



## Organik tarımda biyolojik mücadele; entomopatojen biyoinsektisitler

Uğur AZIZOĞLU<sup>1</sup>, Sancar BULUT<sup>2</sup>, Semih YILMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Tomarza MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

<sup>3</sup>Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kayseri, Türkiye

### ÖZET

Sürdürülebilir bir organik tarım için kimyasal madde kullanımına getirilen sınırlama zararlılarla mücadelede alternatif çözüm arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Kimyasal pestisitlere alternatif yöntemlerden en önemlisi doğal düşmanların kullanıldığı biyolojik mücadele yöntemidir. Organik tarım, çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilir tarımsal üretim sistemini oluşturmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Organik tarımda, biyolojik mücadele uygun diğer mücadele yöntemleri ile birlikte uygulandığında çok daha etkili sonuçlar vermektedir. Organik tarımda zararlılarla mücadele de hedef, zararlıyı tamamen ortadan kaldırmak değil zararlının zarar seviyesini en aza indirmektir. Bununla birlikte, organik tarım yapılan alanda bir üretim döneminde yetiştirilen bitkilerdeki zararlılarla mücadelede kullanılacak olan entomopatojen biyoinsektisitler göz önüne alınarak iyi bir üretim ve ekim nöbeti sistemi planlanmalıdır. Zararlı böcekler ile mücadelede yaygın olarak kullanılan mikrobiyal kontrol ajanları bakteri, virüs, fungus, protozoa ve nematodlardır. Mikrobiyal kontrol ajanları içerisinde yer alan entomopatojen biyoinsektisitler türe özgü etki gösterdiği için diğer doğal düşmanlara göre daha avantajlıdır. Çevre sağlığı, ekonomik kazanç, güvenli alternatif oluşturma, sosyal ve ekonomik eşitlik gibi süreçlerin bir entegrasyonu olan organik tarım uygulamalarında çiftçi, tüketici, işçi, araştırmacı ve politikacı gibi tüm iştirakçilerin sorumluluğu vardır ve sürdürülebilir bir tarım faaliyeti için bu iştirakçilerin tamamının desteği gereklidir.

### Anahtar

### Kelimeler:

Organik tarım,  
Biyolojik kontrol  
ajanları,  
Entomopatojenler,  
Biyoinsektisit.

## Biological control in organic farming; entomopathogen bioinsecticides

### ABSTRACT

The limitations on the use of chemicals in organic farming for sustainable agriculture have brought the search for alternative solutions. The best alternative to chemical pesticides is biological control with natural enemies. Organic farming can be defined as an approach aimed to create environmentally and economically sustainable agricultural production system. Biological control provides very effective results when applied in conjunction with other appropriate control methods in organic farming. The main purpose of crop protection in organic farming is to minimize the level of pest damages rather than completely eliminating them. However, for the control of pests in a growing season in areas of organic farming, a good production and rotation system should be planned considering the bioinsecticides. Microbial control agents, which are widely used against insect pests are bacteria, viruses, fungi, protozoa and nematodes. Because of species specific effect, entomopathogenic bioinsecticides have more advantages than other natural enemies which included in microbial control agents. In organic farming applications, which an integration of process such as environmental health, economic profitability, safe alternative, social and economic equity, there is responsibility of all participants such as farmers, consumers, laborers, researchers, and policymakers and require the support of all participants for a sustainable agricultural application.

### Key Words:

Organic farming,  
Biological control  
agents,  
Entomopathogens,  
Bioinsecticide.

## 1. Giriş

Günümüzde organik tarım bir yaşam felsefesi haline gelmiş olup, gıda ürünlerinin tüm çeşitlerinin yanında, mobilyadan oyuncuğa, dış macunundan tekstil ürünlerine ve makyaj malzemelerinden kesme çiçeğe kadar binlerce gıda dışı üründe organik sertifikalı olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Organik ürünler eskiden tüketiciler tarafından sadece sağlığı korumak amacıyla tercih edilirken, günümüzde hem sağlığı hem de çevreyi korumak amacıyla tercih edilmektedir. Dünyada insanlar artık sağlıklı ve temiz bir çevrede, hastalığa neden olacak kimyasal madde kalıntısı taşımayan sağlıklı ve temiz gıda ve gıda dışı ürünleri tüketerek veya kullanarak sağlıklı ve mutlu bir yaşam sürdürmek amacıyla organik tarıma yönelmektedirler. Organik tarımda bitki koruma sorunlarının çözümünde biyolojik mücadele, doğal dengenin ve tarım ekosistemini oluşturan bileşenlerin korunmasında, en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarımsal zararlılarla mücadelede II. Dünya savaşı sonrası kimyasal pestisitlerin kullanımı hızlı bir artış göstermiştir. Günümüzde ise eskiye oranla kimyasal pestisit kullanımında azalma olmasına karşın tarım alanlarında kimyasal pestisit kullanımını yaygın olarak devam ettirmektedir. Bu kimyasalların ortaya çıkardığı problemlerle mücadele etmek oldukça zordur. Kimyasalların zararlarının ne kadar süreceği konusu insanlığın geleceği ve sınırlı yaşam alanlarının güvenliği açısından büyük kaygılara neden olmaktadır. Bu yüzden insanlar gerek yerleşim yeri seçerken, gerekse gıda üretiminde çevre ve insan sağlığı açısından güvenli olabilecek mekânlar ve yaşam ortamları oluşturmak için yoğun bir gayret göstermektedirler. Bu bakımdan doğal ortama daha uyumlu, insan ve çevre sağlığı açısından daha güvenli tarımsal mücadele teknikleri geliştirmek gittikçe önem arz etmektedir. Bu bakımdan kimyasal mücadeleye alternatif birçok yöntem geliştirilmekte ve bunların optimizasyonuna yönelik ciddi gayretler sarf edilmektedir. Bu itibarla dünya genelinde organik tarım olarak bilinen bir tarımsal faaliyet alanı oluşturulmuş ve bu yöndeki faaliyetler gün be gün gelişim arz etmiştir.

Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre yaklaşık 120 ülkede 31 milyon hektarlık alanda organik tarım yapılmaktadır. Ancak bu alan toplam tarımsal alanların sadece %1'ini oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde organik tarım alanlarının toplam tarım alanları içerisindeki payı %0.01-13 arasında iken, gelişmekte olan ülkelerde ise bu oran %0.01-2 arasındadır [1].

Organik tarımda eklemeli zararlılarının (özellikle ürün zararlısı böceklerin) kontrolündeki temel prensip ulusal ve uluslararası organik üretim standartları tarafından belirlenen ekolojik uygulama yöntemlerini kullanmaktır. Kitlesele uygulama ve aşılama yoluyla biyolojik kontrol taktikleri Eilenberg ve ark. [2] tarafından tanımlanmıştır. Bu taktikler uzun ya da kısa vadede zararlıları kontrol etmek için canlı biyolojik kontrol ajanlarının salıverilmesini içerir [2]. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM) organik ürünlerin yetiştirilmesi, işlenmesi ve biyolojik kontrol ajanlarının kullanılıp kullanılmayacağını değerlendirir.

Bununla birlikte IFOAM organik tarımda zararlı kontrolü için predatör, parazitoid ve entomopatojen (bakteri, virüs, fungus, nematod, protozoa) biyolojik kontrol ajanlarının kullanılmasına izin vermektedir. Fakat genetiği değiştirilmiş organizmaların kullanılmasını yasaklamıştır [3]. Bazı biyolojik kontrol ajanlarının tek bir zararlı türüne karşı etki göstermesi onları, diğer biyolojik ve mineral temelli pestisitlerden ayıran önemli bir özelliktir [4]. Sera ürünlerinde zarara neden olan kırmızı örümcekler predatör akarlar kullanılarak başarılı bir şekilde kontrol edilebilmektedir [5,6]. Benzer şekilde sera beyazsineği parazitoid arılar kullanılarak kontrol edilebilmektedir [7]. Ürün yetiştirilen alanlarda parazitoidlerin salıverilmesi lepidopter zararlılarının kontrolünde etkili olmuştur. Ayrıca çok yıllık ürün yetiştirilen alanlara predatör akar, kokkinellid ve zarkanlı (Neuroptera) predatörlerin salıverilmesi kırmızı örümcek, afit ve yaprak biti zararlarını önemli ölçüde azaltmaktadır [8-14]. Doğal düşman kullanımı ile yapılan biyolojik mücadelede üç temel yaklaşım vardır.

- 1. Klasik biyolojik mücadele:** Bölgede doğal olarak bulunmayan biyolojik mücadele ajanlarının orijinal coğrafyasından getirilmesi ve yerleştirilmesi şeklinde yapılmaktadır.
- 2. Koruyucu biyolojik mücadele:** Doğal olarak ortamda bulunan yararlı türlerin korunmasını kapsamaktadır.
- 3. Kitlesele biyolojik mücadele:** Popülasyon yoğunluğunun artırılması amacıyla faydalı türün yüksek miktarlarda kitle üretiminin yapılarak mücadele yapılacak bölgeye salınımı içermektedir [15,16].

### Organik tarımda zararlı böceklerle mücadelede yaygın olarak kullanılan biyolojik kontrol ajanları

Biyolojik mücadelede asıl hedef zararlının tamamen ortan kaldırılması değil, zararlının meydana getirdiği zararın en aza indirilmesidir. Tablo 1'de organik ürünlerde zarara neden olan zararlı böceklerle karşı yaygın olarak kullanılan biyolojik kontrol ajanları belirtilmiştir.

