

Biyolojik mücadele

Nedim UYGUN¹, M. Rifat ULUSOY¹, Serdar SATAR¹

Biological control

Abstract: In this article, the reasons of giving emphasis on studies of biological control, opinions about biological control and natural biological control terms, advantages and disadvantages of biological and chemical controls, applied methods of biological control and in which conditions these methods are successful, and live groups used in biological control and general characteristics of live groups are summarized.

Key-words : Biological control, biological control applied methods, natural enemies

Özet: Bu makalede, biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesinin nedenleri, biyolojik mücadele ve doğal biyolojik mücadele terimleri ile ilgili görüşler, biyolojik mücadele ve kimyasal mücadelenin avantaj ve dezavantajları, biyolojik mücadele uygulama yöntemleri ve bu yöntemlerin hangi amaca yönelik kullanıldığı ve biyolojik mücadelede kullanılan canlı grupları ve genel özellikleri özet olarak verilmektedir.

Anahtar sözcükler : Biyolojik mücadele, biyolojik mücadele uygulama yöntemleri, doğal düşmanlar

Giriş

Tarımın ana hedefi, sadece birim alandan çok ürün almak olmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun, çevreye, insan ve hayvan sağlığına duyarlı ürün yetiştirmektir. Bunu sağlayabilmek içinse, sağlıklı ve verimli tohum, fide ve fidan kullanmak, iyi bir toprak işleme, sulama, gübreleme, budama vb. birçok tarım tekniklerinin uygulanmasının yanında üründe kalite ve kantite yönünden önemli kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı da bilinçli bir mücadele yapmakla mümkündür.

Gerek kalite ve gerekse kantite yönünden ürün kaybına neden olan bu canlılara karşı değişik canlı gruplarına göre değişik mücadele yöntem ve teknikleri geliştirilmiştir. Bunlar Kültürel Önlemler, Fiziksel-Mekaniksel Mücadele, Kimyasal Mücadele, Biyolojik Mücadele, Biyoteknik Mücadele, Entegre Mücadele ve Yasal Mücadele olarak sıralanabilir. Ancak bunlar içerisinde de kimyasal mücadele, kolay uygulanabilmesi ve sonucunun hemen alınabilmesi gibi özellikleri nedeniyle diğerlerine oranla çok daha fazla kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

Kimyasal mücadele uygulamaları, 1940'lı yıllarda sentetik pestisitlerin keşfedilmesinden sonra hızla artmış hastalık ve zararlılarla mücadelede tek kurtarıcı olarak görülmüş ve 1950'li yıllara kadar da uzun süreli olumsuz etkileri fark edilmemiştir. Kimyasalların uzun vadede çevreye yaptıkları geriye dönüşümsüz olumsuz etkileri ilk olarak 1962 yılında Rachel Carson (Carson, 1962) tarafından "Sessiz İlkbahar" (Silent Spring) adlı kitapta anlatılmıştır. Bu kitapta biyologlara, ekoloğlara, araştırmacılara, çevrecilere vb. birçok kesime çok önemli mesajlar verilmiş ve bundan sonra da bu konudaki çalışmalar hızla artmıştır.

Çizelge 1. Kimyasal mücadele ile biyolojik mücadelenin karşılaştırılması
(van Lenteren et al. 2003'ten değiştirilerek).

Table 1. The comparison of biological control and chemical control (Adapted from van Lenteren et al. 2003)

	Kimyasal mücadele	Biyolojik mücadele
Denenen bileşik / Tür sayısı	> 1 milyon	2000
Başarı oranı	1: 10000 1: 200000	1: 10
Geliştirme masrafı	100 milyon € 400 milyon €	1 milyon €
Geliştirme süresi	10 yıl	10 yıl
Fayda / masraf oranı	2: 1	20: 1
Dayanıklılık riski	Yüksek	Düşük
Zararlıya özelleşme	Çok düşük	Çok yüksek
Yan etki	Çok	Yok / çok az

Örneğin, DDT' nin keşfinden önceki 1940'lı yılların başına kadar zararlılar tarafından üründe meydana gelen kaybın dünya ortalaması % 7 iken, 1980'lerin sonuna doğru bu kayıp % 13'e yükselmiştir (Wilson, 1990). Bu ürün kaybındaki iki katlık artış, ilaç devriminden sonra başlamış ve aynı dönem içinde ilaç kullanımında ise 12 katlık bir artış meydana gelmiştir (Poppy, 1997). Ürün kayıplarındaki bu artış, zararlılarda ilaçlara karşı dayanıklılığın artması, potansiyel zararlıların ekonomik zararlı durumuna geçmesi ve doğal düşmanların öldürülmesi nedeniyle doğal dengenin bozulmasından kaynaklanmıştır. Bunlara insan ve hayvan sağlığının tehdit edilmesi, gıda maddelerindeki ilaç kalıntıları, çevre kirlenmesi ve yüksek ilaç fiyatları da eklenince, kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu ve daha ucuz mücadele yöntemlerine geçilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu yöntemlerden en ümit verici, en çevre dostu, en ucuzu ve en sürdürülebilir olanı ise "**BİYOLOJİK MÜCADELE**" dir.

Biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesinin nedeni, sadece kimyasal mücadelenin olumsuz etkisinden kurtulmak değil, aynı zamanda belki daha da önemlisi, doğada zararlıları %99 oranında baskı altında tutan yararlı mikro ve makro organizmalardan yararlanılmak istenmesidir.

Doğal biyolojik mücadele ve biyolojik mücadele

İnsanoğlu tarih boyunca öncelikle insan ve hayvan sağlığını tehdit edenleri, yetiştirdiği kültür bitkilerinde ürün kaybına neden olanları, orman ve süs bitkilerine zarar verenler ile kentsel yaşamda sorun yaratanları dikkate almış olup, en az zararlı türler kadar doğada yararlı türlerin de olduğunu ve bunların gerçek anlamda zararlıları baskı altına aldığı çok sonradan keşfetmiştir. Ancak insanların çok eski devirlerde kuşların böceklerle, yılanların kemirgenlerle beslendiğini gözlemlemeleri, eski Mısırlı'ların kedileri farelere karşı kullanmak üzere evcilleştirdikleri, Çinli'lerin turuncgil bahçelerinde avcı karıncaları kullandıkları vb. biyolojik mücadelenin temelini oluşturan gözlem ve uygulamalar da göz ardı edilmemelidir. Öte yandan, bu tür gözlemler ve bireysel uygulamalar bu günkü anlayışla sistematik olarak yapılan bir biyolojik mücadele olarak da kabul edilemez.

Biyolojik mücadele terimi, doğadaki canlılar arasındaki ilişkilerin ekolojik, biyolojik ve sistematik açıdan incelenmesinden sonra doğmuş olup ilk kez 1919 yılında Smith tarafından kullanılmış ve biyolojik mücadeleyi basit olarak "zararlı popülasyonlarını doğal düşmanları vasıtasıyla baskı altına alma ve düzenleme" şeklinde tanımlamıştır. Yazar burada doğal düşman olarak sadece parazitoit, predatör ve patojenleri kastetmiştir. Van den Bosch et al., (1982), biyolojik mücadele teriminin hem "Uygulamalı Biyolojik Mücadele" yani "insanlar tarafından doğal düşmanların

zararlılara karşı kullanılması” ve hem de “Doğal Biyolojik Mücadele” yani “insanın müdahalesi olmadan doğada kendiliğinden oluşagelen baskıyı” ifade etmek üzere kullanıldığını belirtmektedir.

Debach (1974), biyolojik mücadeleyi doğal mücadelenin bir parçası olarak kabul etmekte ve ekolojik anlamda “parazitoit, predatör ve patojenlerle, herhangi bir zararlının popülasyon yoğunluğunu, bu etmenlerin olmadığı zamanki yoğunluğundan daha düşük düzeyde tutulmasını sağlayan düzenlemeler” olarak tarif etmektedir. Aynı zamanda Debach (1974), doğal biyolojik mücadeleyi ise “Doğada canlı popülasyonlarının belirli bir zaman periyodunda iniş ve çıkışlarının bir veya daha çok doğal faktörler kombinasyonu tarafından düzenlenmesi” şeklinde tarif etmekte ve bu faktörleri biyotik ve abiyotik olarak iki gruba ayırmaktadır. Bu faktörler;

- Doğal düşmanlar,
- Besin (kalite, kantite),
- Tür içi rekabet,
- Türlerarası rekabet (diğer doğal düşmanlar),
- İklim ve diğer fiziksel faktörler ve
- Yer ve yaşam alanı istekleri.

Burada da görüldüğü gibi “Doğal biyolojik mücadele’de insan aktivitesi yoktur. Biyolojik mücadele’de ise;

- Biyolojik mücadele alanını uygulayıcı belirler,
- Tüm faaliyetler insanlar tarafından yönetilir ve
- Ekonomik girdi gerektirir.

Dolayısıyla biyolojik mücadele kendiliğinden gelişen bir olay olmayıp, insan aktivitesini gerektiren düzenlemelerdir. Son yıllarda bazı bilim adamları Doğal mücadele (Natural control) veya aynı anlamda kullanılan doğal biyolojik mücadele (Natural biological control) terimlerinin yanlış kullanıldığını belirtmektedirler. Çünkü “control” terimi biyolojik mücadele (biological control) kimyasal mücadele (chemical control), fiziksel mücadele (physical control) gibi terimler olup, bunlarda da mutlaka insan aktivitesi vardır. Bu nedenle Natural control ve Natural biological control terimleri yerine insan aktivitesinin olmaması nedeniyle “Natural regulation” terimlerinin kullanılmasının daha doğru olacağını savunmaktadırlar.

