

Kenelerle Biyolojik Mücadele

Erol YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 25240 Erzurum- TÜRKİYE (eyildi@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 12.08.2008

ÖZET: Keneler, insanlar, yabani ve evcil hayvanlar için önemli ektoparazitlerdir. Bilimsel gelişmelere rağmen Türkiye’de kenelerin mücadelesinde genellikle akarisitler kullanılmaktadır. Bu kimyasalların bilinçsizce kullanımı, çevre kirliliğine, gıda maddelerinde ilaç kalıntısına ve kenelerde bu ilaçlara karşı dayanıklılığın gelişmesine sebep olmaktadır. Bu çalışmada, kenelerle biyolojik mücadele literatür ışığında özetlenmiştir. Doğada kene popülasyonlarını baskı altında tutan çok sayıda doğal düşman bulunmuş, fakat bunlardan sadece bir kaç kenelerin biyolojik mücadelesinde etmen olarak kullanılmıştır. Bunlar arasında, bakterilerden *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, funguslardan *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana*, entomopatojen nematodlardan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri, parazitoidlerden *Ixodiphagus* türleri ile kuşlardan *Buphagus africanus* ve *B. erythrorhynchus* türlerinin kenelerin biyolojik mücadelesinde potansiyel öneme sahip oldukları kaydedilmektedir.

Anahtar Kelime: Biyolojik mücadele, keneler

Biological Control of Ticks

ABSTRACT: Ticks are serious ectoparasites of humans, domesticated animals and wild animals. Despite scientific advances, the main preferred control method for ticks is to use of chemical acaricides in Turkey. Indiscriminate use of these products causes environmental pollution, food contamination and development of tick resistance to acaricides. In this review, biological control of ticks has been highlighted. Ticks have numerous natural enemies, but only a few species have been used as tick biocontrol agents. Among them, *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* from bacteria, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* from fungi, *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. from entomopathogenic nematodes, *Ixodiphagus* spp. from parasitoids and *Buphagus africanus* and *B. erythrorhynchus* from birds have been recorded as having potential value for biological control of ticks.

Key Words: Biological control, ticks

GİRİŞ

Doğadaki canlıların popülasyonları beslenme ilişkisinin gereği olarak belirli bir dengede devam etmektedir. Zararlı türler ile beslenen birçok canlı türü bulunmaktadır. Bu canlılar zararlıları baskı altında tutarak popülasyon artışını sınırlamaktadırlar. Bu canlılara doğal düşman adı verilmektedir. Zararlıların popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak amacıyla, zararlıların patojenleri, parazitleri, parazitoidleri veya predatörleri kullanılarak yapılan mücadele çalışmalarına ise biyolojik mücadele adı verilir. Biyolojik mücadele tek başına uygulanabileceği gibi entegre mücadele programları ile birlikte de uygulanabilir. Biyolojik mücadeleye karar vermeden önce zararlıların doğal düşmanlarının çok iyi tespit edilmiş olması ve bu doğal düşmanların etkinliklerinin bilinmesi gereklidir. Günümüzde, entegre mücadele programlarında biyolojik mücadele oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, biyolojik mücadele ile ilgili yapılacak çalışmalarda zararlı türlerin doğal düşmanları dikkatli bir şekilde tespit edilerek, bunların biyolojik ve ekolojik özelliklerinin ortaya konması zorunludur (Yıldırım, 2008).

Keneler, tropik ve subtropik iklim kuşaklarında, gerek bizzat kendileri kan emerek ve gerekse birçok hastalık etmeninin vektörü olarak hayvan ve insan sağlığını tehdit eden en önemli ektoparazitler olduğu, yaşam döngüsünde yumurtadan sonra takip eden her bir gelişme döneminde konukçularından kan emme

zorunluluğu ve kan emme esnasında salgıları ile konukçularında zehirlenmelere ve felçlere yol açtığı, sekonder enfeksiyonlar için giriş kapısı oluşturduğu, ayrıca yoğun popülasyon oluşturmaları halinde ise anemi ve özellikle küçük hayvanlarda ölümlere sebep olduğu, bazı hastalıkları taşıyarak vektörlük yaptıkları ve bu şekilde hayvan ve insanlarda birçok hastalığın ortaya çıkmasında rol oynadıkları, birçok viral (Kırım-Kongo kanamalı ateşi hastalığı (KKVH)), bakteriyel, riketsiyel, spiroketal ve protozoer hastalık etmenlerini mekanik veya bazılarını biyolojik olarak taşıma özelliğine de sahip oldukları belirtilmektedir (Karaer vd., 1997; Yıldırım, 2007).

Kenelerle mücadele konusunda ülkemizde ve dünya genelinde birçok çalışma yapılmış, ancak doğaya zarar vermeyen ve kene popülasyonlarını kontrol altında tutan geçerli ve yaygın bir metot henüz geliştirilememiştir. Yapılan çalışmaların çoğunluğu kene türü tespit çalışmaları, bunların dağılımları, hastalıklarla ilişkileri, bazı kültürel tedbirler ile bazı kimyasalların kullanımlarını içermektedirler. Ama son yıllarda kene mücadelesi için doğaya zarar vermeyen etmenlerin kullanımına yönelik çalışmalara hız verildiği de dikkati çekmektedir. Kenelerin biyolojik mücadelesine yönelik dünyada oldukça fazla çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise kenelerin biyolojik

mücadelesinde kullanılabilir etmenlerle ilgili yapılmış bazı çalışmalar gözden geçirilmiştir.

Kenelerin Biyolojik Mücadelesinde Kullanılan Patojenler

Yıldırım (2008), patojenlerin, parazit mikroorganizmalar olduğunu, konukçularının ölümüne sebep olduklarını, ölen konukçunun ise binlerce mikroorganizmayı etrafa dağıttığını, özellikle, rüzgâr ve yağmurun etkisiyle yayılmalarının geniş alanları kapsadığını, patojenlerin, konukçu içerisinde çok hızlı çoğalmaları ve küçük cesametli olmaları sebebiyle kitle halinde üretimlerinin kolay olduğunu, bunlara biyolojik pestisitler adının verildiğini, zararlılarla mücadelede bakteri, fungus, virüs ve protozoa'lara ait canlı organizmaların bizzat kendileri, öldürülmüş formları veya üretmiş oldukları metabolitlerden yararlandığını, dünyada giderek artan çevre bilincinin, sentetik pestisitlerin insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin, doğal dengenin bozulması gibi sebepler sonucu son yıllarda biyopestisitler üzerinde daha yoğun çalışmaların yapılarak birçok biyopreparatın piyasaya verildiğini, biyopestisitlerin, sentetik pestisitlere göre daha emniyetli ve çevre dostu olduğunu kaydetmektedir.

Kenelerin biyolojik mücadelesinde kullanılan patojenler şunlardır:

1- Bakteriler:

Yıldırım (2008), son yıllarda, spor oluşturan entomopatojen bakterilerin zararlılarla mücadelede en fazla kullanılan mikroorganizmalar olduğunu, dünyada 104 bakteriyel biyopreparatın zararlılara karşı ticari amaçlı kullanıldığını, bunların çoğunluğunu ise *Bacillus thuringiensis*'e ait biyopreparatların oluşturduğunu, bu bakterilerin zararlıların vücuduna besinle birlikte ağız yoluyla girdiğini, kristal taşıyan spor formundaki bakteri zararlı vücudunda sporangium içinde endosporlar ve patojen taşıyan kristaller oluşturduğunu, bu kristallerin toksin ihtiva ettiğini, bu toksin veya bakterinin bütün vücudu sarması sonucu zararlıları öldürdüğünü bildirmektedir. Gill vd. (1992), *B. thuringiensis*'in endotoksininin kristal yapıda olduğunu, zararlının orta bağırsak duvarlarını sarıp, spor ürettiğini, Flexner ve Belnavis (2000), bu endotoksinin belirli böcek taksonlarına göre spesiflik gösterdiğini, bundan dolayı bu endotoksinin kenelerde kan zehirlenmesine sebep olduğunu belirtmektedirler. Sonenshine (1991) ve Ramamoorthy ve Scholl-Meeker (2001), *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*'nin endotoksininin bazik pH ve spesifik proteaz'da aktif olduğunu, bu toksinin kenelerin orta barsağında pH 6.8 olduğunda aktif olabileceğini kaydetmektedirler.

