barındırmaktadırlar (Krantz, 1978; Gerson ve ark., 2003; Zhang, 2003).

Dünya üzerinde oldukça geniş bir yayılım alanına sahip olan Phytoseiidae familyası türleri, yüksek üreme gücü, avlarına özelleşmiş olmaları, farklı ekolojik habitatlara yüksek uyum ve av arama yeteneklerinden dolayı, diğer predatör akarlar ile karşılaştırıldıklarında çok daha fazla öneme sahiptirler. Çoğunlukla Tetranychinae alt familyası içinde yer alan fitofag akarlar üzerinde etkin olarak beslenen bu predatör akarlar aynı zamanda diğer fitofag akarlar, polen, trips ve beyazsinekler üzerinde de etkin olarak beslenme yeteneğindedirler (Overmeer, 1985).

Etkinlik açısından Phytoseiidae familyasına en yakın gruptan biri olan bir diğer familyada Stigmaeidae familyasıdır. Bu familyada yer alan *Agistemus* ve *Zetzella* cinslerine bağlı predatör akarlarda fitofag akarlar ile beslenmekte olup, etkinlik açısından önemli ikinci predatör akar grubu olarak kabul edilmektedirler (Santos ve Laing, 1985).

Predatör akarları içeren bu iki familya dışında Cheyletidae familyası türleri depolanmış ürünlerde zararlı akarlar ile toz akarlarına ek olarak fitofag akarlar üzerinde de etkili olarak beslenmektedirler. *Cheyletus eruditus* (Schränk), *Cheletogenes ornatus* (C&F) ve *Hemicheyletia bakeri* (Ehara) bu familya içinde yer alan önemli predatör türlerdir (Laing, 1973; Moraes ve ark., 1989; Zdarkova, 1998). Oldukça geniş bir beslenme spektrumuna sahip olan Cunaxidae familyasına ait türler tenuipalpid ve tetranychidlere ek olarak kök ur nematodları üzerinde de aktif olarak beslenmektedir. Polifag predatörleri içeren Anystidae familyasında yer alan *Anystis* türleri de yine tetranychid akarların etkin predatörleri arasında yer alırlar ve zararlının tüm dönemleri ile beslenirler (Sorensen ve ark., 1976)

Predatör akarların büyük bir kısmı beslenme açısından öncelikle sistematik olarak kendilerine yakın besin gruplarını tercih etselerde, Ascidae familyasında yer alan *Arctoseius* türleri mantar yetiştiriciliğinde sorun olan sciarid sineklerin yumurta ve genç larvaları üzerinde de etkili olarak beslenebilmektedir (Binns, 1974). Kozmopolit bir yaşam tarzına sahip olan Erythraeidae familyası akarlarının larvaları da bazı arthropodlar üzerinde parazitik olarak yaşarken, deutonimf ve erginleri küçük boyutlu eklem bacaklılar üzerinde predatör olarak yaşamaktadırlar (Cadogan ve Laing, 1977).

Pratikte biyolojik savaş etmeni olarak predatör akarlar

Acarina takımı içinde yer alan familyalarda çok farklı beslenme özelliklerine sahip doğal düşmanlar olmasına karşın, pratikte biyolojik savaş etmeni olarak kullanılan türlerin çok büyük kısmı Phytoseiidae familyası içinde yer almaktadır. Bugün için 70 cinsle bağlı 1600'ün üzerinde tanılanmış türe sahip olan Phytoseiidae familyası, Amblyseiinae, Phytoseiinae ve Typhlodrominae alt familyaları içinde değerlendirilmektedir (Zhang, 2003).

Phytoseiidae familyası, biyolojik savaş etmeni olarak kullanılan çok önemli türleri bünyesinde barındırsa da familyada yer alan predatör akarlarda beslenme ve yaşam özellikleri açısından çok farklılıklar göstermektedirler. Dört farklı yaşam özelliğine bağlı olarak değerlendirilen Phytoseiidae familyası predatör akarları, beslenme açısından besinine özelleşmiş ve yalnızca *Tetranychus* cinsine bağlı akarlar ile beslenen *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot; yine çoğunlukla Tetranychinae alt familyası içinde yer alan türlere ek olarak diğer küçük akar ve polen ile beslenen *Neoseiulus californicus* (McGregor) gibi pratikte biyolojik savaşta yoğun kullanılan türlere sahiptir. Bildirilen beslenme özellikleri dışında *Iphiseius degenerans* Berlese gibi predatör akarlar da polifag beslenme özelliği göstermekte, farklı gruplardan akar, küçük arthropod ve polen ile beslenmektedir (McMurtry ve Croft, 1997).

Predatör akarların zararlılara karşı doğal düşman olarak kullanılmaları ilk olarak klasik biyolojik savaş yöntemlerine göre üretilip salınmaları yerine, daha çok açık alanlarda tüm savaş programlarında etkinliklerinin artırılması yönünde olmuştur.

Kuzey Amerika'da elma bahçelerinde elma iç kurduna karşı kullanılan organik fosforlu insektisitlerin kırmızıörümcekleri baskı altına almakta oldukça etkili olan *Galendromus (Typhlodromus) occidentalis* (Nesbitt)'in etkinliğini düşürdüğüünün ortaya çıkması dönüm noktalarından biri olmuştur (Hoyt, 1969; Vincent ve ark., 2009). Daha sonraki yıllarda organik fosforlu ilaçlara karşı direnç geliştirmiş *G. occidentalis* populasyonları fitofag akarlar karşı başarılı bir tüm savaş programları oluşturmakta ana faktörlerden biri olarak değerlendirilmiştir (Croft ve Whalon, 1984).

Predatör akarların kapalı alanlarda tetranychid akarlar karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanımına ilişkin ilk girişimlerde ise *T. urticae*'nin ilaçlara karşı dayanıklılık kazanması en önemli etkidir. 1960'lı yılların başında predatör akar *P. persimilis*'in bildirilen zararlıyı baskı altına almada oldukça etkili olduğu belirlenmiş, 1968 yılında biyolojik savaşın uygulanması anlamında küçük ölçekli sera denemeleri gerçekleştirilmiştir (Dosse, 1959; Bravenboer, 1963; Lenteren ve Woets, 1988). Sonraki yıllarda ticari olarak predatör akar üretimi yapan ilk firma kurulmuştur (Anonymous, 1970; Hussey ve Bravenboer 1971).