İnsan katkısı olmadan doğal ve tarımsal ekosistemlerde canlılar arasındaki ilişkiler başta olmak üzere bir çok doğal faktörün etkileşimi sonucu ortaya çıkan doğal biyolojik mücadele ile tarım alanlarındaki 100.000’in üzerindeki potansiyel zararlı türün % 95 oranında baskı altına alındığı bildirilmekte olup , bunun ekono-

miye katkısı yıllık 400 milyon euro' dan daha fazla olabileceği tahmin edilmektedir (Costanza et al., 1997). Diğer tüm mücadele yöntemlerinin hedef aldığı zararlı tür sayısı ise sadece 5000 kadardır. Yer yüzündeki tarım alanlarının % 10' unda ancak biyolojik mücadele yoluyla doğal düşmanların kullanıldığı düşünülürse doğal biyolojik mücadelenin ekolojik ve ekonomik yönden ne kadar önemli olduğu açıkça ortaya çıkar.

Huffaker and Messenger (1976), bazı bilim adamlarının bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı ya da toleranslı ırklar geliştirmesi, kültürel uygulamaların modifikasyonu ile zararlıların bulaşmasının önüne geçilmesi ya da azaltılması, kısır erkek salım yöntemiyle zararlıların eradikasyonu, genetik çalışmalar, hormon ve feromonlara dayalı mücadele yöntemleri vb. birçok mücadele yöntem ve tekniğini biyolojik mücadele kapsamına alarak kapsamı genişletmek istediklerini vurgulamaktadırlar. Yazarlar bu yöntemlerin biyolojik mücadele içinde yer almasının genelde onaylanmadığını da belirterek, var olan uygun tanımın geçerli olduğunu savunmaktadırlar. Biyolojik mücadele yöntemi içine alınmak istenen bu konuların bir kısmı “Kültürel önlemler” bir kısmı ise “Biyoteknik yöntemler” olarak değerlendirilmektedir. Bu konu ile ilgili olarak Doult (1972), biyolojik mücadele tanımının ya da anlamının bu şekilde genişletilmesinin “Biyolojik mücadelenin eşsiz ekolojik ve fonksiyonel esaslarını karartacak, kamufle edecek ve zarar verecektir” demektedir.

Sailer (1991), feromonları, doğal bitki türevlerini, böcek gelişim düzenleyicilerini, steril böcek salımlarını ve genetik manipülasyonları yardımcı biyolojik mücadele (parabiological control) etmenleri olarak kabul etmektedir.

Haglar (2000), biyolojik mücadele'yi “Zararlıların mücadelesinde doğal düşmanların insanlar tarafından kullanılmasıdır” şeklinde tarif etmekte ve biyolojik mücadeleyi doğal mücadeleden ayırmaktadır. Yazar ayrıca, ABD Ulusal Bilimler Akademisi'nde bir grubun, biyolojik mücadelenin tanımında bulunan canlı organizmalara gen ve gen ürünlerini de ekleyerek biyolojik mücadelenin çalışma alanını genişletmek istediklerini vurgulamaktadır.

FAO'nun 1996 yılında çıkardığı “Egzotik Biyolojik Mücadele Etmenlerinin İthal ve Salımı ile İlgili Yönetmelik”te biyolojik mücadele, “Canlı doğal düşmanlar, antagonistler, rekabetçiler ve diğer kendi çoğalabilen biyolojik varlıkların kullanılmasıyla yapılan zararlı mücadele stratejisidir” şeklinde tarif edilmektedir. Kanımca bu tarif biyolojik mücadeleyi en iyi şekilde tanımlamaktadır. Çünkü bu tarifte, “kendi çoğalabilen biyolojik varlıklar ve insanlar tarafından kullanılması” gibi biyolojik mücadelenin esasını vurgulayan terimler yer almaktadır. Nitekim biyolojik mücadele ile ilgili makaleleri basan dergilerin makale konuları incelen-

diğinde kendi çoğalabilen biyolojik varlıkların biyolojileri, ekolojileri, av-avcı, konukçu-paratitoit ilişkileri, ilaçların doğal düşmanlara etkileri, antagonistler, zararlılar ve yabancı otlara karşı canlı organizmaların kullanılması vb. konuları içermektedir.

Bazı yazarların biyolojik mücadele kapsamına almak istedikleri, canlı olmayan biyolojik kökenli bileşiklerin kullanılması, hastalık ve zararlılara dayanıklı bitki ırklarının geliştirilmesi, juvenil hormon analogları ve feromonların kullanılması, steril böcek salımı ve genetik manipülasyonlar vb. işlemlerin biyolojik mücadele konusu olamayacağı görüşü daha yaygındır. Bu gibi işlemler “Biyolojik ve Kültürel önlemler”, “Biyoteknik yöntemler” olarak adlandırılmaktadır.