### Organik tarımda zararlı böcek kontrolünde yaygın kullanılan entomopatojenik ajanlar

#### Mikrobiyal insektisitler

Bu insektisitler yaşayan mikroskobik (virüs, bakteri, fungus, protozoa ve nematod) organizmalardan veya bunların ürünleri olan toksinlerden oluşmaktadır. Bunlar diğer insektisitler gibi püskürtme, toz ve granül halde uygulanacak şekilde kullanıma sunulmuştur. Mikrobiyal insektisitler birçok zararlı böceklerle mücadelede kullanılmaktadır. Mikrobiyal insektisitlerin yaban hayatı ve hedef dışı insan ve diğer canlılar üzerinde toksik etkisi göstermemesi, ürettikleri toksinlerin genellikle tür veya cins düzeyinde etki göstermesi sebebiyle diğer faydalı böcek türlerine zarar vermemesi, birçok durumda konvansiyonel pestisitlerle birlikte kullanılabilmesi ve hasat döneminde dahi uygulanabilmesi bu mikrobiyal insektisitlerin avantajlarıdır. Her zararlı için kullanılamasa da bu ürünler süs bitkilerinde yaşayan bazı zararlı böcekler için başarılı bir şekilde kullanılabilir. Çünkü mikrobiyal insektisitlerin çoğu belli böceklerle karşı etkilidir ve bu insektisitlerin yarı ömürleri oldukça kısadır. Kullanıcılar hedef zararlıyı iyi bir şekilde tanımlamalı ve etkili bir uygulama yöntemi

Tablo 1: Organik tarım ürünlerinde zarara neden olan zararlı böceklere karşı yaygın olarak kullanılan biyolojik kontrol ajanları ve uygulama alanları [4].

| Biyolojik kontrol ajanı       | Uygulama alanı                         |   |   |   |
|-------------------------------|--|---|---|---|
|                               | Tarım elverişli ürün                   | Çok yıllık ürün   | Sebze bitkileri   | Sera bitkileri  |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> | Patates böceği, Lepidopter zararlıları | Lepidopter zararlıları  | Lepidopter zararlıları  | Lepidopter zararlıları  |
| Entomopatojen virüsler        |  | Elma iç kurdu, Yaz meyvesi yaprak bükeni,                       |   |   |
| Entomopatojen funguslar       |  | Meyve sinekleri, Mayıs böcekleri                                | Afitler, Beyaz sinekler   | Afitler, Beyaz sinekler,  |
| Entomopatojen nematodlar      |  | Coleopter larvası, Çekirgeler, Lepidopter ve Dipter zararlıları | Coleopter larvası, Çekirgeler, Lepidopter ve Dipter zararlıları |   |
| Parazitoid böcekler           | Afitler, Mısır kurdu                   | Afitler, Cüce Ağustos böcekleri, Lepidopter zararlısı           | Lepidopter zararlısı  | Afitler, Beyaz sinekler, Yaprak galeri güvesi,                              |
| Avcı böcekler                 | Afitler                                | Afitler,  | Afitler   | Afitler, Beyaz sinekler, Unlu bit, Otçul böcekler, Mantar ve Fide sinekleri |

belirlemelidir. Ancak, bu insektisitler yüksek düzeyde seçiciliğe sahip olduklarından uygulandıkları alanlardaki diğer zararlı türlere etki etmemektedir. Mikrobiyal insektisitler olumsuz hava şartlarından daha fazla etkilendiğinden uygulama zamanı iyi seçilmelidir [15,16].

#### Entomopatojenik bakteri, *Bacillus thuringiensis*

*Bacillus thuringiensis* (*Bt*) ekonomik değeri olan, birçok tarımsal ve orman zararlısı larvalar üzerinde toksik etki gösteren, sporlanabilen gram pozitif bir toprak bakterisidir.

*Bt* yıllardır biyoinsektisit olarak başarılı bir şekilde organik tarım uygulamalarında kullanılmaktadır (Tablo 2). Zararlı kontrolünde en yaygın kullanılan çevre dostu mikrobiyal patojen *Bt*'dir. *Bt* ürünleri farklı böcek takımlarına ait türlerin larval dönemlerinde larvaların orta barsağında hasara neden olarak veya septisemiye yol açarak kontrol sağlar [17].

Sporlanma sırasında oluşturdukları parasporal kristal proteinlerin ticari formülasyonları yapılmakta ve biyolojik kontrol amacıyla kullanılmaktadır [18].

Tablo 2. Ticari olarak üretilen entomopatojen bakteriler ve hedef zararlı grupları [19].

| Ticari ürün adı | Bakteri şusu               | Hedef zararlı grubu |
|-----------------|----------------------------|---------------------|
| Biobit          | <i>Bt kurstaki</i> HD-1    | Lepidoptera         |
| Dipel           | <i>Bt kurstaki</i> HD-1    | Lepidoptera         |
| Florbac         | <i>Bt aizawai</i>          | Lepidoptera         |
| Costar          | <i>Bt kurstaki</i> SA-12   | Lepidoptera         |
| Delfin          | <i>Bt kurstaki</i> SA-11   | Lepidoptera         |
| Thuricide       | <i>Bt kurstaki</i> HD-1    | Lepidoptera         |
| Tekar           | <i>Bt israeliensis</i>     | Diptera             |
| Javelin         | <i>Bt kurstaki</i> SA-11   | Lepidoptera         |
| Bactimos        | <i>Bt israliensis</i>      | Diptera             |
| Vectolex GC     | <i>Bacillus sphaericus</i> | Diptera             |
| Bactospeine     | <i>Bt kurstaki</i> HD-1    | Lepidoptera         |
| Acrobe          | <i>Bt israliensis</i>      | Diptera             |
| Novodor         | <i>Bt tenebrionis</i>      | Coleoptera          |
| Trident         | <i>Bt tenebrionis</i>      | Coleoptera          |