Günümüzde Phytoseiidae familyası içinde yer alan ve çoğunluğu farklı tarım ilaçlarına karşı dayanıklılık kazanmış 20 kadar predatör akar türü, dünya genelinde yaklaşık 50 kadar firma tarafından ticari olarak üretilmekte ve satışı yapılmaktadır (Gerson ve Weintraub, 2007).

Ticari olarak kitle üretimi yapılan türlerden *G. occidentalis* ve *Neoseiulus fallacis* (Garman) daha çok meyve bahçelerinde zararlı tetranychid akarlar karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanılmaktadır (Çizelge 7). Sera ve benzeri kapalı alanlarda zararlı akar ve diğer böceklerle karşı kullanılan doğal düşmanlar incelendiğinde ise konukçu bitki türüne göre farklılıklar göstermekle birlikte *T. cinnabarinus* Boisd. ve *T. urticae*'ye karşı başta *P. persimilis* olmak üzere sıklıkla *N. californicus* ve *A. swirskii* kullanımı ön plana çıkmaktadır. Sera yetiştiriciliğinde önemli zararlılara neden olan *Thrips tabaci* Lind. ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) gibi trips türlerine karşı da farklı konukçu bitkiler üzerinde *N. cucumeris* (Oudemans), *I. degenerans*, *Amblydromalus (Amblyseius) limonicus* (Garman and McGregor) ve *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) gibi predatör akarlar başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Steiner ve ark., 2003).

Phytoseiidae familyası beyzsinekler ile de etkin olarak beslenen predatör akar türlerine sahiptir. Bu türlerden *Amblyseius (Typhlodromips) swirskii* ve *Euseius scutalis* Athias-Henriot Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* Genn.'nin en etkili pre-

datörları arasında olup son yıllarda zararlıya karşı biyolojik savaş etmeni olarak kullanımları artmaktadır (Nomikou ve ark., 2002).

Yukarıda bildirilen predatör akarlardan *N. cucumeris* ve *N. californicus*, trips ve kırmızıörümcekler dışında *Aculops lycopersici* (Masses) ve *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)'un da etkin predatörları olarak bilinmektedirler (Weintraub ve ark., 2003; Gerson ve Weintraub, 2007).

Phytoseiidae dışında, Laelapidae familyasında yer alan *Geolaelaps (Hypoaspis) aculeifer* Canestrini, *H. miles* (Berlese) ve *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) gibi türlerde toprak kökenli predatör akarlar olup yine başta trips türleri olmak üzere toprak kökenli bazı zararlı türler ile zararlıların toprakta geçen hayat evreleri üzerinde etkili olan ve ticari olarak üretimi yapılan doğal düşmanlardır (Zhang, 2003; Berndt ve ark., 2004).

Çizelge 7. Dünya’da biyolojik mücadele amacına yönelik üzerinde çalışılan ve ticari olarak üretimi yapılan başlıca predatör akarlar ve av türleri

Table 7. Main predatory mites studied and commercially reared for biological control and the species of their prey

Predatör akar türü	Av türü
Acarina	
Phytoseiidae	
- <i>Amblyseius swirskii</i>	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Tetranychus urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , polen
- <i>Iphiseius degenerans</i>	<i>Thrips tabaci</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , polen
- <i>Neoseiulus californicus</i>	<i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> , <i>T. tabaci</i> , <i>F. occidentalis</i> , polen
- <i>N. fallacis</i>	<i>Panonychus ulmi</i> , <i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , polen
- <i>N. cucumeris</i>	<i>T. tabaci</i> , <i>F. occidentalis</i> , <i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , polen
- <i>Phytoseiulus persimilis</i>	<i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i>
- <i>Typhlodromus occidentalis</i>	<i>P. ulmi</i> , <i>T. urticae</i> , <i>T. cinnabarinus</i> , polen

Entomopatojenler

Doğadaki canlı popülasyonlarının denge durumlarında etkili olan biyotik faktörler çeşitli organizma gruplarını kapsamakta olup bunların içerisinde yer alan mikroorganizmalar küçümsenemeyecek bir paya sahiptir. Doğal böcek popülasyonları üzerinde birçok mikroorganizma etkili baskı unsurları olarak bulunur ve bu unsurların zararlıların mücadelesinde kullanılması zararlı böcek türlerine karşı mikrobiyal mücadelenin temel fikrini oluşturmaktadır. Bu mücadele kapsamında etmen olarak kullanılan veya kullanılması yönünde çalışmalar yürütülen mikroorganizmalar (bakteriler, funguslar, virüsler ve protozoanlar) ve mikroorganizma olmamakla birlikte bu kapsamda ele alınan entomofag nematodlar biyolojik mücadelenin her üç yöntemi içerisinde yer alabilmektedir. Çevre faktörlerinden oldukça etkilenmeleri nedeniyle zararlılarla mücadelede kullanıma geçişi zaman almış ve kısıtlı alanlarda olmuştur. Ancak son yıllarda kullanım yönünden hız kazanmış bir biyolojik mücadele etmen grubunu oluşturan entomopatojenlerin özellikleri mikroorganizma grubuna göre farklılıklar içermektedir.

Funguslar

Ascomycota şubesinin Hypocreales takımında yer alan mitosporik entomopatojen funguslar ve Glomeromycota şubesinin Entomophthorales takımı içerisinde bulunan funguslar böceklerin mikrobiyal mücadelesinde en fazla üstünde durulanlar olmuştur. Birkaç takson haricinde (örn: *Culicinomyces*) funguslar konukçularını integumentten doğrudan geçerek enfekte etmesi bakımından böcek patojenleri arasında farklı bir yere sahiptir. Bu nedenle ağız yolu ile alınması gereken patojenlerin etkisiz olduğu sokucu emici ağız yapısına sahip böceklerin mikrobiyal mücadelesinde oldukça ön plana çıkmış bir gruptur. Böcek kütikulasına tutunan fungus sporları çimlendikten sonra bir penetrasyon yapısı oluşturarak enfeksiyonu başlatırlar. Hemakole ulaşan fungus genellikle maya benzeri şekilde hemolimf içerisinde çoğalır ve böceğin ölümüne neden olur. Bazı fungusların salgıladıkları toksinler (örn: destruxin) nedeniyle ölüm hastalığının erken dönemlerinde de gerçekleşebilir. Konukçu ölümünü takiben fungus hifsel gelişim gösterir ve çevre şartlarının uygunluğunda ölü konukçu üzerinde sporulasyon gerçekleştirerek yayılır. Bazı funguslar dayanıklı dinlenme sporları da üretebilirler. Hypocreales takımındaki fungusların yayılımı tamamen pasif iken entomophthoralean funguslarda oluşturulan konidiler aktif olarak fırlatılırlar. Ölüm konukçu-fungus etkileşimine bağlı olarak 3-5 günde gerçekleşebilmekte ancak arazi uygulamaları sonucunda çevre şartlarına bağlı olarak bu süreç uzayabilmektedir. Bu süreç içerisinde hastalık, böceğin beslenmesini, gelişimini, davranışını ve çoğalma kapasitesini etkileyebilmektedir.