Ancak bu önlemler ve yöntemler genellikle selektif olup, doğal dengeyi bozucu nitelikte olmadıklarından “Entegre mücadele” programlarında ağırlıklı olarak kullanılması “Biyolojik mücadele” uygulamalarının başarısını önemli ölçüde artıracaktır.

Biyolojik mücadele uygulama yöntemleri

Doğada doğal olarak bulunan böcekler, akarlar, bakteriler, funguslar, virüsler, nematodlar, balıklar, kuşlar, memeliler, salyangozlar ve sümüklüböcekler, protozoalar vb. canlı gruplarının hemen her birinde doğal düşman niteliğinde türler bulunmakta olup, bunların tümü biyolojik mücadelede özellikle de doğal biyolojik mücadelede doğal dengenin korunması açısından vazgeçilmez bir öneme sahiptirler. Ancak insanlar tarafından yönlendirilen biyolojik mücadelede en yüksek başarı parazitoit, predatör ve entomopatojenlerde görülmektedir.

Doğanın bir parçası olan ve doğal düşman olarak adlandırılan bu canlı grupları biyolojik mücadelede değişik yöntemlerle uygulanmaktadır.

Yeni doğal düşmanların ithal edilerek yerleştirilmesi

Bir ülkeye başka bir ülkeden yeni bir zararlı girdiğinde, girdiği ülkede doğal düşmanları da yoksa kısa bir süre sonra çok yüksek popülasyonlar oluşturarak ekonomik zararlara neden olurlar. Bu zararı önlemek için, zararlının orijin ülkesinden doğal düşmanları ithal edilerek zararlının bulunduğu faunaya yerleştirmeye çalışılır. Aynı işlem yerli doğal düşmanların etkili olmadığı ekonomik zararlı yerli türlere de uygulanmaktadır. En eski yöntemlerden biri olduğu için buna “Klasik Biyolojik Mücadele” adı da verilmektedir.

İthal edilecek doğal düşmanlarda olması gereken özellikler ve yapılması gereken ön çalışmalar şu şekilde sıralanabilir.

- Konukçu spektrumu dar olmalıdır. Bu nedenle konukçusuna özelleşmiş parazitoitler polifag predatörlere tercih edilmelidir.
- Yerli doğal düşmanlardan daha başarılı olmalıdır.
- Girdikleri bölgeye uyum sağlamalıdır. Girdikleri bölgenin ekolojik koşullarında yeteri kadar çoğalamıyorlarsa etkili olmaları mümkün değildir.
- İthal edilecek doğal düşman kolay üretilmelidir. Çünkü ithal edilen doğal düşmanların girdiği bölgeye yerleştirme şansını arttırmak için birkaç yıl belli sürelerle milyonlarcasının üretilip salınması gerekebilir.
- İthal edilecek doğal düşman, girdiği bölgede belli bir süre sonra zararlı durumuna geçmemelidir. Bunun için ithal edilmeden önce, yerleştirileceği bölgede oluşturabileceği olumsuzlukları yaşamamak için her türlü risk faktörleri araştırılmalıdır.

Klasik biyolojik mücadele kapsamında zararlı böcek ve akarlar karşı 196 ülkede yaklaşık 2000 kadar biyolojik mücadele etmeni türün 5000'den fazla yerleştirme çalışması yapılmış ve bu çalışmaların yapıldığı 120 yıldan bu yana da bu uygulamaların olumsuz etkisi nadiren görülmüştür (van Lenteren ve ark. 2006). Aynı yazarlar, bu yararlı türlerin birçok ülkede 165'in üzerinde zararlı türü sürekli olarak baskı altında tutabildiklerini belirtmektedirler. Klasik biyolojik mücadelenin tüm dünyada 3.500 milyon hektar alanda uygulandığı ve bunun tüm kültüre açılmış alanların %10' nunu oluşturduğu tahmin edilmektedir.

Klasik biyolojik mücadele amaçlı Türkiye'ye parazitoit ve predatör ithali ilk kez 1910 yılında Torbalıkoşnil'e karşı *Rodolia cardinalis* Mulsant' in getirilmesi ile başlamıştır. Daha sonra yine Torbalıkoşnil'e karşı *Chilocorus bipustulatus* (L.), Elma pamuklubiti'ne karşı *Aphelinus mali* Hold, Dutkabuklubiti'ne karşı *Prospaltella berlesei* How, Süne'ye karşı *Trissolcus* spp. San-Jose kabuklubiti'ne karşı *Prospaltella perniciosi* Tower, Turunçgil unlubiti'ne karşı *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant ve *Leptomastix dactylopii* How, Harnup güvesi'ne karşı *Phanerotoma flavitestacea* Pisch., Kırmızı kabuklubiti'e karşı *Aphytis* spp. ve *Chilocorus nigritus* (F.), Esmer salyangoz' a karşı *Rumina decollata* (L.), yaprakbitlerine karşı *Hippodamia convergens* Guerinmeneville, Defne beyazsineği'ne karşı *Eretmocerus dabachi* Rose and Rosen ve Turunçgil beyazsineği'ne karşı *Encarsia lahorensis* Howard' in ithali yapılmıştır. Bunlardan *Hippodamia convergens* (Uygun ve Şekeroğlu, 1987) ve *Chilocorus nigritus* (Şenal ve Uygun, 2007)'un yerleşmediği, ithal edilenlerden bir kısmının yerleştiği ancak konukçusunu veya avını tek başına baskı altına alamadığı ve bir kısmının da ithal edildikten sonra Türkiye'de zaten önceden var olduğu literatürden anlaşılmaktadır (Smyth, 1911; Kansu, 1986).