*Bt* suşları çevresel olarak güvenli ve türe özgü olmaları nedeniyle üzerinde en çok çalışılan entomopatojendir [20]. İnsektisidal kristal proteinler (ICP) çok sayıda tarım ve orman zararlısı ile hastalık vektörüne karşı toksisite gösterir. *Bt*'nin farklı suşları Lepidoptera, Diptera ve Coleoptera

takımına ait zararlılara karşı sınırlı veya kapsamlı toksik etki gösterirler. Cry toksinlerin etki mekanizmasına yönelik çalışmalar daha çok Lepidopter zararlıları üzerinde yoğunlaşmıştır [21].

Bazı *Bt* suşlarının Nematod [22] Protozoa [23] türleri ve Hymenoptera [24] takımındaki böceklere karşı da etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bazı suşları akar ve yassısolucan gibi canlılara karşı da etkili olmaktadır. *Bt* suşlarının taşıdığı genlerden *cry1* Lepidoptera, *cry2* Lepidoptera ve Diptera, *cry3* Coleoptera, *cry4* Diptera, *cry5* Coleoptera ve Lepidoptera takımlarındaki zararlı böceklere karşı spesifik etki göstermektedir. *Bt* ürünleri dünyanın birçok bölgesinde biyolojik mücadelede amacıyla yaygın olarak kullanılmasına rağmen gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında ülkemizdeki kullanımı sınırlıdır. Ancak son zamanlarda ülkemizde de birçok araştırmacı *Bt* ürünlerine yönelik kapsamlı çalışmalar yürütmektedir [25-36].

### Entomopatojenik Nematodlar; Heterorhabditidae, Steinernematidae

Biyolojik kontroldeki başarıları göz önüne alındığında 7 nematod familyası (Mermithidae, Allantonematidae, Neotylenchidae, Sphaerularidae, Rhabditidae, Steinernematidae ve Heterorhabditidae) ön plana çıkmıştır. Günümüzde ise bu familyalar içerisinde entomopatojenik olan familyalar (Heterorhabditidae ve Steinernematidae) biyolojik mücadeledeki başarılarından dolayı en çok çalışılan familyalar olmuştur [37]. Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait türlerin geniş bir konak dağılımına ve letal özelliğe sahip olması bu organizmaların potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak görülmelerini sağlamıştır [38, 39, 40].

Entomopatojenik nematodlar kimyasal ve mikrobiyal insektisitlerin etkin olarak uygulanmalarının zor olduğu toprak ortamında bulunurlar. Toprak, zararlı böceklerin kontrolü için uygulanan predatörlerinin ve parazitlerinin nüfuzunu engelleyici bir bariyer özelliği gösterir. Entomopatojenik nematodlar için böyle bir bariyer söz konusu değildir. Çünkü toprak bunların doğal yaşam ortamlarıdır [41]. Günümüzde entomopatojenik nematodlar ticari olarak üretilen bir ürün haline gelmiş olup seralarda, mantar üretim alanlarında [42,43], çilek tarlalarında, yaban mersini bahçelerinde, çim ekili alanlarda [44] elma bahçelerinde [45] ve turuncgil yetiştirme alanlarında geniş ölçekte kullanılmaya başlanmıştır (Tablo 3). Biyolojik mücadelenin kapsamının ve uygulama alanının genişletilmesi büyük önem arz etmektedir. Çünkü 21. yüzyılda tarımın devamlılığı büyük ölçüde mikrobiyal kontrol ajanları ve çevreyle dost diğer alternatif mücadele yöntemlerinin kullanımına bağlı olacaktır [46].

### Entomopatojenik Virus; Baculovirus

Virüsler içerisinde ise en az 16 familyanın böceklerle mücadelede etkili olduğu tespit edilmiştir [53]. Baculovirusler önemli tarım ve orman zararlılarının kontrolünde özellikle de Lepidoptera ve Hymenoptera takımlarına ait zararlıların kontrolünde biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmakta ve ticari olarak üretilmektedir. [37, 54, 55]. Brezilya'da soya fasulyelerinde önemli oranda zarara neden olan *Anticarsia gemmatilis*'e karşı *Baculovirus anticarsia* başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [56].