Yapay besi ortamlarında nispeten ucuz bir maliyetle üretimlerinin mümkün olması mitosporik entomopatojen fungusların çeşitli zararlıların (çoğunlukla seralar ve toprakta bulunan zararlılar) mücadelesine yönelik biyoinsektisit olarak geliştirilmelerini hızlandırmıştır. Bunların büyük kısmını *Metarhizium*, *Beauveria*, *Isaria* ve *Lecanicillium* türleri oluşturmaktadır. Fungus içerikli biyoinsektisitlerin bir listesi Çizelge 8’de verilmiştir. Ülkemizde beyaz sineklere karşı Mycotal adı altında *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* içerikli bir insektisit ruhsat almıştır. Özellikle konukçuya giriş öncesi dönemde olmak üzere çevre şartlarının (özellikle nem, sıcaklık, UV) hastalık oluşumunu ve gelişimini etkilemesi dezavantajları olarak görülmektedir. Doğru ortam, zamanlama ve uygun formülasyonlar ile bu faktörlerin etkisi en aza indirgenmeye çalışılmaktadır.

Çizelge 8. Ticari kullanım amaçlı ruhsatlandırılmış veya ruhsatlandırılmakta olan önemli entomopatojen fungus türlerinin hedef organizma grupları ve kullanılan başlıca ülkeler (de Faria ve Wraight, 2007’den değiştirilerek).

Table 8. Target groups of organisms of main entomopathogenic fungus species licensed or in the process of licensing for commercial purposes and the main countries they used (adapted from de Faria and Wraight, 2007)

Hedef organizma*	Ülkeler
<i>Beauveria bassiana</i> (Hypocreales: Ascomycota)	
Coleoptera (Curculionidae, Scarabaeidae, Chrysomelidae), Lepidoptera (Pieridae, Plutellidae, Noctuidae, Geometridae, Nymphalidae), Hemiptera (Aleyrodidae, Aphididae, Cicadellidae, Pseudococcidae), Thysanoptera (Thripidae), Acari (Tetranychidae, Eriophyidae), Orthoptera (Acrididae, Tettigoniidae), Hymenoptera (Formicidae), Isoptera (Rhinotermitidae, Termitidae)	İspanya, Güney Afrika, Hindistan, Japonya, Rusya, Meksika, ABD, Danimarka, İtalya, İsveç, Yunanistan, İsviçre, Jamaika, Arjantin, Brezilya, Kolombiya
<i>Beauveria brongniartii</i> (Hypocreales: Ascomycota)	
Coleoptera (Scarabaeidae, Cerambycidae)	İtalya, İsviçre, Japonya
<i>Hirsutella thompsonii</i> (Hypocreales: Ascomycota)	
Acari (Eriophyidae)	Hindistan
<i>Isaria fumosorosea</i> (Hypocreales: Ascomycota)	
Hemiptera (Aleyrodidae, Aphididae, Pseudococcidae), Thysanoptera (Thripidae), Acari (Eriophyidae), Tetranychidae)	Birçok Avrupa Ülkesi, Japonya, Meksika, ABD, Kolombiya

Çizelge 8'in devamı

Table 8 continued

<i>Isaria</i> sp. (Hypocreales: Ascomycota)		
Hemiptera (Aleyrodidae), Thysanoptera (Thripidae), Nematoda		Hindistan
<i>Lecanicillium longisporum</i> (Hypocreales: Ascomycota)		
Hemiptera (Aphididae, Aleyrodidae, Ortheziidae)		İsviçre, İngiltere, Japonya, Brezilya
<i>Lecanicillium muscarium</i> (Hypocreales: Ascomycota)		
Hemiptera (Aleyrodidae, Aphididae), Thysanoptera (Thripidae), Acari (Tetranychidae)		Hollanda, Fransa, İtalya, İsviçre, İngiltere, Türkiye, Japonya, Rusya
<i>Lecanicillium</i> sp. (Hypocreales: Ascomycota)		
Hemiptera (Aleyrodidae, Aphididae, Pseudococcidae, Ortheziidae) Thysanoptera (Thripidae), Acari (Tetranychidae)		İspanya, İsviçre, Hindistan, Meksika, Brezilya, Kolombiya
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Hypocreales: Ascomycota)		
Coleoptera (Scarabaeidae, Curculionidae), Hemiptera (Cercopidae), Isoptera, Orthoptera, Thysanoptera (Thripidae), Acari (Ixodidae), Lepidoptera (Crambidae, Noctuidae)		Avusturya, İtalya, İspanya, İsviçre, Avusturalya, Meksika, ABD, Brezilya,
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>acridum</i> (Hypocreales: Ascomycota)		
Orthoptera (Acrididae, Pyrgomorphidae)		Tanzanya, Güney Afrika, Sudan, Avusturalya

*Her ürün için daha farklı hedef organizma grupları bulunmaktadır. Burada yaygın olarak hedeflenen gruplar verilmiştir.

Entomophthoralean fungusların yapay besi ortamlarında çoğaltılmasındaki zorluklar ve kullanım için en uygun olarak görülen dinlenme sporlarının senkronize olarak çimlenmesinin sağlanmasındaki problemler nedeniyle biyoinsektisit olarak geliştirilmesi geri planda kalmıştır. Ancak bu gruptaki fungusların doğal böcek popülasyonlarında sıklıkla oluşturdukları epizootikler dikkat çekmiştir. Amerika'da *Entomophaga maimaiga* Humber'nın yerleşmesi ve *L. dispar* üzerin-

de sürekli bir mücadele sağlaması ve buna ilişkin yürütülen çalışmalar entomopatojenlerin klasik biyolojik mücadele kapsamında kullanılabilmesine güzel bir örnektir (Hajek, 2007).

Daha önce Protozoa içerisinde en fazla ilgiyi çeken grubu oluşturan ancak daha sonra funguslar içerisine aktarılan Mikrosporidia hastalıklarına böceklerde sıklıkla rastlanmakta olup ortamda kalıcılığı yüksek, çoğalıp yayılma kabiliyetine sahip olan organizmalardır. Bu grup içerisinde çekirgelere karşı ruhsatlı olup ticari olarak üretime geçmiş bir tür, *Nosema locustae*, bulunmaktadır (Flexner ve Belnavis, 2000).

