

## **Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi<sup>1</sup>**

**Çiğdem GÜNEŞ<sup>2</sup>, Uğur GÖZEL<sup>2</sup>**

### **Determination of entomopathogenic nematode fauna in Marmara Region**

**Abstract:** This study was conducted during 2006-2007 for the goal of surveying and determining the entomopathogenic nematodes occurring in Marmara Region. Soil samples were collected from 11 cities of Marmara Region from May to September. Totally 362 soil samples, 10-20 for each city, were collected. The ratio of nematode recovery was determined as 6.1%. Thirteen isolates are belong to the genus of *Steinernema* and 9 isolates are belong to the genus *Heterorhabditis*. Five isolates from İstanbul, 6 isolates from Sakarya, 4 isolates from Yalova, 2 isolates from Çanakkale, one isolate from Tekirdağ, Bursa, Edirne, Balıkesir and Kırklareli were recovered. Although most of entomopathogenic nematode isolates are recovered from different habitats, they were generally detected more from natural and undisturbed habitats than disturbed habitats. All isolates recovered from sandy loam, sandy clay loam and loamy sand. Organic matter of positive sites ranged from 0.43-7.05% and pH of positive soil samples varied from 5.13-8.09. Entomopathogenic nematode isolates recovered from soil of natural habitats, which include oak woodlands, plane tree, pine forest, poplar, willow and grasslands. Some morphological characters of entomopathogenic nematodes were determined and based on morphometric data nematode species were identified. The 13 recovered isolates were identified as *Steinernema feltiae* (Filipj.), *Steinernema affine* (Bovien) and one isolate were *Steinernema carpocapsae* (Weiser), 9 recovered isolates were identified as *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar). This survey proved that; the most common entomopathogenic nematode species all over the world and Europa; *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* are also the most common nematode species in Marmara Region.

**Key words:** *Steinernema feltiae*, *Steinernema affine*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, biological control

**Özet:** Bu çalışma, Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi amacı ile 2006-2007 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri Marmara Bölgesi'ndeki toplam 11 ilden mayıs ve eylül ayları arasında alınmıştır. Her ilden 10-20 adet olmak üzere toplam 362 toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinden 22 adet entomopatojen nematod izolatu elde edilmiştir. Toprak örneklerinden entomopatojen

<sup>1</sup>Bu makale; Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen yüksek lisans çalışmasının bir bölümü olup, 15-18 Temmuz 2009 tarihinde Van'da düzenlenen "Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi"nde poster olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

<sup>2</sup> Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100, Çanakkale  
Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: ugozel@comu.edu.tr  
Alınış (Recieved): 03.11.2011 Kabul edilış (Accepted): 25.01.2012

nematod elde edilme oranı % 6.1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen izolatların 13 tanesi *Steinernema* cinsine, 9 izolat ise *Heterorhabditis* cinsine aittir. İstanbul'dan 5, Sakarya'dan 6, Yalova'dan 4, Çanakkale'den 2, Tekirdağ, Bursa, Edirne, Balıkesir ve Kırklareli'nden ise birer tane entomopatojen nematod izolatı elde edilmiştir. Entomopatojen nematodların çoğu değişik habitatlardan elde edilmiş olmakla birlikte genellikle agroekosistem dışı doğal habitatlardan elde edilmiştir. Pozitif örneklerin tamamı kumlu-tın, kumlu-killi-tın ya da tınlı-kum toprak tiplerinden elde edilmiştir. Entomopatojen nematod elde edilen toprakların organik madde içerikleri 0.43-7.05, pH değerleri ise 5.13-8.09 arasında bulunmuştur. Entomopatojen nematodlar doğal habitatlardan meşe, çınar, çam, kavak, söğüt ve çayır çimen alanlarındaki topraklardan elde edilmiştir. Elde edilen entomopatojen nematod izolatlarının morfolojik özellikleri belirlenmiş ve yapılan morfometrik ölçümler doğrultusunda tür teşhisleri yapılmıştır. Yapılan teşhisler sonucu elde edilen toplam 22 izolattan, *Steinernema* cinsine ait olan 7 tanesinin *Steinernema feltiae* (Filipjev), 5 tanesinin *S. affine* (Bovien) ve bir tanesinin de *S. carpocapsae* (Weiser) olduğu tespit edilmiştir. *Heterorhabditis* cinsine ait olan 9 izolatın ise *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile dünyada ve Avrupa'da en yaygın türler olarak bilinen *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın Marmara Bölgesi'nde de en yaygın entomopatojen nematod türleri olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** *Steinernema feltiae*, *Steinernema affine*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, biyolojik mücadele