İthal ve yerleştirme çalışmalarında Türkiye için en başarılı örnek olarak, Torbalıkoşnil (*Iceya purchsai* Maskell)'e karşı *Rodolia cardinalis* ve Defne beyazsineği (*Parabemisia myricae* Kuwana)'ne karşı *Eretmocerus debachi*'yi gösterebiliriz. Şu anda bu zararlıların mücadelesinde bu doğal düşmanların dışında başka hiçbir mücadele yöntemine gerek duyulmamaktadır.

Doğal düşmanların çoğaltılarak salınması

Doğal düşmanlar salındıkları faunaya yerleşip, çoğalıp ertesi yıla geçemiyorsa, ithal edilen doğal düşman salım için yeterli miktarda değilse veya doğada mevcut doğal düşmanlar zararlıyı baskı altına alabilecek popülasyon düzeyinde değilse, bu gibi durumlarda doğal düşmanlar kitle halinde periyodik olarak üretilerek gerekli zamanlarda ve yeterli sayıda zararlının bulunduğu alana salınır. Bu yöntemde en çok kullanılan biyolojik mücadele etmenleri entomopatojenlerdir. Dünyada bugün birçok entomopatojen ticari olarak üretilmekte ve ekonomik zararlı türlere karşı kullanılmaktadır. Parazitoit ve predatörlerin üretimi entomopatojenlere oranla hem zor hem de daha pahalıdır. Tüm bunlara karşın yine de bazı firmalar ve küçük işletmeler bu doğal düşmanları av ve konukçuları üzerinde üretilip satmaktadırlar. Parazitoit ve predatörlerin yapay besi ortamlarında üretilmeleri daha ucuza malolmaktadır. Ancak buradaki esas sorun yapay besi ortamında üretilen doğal düşmanların doğada etkili olup olmadığının araştırılarak ona göre yapay besi ortamının hazırlanmasıdır. Bunlara ek olarak parazitoit ve predatörlerin üretimi ve salımı belli standartlara oturtulmalıdır. Örneğin, bir yumurta parazitoiti zararlı yumurtasının doğada bulunduğu bir dönemde ve günün parazitoit için uygun saatlerinde salınmalıdır. Salımlarda zararlı popülasyonuna göre yararlılığın salım miktarı hesaplanmalıdır. Bu tür güçlükler nedeniyle parazitoit ve predatörlerin çoğaltılıp salınması genellikle yüksek ekonomik değeri olan ürünlerde ve sera vb. dar alanlarda uygulanmaktadır. Doğal düşmanların çoğaltılarak salım yöntemi son derece çevre dostu bir yöntemdir. Ancak yukarıda özet olarak değinilen problemler aşılmadan, doğal düşmanların üreticiye sunulması bu yöntemin gelişmesini önemli ölçüde engelleyecektir.

Doğal düşmanların çoğaltılarak salımının yapılması 90 yıldan bu yana uygulanmakta olup, yerli veya ithal yoluyla getirilen 150'den fazla doğal düşman türünün yaklaşık 100 kadar zararlı türe karşı kullanıldığı bildirilmektedir (van Lenteren et al. 2006). Aynı yazarlar, çoğaltılarak salım yönteminin yaklaşık 16 milyon hektar kültüre açılmış alanlarda uygulandığını, bu uygulamanın yıllık ticari değerinin 300 milyon euro olduğunu ve son 10 yılda daha da gelişerek Avrupa toplam tarım ilacı pazarındaki payının % 1'den % 2'ye yükseldiğini vurgulamaktadırlar.

Doğada mevcut doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi

Bu yöntem aslında mevcut doğal dengenin korunmasında veya denge bozulmuş ise tekrar kurulmasında en önemli çalışmaları oluşturur. Çünkü doğada her zararlının birden fazla doğal düşmanı olup, zararlılar bunlar tarafından baskı altında tutulurlar. Herhangi bir nedenle (bilinçsizce ve sık ilaç kullanımı, biyotopların doğal düşmanlar aleyhine değiştirilmesi vb.) bu doğal düşmanlar olumsuz yönde etkilenirse, yani popülasyonları düşerse, doğal düşman baskısından kurtulan zararlılar kısa bir süre içinde çoğalarak ekonomik zarar düzeyinin üstüne çıkarlar ve önemli ölçüde zarar oluştururlar. İşte bu nedenle ekosistem zararlılar ve yararlılar açısından çok iyi araştırılarak zararlıların baskı altında tutulmasında ana faktör olan doğal düşmanların tüm ekolojik istekleri yerine getirilmeye çalışılmalıdır.