Martin ve Schmidtman (1998), yaptıkları bir çalışmada *Ixodes scapularis*'den elde ettikleri 73 adet bakteri izolatından 11 *Bacillus* türü saptamışlar ve bunların çoğunluğunun ise *B. thuringiensis* ve *B. cereus* tür grubu olduğunu belirtmektedirler. Brown vd. (1970), *Proteus mirabilis*'in *Dermacentor andersoni*'de patojen olduğunu bildirmektedirler. Yine, Hendry ve Rechav (1981), bu bakterinin *Amblyomma hebraeum*, *Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus eversti eversti* ve *Boophilus decoloratus*'ta da enfeksiyon yaptığını kaydetmektedirler. Brum vd. (1991a,b) ve Brum ve Teixeira (1992), *Cedecea lapagei* (Enterobacteriaceae) bakterisinin, *Boophilus decoloratus* kenesinde patojen olduğunu ve genital açıklığından girerek laboratuvar şartlarında % 100 ölüm meydana getirdiğini belirtmektedirler. Abdel Megeed vd. (1997) ve Hassanain vd. (1997), yaptıkları çalışmada *Hyalomma dromedarii* (Ixodidae) ve *Argas persicus* (Argasidae)'un yumurta, nimf ve ergin dönemlerine, *Bacillus thuringiensis*'in üç varyetesi (*B. thuringiensis kurstaki*, *B. t. israelensis* ve *B. t. thuringiensis*)'ni uygulamışlar ve bunlardan *Bacillus thuringiensis kurstaki*'nin diğerlerine göre daha etkili olduğunu bildirmektedirler. Zhioua vd. (1999a,b), *Ixodes scapularis*'in larvalarını, *B. t. kurstaki*'nin spor solüsyonuna 30 saniye daldırmışlar ve bu bakterinin bu kenede patojen olduğunu saptamışlardır.

2- Funguslar:

Yıldırım (2008), uzun yıllar boyunca yapılan araştırmalarda, fungusların zararlı popülasyonları üzerinde oldukça etkili olduğunu, genellikle fungus türlerinin zararlının bulunduğu ekolojik şartlardan fazla etkilendiğini, bu sebeple uygulamaların bazen başarısızlıkla sonuçlandığını, bunların enfeksiyon yapabilmeleri için özel şartlara ihtiyaç duyduklarını kaydetmektedir. Ginsberg vd. (2002), entomopatojen fungusların konukçularını yavaş öldürmeleri, çimlenme ve spor oluşturma için yüksek nem ihtiyacı duymaları, ultraviyole ışınlarına karşı hassas olmaları ve bazılarının hedef dışı arthropodlar için etkili olmaları, üretimlerinin ve muhafazalarının pahalı olması gibi dezavantajlara sahip olduklarını belirtmektedirler. Yıldırım (2008), entomopatojen fungusların, zararlıları genellikle deri yoluyla enfekte ettiklerini, zararlının vücudu içinde misellerinin geliştiğini, vücut boşluğunu misellerin doldurması sonucu zararlıyı fiziksel olarak salgıladıkları toksinlerle zehirleyerek öldürdüklerini bildirmektedir.

Shelton ve Roush (2000), fungus preparatlarının uygulanmasında kimyasal pestisitler için kullanılan benzer metotların kullanıldığını belirtmektedirler. Butt vd. (2001), zararlıların patojeni olan bazı fungus

türlerinin suni ortamlarda üretilebildiklerini, dayanıklı spor taşıyan bu kültürlerin kurutulduktan sonra öğütülerek biyopreparatlarının yapıldığını, bunların yeni enfeksiyon oluşturmak amacıyla kullanıldığını, böceklerde hastalık yapan 700'den fazla fungus türünün bulunduğunu kaydetmektedirler. Yıldırım (2008), entomopatojen fungusların özellikle orantılı nemin yüksek olduğu bölgelerde ve mevsimlerde zararlı popülasyonlarının azalmasında önemli rol oynadığını, dünyada 12 entomopatojen fungusun ticari amaçlı biyopreparatının zararlılara karşı kullanıldığını, bunlardan *Lagenidium giganteum*'un sivrisinek larvalarının; *Metarhizium anisopliae*'nin hamamböceği ve sineklerin; *Aschersonia aleyrodis*'in beyazsinek türlerinin; *Beauveria bassiana*'nın ise elma içkürdü, patates böceği, diğer bazı Coleoptera ve Lepidoptera türlerinin mücadelesinde kullanıldığını bildirmektedir.

Doğada yedi cinse bağlı 13 kene türünün 20 fungus türü tarafından enfekte edildiği belirtilmektedir (Kolomyetz, 1950; Samsinakova, 1957; Steinhaus ve Marsh, 1962; Cherepanova, 1964; Krylov, 1972; Samsinakova vd. 1974; Estrada-Pena vd., 1990; Mwangi vd., 1995; Zhioua vd., 1999a; Guerra vd., 2001). Kuzeydoğu Amerika'da toplanan kenelerin en fazla *Verticillium* spp. ve *B. bassiana* ile enfekte edildikleri, 10 fungus türü Avrupa'dan ve üç fungus türü ise Afrika'dan izole edilmiştir (Cherepanova, 1964; Samsinakova vd., 1974; Mwangi vd., 1995; Kalsbeek vd., 1995; Zhioua vd., 1999a).

Da Costa vd. (2001), Brezilya'da topraktan toplanmış *Boophilus microplus*'un doymuş dişilerinin % 24.5 oranında *B. bassiana* ve % 10 oranında *M. anisopliae* ile, Guerra vd. (2001), *Rhipicephalus sanguineus*'un nimflerinin % 22 oranında beş fungus cinsi ile bulaşık olduğunu tespit etmişlerdir.

Doğal alanlardan toplanan kenelerdeki fungusların enfeksiyon oranlarının örnek toplanan alanlardaki ekolojik şartlara, kene türlerine ve dönemlerine göre oldukça değiştiği belirtilmektedir. Nitekim Samsinakova vd. (1974), Orta Avrupa'dan kışın toplanan *Ixodes ricinus*'un erginlerinin % 7.5, yazın toplananlarda ise % 50'nin üzerinde fungus enfeksiyonunun olduğunu kaydetmektedirler. Kalsbeek vd. (1995), Kuzey Avrupa'da sezona bağlı olarak *I. ricinus*'in doymuş dişilerinin doğal alanlarda % 6-32 oranında funguslar tarafından enfekte edildiklerini bildirmektedirler. Mwangi vd. (1995), Kenya'dan toplanmış *Rhipicephalus appendiculatus*'un doymuş dişilerinin % 1.7 fungus enfeksiyonundan öldüğünü kaydetmektedirler. Zhioua vd. (1999a), Kuzeydoğu Amerika'dan toplanan *I. scapularis*'in beslenmemiş dişilerinin %

4.3 oranında funguslarla bulaşık olduğunu saptanmışlardır.

Optimum laboratuvar şartlarında değişik fungus cinslerine ait tür ve izolatları kenelere karşı denenmiş ve bu çalışmalardan *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'nın kenelere karşı patojenitelerinin çok yüksek olduğu saptanmıştır (Guangfu, 1984; Gindin vd., 2001; Samish vd., 2001). Çoğunlukla, *M. anisopliae* izolatlarının *B. bassiana*'dan daha virulent olduğu tespit edilmiştir (Castineiras vd., 1987; Mwangi vd., 1995; Barci, 1997; Kaaya ve Hassan, 2000; Sewify ve Habib, 2001; Zangi, 2003).

Gindin vd. (2003), *Boophilus annulatus*, *Hyalomma excavatum* ve *R. sanguineus*'un beslenmemiş larvalarının beş fungus türünün 12 izolatına karşı hassasiyetlerini değerlendirilmişler ve *Boophilus* ve *Hyalomma* larvalarının benzer hassasiyet gösterdiğini, *Rhipicephalus* larvalarının ise daha dayanıklı olduklarını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, *H. excavatum*'un doymuş dişilerinin diğer iki kene türünün dişilerinden entomopatojen funguslara karşı çok daha dayanıklı olduğunu kaydetmektedirler.

Laboratuvar şartlarında kene yumurtalarının birçok böcek yumurtalarının aksine funguslara karşı hassasiyetinin yüksek olduğu ve fungus enfeksiyonuna maruz kalan yumurtalarının % 100'ünde açılmanın olmadığı saptanmıştır (Boichev ve Rizvanov, 1960; Gorshkova, 1966; Bittencourt vd., 1994a; Castineiras vd., 1987; Monteiro vd., 1998a,b; Kaaya, 2000; Piao vd., 2001; Gindin vd., 2003). Yine, fungus enfeksiyonunun doymuş dişi kenelerde yumurtlama öncesi süreninin uzunluğunu, yumurtlama zamanını, yumurtaların bekleme ve açılma süresini ve yumurta sayısını etkilediği bildirilmektedir (Gorshkova, 1966; Bittencourt vd., 1994b; Barci, 1997; Gindin vd., 2001).