Bakteriler

Entomopatojen bakterilerin konukçularına temel girişi ağız yolu ile olur. Sindirim sisteminde kalabildiği gibi bazıları hemokole kadar penetre etme kabiliyetindedirler. Böceklerdeki ölümcül etkileri bakteriyemi ve/veya toksemi neticesinde gerçekleşebilir. Buna bağlı olarak hastalık süreci toksemi durumunda kısa ve bakteriyemi durumunda uzun sürebilmektedir. Konukçu ölümünün uzun süreç aldığı bazı hastalıklarda en azından sindirim sistemi bozuklukları nedeniyle yemeden kesilme gerçekleşmekte ve böceğin zarar vermesi erken dönemde engellenebilmektedir. Mikrobiyal mücadele yönünden ön plana çıkmış olan bakteriyel hastalık etmenleri ve kullanımları aşağıda verilmiştir (Charles ve ark., 2000).

Biyolojik mücadele bakımından ön plana çıkmış olan türler Bacillaceae familyasından *Bacillus thuringiensis* Berliner, *B. sphaericus* Neide, *Paenibacillus popilliae* (Dutky) ve *P. lentimorbus* (Dutky), Entrobacteriaceae familyasından *Serratia* türleri olmuştur. *B. sphaericus*'un entomopatojen strainleri insektisidal toksin üreterek çeşitli sivrisinek türlerinin (*Culex*, *Anopheles*, *Mansonia*, *Aedes*) larvalarını hastalandırmaktadır. Yüksek toksisiteye sahip olanlar parasporal kristal oluşturanlardır. Diğerleri ise protein yapısında Mtx toksini üretirler (Thanabalu ve ark, 1993). Böcekteki ilk gösterge beslenmeden kesilmesidir. Etkisini özellikle orta bağırsağın ön tarafında göstermekte olup epitel hücrelerde şişme ve parçalanma konukçu ölümünden sonra gerçekleşir. Bunu takiben bakterinin konukçu içerisinde çoğalarak yayılması doğal koşullarda mümkündür. *Culex* türlerine karşı yüksek etkinliği ile sivrisinek mücadelesi için VectoLex GC ticari adı ile üretilmiştir (Çizelge 9).

P. popilliae ve *P. lentimorbus* manas larvalarında sırası ile A ve B tipi "milky disease" olarak bilinen hastalığa neden olan bakterilerdir. Obligat olması, arazi şartlarında değişken sonuçlar vermesi ve de uzun süren hastalık sürecinde ölüme kadar larvaların zarar vermeye devam etmesi nedeniyle kullanımı başarı ile sonuçlanmamıştır.

Bacillus thuringiensis (Bt.) sporulasyon esnasında parasporal kristal yapı oluşması ile karakterize edilmiştir. Konukçularına karşı insektisidal aktivite temel-

de kristal yapıyı oluşturan δ -endotoksinler nedeniyledir. Böcek tarafından ağız yoluyla alındığında bazik orta bağırsakta çözülür ve spesifik proteazlar tarafından δ -endotoksinler aktive edilir. Kristallerin alınmasından kısa süre sonra böcek yemeden kesilir. Epitel hücrelerde spesifik reseptörlere bağlanan toksinler hücrede bazı intracellüler değişimler ile birlikte osmotik basıncın değişimine neden olarak hücrenin parçalanmasını sağlar. Bunu böceğin ölümü takip eder (Rajamohan ve ark., 1998; Schnepf ve ark., 1998; Maag, 2003). Ayrıca vejetatif hücrelerin çeşitli exoenzimleri ve exotoksinleri salgıladıkları belirlenmiştir (fosfolipazlar, lektinazlar, kitinazlar, proteazlar, β -exotoksin).

Çizelge 9. Ticari olarak üretilen önemli entomopatojen bakteri türleri, hedeflenen organizma grupları ve ürünlerin ticari isimleri (Flexner ve Belnavis, 2000'den değiştirilerek).

Table 9. Main bacterium species produced commercially, target groups of organisms and commercial names of products (adapted from Flexner and Belnavis, 2000).

Bakteri türü	Hedef organizma	Ticari ismi
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	Lepidoptera türleri	Bactospeine, Biobit, Dipel, Foray, Cordalene, BMP 123, Biobest-Bt, Bacticide, Worm Whipper, Collapse, Baturad, Condor, Crymaz, Cutlass, Lepinox, Raven, Ecotech Bio, Ecotech Pro, Jackpot, Rapax, Frowarbit, Bio-Worm Killer, Bactospeine Koppert, Guardjet, Maatch, M-Peril, MVP, Bactec BT 16, Bactec BT 32, Insectobiol, Bactosid K, Soilserv BT, Agrobac, Able, Costar, Deflin, Javelin, Thuricide, Vault, Larvo-Bt, Troy-Bt, Ringer BT, Safer BT, BT 320
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i>	Coleoptera türleri	Raven
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>	Lepidoptera türleri	Florbac, XenTari, M/C, Agree, Design, Turex

Çizelge 9'un devamı
Table 9 continued

<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	Diptera türleri	Bactimos, Gnatrol, Skeetal, VectoBac, Acrobe, Aquabac, BMP, Bactis, BTI Granules, Prehatch SG, Vectocide, Summit Bactimos, Summit Mosquito Bits, Tekar
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i>	Coleoptera türleri	Ditera, Novodor, M-Trak, Trident
<i>Bacillus sphaericus</i>	Sivrisinek türleri	VectoLex GC
<i>Serratia entomophila</i>	<i>Costelytra zealandica</i>	Invade

Nispeten ucuz ortamlarda fermentasyon tanklarında hızlı çoğalması ve sporulasyon yapması biopestisit olarak geliştirilmesindeki başarının anahtar faktörüdür. Yüksek oranda δ -endotoksin içeren birçok ticari formülasyonların kimyasal insektisitler kadar etkili olduğu ve yüksek seçicilik gösterdiği ortaya konulmuştur. Zararlı lepidopter türlerine karşı *Bt. kurstaki* ve *Bt. aizawai*, dipter türlerine karşı *Bt. israelensis*, coleopter türlerine karşı *Bt. tenebrionis* birçok firma tarafından çeşitli ticari isimler altında üretilmektedir (Çizelge 9). Ülkemizin de içerisinde bulunduğu birçok ülkede ruhsat almış olan *Bt.* içerikli insektisitler kullanım bakımından dünyada biyopestisitler içerisinde en başarılı grubu oluşturmaktadır.