Yerli doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi yoluyla yürütülen biyolojik mücadele, klasik biyolojik mücadele ve çoğaltılarak salım yapılan biyolojik mücadeleye göre geniş alanlarda daha başarılı sonuçlar vermektedir. Çünkü doğada sayılamayacak kadar çok doğal düşman niteliğinde mikro ve makro düzeyde canlı bulunmaktadır. Nitekim, bu doğal düşmanların doğal ekosistemlerdeki zararlıların % 99'unu, tarımsal ekosistemlerdeki zararlıların da % 95'ini baskı altında tutabildiği bilinmektedir. Bu doğal düşmanlardan azami ölçüde yararlanmak ve etkinliğini arttırmak amacıyla birçok koruma ve destekleme çalışmalarına gereksinim vardır, bunlar:

- Kimyasal mücadele en son başvurulması gereken bir yöntem olarak düşünülmemeli, bu zorunlu durumlarda da aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir.
- Geniş spektrumlu ilaçlar yerine spesifik ilaçlar kullanılmalı,
- Olanaklar ölçüsünde kaplama ilaçlama yerine nokta ilaçlamaya yer verilmeli,
- İlaçlamalar mümkün olduğunca doğal düşman faaliyetinin en yoğun olduğu dönemin dışında yapılmalıdır,
- Tarla ve bahçe kenarlarında doğal düşmanların inaktif dönemlerinde saklanabilecekleri barınaklar oluşturulmalı,
- Doğal düşmanlara ballı madde, nektar, polen vb. besin üreten doğal besin kaynakları hazırlanmalı,
- Gerektiğinde tarla ve bahçe içine yapay besin ilave edilmeli,
- Tarla ve bahçe kenarlarındaki bitki örtüsü yok edilmemeli, korunmalı,
- Doğal düşmanların alternatif av ve konukçuları korunmalı, yoksa ortamda bulunması sağlanmalı,
- Doğal düşmanların faaliyetini engelleyen karınca ve toz benzeri sorunlar çözülmelidir.

Biyolojik mücadelede kullanılan etmenler

Doğada doğal olarak bulunan böcekler, akarlar, bakteriler, funguslar, virüsler, nematodlar, balıklar, kuşlar, memeliler, salyangozlar ve sümüklü böcekler, protozoalar vb. canlı gruplarının hemen her birinde doğal düşman niteliğinde türler bulunmakta olup, bunlar parazitoitler, predatörler, entomopatojenler ve antogonistler adı altında gruplandırılırlar.

Parazitoitler

Parazitoit terimi entomoloji ile ilgili birçok literatürde ve özellikle de daha eski literatürde “parazit” anlamında kullanılmaktaydı. Ancak, parazitoitler konukçuları üzerinde beslenerek konukçusunu öldürürler, parazitler ise yine konukçuları ile beslenirler fakat konukçusunu öldürmezler. Parazitoitlerin ergin öncesi dönemleri sadece bir adet konukçu ile beslenirler, beslendiği konukçudan ayrılmazlar ve o konukçuyu aynı zamanda yaşama yeri olarak kullanırlar. Erginleri ise hareketlidirler ve yaşamlarını sürdürmek için genellikle ballı madde, nektar ve polene gereksinimleri vardır. Ancak bazı türlerin erginleri konukçuları ile de beslenmekte ve bu yolla da konukçusu üzerinde etkili olmaktadır.

Parazitoitler genellikle konukçularından daha ufaktır ve konukçularının belirli bir dönemini parazitlerler. Böylece yumurta, larva, pupa parazitoitleri diye gruplandırılırlar. Bazı durumlarda ise parazitoit yumurtalarını konukçusunun herhangi bir dönemine koyar ve ergin olarak bir sonraki döneminden dışarı çıkar. Örneğin yumurta, konukçusunun larva dönemine bırakıldığında, parazitoit erginleri konukçunun pupa döneminde ortaya çıkar. Bu gibi parazitoitlere larva-pupa parazitoitleri adı verilir. Parazitoit olmayan bir konukçuya saldıran parazitoite genellikle primer parazitoit, diğer parazitoitlere saldıranlara ise hiperparazitoit denilmektedir. Hiperparazitoitlerin ortamda bulunması genellikle biyolojik mücadele açısından istenmeyen bir durumdur.

Parazitoitler genellikle sadece bir konukçu türe veya akraba birkaç türe saldırırlar. Bu durum parazitoitlerin biyolojik mücadelede kullanılabilecek en uygun etmen olmasını sağlamıştır. Gerek üretiminin predatörlere göre kolay olması gerekse de konukçu spektrumunun dar olması nedeniyle klasik biyolojik mücadele ve çoğaltılarak salım yapılan biyolojik mücadele programlarında en çok kullanılan bir etmen grubunu oluştururlar.