Samish vd. (2004), fungusların keneleri birkaç günde öldürebildiklerini belirtmektedirler. Nitekim, *M. anisopliae*'nin LT₅₀ (1x10⁷ spor/ml) değerinin *B. annulatus*, *H. excavatum* ve *R. sanguineus*'un yumurta, beslenmemiş larva ve doymuş dişilerinde 3-6.5 gün olduğunu, bazı durumlarda ise bu sürenin bir haftaya kadar uzadığını kaydetmektedirler. Benjamin vd. (2002), arazi denemelerinde ticari anti termit olarak kullanılan *M. anisopliae*'nin ESC-1 izolatı, *Ixodes scapularis*'in erginlerine karşı (4-6x10¹⁰ spor/m²) uygulanmış ve dört hafta içinde % 53 ergin ölümünün görüldüğünü bildirmektedirler. Kaaya ve Mwangi (1995) ve Kaaya vd. (1996), *R. appendiculatus*'un nimf ve erginlerine karşı entomopatojen fungusların etkinlik denemelerinde saksıdaki çimlere sporlar (1x10⁹ spor/ml) püskürtülmüş ve bu saksılar arazi şartlarında muhafaza edilmiş, kenelerin nimflerindeki ölüm oranının *B. bassiana*'da % 96 ve *M. anisopliae*'de ise % 76, erginlerinde ise sırasıyla *B. bassiana*'da %

36 ve *M. anisopliae*'de ise % 64 olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu iki fungusun birlikte larvalarda % 99'un üzerinde ölüm meydana getirdiğini ve benzer sonuçların *Amblyomma variegatum*'da da elde edildiğini kaydetmektedirler. Stafford ve Kitron (2002), *B. bassiana*'nın iki ticari preparatını *I. scapularis*'in nimflerine karşı uygulamışlar ve popülasyonda % 59-89 oranında bir azalmanın olduğunu ve bazen nimflerde % 80-90 gibi yüksek bir oranda fungusun geliştiğini saptamışlardır. Bittencourt (2000), *B. microplus*'un larvaları ile bulaşık bir alana *M. anisopliae* sporları püskürtüldüğünü ve bir hafta sonra kontrolle karşılaştırılınca daha az larva görüldüğünü bildirmektedir.

M. anisopliae sporları (1×10^8 - 1×10^9 spor/ml) sığırlar üzerindeki, *B. microplus* veya *B. decoloratus* enfeksiyonuna karşı püskürtülmüş ve bu kenelerin popülasyonunda % 50'lik bir azalmanın olduğu, yine uygulamadan sonra toplanan kenelerin % 79'unun ise laboratuarda öldüğü ve yumurta üretiminin % 50 oranında azaldığı belirtilmektedir (Castro vd., 1997; Correia vd., 1998; Bittencourt vd., 1999; Kaaya ve Hassan, 2000).

Alonso-Diaz vd. (2007), *M. anisopliae*'nin *B. microplus*'a etkisini sığırlar üzerinde doğal ortamda değerlendirmişler ve bu fungusun % 40-91,2 oranında doymuş dişilere karşı etkili olduğunu kaydetmektedirler. Camacho vd. (1998), *B. microplus*'un sığırlardaki enfeksiyonuna karşı *Verticillium lecanii* (3.5×10^7 /ml, 5 l her başa)'yi bir veya dört kez uygulamışlar ve kene sayısının sırasıyla % 48-79 veya % 94-99 oranında azaldığını bildirmektedirler. Hornbostel vd. (2005), *M. anisopliae*'nin ESC-1 izolatının, *I. scapularis*'in nimflerine etkinliği üzerinde yaptıkları çalışmada, LC₅₀ değeri, laboratuvar şartlarında 10^7 spor/ml'de kısmen patojen olduğunu, 10^9 spor/ml'de ise % 70 ölümüne sebep olduğunu, arazi şartlarında ise etkisiz olduklarını belirtmektedirler. Maranga vd. (2005), *B. bassiana* ve *M. anisopliae* fungus türlerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanımının, yağlı ve sulu formülasyonlarının, yağmurlu ve kuru sezonun, *A. variegatum*'a etkilerini laboratuvar ve arazi çalışmalarında karşılaştırmışlar, bu iki fungusun karışımından oluşan 1×10^{10} konidi/ml konsantrasyonda, yağışlı dönemde, yağlı formülasyonun % 92 ölüm ile en iyi performans gösterdiği, aynı dönemde sulu formülasyonun ise % 49 ölüme sebep olduğunu belirtmektedirler. Aynı özellikler sırasıyla arazi şartlarında, kuru sezonda ise yağlı formülasyonun % 24, sulu formülasyonun da ise % 17 etkisinin olduğunu ve bu iki fungus türünden oluşan karışımın zararlılarının kontrolü için potansiyel öneme sahip olduğunu belirtmektedirler. Leemon ve Jonsson (2008), *M. anisopliae*'nin 31 izolatını *B. microplus*'a karşı kullanmışlar ve bu

izolatların yarısından fazlasının bu keneye karşı önemli derecede virulent olduklarını kaydetmektedirler.

Gindin vd. (2001), *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *M. flavoviride*, *Paecilomyces fumosoroseus* ve *V. lecanii* fungus türlerinin, *B. annulatus*'un değişik gelişme dönemlerine karşı laboratuvar şartlarında patojenitelerini karşılaştırmışlar ve *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatlarının en virulent oldukları ve bu kenenin doymuş dişilerinin inokulasyon sonrası 7-10 günde % 85-100 ölümüne sebep olduklarını, diğer funguslar tarafından en yüksek ölümün doymuş dişilerde % 25-60 olduğunu, bütün fungus testlerinde ölümden önceki günlerde kenelerin yumurtlama kapasitesinin azaldığını veya önlendiğini, *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatlarının yumurtalara uygulamalarında % 70-98 ölüm görüldüğünü belirtmektedirler. Yine, Hartelt vd. (2007), *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *P. fumosoroseus* entomopatojen fungus türlerinin laboratuvar denemelerinde *Ixodes ricinus*'e etkinliklerini değerlendirmişler ve en etkili türün *M. anisopliae* olduğunu kaydetmektedirler.

Kenelerin Biyolojik Mücadelesinde Kullanılan Parazitler

Bu grupta, nematodlar yer almakta ve biyolojik mücadelede kullanılmaktadırlar. Zararlıların biyolojik mücadelesinde nematodların kullanımına yönelik çalışmalar, Mermithidae, Tetradenematidae, Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait türler üzerinde yapılmıştır

Samish vd. (2004) ve Yıldırım (2008), Steinernematidae familyasından *Steinernema*, Heterorhabditidae familyasından ise *Heterorhabditis* cinsine bağlı nematod türlerinin, zararlıların mücadelesinde oldukça etkili olduklarını, bunların 3. dönem larvalarının aktif olduğunu, bu larvaların konukçularının ağız, anüs ve stigma gibi doğal açıklıklarından giriş yaptıklarını, böceğin barsağına ve daha sonra bağırsağı delerek vücut boşluğuna geçerek, taşıdıkları bakteriyi böceğin sindirim sistemine ve vücut boşluğuna bıraktıklarını, böceği 24-72 saat içerisinde öldürdüğünü ve ölü böcek vücudunun bir sıvı ile kaplandığını ve bu sıvının nematodun besin kaynağını oluşturduğunu, hem entomopatojen nematod ve hem de bakterinin böceğin vücudunda çoğaldığını, bu ilişkide nematodun görevinin bakteriyi böceğin vücuduna taşımak olduğunu, bakterinin görevinin ise sadece konukçuyu öldürmek değil aynı zamanda konukçusunu hem kendisi ve hem de nematodun gelişmesi için gerekli gıda kaynağının sağlanacağı bir hale getirdiğini, nematodun konukçusunu enfekte ettiğinde konukçuya bakteriyi verdiğini, bu bakterinin ise nematodun beslenmesini

kolaylaştırarak ortam oluşturduğunu, ayrıca, antibiyotik meydana getirerek nematodun besini olan kadavranın çürümesini engellediğini, entomopatojen nematod tarafından böcek vücuduna bırakılan bakterinin ise iki saat içerisinde böceğin kanına geçtiğini belirtmektedirler.

Hazır vd. (2003), *Steinernema* cinsine bağlı entomopatojen nematodların *Xenorhabdus*; *Heterorhabditis* cinsine bağlı entomopatojen nematodların ise *Photorhabdus* cinsine ait bakteriler ile ortak yaşadığını ve dünyada *Steinernema* cinsine ait 35, *Heterorhabditis* cinsi ait ise 10 entomopatojen nematod türünün bulunduğu bildirmektedirler.