Tablo 3. Entomopatojenik nematodlar ve hedef zararlı grupları [37].

| Nematod familyası ve türleri         | Hedef zararlı grupları                | Kaynak                                |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Heterorhabditi dae</b>            |                                       |                                       |
| <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> | Lepidoptera, Coleoptera               | Begley [38], Klein [47]               |
| <i>Heterorhabditis megidis</i>       | Coleoptera                            | Klein [47]                            |
| <i>Heterorhabditis marelatus</i>     | Coleoptera, Lepidoptera               | Liu and Berry [48], Berry et al. [49] |
| <b>Steinernematidae</b>              |                                       |                                       |
| <i>Steinernema carpocapsae</i>       | Lepidoptera, Coleoptera, Siphonaptera | Begley [38], Klein [47],              |
| <i>Steinernema feltiae</i>           | Diptera (Sciaridae)                   | Begley [38], Klein [47],              |
| <i>Steinernema glaseri</i>           | Coleoptera (Scarabaeidae)             | Klein [47]                            |
| <i>Steinernema kushidai</i>          | Coleoptera (Scarabaeidae)             | Ogura [50]                            |
| <i>Steinernema riobrave</i>          | Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera   | Cabanillas et al. [51]                |

### Entomopatojenik Protozoa; Nosema locustae

Entomopatojenik protozoalar böcek popülasyonlarının düzenlenmesinde önemli role sahiptir [57]. Entomopatojenik protozoalar genellikle konukçuya özgüdür ve kronik enfeksiyona sebep olduğundan dolayı yavaş etki göstermektedir. Çoğu entomopatojenik protozoanın biyolojisi karmaşıktır. Bu organizmalar sadece yaşayan konukçularda gelişebilir ve ara konukçulara ihtiyaç duymaktadırlar. *Nosema locustae* çekirge kontrolü için geliştirilmiş ticari tek üründür [58]. Entomopatojenik protozoalar diğer mikrobiyal kontrol ajanlarına göre zararlı kontrolü uygulamalarında birçok dezavantaja sahiptir. Üretilmeleri için yaşayan konukçuya ihtiyaç duyarlar ve oldukça yavaş etki gösterirler. Bu yüzden de biyolojik mücadelede sınırlı uygulama alanına sahiptir.

### Entomopatojenik Fungus, Beauveria bassiana

Entomopatojenik funguslar diğer biyolojik kontrol ajanlarına göre daha geniş konukçuya aralığına sahiptir. Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera ve Diptera takımlarına bağlı türlerde enfeksiyon yapmaları ve bunlardan, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* ve *Lecanicillium lecanii*'nin dünyada çapında yaygın şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Tablo 4) [59]. Entomopatojenik funguslar konusunda en çok tartışılan konulardan biri bu canlıların toksin salgılamalarıdır. *B. bassiana*'nın Çin'de yerel olarak üretildiği ve Mısır kurduna (*Ostrinia nubilalis*) ve Çam tırtılına (*Dendrolimus* spp.) karşı kullanıldığı kaydedilmiştir [60]. Ülkemizde de Çam ve ark. [61] *B. bassiana*'nın patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* 'ya karşı başarılı bir şekilde kullanabileceğini belirtmiştir.

## 2. Sonuç

Kimyasal pestisitler ile yapılan zararlı böcek kontrolünde böceklerin direnç geliştirmesi, sekonder zararlıların ortaya çıkması, hedef olmayan faydalı türlerin olumsuz etkilenmesi, insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin görülmesi, yer altı sularının kirlenmesi ve biyo çeşitliliğin azalması gibi birçok sorun ortaya çıkmıştır [37]. 21. yüzyılda sürdürülebilir tarım uygulamalarının devamlılığı büyük ölçüde zararlılarla mücadelede kimyasal pestisit kullanımının azaldığı çevre ile dost alternatif mücadele tekniklerin geliştirilmesine bağlı olacaktır [46]. Sürdürülebilir tarım, çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması, kimyasal kalıntıların azaltılması, bozulan ekolojik dengenin yeniden oluşturulması gibi uygulamaları içermektedir.

Günümüzde hızla tükenen doğal kaynakların etkili kullanılmasını hedefleyen bu uygulamalarda organik tarım ve biyolojik mücadele büyük önem kazanmıştır. Tarımda sürdürülebilirliği sağlamak için; kimyasal pestisit kullanımının yapıldığı tarıma alternatif olan entomopatojen biyoinsektisitlerin kullanımına dayalı tarıma gereken önem verilmeli ve desteklenmelidir. Bu bağlamda organik tarım uygulamalarında zararlı böceklerle mücadelede de yeni mikrobiyal kontrol ajanların keşfi ve var olan entomopatojen biyoinsektisitlerin kullanımlarının yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