Serratia entomophila Grimont ve ark. ve *S. proteamaculans* (Paine & Stansfield) ise *Costelytra zealandica* (White)'nin patojenleridir ve yüksek derecede özelleşme gösterirler. Ağız yolu ile alındıklarında ön bağırsakta kolonize olurlar ve konukçunun yemeden kesilmesine neden olurlar. İlerleyen hastalık safhalarında art bağırsağı da kolonize ederler ve son safhalarında hemokole penetre ederek genel septisemiye neden olabilirler. Böcek açlıktan ve/veya genel septisemiden dolayı ölür. *S. entomophila* Yeni Zelanda'da *C. zealandica*'nın mücadelesi için Invade ticari ismi ile biyoinsektisit olarak üretilmiştir (Çizelge 9).

Protozoalar

Entomopatojen protozoa türlerinin konukçularına temel giriş yolu ağız ile olup enfeksiyonları lokal veya sistemik olabilir. Genellikle oldukça konukçuya özelleşmiş, yavaş etki yapan ve kronik hastalıklar oluşturan etmenlerdir. Bununla birlikte doğal

böcek popülasyonlarında önemli baskı unsurlarıdır (Maddox, 1987; Brooks, 1988). Mikrobiyal mücadele etmeni olarak ön plana çıkmış olan ve daha önce Protozoa içerisinde yer alan Mikrosporidia grubu funguslar içerisine aktarılmıştır (James ve ark, 2006; Hibbett ve ark, 2007). Entomopatojen protozoanların en büyük dezavantajı canlı konukçuda üretilmesi ve ölüm oranının yüksek olmayışıdır. Ancak bu gruptaki etmenlerin özellikle çok yıllık kültür alanlarında klasik biyolojik mücadele yönünden yararlı olabileceği sıklıkla dile getirilmektedir.

Virüsler

Virüsler konukçularına çoğunlukla oral olarak sindirim sisteminden, bazıları ise mekanik olarak parazitodler yolu ile (örn: Polydnviridae) giriş yaparlar. Ergin dişilerden yumurtaya bulaşma ile dikey yayılım da gerçekleşebilir (örn: *Neodiprion sertifer* NPV). Diğer doğal açıklıklardan ve yaralardan giriş yaptıkları da belirtilmektedir. Hastalık seyri ve etkisi etmenine göre değişmekle birlikte sadece belirli dokularda virüs replikasyonu ile kronik hastalıklara neden olanlar (örn: Ascoviridae ve Cypovirüsler), vücut geneline yayılarak akut hastalıklara neden olanlar (örn: birçok baculovirüsler) olduğu gibi konukçusu ile mutual ilişki içerisinde olan virüsler (örn: Polydnviridae) de bulunmaktadır. Kronik hastalıklar gelişmede gerileme, yaşam süresinde ve doğurganlıkta düşüş ve böcekte genel bir zayıflamaya neden olurlar. Entomopatojen virüslerin kullanımını sınırlayan temel faktör dar konukçu spektrumu, konukçuda çoğaltılma ihtiyacı ve etki hızının düşük olmasıdır. Mikrobiyal mücadele bakımından en çok ön plana çıkmış olan virüsler Baculoviridae familyasındaki türlerdir.

Baculoviridae protein yapı içerisinde tek tek gömülü olarak bulunan *Granulovirus* (GV) ve çok sayıda nükleokapsidin gömülü olduğu *Polyhedrovirus* (NPV) cinslerini içerir. Tespit edilen konukçuların birçoğu Lepidoptera'ya bağlı olup diğerleri Diptera, Hymenoptera, Trichoptera takımlarına bağlıdır. Böcekler haricinde Decapoda ve Crustacea üyelerinde de hastalık yaptığı bildirilmiştir. GV'ler sadece lepidopter türlerinden rapor edilmiştir (Boucias ve Pendland, 1998). Omurgalılarda ve bitkilerde hastalığa neden olan baculovirüs belirlenmemiştir.

İlk çarpıcı epizootik gözlemlerinden birisi Avrupada *Lymantria monacha* (L.) popülasyonlarındaki periyodik düşüşlerdir. Larvalar ölümden önce ağaçların yukarı kısımlarına çıkmakta olup abdomen bacaklarından tutunmuş olarak öldükleri ve vücudun parçalanması ile virüsü yaydığı bilinmektedir. 1920 li yıllarda hastalığın yayılması için çeşitli taktikler ile çalışmalar yürütülmüştür. Amerika'da ise benzer bir durum *L. dispar* L. popülasyonlarında gözlenmiştir. Klasik biyolojik mücadelede entomopatojen mikroorganizmaların kullanımına bir örnek Kanada'ya Avrupa'dan gelmiş olan *Neodiprion sertifer* (Goeffroy) mücadelesi için İsveç'ten baculovirüsün

getirilip kullanılmalıdır. Virüs introduksiyonu popülasyonda geniş alanda epizootik oluşumuna neden olmuş ve doğal olarak zararlının mücadelesi sağlanmıştır. Bu virüs diğer baculovirüslerinden farklı olarak enfekteli erginlerden yumurtaya geçmek suretiyle kolaylıkla popülasyonda yayılmaktadır. Bununla birlikte yüksek virülensi etkili uzun süreli zararlı mücadelesini başarılı kılmıştır. Baculovirüslerin etkinliklerinin genetik mühendisliği ile artırılması çalışmaları gerçekleştirilmiş ancak ruhsatlandırılmasına geçilmemiştir (İnceoğlu ve ark., 2006). Birçok baculovirüs lepidopter larvalarına karşı mücadele amacı ile biyoinsektisit olarak ruhsatlanmış ve üretilmiştir (Çizelge 10). Bir NPV ise diprionid bir hymenopter mücadelesi için geliştirilmiştir. Ülkemizde ise Madex ticari ismi ile *Cydia pomonella* (L.)'ya karşı GV içerikli preperat bulunmaktadır.

Çizelge 10. Ticari olarak üretilen önemli entomopatojen virüs türleri, hedeflenen organizmalar ve ürünlerin ticari isimleri (Flexner ve Belnavis, 2000'den değiştirilerek).

Table 10. Main entomopathogenic virus species produced commercially, target organisms and commercial names of products (adapted from Flexner and Belnavis, 2000).