Yıldırım (2008), *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türlerine karşı hassas böcek sayısının oldukça fazla olduğunu, değişik araştırmacılar tarafından bu nematodların biyolojik aktivitelerinin laboratuvar ve arazi denemeleri yapılarak belirlendiğini ve etkinliği en yüksek olan türün *Steinernema carpocapsae* olduğunu, bu nematod türünün 11 böcek takımına ait 75 familyaya bağlı 250 böcek türünü enfekte ettiğini, bu nematodun laboratuvarda üretilen hazır preparatlarının DD-136 adı altında kullanıldığını, *S. carpocapsae* ve *Steinernema scapterisci*'nin toprak yüzeyinin yakınında, *Steinernema glaseri* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın ise toprak altındaki zararlılarda etkili olduklarını belirtmektedir. Gaugler (2002), entomopatojen nematodların 3000'in üzerinde böcek türünde patojen oldukları, bazı ırklarının spesifik olarak küçük böcek gruplarına etkili oldukları ve yararlı böcek türlerine etkilerinin önemsiz olduğunu kaydetmektedir. Georgis ve Manweiler (1994), entomopatojen nematodların ticari ürünlerinin birçok ülkede ekonomik öneme haiz zararlıların mücadelesinde kullanıldığını belirtmektedirler.

Glazer vd. (2001), petri kabında *Boophilus annulatus*'un doymuş dişilerini heterorhabditid nematodlarının 2.5 saatten daha az bir sürede öldürdüğünü, steinernematid nematodlarının ise keneye penetrasyon için 4 saatten daha fazla zamana ihtiyacı olduğunu, heterorhabditid nematodların tek bir birey girişi bile kenenin ölümüne sebep olabileceğini kaydetmektedirler. Mauleon vd. (1993), laboratuvar çalışmalarında *Boophilus microplus*'un nematod saldırılarına karşı dayanıklı olduğunu bildirmektedirler.

Samish vd. (2004), kenelerin değişik dönemlerinin entomopatojen nematodlara hassasiyetlerinin oldukça farklılık gösterdiğini, tamamen doymuş dişi kenelerin daha hassas olduğunu, larva ve nimf dönemlerinin hassasiyetinin daha az olduğunu, keneler beslenme esnasında yüksek dayanıklılık gösterdiğini, yumurtalarının tamamen dayanıklı olduklarını, beslenmemiş dişilerin doymuş dişilerden altı kat daha çabuk öldüğünü ve bu durum ise Ceraul vd. (2002)'ne göre kenelerin

kanındaki anti bakteriyel aktivitenin gücüyle ilgili olduğunu kaydetmektedirler. Samish vd. (2004), 42 nematod ırkının kenelere karşı etkilerinin denendiğini ve değişik derecelerde virulanslık gösterdiklerini, yine Glazer vd. (2001), laboratuvar çalışmalarında heterorhabditid nematodlarının kenelerde steinernematid nematodlarından daha virulent olduklarını belirtmektedirler.

Samish vd. (2004), arazi çalışmalarında entomopatojen nematod ırklarının kenelere karşı virulanslığının laboratuvar şartlarında yapılan denemelerden oldukça farklılık gösterdiğini, bu farklılığın toprak çevresinde her bir nematod ırkının spesifik davranışından kaynaklanabildiğini, nematodun toprağın hangi derinliğinde yaşamayı tercih ettiğini ve ultraviyole ışınlarla nasıl tepki gösterdiğinin oldukça önemli olduğunu kaydetmektedirler. Samish vd. (1999), *B. annulatus* kenesine karşı arazi şartlarında toprak üzerinde üç nematodun dokuz ırkının denendiğini ve ticari *S. carpocapsae*'nin Mexikan ırkının en etkili olduğunu, beş günden daha az bir sürede doymuş dişilerin % 100'nün öldüğünü bildirmektedirler. Yine aynı araştırmacılar, çevre şartlarının nematodların kenelerdeki patojenitelerini oldukça etkilediklerini belirtmektedirler. Zangi (2003), entomopatojen nematod ırklarının kenelere etkilerinde toprağın içeriği ve yapısının, sıcaklık ve nem isteklerinin oldukça önemli olduğunu kaydetmektedir.

Vasconcelos vd. (2004), *S. glaseri* ve *H. bacteriophora* entomopatojen nematodlarının laboratuvar şartlarında *B. microplus* kene türünün kontrolü için önemli bir potansiyele sahip olduklarını belirtmektedirler. Hartelt vd. (2007), *S. carpocapsae*, *S. feltia* ve *H. bacteriophora* entomopatojen nematod türlerinin laboratuvar denemelerinde *Ixodes ricinus*'e etkinliklerini değerlendirmişler ve en etkili türün *S. carpocapsae* olduğunu belirtmektedirler.

Samish vd. (2004) ve Yıldırım (2008), entomopatojen nematodların zararlıların mücadelesinde önemli bir potansiyele sahip olduklarını, özellikle kenelerin doymuş dişilerinin bazı entomopatojen nematodlara karşı hassas olduklarını, hareketli nematodların hareketsiz kenelere saldırımları, kenelerin bulunduğu alanlara nematodların püskürtmesi ve sulamalar ile kolayca uygulanabilmeleri gibi avantajlarının yanında, nematodların kullanımının düşük nem, sıcaklık ve toprağın yapısı ve içeriği gibi ekolojik şartlar ve ayrıca kenelerin değişik dönemleri ve türler arasındaki hassasiyetlerdeki farklılıklar entomopatojen nematodların kullanımını sınırladığını ve patojenitelerini azalttığını, nematodların nem ihtiyaçlarının çok kritik olması yanında kolayca depo edilememeleri biyolojik mücadelede kullanımını sınırladığını, entomopatojen nematodların biyolojik mücadelede

kullanımlarını artırmak için yoğun çalışmaların yapıldığını, genetik iyileştirmeler ile bunların çevre şartlarına karşı dayanıklılıklarının ve virulanslıklarının artırılmasına yönelik çalışmaların özellikle dikkati çektiğini, son yıllarda, *H. bacteriophora* türüne karşı moleküler teknikler kullanılarak transgenik nematodların elde edildiğini ve bu transgenik nematodların yüksek sıcaklıklara karşı, yabancı ırklarından 18 kat daha dayanıklı olduğunu kaydetmektedirler.

Kenelerin Biyolojik Mücadelesinde Kullanılan Parazitoidler

Yıldırım (2008), gelişmelerini tek bir konukçu üzerinde tamamlayan ve belirli bir süre sonra konukçusunu öldüren organizmalara parazitoid adının verildiğini, parazitoidlerde konukçuyu bulma dişinin görevi olduğunu, dişi bireyin konukçusuna saldırıp, yumurtasını konukçusunun vücudunun içine veya üzerine bıraktığını, yumurtanın açılması ile çıkan bireylerin ergin oluncaya kadar konukçularını öldürmediklerini, aksi takdirde kendilerinin ölmeye mahkum olduklarını, parazitoid türlerin, Hymenoptera ve Diptera takımları içerisinde yer aldıklarını, bunların larva dönemlerinin asalak olmalarına karşın ergin dönemlerinde serbest olarak yaşadıklarını ve oldukça da aktif olduklarını, bu sebeple konukçularını arayıp bulma ve yumurta koyma imkanına sahip olduklarını kaydetmektedir.

Zararlılara karşı biyolojik mücadelede kullanılan parazitoidlerin çoğunluğu Hymenoptera takımında yer almaktadırlar. De Bach ve Rosen (1991), zararlıların biyolojik mücadelesindeki başarılı sonuçların 2/3'ünün Hymenoptera takımına ait parazitoidlerle başarıldığını belirtmektedirler. Mwangi vd. (1997), kenelerde etkili birkaç hymenopter parazitoid türünün bulunduğunu, bu türlerin Encyrtidae familyasının *Ixodiphagus* cinsi içerisinde yer aldığını ve dünyada bu cinse ait yedi türün bulunduğunu bildirmektedirler. Yine, Samish vd. (2004), *Ixodiphagus* cinsine giren türlerin 1-1.5 mm boyunda olduğunu, bu parazitoidlerin kenenin içine yumurta koyduğunu, yumurtadan çıkan larvaların kene içinde beslenerek burada pupa olduğunu ve keneyi delerek ergin halde dışarı çıkıp çiftleşerek yeniden döl verdiğini kaydetmektedirler. Hu vd. (1993), çok geniş yayılmış olan *I. hookeri*'nin Asya, Afrika, Amerika ve Avrupa'da, diğer türlerin ise dünyanın değişik ülkelerinde bulunduğunu bildirmektedirler.