Tablo 4. Ticari olarak üretilen entomopatojen funguslar ve hedef zararlı grupları

| Ticari ürün adı          | Fungus türü                      | Hedef zararlı                       | Üretici firma ve ülke                  |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Ostrinil                 | <i>Beauveria bassiana</i>        | Mısır Kurdu                         | Natural Plant Protection (NPP), Fransa |
| Conidia                  | <i>Beauveria bassiana</i>        | Kahve kurtları                      | Live System Technology, Kolombiya      |
| Mycotol GH               | <i>Beauveria bassiana</i>        | Çekirgeler                          | Mycotech, USA                          |
| ComGuard                 | <i>Beauveria bassiana</i>        | Avrupa Mısır kurdu                  | Mycotech, USA                          |
| Mycotol WP ve Botanigard | <i>Beauveria bassiana</i>        | Beyaz sinekler, Afitler, Çekirgeler | Mycotech, USA                          |
| Naturalis-L              | <i>Beauveria bassiana</i>        | Pamuk zararlıları                   | Troy Biosciences, USA                  |
| Proecol                  | <i>Beauveria bassiana</i>        | Lepidoptera larvaları               | Probioagro, Venezuela                  |
| Boverin                  | <i>Beauveria bassiana</i>        | Patates Böceği                      | Former, Rusya                          |
| Boverol                  | <i>Beauveria bassiana</i>        | Patates Böceği                      | Çekoslovakya                           |
| PFR-97                   | <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> | Beyaz sinekler                      | EKO-Tec, USA                           |
| Pae-Sin                  | <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> | Beyaz sinekler                      | Agrobionsa, Meksika                    |
| Mycotol                  | <i>Lecanicillium lecanii</i>     | Beyaz sinekler,                     | Koppert, Hollanda                      |

## Kaynaklar

1. Willer, H., Yussefi, M., The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends, pp. 211, IFOAM, Bonn, Ger.; FiBL, Frick, Switz. 2006.
2. Eilenberg, E., Hajek, A., Lomer, C., Suggestions for Unifying the Terminology in Biological Control, *BioControl*, 46, 387-400, 2001.
3. Speiser, B., Maurer, V., Wyss, E., Biological Control in Organic Production: First Choice or Last Option, pp. 27-46, In an Ecological and Societal Approach to Biological Control, ed. Eilenberg, J., The Neth., Springer, 2005.
4. Zehnder, G., et al., Arthropod Pest Management in Organic Crops, *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 57-80, 2007.
5. Berlinger, M.J., Dahan, R., Mordechi, S., Integrated Pest Management of Organically Grown Greenhouse Tomatoes in Israel, *Appl. Agric. Res.*, 3, 233-38, 1988.
6. Conte, L., Chiarini, F., Dalla, M.L., Comparison between Two Methods for Biological Control of *Aphis gossypii* Glover (Rhynchota, Aphididae) in Organic Greenhouse Melons, 13th, Basel, pp. 126, Proc. IFOAM Sci. Conf., Frick, Switz, vdf., Hochschulverlag, 2000.
7. Weintraub, P., et al., Effects of Various Release Schedules of *Eretmocerus mundus* on The Control of *Bemisia tabaci* in Organic Greenhouse Peppers in Israel, Preliminary Results, *IOBC/WPRS Bull.* 25, 301-4, 2002.
8. Lorenz, N., Zimmermann, O., Hassan, S.A., Use of *Trichogramma* Parasitoids Against The Leek Moth (*Acrolepiopsis assectella*, Lep., Plutellidae) for The Solution of Plant Protection Problems in Organic Farming, *DGAEE Nachr.*, 17-19, 2003.
9. Zimmermann, O., et al., Use of *Trichogramma* Parasitoids against The Pea Moth, *Cydia nigricana* (Lep., Tortricidae), to Solve Plant Protection Problems in Organic Farming, *DGAEE Nachr.*, 17:18, 2003.
10. Dane, K.M., et al., Organic Vineyard Management in California, pp. 37-55, *Organic Res.*, 2005.