## Giriş

Biyolojik mücadele zararlı organizmaları baskı altına alabilmek ve popülasyonlarını kontrol edebilmek ya da çok düşük seviyelerde tutabilmek amacı ile zararlılara karşı yararlıların kullanılmasıdır. Zararlılara karşı entegre mücadele programı kapsamında doğal düşmanların kullanımı yani biyolojik mücadele, diğer yöntemlerin zamanla yaşadığımız çevrede yarattığı geri dönüşü olmayan tahribatları tetikleme sonucu en son düşünülen yöntem durumunda iken gün geçtikçe daha göze çarpar hale gelmiş ve üzerinde önemle durulmaya başlanmıştır. Bu yararlı gruplar arasında kendine üst sıralarda yer bulan entomopatojen nematodların son yıllarda önemli canlılar olduğu ve biyolojik mücadele programları kapsamında mutlaka kullanılması gerektiği anlaşılmıştır (Gaugler 2002; Grewal et al. 2005).

Toprak kökenli zararlılara karşı kimyasal mücadelenin zor ve yeteri kadar etkili olamadığı toprak gibi karmaşık bir ortamda doğal olarak bulunan entomopatojen nematodlar, 1923 yılından beri bilindiği halde, 1970'li 1980'li yıllara kadar biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılma olasılıkları üzerinde fazla durulmamıştır (Nickle 1984; Gaugler 2002). Ancak gün geçtikçe artan bilinçsiz pestisit kullanımı sonucu ortaya çıkan çevresel kaygılar, doğal dengenin bozulması ve dolayısıyla kimyasalların uygulanabilirliklerinin azalması, zararlılar ile mücadelede entomopatojen nematodları cazip hale getirmiş ve araştırmalarda bu konu ile ilgili merak uyandırmıştır. Dünya genelinde 2001 yılında Antartika Kıtası dışındaki kıtalarda bulunan 60'tan fazla ülkedeki yaklaşık 100 farklı laboratuvar

bu nematodlar ve bunların bakteriyel simbiyontları ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Gaugler 2002).

Toprakta bulunan böceklerde obligat parazit olarak yaşayan ve önemli birçok zararlıyı baskı altına alabilecek yüksek potansiyele sahip bazı entomopatojen nematod türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına, çeşitli üreme şekline, konukçuyu aktif arama ve infekte edebilme özelliğine ve uygun koşullarda uzun süre canlı kalabilme yeteneğine sahiptirler (Bedding et al. 1983; Kaya 1985; Bedding 1990). Entomopatojen nematodlar, optimum koşulları ve uygun ortamı sağlayan toprakta çok sayıda zararlı böceğin biyolojik kontrolünü etkin olarak sağlayabilen canlılardır. Zararlı böceklerin % 90'dan fazlası yaşam döngülerinin bir bölümünü toprakta geçirirler, toprak Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyasına bağlı entomopatojen nematodlar için doğal bir kaynaktır (Klein 1990). Entomopatojen nematodların infekte ettiği konukçularda farklı zararlar ortaya çıkabilir. Ömür uzunluğunda kısalma, yumurta sayısında ve uçuş aktivitesinde azalma, sterilitenin bozulması, gelişmenin gecikmesi ya da diğer davranışsal, fizyolojik ve morfolojik bozukluklar şeklinde olabilir, ağır infeksiyonlarda ise infekte olan konukçuda hızlı bir ölüm gerçekleşir (Koppenhöfer 2000).