Takasu ve Nakamura (2008), Kenya'nın batısında laboratuvar ve arazi şartlarında *Amblyomma variegatum* kene türünün parazitoidi olan *Ixodiphagus hookeri*'nin biyolojisini çalışmışlar, *I. hookeri*'i yumurtalarını bu kenenin doymuş nimfleri kadar beslenmemiş nimflerine de koyduğunu, nadiren ise larvalarına da yumurta koyduğunu,

yumurta koyduktan iki gün sonra beslenmemiş nimflerin kaybolduğu ve doymuş nimflere konulan yumurtalardan erginlerin geliştiğini, gelişmede sıcaklığın önemli olduğunu, 28°C'de 35 günde ve 23°C'de ise 46 günde ergin olduklarını, sıcaklığın parazitoid çıkışı etkilediğini ve 23°C'de % 67 ve 28°C'de % 22 parazitoid çıktığını, 30°C'de ise konukçudan parazitoidin çıkmadığını, tek bir dişi tarafından parazitlenmiş bir konukçudan 42-53 parazitoidin çıktığını, bunun ise % 73'nün dişi olduğunu, bir dişi parazitoidin ortalama 84 yumurta koyduğunu, laboratuvarda beslenmemiş kene nimflerine nadiren saldırdığını, arazideki sığırlar üzerindeki yumurta koyduklarını kenelerin % 25'ini doymuş nimflerin, % 4'ünü ise beslenmemiş nimflerin oluşturduğunu, *I. hookeri*'nin Batı Kenya'da yıl boyunca çoğaldığını, diğer ırklarının ise kışı beslenmemiş nimflerde yumurta olarak geçirdiğini bildirmektedirler.

Smith ve Cole (1943), kene nimflerinin omurgalılar üzerinde kan emerek beslenirken *Ixodiphagus* türleri tarafından parazitlendiğini, Hu ve Hyland (1997) ise parazitoidin yumurta gelişiminin kenenin kan alımını ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Kenelerin biyolojik mücadelesinde sadece *I. hookeri* türü kullanılmaktadır. Knippling ve Steelman (2000), kene parazitoidleri ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğunun Lyme hastalığı vektörü olan *Ixodes scapularis* ve diğer bazı kenelerin mücadelesi amacıyla yapıldığını bildirmektedirler. Stafford (2004), yapılan bu çalışmalarda parazitoidlerin istenilen seviyede başarılı olmadığını kaydetmektedirler. Knippling ve Steelman (2000), ancak arazi gözlemlerinde *Ixodiphagus* türlerinin yüksek düzeyde parazitlenme oluşturduklarını, bir dişinin 6-8 yumurtayı doymuş kene larvası içine koyduğunu ve arazi şartlarında % 25 parazitlenme oluşturduğunu bildirmektedirler. Aynı araştırmacılar, *I. hookeri*'nin 300 000 dişisi bir kilometrekareye salındığında % 95 oranında *I. scapularis*'in larvasını parazitleyeceğini ve kene popülasyonunun bir yıl sonra düşebileceğini ve 1000 parazitoid dişinin bir Amerikan dolarına mal olacağını kaydetmektedirler. Mwangi vd. (1997), doğal şartlarda kenelerin biyolojik mücadelesinde parazitoid kullanım çalışmalarında Kenya'da *A. variegatum*'a karşı *I. hookeri*'nin kullanıldığını, 15 gün sonra *A. variegatum* nimflerinde % 51 oranında bir parazitlenmenin olduğunu belirtmektedirler. Knippling ve Steelman (2000), *I. hookeri*'nin *I. scapularis*'in biyolojik mücadelesinde oldukça önemli bir potansiyele sahip parazitoid olduğunu, bu parazitoidin taksonomisinin, ekolojisinin, davranışlarının ve ucuz üretim sistemlerinin tespiti ile ilgili daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğunu kaydetmektedirler.

Balkanlarda, Karadeniz'in Kuzey Ülkelerinde ve Kafkasya'da üç türü bulunan, fakat şimdiye kadar ülkemizde varlığı araştırılmayan, *Ixodiphagus* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) cinsine ait türlerin ülkemizde de bulunma ihtimali çok yüksektir. Eğer ülkemizde varlıkları tespit edilebilir ve bunların virüs veya diğer hastalık etmenlerini taşımadıkları saptanırsa bu parazitoidlerin etkililik durumu ve kitle üretim imkanları ile ilgili çalışmalar ülkemizde de yapılmalıdır.

Kenelerin Biyolojik Mücadelesinde Kullanılan Predatörler

Yıldırım (2008), yaşamları boyunca birden fazla ava ihtiyaç duyan, avlarını arayıp bulan ve ona saldırarak öldüren ve onunla beslenen organizmalara predatör adının verildiğini, predatörlerin, monofag, oligofag veya polifag olduğunu, biyolojik mücadelede daha çok monofag türlerin önem arzettiğini, predatör türlerin, Thysanoptera, Heteroptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Hymenoptera, Acari ve Araneae takımları içerisinde yer aldıklarını, ayrıca, Omurgalılar içerisinde de bazı önemli predatör türlerin bulunduğunu, omurgalılar içerisinde biyolojik mücadelede en çok kuşlar ve balıklardan yararlandığını belirtmektedir. Samish vd. (2004), karıncaların, coleopterlerin ve bir çok kuş türlerinin genel predatör olarak kenelerle beslenerek bunların popülasyonlarını baskı altında tuttuklarını kaydetmektedirler. Symondson vd. (2002), genel predatörlerin bazen doğada kene popülasyonunun baskı altına alınmasında etkili olabildiklerini, fakat kene sayısının azalması için predatör popülasyonundaki büyük artış, doğal alanlarda hedef olmayan türlerin popülasyonlarında da büyük değişikliklere de sebep olabileceğini bildirmektedirler. Holm ve Wallace (1989), bir predatör akar olan *Anystis baccarum*'un kene larvalarına hücum ettiğini ve Avustralya'da önemli bir potansiyele sahip olduğunu kaydetmektedirler.

Kenelerle beslenen 50 kuş türünün bulunduğu bildirilmektedir (Petrischeva ve Zhmayeva, 1949; Mwangi vd., 1991; Samuel ve Welch, 1991; Petney ve Kok, 1993; Verissimo, 1995; Samish ve Rehacek, 1999). Bununla birlikte, sadece birkaç kuş türünün spesifik olarak kenelerle beslendikleri ve kene popülasyonu üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip oldukları belirtilmektedir.

Samish vd. (2004), Afrika'da sığırlar ile tavuk (*Gallus gallus*) bir arada tutulduğunda 5.5 saatte her bir tavuğun ortalama 338 keneyi, diğer çalışmalarda ise kuşların her beslenme saatinde 9.7-81 keneyi yediğini bildirmektedirler. Yine, yüksek kene popülasyonlarında kenelerin ortalama % 69'nu tavukların yediği belirtilmektedir (Hassan vd., 1991, 1992; Dreyer vd., 1997). Fakat, tavuklar ne spesifik ne de zorunlu kene predatörüdürler. Bundan dolayı

kene popülasyonunun düşürülmesinde çok büyük bir alternatif değildir. Bu sebeple tavuklar kene popülasyonunu belirli bir seviyenin altına düşürmede başarılı olamazlar. Yine de küçük çiftliklerde kene popülasyonunun düşürülmesi için tavuklar yardımcı olabilirler.

Samish vd. (2004), Afrika'nın yerli kuş türleri olan *Buphagus africanus* ve *B. erythrorhynchus* türlerinin sadece spesifik olarak ektoparazitler ve özellikle de keneler üzerinde beslendiklerini kaydetmektedirler. Robertson ve Jarvis (2000), bu kuş türlerinin popülasyonlarının tek tırnaklı hayvanların sayısındaki azalmaya, akarisitlerle kuş zehirlenmelerinin artmasına ve kene popülasyonunun azalmasına bağlı olarak düştüğünü belirtmektedirler. Bezuidenhout ve Stutterheim (1980), yakalanan bu kuş türlerinin her birinin midelerinde 16-408 kene bireyinin bulunduğunu bildirmektedirler. Yine, Bezuidenhout ve Stutterheim (1980) ve Stutterheim vd. (1988), kene enfeksiyonuna maruz kalmış sığırlardan 6-7 günde genç bir *B. erythrorhynchus* tarafından *Boophilus* cinsine ait kenelerin larvalarından ortalama 1176, nimflerinden 1549 ve erginlerinden 1293 adet yediklerini, bu sonuçlar bu kuş türünün ergin oluncaya kadar 12 500 larva veya doymuş *B. decoloratus*'un dişilerinin % 98'ine eş değer olduğunu ve *B. africanus*'un *B. erythrorhynchus*'dan % 10 daha fazla kene yediğini ve daha saldırgan olduğunu belirtmektedirler. Samish vd. (2004), *B. africanus* ve *B. erythrorhynchus* türlerinin kenelerle mücadelede IPM programlarında oldukça önemli bir yer tuttuklarını, bu türler sosyal yaşama sahip oldukları için minimum 20 bireyinin program uygulanacak alana getirilmesinin gerekli olduğu kaydedilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Samish vd. (2004), keneler üzerinde beslenen patojen, parazit, parazitoid ve predatörlerin biyolojik mücadele etmenleri olarak etkili kullanılabilirliği üzerinde yapılan çalışmaları özetlemişler ve doğada kene popülasyonlarını baskı altında tutan oldukça fazla bakteri, fungus, örümcek, karınca, fare, kuş ve diğer canlıların bulunduğunu ve bunların toplu olarak kene popülasyonlarını dengede tuttuğunu kaydetmektedirler. Aynı araştırmacılar, bunlar içerisinde en ümitvar olanların; *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* bakterisi, *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* fungusları, *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerine ait entomopatojen nematodlar, *Ixodiphagus* cinsine ait parazitoidler ile *Buphagus africanus* ve *B. erythrorhynchus* kuş türleri olduğunu belirtmektedirler.