Doğal ve agroekosistemlerde sayılamayacak kadar çok türü bulunan parazitoitlerin yaklaşık % 78’i sadece Hymenoptera ve bir bölümü de Diptera takımında bulunurken, predatörlerin ise böceklerin hemen hemen tüm takımlarında az veya çok oranda bulunduğu bildirilmektedir (Feener ve Brown, 1997).

Predatörler

Birçok böcek takımında bulunan predatörler genellikle polyfagdırlar. Belirli bir ava özelleşmiş olanları çok azdır. Bunların hem ergin öncesi, hem de ergin dönemleri genellikle avcıdır. Çok yaygın olmamakla birlikte bazı predatörlerin erginleri avları ile değil, ballı madde, nektar, polen, su vb. maddelerle beslenirler. Ergin predatörler yumurtalarını avlarının bulunduğu yerlere bırakırlar, yumurtadan çıkan larvalar avlarını aramaya başlarlar ve bulduklarını ya çiğneyerek ya da sokup-emerek oburca tüketirler. Bunlar genellikle kendinden daha ufak ve zayıf avlara saldırırlar. Ancak, bazı predatör türleri kendinden daha iri bireylere saldırdığında onu ilk önce bir zehirle hareketsiz hale getirir ve ondan sonra yemeye başlar. Bazı gelin böceği erginlerinin 1-2 aylık ömürlerinde günde 100 kadar yaprakbiti tükettiği bilinmektedir.

Polyfag olmaları nedeniyle predatörler, özellikle koruma ve destekleme şeklindeki biyolojik mücadele programlarında kullanılabilecek en önemli doğal düşman etmenlerinden bir grubu oluştururlar. Ancak, gerek kitle üretimlerinin pahalı ve zor olması ve gerekse yapay besi ortamlarında üretilenlerin doğadaki etkinliklerinin belirlenmesinde önemli zorlukların yaşanması, predatörlerin çoğaltılarak biyolojik mücadele programlarında kullanılmasını sınırlamaktadır. Bunun yanında bazı türlerde kannibalizmin görülmesi, bazı türlerin ise zararlı olmayan diğer canlılarla beslenmesi, predatörlerin diğer olumsuz yönlerini oluşturur.

Entomopatojenler

Böceklere karşı biyolojik mücadelede kullanılan entomopatojenler, bakteriler, funguslar, virüsler, protozoalar ve nematodları kapsamaktadır. Bir takım literatürde protozoalar ve nematodlar kendi adları ile ayrı gruplar halinde incelenirler. Ancak bunlardan çok azı zararlı mücadelesinde kullanılmaktadır. Doğada doğal olarak bulunan entomopatojenler böceklere saldırırlar, hastalandırır ve bazende öldürürler.

Birçok entomopatojenin kitle üretimi yapılarak “biyolojik insektisid” olarak piyasaya sürülmüştür. Bunların en başında gelenlerden biri de *Bacillus thuringiensis* olup, birçok böcek türüne karşı başarı ile kullanılmaktadır. Entomopatojenler genellikle standart ilaçlama aletleri veya sulama suyuna karıştırılarak uygulanmaktadır. Ticari olarak üretilen bu entomopatojenler genellikle türe spesifik olduğu için biyolojik mücadelede emniyetle kullanılabilecek etmenlerdir. Ne yazık ki bu preparatlar dünya ilaç piyasasının ancak % 2-5’ini oluşturmaktadırlar (Ridgway and Inscoc, 1998).

Bu konudaki çalışmalar hızla sürdürülmekte olup, birçok entomopatojen türün biyolojik mücadelede ümitvar sonuçlar verdiği ortaya çıkarılmıştır. Diğer taraftan doğada doğal olarak bulunan entomopatojenler için uygun mikrohabitatlar oluşturularak onların etkinliğinin artırılmasına çalışılmalıdır.