Kimyasal mücadele uygulamalarının zor ve masraflı olduğu toprakta doğal olarak bulunmaları, toprak kökenli zararlılara karşı yürütülecek olan mücadele programları içerisinde gerek uygunluk gerekse etkinlik açısından en önemlisi de kimyasal mücadeleye alternatif ve tüm savaşım programlarına destek olmaları, entomopatojen nematodların önemini artırmaktadır. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nde bulunan ve biyolojik mücadelede başarılı sonuçlar veren entomopatojen nematod türlerinin belirlenerek bunların doğada bulunma oranlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve yöntem

Entomopatojen nematodların (EPN) topraktan izole edilmesinde kullanılan en yaygın ve geçerli yöntem, EPN'lere duyarlı bir etmeni toprak içerisinde bekleterek etmenin nematod tarafından infekte olmasını sağlamaktır. Büyük bal mumu güvesi *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın larvalarının son dönemleri topraktan EPN türlerini izole etmek için kullanıldığından en uygun konukçu olarak kabul edilmektedir (Bedding & Akhurst 1975; Mracek 1980). Bu nedenle çalışmanın başlangıcında *G. mellonella* larvaları inkübatörde, cam kavanozlar içinde yapay besi ortamlarında yetiştirilmiştir (Kaya & Stock 1997). Yetiştirilen larvaların bir kısmı EPN'lerin topraktan elde edilmesinde kullanılmış, bir kısmı ise pupa ve ergin gelişimi için bırakılmış ve çalışma süresince *G. mellonella* kültürünün devamı sağlanmıştır. Toprak örneklemeleri 2006-2007 yıllarında Mayıs ve Eylül ayları arasında yapılmıştır. Marmara Bölgesi'nde bulunan toplam 11 ilin rastgele seçilen örnekleme yerlerinden 10-20'şer adet toprak örneği alınmıştır.

Ancak entomopatojen nematodların kumlu ve kumlu-tınlı topraklardan daha fazla elde ediliyor olması nedeni ile örneklemlerde büyük ölçüde arazi koşulları

göz önünde bulundurulmaya çalışılmıştır (Burman et al. 1986; Griffin et al. 1991, 1994; Hara et al. 1991; Stock et al. 2008). Toprak örnekleri alınırken seçilen alanların aralarında belirli bir uzaklık olmasına dikkat edilmiş, belirlenen alanlardan yaklaşık 1-2 kg toprak örneği alınmıştır (Mracek 1980; Stock et al. 1999). Toprak örnekleri üstteki kuru tabaka hafif temizlendikten sonra 15-20 cm derinlikten alınmıştır (Campbell et al. 1998; Mracek et al. 1999). Alınan toprak örnekleri, örnekleme alanlarının uzaklıklarına bağlı olarak nem ve sıcaklığında en az kayıp olacak şekilde buz kutularına konarak en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. İçerisine *G. mellonella* konulan toprak örneklerinden elde edilen EPN'ler White trap (White) yöntemi ile flaslara alınmış ve uygun sıcaklıklarda inkübatörlerde muhafaza edilmiştir.

Entomopatojen nematodların tür teşhisleri için morfometrik ölçümlerden yararlanılmış ayrıca izolatların morfolojik özellikleri de incelenmiştir. EPN'lerin teşhisleri yapılırken morfometrik ölçümler için infektif larvalar ve ilk döle ait erkek bireyler kullanılmaktadır (Hominick et al. 1997; Adams & Nguyen 2002). Bu çalışmada da elde edilen EPN izolatının laboratuvarında kültürü yapıldıktan sonra elde edilen her izolatın birinci nesil erkekler ile infektif larvalardan 20'şer bireyin morfometrik ölçümleri Leica DM 1000 mikroskobu ve Leica çizim aleti kullanılarak yapılmıştır.

## Bulgular ve tartışma

Çalışma süresince alınan toplam 362 toprak örneğinin 22 tanesinden entomopatojen nematod elde edilmiştir. Pozitif olduğu belirlenen 22 toprak örneğinin 13 tanesinin *Steinernema* cinsine (% 59.1), 9 tanesinin ise *Heterorhabditis* cinsine (% 40.9) ait olduğu belirlenmiştir.

Marmara Bölgesi'nde bu cinslere ait türlerin dağılımı illere göre değişiklik göstermiştir. *Steinernema feltiae* (Filipjev) izolatlarından iki tanesi Yalova, bir tanesi Tekirdağ, bir tanesi Edirne, bir tanesi Bursa, bir tanesi Balıkesir ve bir tanesi Çanakkale İllerinden elde edilmiştir. İstanbul'dan elde edilen (5 izolat) tür ise *S. affine* (Bovien) olarak tespit edilmiştir. Yapılan morfometrik ölçümler ve morfolojik gözlemler sonucu *S. carpocapsae* (Weiser) olarak belirlenen tek tür ise Sakarya İli'nden elde edilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) izolatlarının dağılımları da illere göre değişiklik göstermiş olup, Sakarya'dan 5, Yalova'dan 2, Kırklareli ve Çanakkale İllerinden ise birer izolat elde edilmiştir.