Virüs türü	Hedef organizma	Ticari ismi
<i>Cydia pomonella</i> GV	<i>Cydia pomonella</i>	Granupom, Carposin, Madex 3, Virin-GYAP, Carpovirusine, Cyd-x
<i>Autographa californica</i> NMPV	Lepidoptera larvaları	VPN-80
<i>Anticarsia gemmatalis</i> MNPV	<i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Diatraea saccharalis</i>	Polygen, Multigen
<i>Adoxophyes orana</i> GV	<i>Adoxophyes orana</i>	Capex 2
<i>Spodoptera exigua</i> MNPV	<i>Spodoptera exigua</i>	Ness-A, Ness-E, Spod-X
<i>Neodiprion sertifer</i> /N. <i>lecontei</i> MNPV	Symphyta (Hym.) türleri	Leconteivirus, Monisarmiovirus, Virox
<i>Mamestra brassicae</i> MNPV	Lepidoptera larvaları	Virin-EKS, Mamestrin
<i>Helicoverpa zea</i> SNPV	Heliethinae türleri	Elcar, Gemstar
<i>Anagrapha falcifera</i> MNPV	Lepidoptera larvaları	Belirlenmemiş
<i>Lymantria dispar</i> MNPV	<i>Lymantria dispar</i>	Gypcheck
<i>Orygia pseudotsugata</i> MNPV	<i>Orygia pseudotsugata</i>	TM Biocontrol-1

Nematodlar

Nematodlar mikroorganizma olmamakla birlikte devamlı mikrobiyal mücadele kapsamına alınmışlardır. Nematodların böceklerle ilişkileri tesadüfi birliktelikten obligat parazitizme kadar çeşitli şekillerde olabilmektedir. Böcek paraziti nematodlar konukçularına kütiküladan doğrudan veya doğal açıklıklardan (stigmalar, ağız, anüs) giriş yaparlar. Bazı nematodlar konukçunun ölümüne neden olurken (örn: Mermithidae, Steinernematidae) bazı diğerleri konukçunun steril olmasına veya doğurganlıkta düşüşe neden olurlar (örn: Sphaerularidae, Allantonematidae).

Böceklerle ilişki içerisinde olan 30'dan fazla nematod familyası bulunmakta olup (Poinar, 1975, 1983, 1990; Kaya ve Stock, 1997). Bunların arasında mikrobiyal mücadele yönünden ön plana çıkanlar sırasıyla *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* cinslerindeki (Enterobacteriaceae) bakteriler ile mutual ilişki içerisindeki Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyaları üyeleridir.

Bu nematodların biyolojileri ve etki mekanizmaları oldukça benzerlik gösterir. İnfektif juveniller genellikle konukçunun doğal açıklıklarından giriş yaparlar ve traheol veya sindirim sisteminden penetre ederek hemokole ulaşırlar. Heterorhabditidlerin integümentden doğrudan giriş yapması da mümkündür. Sindirim sisteminde bulunan simbiyotik bakterinin salınması ile konukçunun kısa bir süre içerisinde (48 saat içerisinde) ölümü gerçekleşir. Bakterinin salgıladığı enzimler ve toksinler sayesinde diğer mikroorganizmaların gelişimi engellenirken konukçu dokuları parçalanır ve sonuçta hem bakteri hem de nematod beslenerek çoğalırlar. Steinernematidlerde ergin dişi ve erkek bireyler oluşur ve çiftleşme sonucunda yumurta bırakarak çoğalırlar. Nematod yoğunluğunun artması ve besin yetersizliğinin başlaması ile yumurtadan çıkan bireyler infektif juvenilleri oluştururlar. Heterorhabditidlerde ise hemakole giren infektif juvenilin oluşturduğu ergin hermafrodit ve hermafrodit bireyin yumurtalarından çıkan juveniller dişi ve erkek bireyleri oluşturur. Çiftleşme sonucunda bırakılan yumurtalardan çıkan juveniller infektif juvenil olurlar. Ortamda yeterli nem bulunduğu taktirde infektif juveniller konukçuyu terk ederler. Bazı ülkelerde exotik nematodlar için kısıtlamalar bulunmakla birlikte birçok ülkede nematodların kullanımı ruhsatlandırmaya tabii değildir (Akhurst ve Smith, 2002). Bununla birlikte özellikle toprakta bulunan veya toprak ile temasta olan zararlılara olan etkinlikleri nedeniyle bu iki familyaya ait türler birçok firma tarafından çeşitli ülkelerde ticari olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır (Çizelge 11). Üretim maliyetinin genellikle kimyasal insektisit üretiminden daha yüksek olması ve çevre şartlarına hassasiyet göstermeleri sınırlayıcı faktörler olarak sıralanabilir. Bu familyaların haricinde Rhabditidae familyasından *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider ise sümüklüböceklerin mücadelesi için geliştirilmiştir ve marketlenmiştir (Wilson, 2007). Ticari önem bakımından nematodlar bakterilerden sonra ikinci sırayı alan etmen grubunu oluşturmaktadır (Flexner ve Belnavis, 2000).

Çizelge 11. Ticari olarak üretilen önemli entomofag nematod türleri, hedeflenen organizmalar ve ürünlerin ticari isimleri (Flexner ve Belnavis, 2000'den değiştirilerek).

Table 11. Main entomophagus nematode species product commercially, target organisms and the commercial names of products (adapted from Flexner and Belnavis, 2000).

Nematod türü	Hedef organizma	Ticari ismi
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Özellikle <i>Otiornchus sulcatus</i> olmak üzere toprak altı zararlısı böcekler	Dickmaulrussiernematoden, Larvanem, Nemasys-H, <i>Heterorhabditis megidis</i>
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Popillia japonica</i> larvaları ve diğer böcekler	Heteromask, Nema-BIT, Cruiser, Nema-top, Nema-green, Lawn Patrol
<i>Setinernema feltiae</i>	Sciaridae türleri ve diğer toprak altı zararlısı böcekler	Traunem, Scanmask, Nema-plus, Entonem, Sciarid, Nemasys, Nemasys-M, <i>Steinernema feltiae</i> , Exhibit SF-WDG, Magnet, X-Gnat
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Köklerde zararlı curculionid ve dipter larvaları, kök ve kökboğazında zararlı olan noctuid larvaları ve bazı diğer lepidopter larvaları. Bir ürün için termitler.	EcoMask, Hortscan, Termask, Guardian, <i>Steinernema carpocapsae</i> , Exhibit SC-WDG, Bio Safe WG, Millenium, Savior WG
<i>Steinernema glaseri</i>	Scarabaeidae larvaları	<i>Steinernema glaseri</i>
<i>Steinernema scapterisci</i>	Gryllotalpidae türleri	Otinem S
<i>Steinernema riobrave</i>	Köklerde zararlı curculionid larvaları, Gryllotalpidae türleri ve bitki zararlısı nematodlar	Bio Vector 355, Devour
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	Sümüklüböcekler	Nemaslug