Sonuç

Tarım ilaçlarının her türlü olumsuz etkilerinin ortaya çıkması, doğadaki yararlanılabilecek doğal düşmanların bolluğu ve çevre bilincinin artması “Biyolojik Mücadele” gibi çevre dostu, sürdürülebilir ve ucuz bir mücadele yöntemine ağırlık verilmesinin nedenleri olmalıdır. Ayrıca uluslar arası doğal düşman ithallerinin kolaylaşması ve doğal düşmanların kitle üretimlerinde modern teknolojinin kullanılması da biyolojik mücadele çalışmalarına hız verilmesini gerektiren diğer nedenlerdir. Bugün istenen, birim alandan sadece bol ürün almak değil, aynı zamanda belki de daha önemlisi gıda güvenirliliği olan üretim yapmaktır. Bu nedenle ABD başta olmak üzere tüm batı ülkelerinde ilaç kullanımının olmadığı veya en az olduğu mücadele yöntemlerine geçilmesi için devlet tarafından çok yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, ABD’inde devlet öncülüğünde ürünlerin % 75’inde Entegre Mücadele (IPM) uygulamalarını yerleştirmek için çalışmaların hızla sürdürüldüğü bildirilmiştir (U.S. Congress, 1995). Biyolojik mücadele yönteminin ağırlıklı olarak devreye girdiği, ilaç kullanımının elemine edildiği veya en aza indirildiği entegre mücadele uygulamaları gelişmekte olan Asya ülkelerinde dahi ulusal ürün koruma stratejisinin en başında gelmektedir. Ülkemizde ise “Biyolojik mücadele” konusunda devlet desteğinin yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Hatta biyolojik mücadele araştırmalarını yürüten Antalya’da var olan tek “Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü’ de 1984 yılında kapatılmıştır. Umudumuz ve önerimiz, sağlıklı bir yaşam, ilaçsız sebze ve meyve, temiz bir çevre, ilaç kalıntısı nedeniyle ihraç ürünlerimizin geri dönmemesi, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için, devletin desteği başta olmak üzere, araştırmacılar, üreticiler, uygulayıcılar ve toplumun her kesiminin bu konuya duyarlı olması ve destek vermesidir.

Kaynaklar

- Bosch, R. van den, Messenger, R. P. S. and A. P. Gutierrez, 1982. An introduction to biological control. New York: Plenum Press.
- Carson, R., 1962. Silent Spring. Houghton Mifflin Company, Boston, MA.
- Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and M. van den Belt, 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital, 15 May, *Nature*, 387.
- DeBach, P., 1974. Biological control by naturel enemies. Cambridge University Press, London, 323 p.
- Doutt, R.L., 1972. Biological control: parasites and predators, pp: 288-97. In: Pest control strategies for the future (National Academy of Sciences). National Academy of Sciences Printing and Publishing Office: Washington, D.C.

- FAO, 1996. Coda of conduct for the import and release of exotic biological control agents. Publication No. 3, Rome, 19 p.
- Feener, D.H. Jr. and B.V. Brown, 1997. Diptera as parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 42, 73-97.
- Hagler, J.R., 2000. Biological control of insects (Chapter 7). In: Recheigl, E.S. and N.A. Recheigl Ed., Insect pest management; Techniques for environmental protection. CRC Press LLC.
- Huffaker, C.B. and P.S. Messenger, 1976. Theory and practice of biological control. Academic Press, New York-San Francisco-London, 745 p.
- Kansu, İ. A., 1986. Biyolojik mücadelenin geçmişi ve geleceği. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirisi, 12-14 Şubat, Adana, s:1-23
- Lenteren, J.C. van, Bale, J., Bigler, F., Hokkanen H.M.T. and A.J.M. Loomans, 2006. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. *Annual Review of Entomology*, 51: 609-34.
- Lenteren, J.C. van, Babendreier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H.M.T., Kuske, S., Loomans, A.J.M., Menzler-Hokkanen, I., Van Rijn, P.C.J., Thomas, M.B., Tommasini M.G. and Q. Q. Zeng, 2003. Enviromental risk assessment of exotic naturel enemies used in inundative biological control. *BioControl*, 48: 3-38.
- Poppy, G. M., 1997. Tritrophic interactions: improving ecological understanding and biological control. *Endeavour*, 21: 61-65.
- Ridgway, R.L. and M. N. Inscoe, 1998. Mass-Reared naturel enemies for pest control: trends and challenges, in mass-reared naturel enemies: application, regulation, and needs, Ridgway, R.L., M.P. Hoffmann, M.N. Inscoe, and C.S. Glenister, Eds. Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, Marylnd.
- Sailer, R. I., 1991. Extent of biological control and culturel control of insect pests of crops, in CRC Handbook of Pest Management in Agriculture, 2nd Edition, Volume II, Pimentel, D. Ed, CRC Press, Boca Raton.
- Smith, H. S., 1919. On some phase of insect control by the biological method. *Journal of Economic Entomology*, 12: 288-292.
- Smyth, E. G., 1911. The Fig moth: Report on the Fig moth in Smyrna. *USDA Bureau of Entomology Bulletin*, 71:104, 41-65.
- Şenal, D. ve N. Uygun, 2007. Besin değişiminin avcı böcek *Chilocorus nigritus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae)'ün ergin ömrü ve üreme gücüne etkisi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 27-29 Ağustos, Isparta, s: 9.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995. From research to implementation, biologically based technologies for pest control, OTA-ENV-636, Washington, D.C. U.S. Government Printing Office.

Uygun, N. ve E. Şekeroğlu, 1987. ukurova'ya ithal edilen bazı doğal d¼řmanların biyolojik savaşta kullanılma olanakları. T¼rkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirisi, 13-16 Ekim, Adana, s:553-562.

Wilson, E.O., 1990. First word. *Omni*, 12, 6.