- *Steinernema affine*
- *Steinernema feltiae*
- *Steinernema carpocapsae*
- *Heterorhabditis bacteriophora*



**Şekil 1.** Marmara Bölgesi topraklarından elde edilen entomopatojen nematodların illere göre dağılımı.

**Figure 1.** Distribution of entomopathogenic nematodes isolated from the soils of Marmara Region.

Morfolojik gözlemler ve morfometrik ölçüm sonuçlarına göre; elde edilen *Steinernema* cinsine bağlı 7 izolatin *S. feltiae*, 5 izolatin *S. affine* ve bir izolatin da *S. carpocapsae* olduğu tespit edilmiştir. *Heterorhabditis* cinsine ait tek türün ise *H. bacteriophora* olduğu belirlenmiştir. Elde edilen türlerin izole edildiği habitatların genel olarak agroekosistem dışı habitatlar olduğu görülmektedir. Bu habitatlarda toprak işlemenin az olması, doğal böcek faunasının daha yoğun olarak bulunması, pestisit kullanımının çok az olması veya hiç olmaması nedeni ile bu alanlardan entomopatojen nematodların daha yoğun olarak tespit edilmesi doğal bir durumdur (Susurluk & Ehlers 2008).

Bu çalışma entomopatojen nematodların Marmara Bölgesi'ndeki dağılımlarını belirleyen, şimdiye kadar yapılmış en kapsamlı çalışma olma özelliği taşımaktadır. Entomopatojen nematodların bulunma oranları, dağılımları ve tür teşhisleri ile ilgili yapılan çalışmalarda, farklı elde edilme oranları bildirilmiştir. Dünyanın birçok yerinde yürütülen çeşitli çalışmalarda entomopatojen nematodların bulunma oranları İskoçya'da % 2.2 Boag et al. (1992), Türkiye'de % 2 ve % 4.72 Hazır et al. (2003), Portekiz'de % 3.9 Rosa et al. (2000), Kore'de % 4.6 Choo et al. (1995), İtalya'da % 5 Ehlers et al. (1991), Etiyopya'da % 6.3 Nguyen et al. (2004), Belçika'da % 8.47 Miduturi et al. (1997), Endonezya'da % 11.7 Griffin et al. (2000), Kosta Rika'da % 20.5 Lorio et al. (2005), Arizona'da (ABD), % 23.3 Stock & Gress (2006), ABD'de % 26.3 Stock et al. (1999) olarak bulunmuştur. Entomopatojen nematodların elde edilme oranının yüksek olduğu sonuçlardan biri

% 48.6 ile İngiltere'de Hominick & Briscoe (1990), diğeri ise % 53.8 ile Çek Cumhuriyeti'nde yürütülmüş olan çalışmalardır (Mracek et al. 1999).

Marmara Bölgesi'ndeki en yaygın entomopatojen nematod türlerinin; *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* olduğu saptanmış ve 22 pozitif örneğin 16'sını bu türler oluşturmuştur. Bu iki türün dünyada en yaygın bulunan türler olduğu daha önce yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir (Hominick et al. 1996). *S. feltiae*, Bursa, Tekirdağ, Edirne, Balıkesir ve Yalova İlleri'nde, *H. bacteriophora* ise Çanakkale, Yalova ve Sakarya İlleri'nde ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir. *S. carpocapsae* Avrupa'da; Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Almanya, Büyük Britanya, İtalya, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya, İsveç ve İsviçre'de tespit edilmiştir (Hominick 2002). Çalışmada Sakarya İli'nden elde edilmiş olan bu tür birçok farklı çalışmada elde edilmiş olmasına rağmen *S. feltiae*'ye göre daha az çalışmada tespit edilmiştir (Hominick et al. 1996; Hominick 2002). İstanbul İli'nden tespit ettiğimiz *S. affine* ise daha önce tespit edilmiştir (Hazır 2002).