Kenelerle beslenen doğal düşmanlarla ilgili bilgilerin fazla olmasına rağmen pratikte kenelerle biyolojik mücadele ile ilgili birkaç çalışmanın yapıldığı dikkati çekmektedir. Bunlardan ilk çalışma,

Fransa'dan ABD'ye ve Rusya'ya kene parazitoiti, *Ixodiphagus*'un ithal edilmesiyle başlamıştır. Son yıllarda kenelerle biyolojik mücadeleye ilgi hızla artmış; çeşitli kuş türleri Brezilya, Kenya ve Zimbabwe'de; parazitoitler Kenya ve ABD'inde; entomopatojen nematodlar Mısır, İsrail ve ABD'inde; entomopatojen funguslar Brezilya, Küba, İsrail, Kenya, Güney Afrika ve ABD'inde ve bakteriler Brezilya'da denenmeye başlamış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bunlar arasında en başarılı olanın ise Zimbabwe'de *Buphagus*'un ithal edilmesiyle elde edilmiştir.

Kenelere karşı biyolojik mücadelenin gelişmesi henüz başlangıç aşamasındadır. Bu amaçla kullanılacak ürünlerin kenelere göre düzenlenip ticarileşmesi için bu sahada çalışan firmaların keneler için kullanılabilecek ürünleri üretmesi, depolaması ve dağıtımını için belirli girişimler yapması gereklidir. Tüketicilerin ise bu ürünlerin depolanması, uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi gibi konularda eğitilmesi gereklidir. Yine, kenelerin biyolojik mücadelesi için alternatif metotlara ihtiyaç bulunmaktadır ve bunların geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmalı ve bu konuda çalışan bilim adamı sayısının teşviklerle artırılması gereklidir.

Laboratuvar çalışmalarında *B. thuringiensis* bakterisinin kenelere karşı etkili olduğu belirlenmiş, fakat bunların etki mekanizmaları açıklanamamıştır. Bununla ilgili çalışmalara hız verilmelidir. Entomopatojenik funguslardan *M. anisopliae* ve *B. bassiana* ümitvar olarak görülmekte ve bunların da piyasada bazı böceklere karşı kullanılmak üzere satılan preparatları bulunmaktadır. Fakat keneler için kullanılacak preparatların oluşturulması ve bunların kullanımı ve ülkemizde de ruhsatlandırılması gereklidir. Kenelere patojen olan entomopatojen nematodlar içinde kenelere has etkili ırklarının elde edilmesi gerekmektedir. *Ixodiphagus* cinsine giren parazitoit böcekler doğal koşullarda keneleri tam olarak kontrol edememekte, ancak kitle halinde üretilip kenelerin sorun olduğu alanlara salındığında o dönem için oldukça etkili olabilmektedirler. Dünyada yedi, Balkanlarda, Karadeniz'in Kuzey Ülkelerinde ve Kafkasya'da üç türü bulunan, ancak şimdiye kadar ülkemizde varlığı araştırılmayan *Ixodiphagus* cinsine ait türlerin ülkemizde de bulunma ihtimali çok yüksektir. Eğer ülkemizde varlıkları tespit edilebilir ve bunların virüs veya diğer hastalık etmenlerini taşımadıkları saptanırsa bu parazitoitlerin etkinlik durumları ve kitle üretim olanakları ile ilgili çalışmalara ülkemizde de başlanmalıdır. Kene predatörlerinin çoğu polifag olup, kene mücadelesinde sınırlı bir etkiye sahip oldukları görülmektedir. Bunlar içerisinde Afrika'daki *B. africanus* ve *B. erythrorhynchus* kuş türlerinin keneye has olmaları nedeniyle çok etkili bir

predatör görünümündedirler. Bunların ülkemize ithali ile ilgili çalışmalara başlanmalıdır.

Bütün bu hususlar göz önüne alındığında kenelerle biyolojik mücadelede bütün doğal düşmanlar etkili bir şekilde kullanılabilirliği takdirde gelecekteki kene IPM programları ümitvar olarak görülmektedir. Bunun başarılı olması için uygun doğal düşmanın bulunması ve bunların preparatlarının yapılması, etkinliklerinin artırılması ve pratikte kullanılacak duruma getirebilmesi için ekonomik olarak üretimlerinin yapılması gereklidir. Çeşitli arazi çalışmalarında bu doğal düşmanların tek tek veya bir arada çeşitli kombinasyonları yapılarak bu biyolojik etmenlerin birlikte kullanılmasıyla kenelere karşı bir entegre mücadele stratejisi belirlenmelidir. Yine kimyasal mücadeleye alternatif metotların araştırılması ve uygulamaya konulması, pestisitlerin asgari seviyede kullanılması yoluna gidilerek, doğal dengeyi, çevreyi ve insan sağlığını koruyan mücadele metotlarını kene mücadelesi için ülkesel bir IPM programı mümkün oldukça hızlı bir şekilde hazırlanmalı ve uygulamaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdel Megeed, K. N., Abdel Rahman, E.H., Hassain, M. A., 1997. Field application of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Dipel-2x) against soft and hard ticks. Veterinary Medical Journal Giza, 45:389-395.
- Alonso-Diaz, M. A., Garcia, L., Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutierrez, R., Angel-Sahagün, C. A., Rodriguez-Vivas, R. I., Fragosos-Sanchez, H., 2007. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) for the control of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on naturally infested cattle in the Mexican tropics. Veterinary Parasitology, 147: 336-340.
- Barci, L. A. G., 1997. Biological control of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari, Ixodidae) in Brazil. Arquivos Instituto Biologico, Sao Paulo, 64: 95-101.
- Benjamin, M. A., Zhioua, E., Ostfeld, R. S., 2002. Laboratory and field evaluation of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) for controlling questing adult *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 39: 723-728.
- Bezuidenhout, J. D., Stutterheim, C. J., 1980. A critical evaluation of the role played by the red-billed oxpecker *Buphagus erythrorhynchus* in the biological control of ticks. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 47: 51-75.
- Bittencourt, V. R. E. P., 2000. Trials to control South American ticks with entomopathogenic fungi. Annals of the New York Academy of Science, 916: 555-558.
- Bittencourt, V. R. E. P., Massard, C. L., Lima, A. F. 1994a. The action of *Metarhizium anisopliae*, at eggs and larvae of tick *Boophilus microplus*. Revista da Universidade Rural Serie Ciencias da Vida, 16: 41-47.
- Bittencourt, V. R. E. P., Massard, C. L., Lima, A. F. 1994b. The action of *Metarhizium anisopliae*, at free living stages of *Boophilus microplus*. Revista da Universidade Rural Serie Ciencias da Vida, 16: 49-55.
- Bittencourt, V. R. E. P., Souza, E. J., Peralva, S. L. F. S., Reis, R. C. S., 1999. Efficacy of the fungus *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1887) Sorokin, 1883 in field test with bovines naturally infested with the tick *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). Revista Brasileiro de Medicina Veterinaria, 21: 78-81.