11. Dane, K.M., et al., Inundative Release of Common Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) to Suppress *Erythroneura variabilis* and *E. elegantula* (Homoptera: Cicadellidae) in Vineyards, *Environ. Entomol.*, 25, 1224-34, 1996.
12. Flaherty, D.L., Wilson, L.T., Biological Control of Insects and Mites on Grapes, In *Handbook of Biological Control*, pp. 853-69, ed. Bellows, T.S, Fisher, T.W., New York Academic, 1999.
13. Kerhli, P., Wyss, E., Effects of Augmentative Releases of The Coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of Insecticide Treatments in Autumn on The Spring Population of Aphids of The Genus *Dysaphis* in Apple Orchards, *Entomol. Exp. Appl.*, 99, 245-52, 2001.
14. Wyss, E., et al., Effects of Augmentative Releases of Eggs and Larvae of The Ladybird Beetle, *Adalia bipunctata*, on The Abundance of The Rosy Apple Aphid, *Dysaphis plantaginea*, in Organic Apple Orchards, *Entomol., Exp. Appl.*, 90, 167-73, 1999.
15. Agrios, G.N., *Plant Pathology*, pp. 922, (5th ed.) Elsevier Academic Pres, London 2005.
16. Ueque, C.J., *Integrated Pest Management for Developing Countries*, pp. 203, A Systemic Overview, Nova Publishers, 2007.
17. Raymond, B., et al., *Bacillus thuringiensis*: An Impotent Pathogen, *Trends in Microbiol.*, 18(5), 189-194, 2010.
18. Tamez-Guerra, P., et al., Characterization of Mexican *Bacillus thuringiensis* Strains Toxic for Lepidopteran and Coleopteran Larvae, *J. Invertb. Pathol.*, 86 (1-2), 7-18, 2004.
19. Kaur, S., Molecular Approaches Towards Development of Novel *Bacillus thuringiensis* Biopesticides, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 16, 781-793, 2000.
20. Han, C.S., Xie, G., Challaconbe, J.F., Pathogenomic Sequence Analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* Isolates Closely Related to *Bacillus anthracis*, *J. Bacteriol.*, 188(9), 3382-3390, 2006.
21. Bravo, A., Gill, S.S., Soberon, M., Mode of Action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt Toxins and Their Potential for Insect Control, *Toxicon*, 49, 423-435, 2007.
22. Bone, L.W., Activity of Commercial *Bacillus thuringiensis* Preparations against *Trichostrogylus colubriformis* and *Nippostrrogylus brasiliensis*, *J. Invertb. Pathol.*, 53(2), 276-277, 1989.
23. Prieto-Samsonov, D.L., *Bacillus thuringiensis* from Biodiversity to Biotechnology, *JIMB*, 19(3), 202-219, 1997.
24. Lacey, L.A., Goettel, M.S., Current Developments in Microbial Control of Insect Pests and Prospects for The Early 1st Century, *Entomophaga*, 40(1), 3-27, 1995.
25. Kurt, A., Coleoptera-Specific (*cry3Aa*) Delta-Endotoxin Biosynthesis by A Local Isolate of *Bt* subsp. *tenebrionis*, Gene Cloning and Characterization, Master Thesis, University of Middle East Technical, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 2005.
26. Bozdoğan, İ., Kayseri'den Alman Toprak Örneklerinden Elde Edilen *Bacillus thuringiensis* Suşlarının İzolasyonu, Tanımlanması ve Bazı Zararlı Böcek Türleri Üzerindeki Toksik Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2007.
27. Tatar, D., *Bacillus thuringiensis* Xd3'e ait *cry3Aa* Geninin Klonlanması, Karakterizasyonu ve Ekspresyonu, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2008,
28. Sezen, K., et al., A Highly Pathogenic *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* from European Shothole Borer, *Xyleborus dispar* Fabricius (Coleoptera: Scolytidae), *The Royal Society of New Zealand*, 36, 77-84, 2008.
29. Azizoğlu, U., Ultraviyole Radyasyonu ile Işınlanmış *Ephestia kuehniella* ve *Plodia interpunctella* Larvaları Üzerine Tarım Arazilerinden İzole Edilen *Bacillus thuringiensis* İzolatlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2009.
30. Öztürk F., et al., Isolation and Characterization of Native *Bacillus thuringiensis* Strains from Soil and Bioactivity Against *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Larvae, *Turk. J. Biochem.*, 33(4), 202-209, 2008.