Sonuç

Biyolojik mücadele doğanın kendi baskı mekanizmalarından yararlanılarak geliştirilmiş ve olumsuz etkileri yok denecek kadar az olan bir mücadele yöntemidir. Bu açıdan bakıldığında entegre mücadele yaklaşımı çerçevesinde öncelikle ele alınması ve bu alandaki olanaklardan en üst düzeyde yararlanılması zorunlu görülmektedir. Diğer taraftan biyolojik mücadele belirli bir bilgi birikimine gereksinim duyulması nedeniyle uygulamada üreticiler tarafından etkin bir şekilde kullanılmasında zaman zaman sorunlar yaşanabilmektedir. Yöntemin başarısı için kitle üretimleri yanında bu doğal düşmanların etkin bir şekilde kullanımı için yaygın bir danışmanlık hizmetinin sunulması da büyük önem taşımaktadır. Ayrıca değişik üretim yaklaşımları çerçevesinde çevre dostu bir mücadele yöntemi olarak biyolojik mücadele etkin bir şekilde desteklenmelidir. Özellikle bu alanda faaliyet gösteren ve gösterecek olan firmalar değişik araçlarla teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

- Akhurst, R. and K. Smith, 2002. Regulation and Safety. Editör: R. Gaugler. Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Wallingfort, UK, 311-332 pp.
- Anonymous, 1970. International Organisation for Biological Control/Western Palearctic Regional Section. Proc. Meet. Work. Group Integrated Control Glasshouses, Naaldwijk, the Netherlands. IOBC/WPRS Bulletin, 78 pp.
- Binns, E. S., 1974. Notes on the biology of *Arctoseius cetratus* (Sellnick) (Mesostigmata: Ascidae). *Acarologia*, 16: 577-582.
- Berndt, O., Meyhofer, R. and H. M. Poehling, 2004. The edaphic phase in the ontogenesis of *Frankliniella occidentalis* and comparison of *Hypoaspis miles* and *Hypoaspis aculeifer* as predators of soil-dwelling thrips stages. *Biological Control*, 30: 17-24.
- Boucias, D. G. and J. C. Pendland, 1998. Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publishers, USA, 537 p.
- Bravenboer, L., 1963. Experiments with the predator *Phytoseiulus riegeli* Dosse on glasshouse cucumbers. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 36: 53.
- Brooks, W. M., 1988. Entomogenous Protozoa. Editör: C. M. Ignoffo ve N. B. Mandava. Handbook of Natural Pesticides, Vol. V. Microbial Insecticides, Part A: Entomogenous Protozoa and Fungi. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1-149.

- Cadogan, B. L. and J. E. Laing, 1977. A technique for rearing the predaceous mite *Balaustium putmani* (Acarina: Erythraeidae), with notes on its biology and life history. *Canadian Entomologist*, 109: 1535–1544.
- Charles, J. F., Delecluse, A. and C. Neilsen-LeRoux, 2000. Entomopathogenic Bacteria: From Laboratory to Field Applications. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Croft, B. A. and M. E. Whalon, 1984. Apple IPM implementation in North America. *Annual Review of Entomology*, 29:435-70.
- Dosse, G., 1959. Über einige neue Raubmilbenarten (Phytoseiidae). *Pflanzenschutzberichte*, 21: 44-61.
- Ewing, H. E., 1912. The life history and habits of *Cheyletus seminivorus* Packard. *Journal of Economic Entomology*, 5: 416-420.
- Ewing, H. E., 1914. The common red spider or spider mite. *Oregon Agricultural Experiment Station Bulletin*, 121: 1-95.
- Flexner, J. L. ve D. L. Belnavis, 2000. Microbial insecticides. Editör: J. E. Rechcigl ve N. A. Rechcigl. Biological and Biotechnological Control of Insect Pests. CRC Press, Boca Raton, USA, 35-62.
- Franz J. M. und A. Krieg, 1982. Biologische Schaedlingsbekaempfung. Verlag Paul Parey Berlin-Hamburg. 252 p.
- Gerson, U., Smiley, R. L. and R. Ochoa, 2003. Mites (Acari) for Pest Control. Blackwell Science, Oxford, UK. 539 pp.
- Gerson, U. and P. G. Weintraub, 2007. Mites for the control of pests in protected cultivation. *Pest Management Science*, 63:658–676.
- Hajek, A. E., 2007. Introduction of a Fungus into North America for Control of Gypsy Moth. Editör: C. Vincent, M. S. Goettel, G. Lazarovits. Biological Control: A Global Perspective, CABI Publishing, UK, 53-62.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P. M., Lücking, R., Thorsten Lumbsch, H., Lutzoni, F., Matheny, P. B., McLaughlin, D. J., Powell, M. J., Redhead, S., Schoch, C. L., Spatafora, J. W., Stalpers, J. A., Vilgalys, R., Aime, M. C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G. L., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Dai, Y., Gams, W., Geiser, D. M., Griffith, G. W., Gueidan, C., Hawksworth, D. L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R. A., Hyde, K. D., Ironside, J. E., Kõljalg, U. C., Kurtzman, P., Larsson, K., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J. D., Roux, C. L. Ryvarden, J. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R. G., Thorn, L., Tibell, W., Untereiner, A., Walker, C., Wang, Z.,