- Boichev, D., Rizvanov, K., 1960. Relation of *Botrytis cinerea* Pers. to ixodid ticks. Zoologicheskii Zhurnal Akademija Nauk USSR 39, 462.
- Brown, R. S., Reichelderfer, C. F., Anderson, W. R., 1970. An endemic disease among laboratory populations of *Dermacentor andersoni* (= *D. venustus*) (Acarina: Ixodidae). Journal of Invertebrate Pathology, 16: 142–143.
- Brum, J. G. W., Faccini, J. L. H., Do Amaral, M. M., 1991a. Infection in engorged females of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). II. Histopathology and in vitro trials. Arquivos Brasileiro Medicina Veterinaria Zootecnologia, 43: 35–37.
- Brum, J. G. W., Teixeira, M. O., 1992. Acaricidal activity of *Cedea lapagei* on engorged females of *Boophilus microplus* exposed to the environment. Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinaria i Zoologia, 44: 543–544.
- Brum, J. G. W., Teixeira, M. O., Da Silva, E. G., 1991b. Infection in engorged females of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). I. Etiology and seasonal incidence. Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinaria i Zoologia, 43: 25–30.
- Butt, T. M., Jackson, C. W., Magan, N. (Ed.), 2001. Fungi as Biocontrol Agents – Progress, Problems and Potential. Oxford, UK, CABI.
- Castineiras, A., Jimeno, G., Lopez, M., Sosa, L.M., 1987. Effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Fungi, Imperfecti) and *Pheidole megacephala* (Hymenoptera, Formicidae) on eggs of *Boophilus microplus* (Acarina: Ixodidae). Revista Salud Animal, 9: 288–293.
- Castro, A. B. A., Bittencourt, V. R. E. P., Daemon, E., Viegas, E. C., 1997. Efficacy of the fungus *Metarhizium anisopliae* (isolate 959) on the tick *Boophilus microplus* in a stall test. Revista Universidade Rural, Serie Ciencias da Vida, 19: 73–82.
- Ceraul, S. M., Sonenshine, D. E., Hynes, W. L., 2002. Resistance of the tick *Dermacentor variabilis* (Acari: Ixodidae) following challenge with the bacterium *Escherichia coli* (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae). Journal of Medical Entomology, 39: 376–383.
- Cherepanova, N. P., 1964. Fungi which are found on ticks. Botanicheskii Zhurnal, 49: 696–699.
- Cobb, S., 1942. Tick parasites on Cape Cod. Science, 95: 503.
- Correia, A. C. B., Fiorin, A. C., Monteiro, A. C., Verissimo, C. J., 1998. Effects of *Metarhizium anisopliae* on the tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in stabled cattle. Journal of Invertebrate Pathology, 71, 189–191.
- Da Costa, G. L., Sarquis, M. I. M., De Moraes, A. M. L., Bittencourt, V. R. E. P., 2001. Isolation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var *anisopliae* from *Boophilus microplus* tick (Canestrini, 1887), in Rio de Janeiro State, Brazil. Micropathologia, 154: 207–209.
- De Bach, P., Rosen, D., 1991. Biological Control by Natural Enemies, 2 nd Edn. New York, Cambridge University Press.
- Dreyer, K., Fourie, L. J., Kok, D. J., 1997. Predation of livestock ticks by chickens as a tick-control method in a resource-poor urban environment. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 64: 273–276.
- Estrada Pena, A., Gonzalez, J., Casasolas, A., 1990. The activity of *Aspergillus ochraceus* (Fungi) on replete females of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in natural and experimental conditions. Folia Parasitologica, 37: 331–336.
- Flexner, J. L., Belnavis, D. L., 2000. Microbial insecticides. In Biological and Biotechnological Control of Insect Pests (ed. Rechcigl, J. E., Rechcigl, N. A.), pp. 35–62. Boca Raton, Florida, USA, Lewis Publishers.
- Gaugler, R. (Ed.), 2002. Entomopathogenic Nematology. Oxford, UK, CABI.
- Gill, S. S., Cowles, E. A., Pietrantonio, P. V., 1992. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. Annual Review of Entomology, 37: 615–636.
- Gindin, G., Samish, M., Alekseev, E., Glazer, I., 2001. The susceptibility of *Boophilus annulatus* (Ixodidae) ticks to entomopathogenic fungi. Biocontrol Science and Technology, 11: 111–118.
- Gindin, G., Samish, M., Zangi, G., Mishoutchenko, A., Glazer, I., 2003. The susceptibility of different species and stages of ticks to entomopathogenic fungi. Experimental and Applied Acarology, 28: 283–288.
- Ginsberg, H. S., Lebrun, R. A., Heyer, K., Zhioua, E., 2002. Potential nontarget effects of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) used for biological control of ticks (Acari: Ixodidae). Environmental Entomology 31: 1191–1196.
- Ginsberg, H. S., Zhioua, E., 1999. Influence of deer abundance on the abundance of questing adult *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 36: 376–381.
- Glazer, I., Alekseev, E., Samish, M., 2001. Factors affecting the virulence of entomopathogenic nematodes to engorged female *Boophilus annulatus*. Journal of Parasitology, 87: 808–812.
- Gorshkova, G. J., 1966. Reduction of fecundity of ixodid ticks females by fungal infection. Vestnik Leningradskogo Universiteta Seria Biologia, 21: 13–16.
- Guangfu, T., 1984. Experiment of infection and killing of *Hyalomma detritum* with fungi. Journal of Veterinary Sciences, 7: 11–13.
- Guerra, R.M. S. N. C., Teixeira Filho, W. L., Costa, G. L., Bittencourt, V. R. E. P., 2001. Fungus isolated from *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae), *Cochliomya macellaria* (Diptera: Muscidae) and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), naturally infected on Seropedica, Rio de Janeiro. Ciencia Animal, 11: 133–136.
- Hartelt, K., Wurst, E., Collatz, J., Zimmermann, G., Kleespies, R. G., Oehme, R. M., Kimmig, P., Steidle, J. L. M., Mackenstedt, U., 2008. Biological control of the tick *Ixodes ricinus* with entomopathogenic fungi and nematodes: Preliminary results from laboratory experiments. International Journal of Medical Microbiology (in press)
- Hassan, S. M., Dipeolu, O. O., Amoo, A. O., Odhiambo, T. R., 1991. Predation on livestock ticks by chickens. Veterinary Parasitology, 38: 199–204.
- Hassan, S. M., Dipeolu, O. O., Munyinyi, D. M., 1992. Influence of exposure period and management methods on the effectiveness of chickens as predators of ticks infesting cattle. Veterinary Parasitology, 43: 301–309.
- Hassanain, M. A., El Garhy, M. F., Abdel-Gaffar, F. A., El-Saraby, A., Abdel Megeed, K. N. 1997. Biological control studies of soft and hard ticks in Egypt I. The effect of *Bacillus thuringiensis* varieties on soft (Argasidae) and hard ticks (Ixodidae). Parasitol. Res., 83: 209–213.
- Hassanain, M. A., Derbala, A. A., Abdel-Barry, N. A., El-Sherif, M. A., El-Sadawy, H. A. E., 1999. Biological control of ticks (Argasidae) by entomopathogenic nematodes. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 7: 41–46.
- Hazır, S., Kaya, H. K., Stock S. P., Keskün, N., 2003. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pests. Turk J. Biol., 27: 181–202.
- Hendry, D. A., Rechav, Y., 1981. Acaricidal bacteria infecting laboratory colonies of the tick *Boophilus decoloratus* (Acarina: Ixodidae). Journal of Invertebrate Pathology, 38: 149–151.
- Holm, E., Wallace, M. M. H., 1989. Distribution of anystid mites (Acari: Anystidae) in Australia and Indonesia and their role as possible predators of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). Experimental and Applied Acarology, 6: 77–83.