31. Bozlağan, İ., et al., Detection of The cry1 Gene in *Bacillus thuringiensis* Isolates from Agricultural Fields and Their Bioactivity against Two Stored Product Moth Larvae, *Turk. J. Agricult. and Foresty*, 34, 145-154, 2010.
32. Yılmaz, S., Çeşitli Habitatlardan İzole Edilen *Bacillus thuringiensis* Suşlarının Moleküler Karakterizasyonu ve Bazı Zararlı Böceklerle Karşı Mücadelede Kullanımı Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2011.
33. Yılmaz, S., et al., Identification of some cry1 genes and toxicity determination in *Bacillus thuringiensis* isolates obtained from mills and warehouses in Turkey, *Egypt. J. Biol. Pest. Control*, 21(2), 189-195, 2011.
34. Azizoglu, U., et al., Characterization of Local *Bacillus thuringiensis* Isolates and Their Toxicity to *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Plodia interpunctella* (Hübner) Larvae, *Egypt. J. Biol. Pest. Control*, 21(2), 143-150, 2011.
35. Yılmaz, S., et al., A Novel *Bacillus thuringiensis* Strain and Its Pathogenicity against Three Important Pest Insects, *J. Stored Prod. Res.*, 51, 33-40, 2012.
36. Tekin S., Kahramanmaraş İli Sınırları İçerisindeki Değişik Habitatlardan İzole Edilen *Bacillus thuringiensis* Suşlarının Karakterizasyonu ve Tarımsal Zararlılar Üzerindeki Etkinliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2012.
37. Lacey L.A., et al., Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?, *Biol. Control* 21, 230-248, 2001.
38. Begley, J.W., Efficacy Against Insects in Habitats Other Than Soil, In *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control* pp. 215-231 Ed. Gaugler, R., Kaya, H.K., CRC Press, Boca Raton, F.L., 1990.
39. Gaugler, R., Kaya, H.K., *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, pp.1-365, CRC Press, Boca Raton, FL, 1990.
40. Hazır, S., Kaya, H. K., Stock, S. P., Keskin, N., *Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pests*, *Turk. J. Biology*, 27, 181-202, 2003.
41. Kaya, H.K., Gaugler, R., *Entomopathogenic Nematodes*, *Annu. Rev. Entomol*, 38, 181-206, 1993.
42. Richardson, P.N., Grewal, P.S and Collins, G., Potential of Rhabditid Nematodes for the Biological Control of Mushroom Sciarid Flies, *Nematologica*, 36(4), 386-389, 1990.
43. Lenteren, J.C., A Greenhouse without Pesticides: Fact or Fantasy? *Crop Protec.*, 19, 375-384, 2000.
44. Koppenhofer, A.M, Kaya, H.K., Synergism of Imidacloprid and An Entomopathogenic Nematode: A novel Approach to White Grub (Coleoptera: Scarabeidae) Control in Turfgrass, *J. Econ. Entomol.*, 91(3), 618-623, 1998.
45. Wang, J., Use of Nematode *Steinernema carpocapsae* to Control the Major Apple Pest *Carposina nipponensis* in China, *Pro., Vth., Int., Collog. Invertebrate Pathol. and Microb. Control*, p. 392, Adelaide, Australia. 1990.
46. Lacey, L.A., Goettel, M.S., *Biological Control, Nematodes and the Biological Control of Insect Pests*, ed. Bedding, R., Akhurst, R., Kaya, H., CSIRO Publication, East Melbourne, Australia, 1993.
47. Klein, M.G., Efficacy Against Soil Inhabiting Pests. In *Ento-mopathogenic Nematodes in Biological Control* pp. 195-231, Ed. Gaugler, R., Kaya, H.K., CRC Press, Boca Raton, F.L., 1990.
48. Liu, J., Berry, R.E., *Heterorhabditis marelatus* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Oregon, *J. Invertebr. Pathol.*, 67, 48-54, 1996.
49. Berry, R. E., Liu, J., Groth, E., Efficacy and Persistence of *Heterorhabditis marelatus* (Rhabditida: Heterorhabditidae) against Root Weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Strawberry, *Environ. Entomol.* 26, 465-470, 1997.
50. Ogura, N., Control of Scarabaeid Grubs with an Entomogenous Nematode, *Steinernema kushida*, *Jpn. Agric. Res. Q.*, 27, 49-54, 1993.
51. Cabanillas, H.E., Poinar, G.O., Raulston, J.R., *Steinernema riobravise* sp. nov. (Rhabditida: Steinernematidae) from Texas, *Fund. Appl. Nematol.* 17, 123-131, 1994.
52. Parkman, J.P., et al., Establishment and Persistence of *Steinernema scapterisci* (Rhabditida, Steinernematidae) in Field Populations of *Scapteriscus* spp. Mole Crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae), *J. Entomol. Sci.*, 28, 182-190, 1993.
53. Tanada, Y., Kaya, H.K., *Insect Pathology*, Academic Press, San Diego, California, U.S.A., 1993.
54. Inceoglu, A.B., et al., Recombinant Baculoviruses for Insect Control, *Pest Manag. Sci.*, 57, 981-987, 2001.
55. Payne, C.C., *Insect Pathogenic Viruses As Pest Control Agents*. *Fortschritte der Zoologie*, 32, 183-200, 1986.
56. Knaak, N., Fiuza, M.L., Histopathology of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) Treated with Nucleopolyhedrovirus and *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki*, *Brazilian J. Microbiol.* 36, 196-200, 2005.
57. Maddox, J.V., Protozoan Diseases. In "Epizootiology of Insect Diseases" pp. 417-452, Ed. Fuxa, J.R., Tanada, Y., Wiley, New York., 1987.
58. Henry, J.E., Oma, E.A., Pest Control by *Nosema locustae*, A pathogen of Grasshoppers and Crickets, pp. 573-586, In *Microbial Control of Pests and Plant Diseases, 1970-1980*, Ed. Burges, H. D., Academic Press, London, 1981.
59. Deacon, J.W., *Microbial Control of Pests and Diseases*, 31-41, New York, 1983.
60. Erkiş, L., Uygun N., Entomopaten Fungusların Biyolojik Mücadelede Kullanılma Olanakları, *Turk J Ento Derg.*, 17(2), 117-128, 1993.
61. Çam, H., et al., Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Patates Böceği *L. eptinotarsa decemlineata* Say., Üzerindeki Etkisi, Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 4-7 Eylül, 2002.
62. Burgers, H.D., *Formulation of Microbial Pesticides*, p. 383, Kluwer Academic Publishers, 1998.
63. Butt, T.M., Copping, L., *Fungal Biological Control Agents*, *Pesticide Outlook* 11, 186-191, 2000.
64. Kılıç E., Yıldırım E., Beyazineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) Mücadelesinde Entomopatojen Fungusların Kullanım İmkanları, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(2), 249-254, 2008.