- Weir, A., Weiss, M., White, M. M., Winka, K., Yao, Y. and N. Zhang, 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, 111: 509-547.
- Holt, R. D., 1994. The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecological Systems*, 25: 495-520.
- Hoyt, S. C., 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apple in Washington. *Journal of Economic Entomology*, 62:74-86.
- Hussey, N. W. and L. Bravenboer, 1971. Control of Pests in Glasshouse Culture by the Introduction of Natural Enemies. Editör: C. B. Huffaker. Biological Control, New York: Plenum, 95-216 pp.
- İnceoğlu, A. B., Kamita, G. S. and B. D. Hammock, 2006. Genetically modified baculoviruses: A historical overview and future outlook. Editör: B. C. Bonning, K. Maramorosch ve A. J. Shatkin. Insect Viruses: Biotechnological Applications. Academic Press, San Diego, 324-361.
- James, T. Y., Kauff, F., Schoch, C. L., Matheny, P. B., Hofstetter, V., Cox, C. J., Celio, G., Gueidan, C., Fraker, E., Miadlikowska, J., Lumbsch, H. T., Rauhut, A., Reeb, V., Arnold, A. E., Amtoft, A., Stajich, J. E., Hosaka, K., Sung, G., Johnson, D., O'Rourke, B., Crockett, M., Binder, M., Curtis, J. M., Slot, J. C., Wang, Z., Wilson, A. W., Schübler, A. J., Longcore, E., O'Donnell, K., Mozley-Standridge, S., Porter, D., Letcher, P. M., Powell, M. J., Taylor, J. W., White, M. M., Griffith, G. W., Davies, D. R., Humber, R. A., Morton, J. B., Sugiyama, J., Rossman, A. Y., Rogers, J. D., Pfister, D. H., Hewitt, D., Hansen, K., Hambleton, S., Shoemaker, R. A., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Spotts, R. A., Serdani, M., Crous, P. W., Hughes, K. W., Matsuura, K., Langer, E., Langer, G., Untereiner, W. A., Lücking, R., Büdel, B., Geiser, D. M., Aptroot, A., Diederich, P., Schmitt, I., Schultz, M., Yahr, R., Hibbett, D. S., Lutzoni, R., McLaughlin, D. J., Spatafora, J. W. and R. Vilgalys, 2006. Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*, 443:818-822.
- Kaya, H. K. ve S. P. Stock, 1997. Techniques in insect nematology. Editör: L. A. Lacey. Manual of techniques in insect pathology, Academic Press, San Diego, CA, 281-324.
- Krantz G. W., 1978. A Manual of Acarology. Corvallis: Ore. State Univ. Book Stores, Inc. 2nd ed. 509 pp.
- Laing, J. E., 1973. Evaluating the effectiveness of *Paracheyletis bakeri* (Acarina: Cheyletidae) as a predator of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Annals of Entomological Society of America*, 66: 641-646.
- Maddox, J. V., 1987. Protozoan Diseases. Editör: J. R. Fuxa ve Y. Tanada. Epizootiology

- of Insect Diseases. John Wiley & Sons, New York, USA, 417-452.
- McGregor, E. A. and F. L. McDonough, 1917. The red spider on cotton. USDA Bulletin 416: 41-43.
- McMurtry, J. A. and B. A. Croft, 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42: 291-321.
- Moraes, G. J. de, Severo Neto, R. and H. C. S. Pinto, 1989. Morphology, biology and pesticide tolerance of *Cheletogenes ornatus* (Acari: Cheyletidae). *Entomophaga* 34: 477-484.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag R. and W. W. Sabelis, 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental & Applied Acarology*, 27: 57-68.
- Overmeer, W. P. J., 1985. Alternative prey and other food resources. Editör: W. Helle and M.W. Sabelis. Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 131-139 pp.
- Poinar, G. O. Jr, 1975. Entomogenous Nematodes: A manual and host list of insect-nematode associations. E. J. Brill, Leiden, The Netherlands, 317s.
- Poinar, G. O. Jr, 1983. The Natural History of Nematodes. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 323s.
- Poinar, G. O. Jr, 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. Editör: R. Gaugler ve K. H. Kaya. Taxonomy and Biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. CRC Press, Boca Raton, Florida, 23-74.
- Rajamohan, F., Lee K. L. and D. H. Dean, 1998. *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins: molecular mode of action. *Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology*, 60: 1-27.
- Riley, C. V., 1874. The grape phylloxera *Phylloxera vastatrix* Planchon. In 6th Annual Report of Noxious, Beneficial, and Other Insects of the State of Missouri, 30-65.
- Santos, M. A., and J. E. Laing, 1985. Stigmaeid predators. Editör: W. Helle and M.W. Sabelis. Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 197-203 pp.
- Schnepf, E., Crickmore, N., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D. R. and D. H. Dean, 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Review*, 62: 775-806.
- Shimer, H., 1868. Notes on the "Apple Bark-Louse" *Lepidosaphes conchiformis* (Gmelin sp.) with a description of a supposed new *Acarus*. *Transactions of the American Entomological Society*, 1: 361-374.
- Sorensen, J. T., Kinn, D. N., Doult, R. L. and J. R. Cate. 1976. Biology of the mite *Anystis agilis* (Acari: Anystidae), a California vineyard predator. *Annals of the Entomological Society of America*, 69: 905-910.

- Steiner, M., 2002. Progress towards integrated pest management for thrips (Thysanoptera: Thripidae) in strawberries in Australia. *IOBC/WPRS Bulletin*, 25: 253–256.
- Steiner M. Y., Goodwin, S., Wellham, T. M., Barchia, I. M. and L. J. Spohr, 2003. Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Australian Journal of Entomology*, 42: 124–130.
- Thanabal, T., Berry C. and J. Hindley, 1993. Cytotoxicity and ADP-ribosylating activity of the mosquiocidal toxin from *Bacillus sphaericus* SSII-1: possible roles of the 27- and 70- kilodalton peptides. *Journal of Bacteriology*, 175: 2314-2320.
- Uygun, N., 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde taksonomik araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 157, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri: 48, Dilek Matbaası, Adana, 110 s.
- Van Lenteren, J. C. and J. Woets, 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, 33:239-259.
- Van Lenteren, J. C. and G. Manzaroli, 1999. Evaluation and use of predators and parasitoids for piological control of pests in greenhouses Editör: R. Albajes, M. Lodovica Gullino, J. C. van Lenteren and Y. Elad. *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Pub., 183-201 pp.
- Vincent, P. J., Unruh, T. R., Horton, D. R., Mills, N. J., Brunner, J. F., Beers, E. H. and P. W. Shearer, 2009. Tree fruit IPM programs in the western United States: the challenge of enhancing biological control through intensive management. *Pest Management Science*, 12: 1305-1310.
- Walter, D. E. and H. C. Proctor, 1999. *Mites: Ecology, Evolution and Behaviour*. Wallingford, UK, CAB Int. 322 pp.
- Weintraub, P. G., Kleitman, S., Mori, R., Shapira N. and E. Palevsky, 2003. Control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). *Biological Control*, 26: 300–309.
- Wilson, M., 2007. A Noval Nematode for Management of Slugs. Editör: C. Vincent, M. S. Goettel ve G. Lazarovits. *Biological Control: A Global Perspective*, CABI International, UK, 152-159.
- Zdarkova, E., 1998. Biological control of storage mites by *Cheyletus eruditus*. *IPM Review*, 2:111-116.
- Zhang, Z-Q., 2003. *Mites of Greenhouses, Identification, Biology and Control*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 244 pp.