- Hornboste, V. L., Zhioua, E., Benjamin, M. A., Ginsberg, H. S., Ostfeld, R. S., 2005. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) and permethrin to *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) nymphs. *Experimental and Applied Acarology*, 35: 301–316.
- Hu, R., Hyland, K. E., 1997. Prevalence and seasonal activity of the wasp parasitoid, *Ixodiphagus hookeri* (Hymenoptera: Encyrtidae) in its tick host, *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *Systematic and Applied Acarology*, 2: 95–100.
- Hu, R., Hyland, K. E., Mather, T. N., 1993. Occurrence and distribution in Rhode Island of *Hunterellus hookeri* (Hymenoptera: Encyrtidae), a wasp parasitoid of *Ixodes dammini*. *Journal of Medical Entomology*, 30: 277–280.
- Kaaya, G. P., 2000. Laboratory and field evaluation of entomogenous fungi for tick control. *Annals of the New York Academy of Science*, 916: 559–564.
- Kaaya, G. P., Hassan, S., 2000. Entomogenous fungi as promising biopesticides for tick control. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 913–926.
- Kaaya, G. P., Mwangi, E. N., 1995. Control of livestock ticks in Africa: possibilities of biological control using the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Proceedings and Abstracts, Krugers National Park, South Africa 1995*, 5–16.
- Kaaya, G. P., Mwangi, E. N., Ouna, E. A., 1996. Prospects for biological control of livestock ticks, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma variegatum*, using the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 67: 15–20.
- Kalsbeek, V., Frandsen, F., Steenberg, T., 1995. Entomopathogenic fungi associated with *Ixodes ricinus* ticks. *Experimental and Applied Acarology*, 19: 45–51.
- Karaer, Z., Yukarı, B. A., Aydın, L., 1997. Türkiye keneleri ve vektörlükleri. *Parazitoloji'de arthropod hastalıkları ve vektörler* ((Ed.)Özcel, M. A., Daldal, N). *Türk. Parazitol. Derg. Yayın No: 13*, 363–433.
- Knipling, E. F., Steelman, C. D., 2000. Feasibility of controlling *Ixodes scapularis* ticks (Acari:Ixodidae), the vector of Lyme disease by parasitoid augmentations. *Journal of Medical Entomology*, 37: 645–652.
- Kolomyetz, U. S., 1950. *Aspergillus fumigatus* as a parasite of ticks. *Priroda*, 39: 64–65.
- Krylov, B., 1972. Some problems in the study of fungal diseases of the bed bugs *Cimex lectularius* and ticks *Argas persicus*. *Microbiol met borby s ectoparazit ptic Frunze, Ilim*, 53–55.
- Leemon, D. M., Jonsson, N. N., 2008. Laboratory studies on Australian isolates of *Metarhizium anisopliae* as a biopesticide for the cattle tick *Boophilus microplus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97: 40–49.
- Maranga, R. O., Kaya, G. P., Mueke, J. M., Hassanali, A., 2005. Effects of combining the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on the mortality of the tick *Amblyomma variegatum* (Ixodidae) in relation to seasonal changes. *Mycopathologia*, 159: 527–532.
- Martin, P.A.W., Schmidtman, E. T., 1998. Isolation of aerobic microbes from *Ixodes scapularis* (Acari:Ixodidae), the vector of Lyme disease in the eastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 91: 864–868.
- Mauleon, H., Barre, N., Panoma, S., 1993. Pathogenicity of 17 isolates of entomophagous nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the ticks *Amblyomma variegatum* (Fabricius), *Boophilus microplus* (Canestrini) and *Boophilus annulatus* (Say). *Experimental and Applied Acarology*, 17: 831–838.
- Monteiro, S. G.M., Bittencourt, V. R. E. P., Daemon, E., Faccini, J. L. H., 1998a. Effect of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on eggs of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Ciencia Rural, Santa Maria*, 28: 461–466.
- Monteiro, S. G. M., Bittencourt, V. R. E. P., Daemon, E., Faccini, J. L. H., 1998b. Pathogenicity under laboratory conditions of the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larvae of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 7: 113–116.
- Mooring, M. S., Mundy, P. J., 1996. Factors influencing host selection by yellow-billed oxpeckers at Matoba national park, Zimbabwe. *African Journal of Ecology*, 34: 177–188.
- Mwangi, E. N., Dipeolu, O. O., Newson, R. M., Kaaya, G. P., Hassan, S. M., 1991. Predators, parasitoids and pathogens of ticks: a review. *Biocontrol Science and Technology*, 1: 147–156.
- Mwangi, E. N., Hassan, S. M., Kaaya, G. P., Essuman, S., 1997. The impact of *Ixodiphagus hookeri*, a tick parasitoid, on *Amblyomma variegatum* (Acari:Ixodidae) in a field trial in Kenya. *Experimental and Applied Acarology*, 21: 117–126.
- Paiao, J. C. V., Monteiro, A. C., Kronka, S. N., 2001. Susceptibility of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) to isolates of the fungus *Beauveria bassiana*. *World Journal of Microbiology and Biochemistry*, 17: 245–251.
- Petney, T. N., Kok, O. B., 1993. Birds as predators of ticks (Ixodoidea) in South Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 17: 393–403.
- Petrisceva, P. A., Zhmayeva, Z. M., 1949. Natural enemies of field ticks. *Zoologicheskii Zhurnal*, 28: 479–481.
- Ramamoorthy, R., Scholl-Meecker, D., 2001. *Borrelia burgdorferi* proteins whose expression is similarly affected by culture temperature and pH. *Infection and Immunity*, 69: 2739–2742.
- Robertson, A., Jarvis, A. M., 2000. Oxpeckers in northeastern Namibia: recent population trends and the possible negative impacts of drought and fire. *Biological Conservation*, 92: 241–247.
- Samish, M., Alekseev, E. A., Glazer, I., 1999. Efficacy of entomopathogenic nematode strains against engorged *Boophilus annulatus* females (Acari: Ixodidae) under simulated field conditions. *Journal of Medical Entomology*, 36: 727–732.
- Samish, M., Gindin, G., Alekseev, E., Glazer, I., 2001. Pathogenicity of entomopathogenic fungi to different developmental stages of *Rhipicephalus sanguineus*. *Journal of Parasitology*, 87: 1355–1359.
- Samish, M., Ginsberg, H., Glazer, I., 2004. Biological control of ticks. *Parasitology*, 129: 389–403.
- Samish, M., Rehacek, J., 1999. Pathogens and predators of ticks and their potential in biological control. *Annual Review of Entomology*, 44: 159–182.
- Samsinakova, A., 1957. *Beauveria globulifera* (SPEG) Pic. as a parasite of the tick *Ixodes ricinus* L. *Zoologické Listy*, 20: 329–330.
- Samsinakova, A., Kalalova, S., Daniel, M., Dusbabek, F., Houzakova, E., Cerny, V., 1974. Entomogenous fungi associated with the tick *Ixodes ricinus*. *Folia Parasitologica*, 21: 39–48.
- Samuel, W. M., Welch, D. A., 1991. Winter ticks on moose and other ungulates: factors influencing their population size. *Alces*, 27: 169–182.
- Sewify, G. H., Habib, S.M., 2001. Biological control of the tick fowl *Argas persicargas persicus* by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Pest Science*, 74: 121–123.
- Shelton, A.M., Roush, R. T., 2000. Resistance to insect pathogens and strategies to manage resistance. In *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* ((Ed.) Lacy, L. A., Kaaya, H. K.), pp. 829–845. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Sonenshine, D. E., 1991. *Biology of Ticks*. Vol. 1. Oxford, Oxford University Press.

- Stafford, K.C. 2004. Tick management handbook. The Centers of Disease Control and prevention, the Connecticut Agricultural experiment Station, USA. 66p.
- Stafford, K. C., Kitron, U., 2002. Environmental management for Lyme Borreliosis control. In Lyme Borreliosis Biology, Epidemiology and Control. ((Ed.) Gray, J. S., Kahl, O., Lane, R. S., Stanek, G.), pp. 301–334. Oxford, UK, CABI.
- Steinhaus, E. A., Marsh, G. A., 1962. Report of diagnoses of diseased insects 1951–1961. *Hilgardia*, 33: 349–390.
- Stutterheim, C., Brooke, R., 1981. Past and present ecological distribution of the yellow billed oxpecker in South Africa. *African Journal of Zoology*, 16: 44–49.
- Stutterheim, I. M., Bezuidenhout, J. D., Elliott, E. G. R., 1988. Comparative feeding behavior and food preferences of oxpeckers (*Buphagus erythrorhynchus* and *B. africanus*) in captivity. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 55: 173–179.
- Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D., Greenstone, M. H., 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Revue of Entomology*, 47: 561–594.
- Takasu, K., Nakamura, S., 2008. Life history of the tick parasitoid *Ixodiphagus hookeri* (Hymenoptera: Encyrtidae) in Kenya. *Biological Control*, 46: 114–121.
- Vasconcelos, V. O., Furlong, J., Freitas, G. M., Dolsinki, C., Aguilera, M. M., Rodrigues, R. C. D., Prata, M., 2004. *Steinernema glaseri* Santa Rosa strain (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora* CCA Strain (Rhabditida: Heterorhabditidae) as biological control agents of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitol. Res.*, 94: 201–206.
- Verissimo, C. J., 1995. Natural enemies of the cattle parasitic tick. *Agropecuaria Catarinense*, 8: 35–37.
- Yıldırım, E., 2007. Kentsel Entomoloji. Mega Matbaası, Gebze-İzmit, 102 s.
- Yıldırım, E., 2008. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve İlaçlar. 2. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 219, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 350 s.
- Zangi, G., 2003. Tick Control by Means of Entomopathogenic Nematodes and Fungi. MSc thesis. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- Zhioua, E., Ginsberg, H. S., Humber, R. A., Lebrun, R. A., 1999a. Preliminary survey for entomopathogenic fungi associated with *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in southern New York and New England, USA. *Journal of Medical Entomology*, 36: 635–637.
- Zhioua, E., Heyer, K., Browning, M., Ginsberg, H. S., Lebrun, R. A., 1999b. Pathogenicity of *Bacillus thuringiensis* variety *kurstaki* to *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, 36: 900–902.