Entomopatojen nematodların elde edildiği toprakların çoğu kumlu-tınlı topraklardır. Nematodların % 63.6'sı; kumlu-tın ve kumlu-killi tın yapısındaki topraklardan izole edilmiştir. Bu sonuçlar oldukça normaldir çünkü toprakta kil oranı artıp, partikül büyüklüğü azaldıkça por çapı da azalmakta ve ortaya çıkan yüksek nem oranı ve yetersiz havalanma nematodların hareket yeteneklerini dolayısıyla dağılımlarını kısıtlamaktadır (Molyneux & Bedding 1984; Kung et al. 1990). Entomopatojen nematodların izole edildiği toprakların pH'ları 5.13-8.09 arasında bulunmuştur. Bu değer yapılan birçok çalışmada tespit edilen pH değerleri ile paralellik göstermektedir. pH; 4.6-8; 5-7.2; 5.71-7.24 (Hara et al. 1991; Griffin et al. 1994; Stock et al. 1999; Lorio et al. 2005).

Çalışmada daha önce yapılan birçok çalışmada da olduğu gibi organik maddenin türler üzerinde belirleyici herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Griffin et al. 2000; Stock et al. 2008). Entomopatojen nematodların habitat tercihinin daha çok elde edildikleri bölgede bulunan uygun konukçu faunası, çevresel koşullar ayrıca türün fiziksel ve davranışsal olarak çevreye adaptasyonu ile ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır (Hominick 2002; Puza & Mracek 2005). Entomopatojen nematodlar daha çok bozulmamış, doğal alanlardan elde edilmiştir. Ormanlık alanlar, çayır-çimen alanları ve kavaklıklar yapılan birçok çalışmada entomopatojen nematodların en yoğun tespit edildiği alanları oluşturmaktadır (Stock et al. 1999; Rosa et al. 2000; Mracek et al. 2005). Toprak örneklemezinin yapıldığı rakımın türler üzerinde çok önemli bir etkisi olmamıştır. *Steinernema* izolatlarının bir kısmı deniz seviyesinde, bir kısmı da deniz seviyesinden oldukça yüksek yerlerde, ormanlık alanlarda tespit edilmişken, *Heterorhabditis* izolatları genelde deniz seviyesinde, sahil kenarlarına ve dere yataklarına yakın kumsal topraklarda tespit edilmiştir (Stock et al. 1999; Rosa et al. 2000).

**Çizelge 1.** Marmara Bölgesi'nde saptanan entomopatojen nematod türleri, elde edildikleri toprak özellikleri ve habitatları

**Table 1.** Entomopathogenic nematode species, characteristics of soil and habitats in Marmara Region

İzolat No	Tür	Şehir	Tekstür	Organik Madde (%)	pH	Habitat
22-12	<i>Steinernema feltiae</i>	Edirne	Kumlu-tın	2.73	7.72	Kavak
16-97	<i>Steinernema feltiae</i>	Bursa	Kumlu-tın	2.78	5.13	Çam ormanı
10-113	<i>Steinernema feltiae</i>	Balıkesir	Kumlu-killi-tın	0.96	7.64	Çam ormanı
17-879	<i>Steinernema feltiae</i>	Çanakkale	Tınlı-kum	2.06	7.46	Çınar
59-1106	<i>Steinernema feltiae</i>	Tekirdağ	Killi-tın	2.18	8.04	Söğüt
77-1116	<i>Steinernema feltiae</i>	Yalova	Kumlu-killi-tın	2.09	7.77	Kavak
77-1117	<i>Steinernema feltiae</i>	Yalova	Killi-tın	2.96	7.54	Kavak
34-36	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul	Kumlu-killi-tın	4.95	7.18	Meşe ormanı
34-39	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul	Kumlu-killi-tın	5.17	6.65	Meşe ormanı
34-41	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul	Kumlu-tın	6.61	6.64	Meşe ormanı
34-44	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul	Kumlu-killi-tın	7.05	6.97	Meşe ormanı
34-47	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul	Kumlu-tın	6.3	7.59	Meşe ormanı
54-1133	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Sakarya	Killi-tın	2.27	7.87	Kavak
77-11	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Yalova	Kumlu-tın	3.14	7.6	Kavak
77-13	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Yalova	Kumlu-tın	2.16	7.81	Kavak
39-17	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Kırklareli	Tınlı-kum	1.51	7.52	Çayır-çimen
17-876	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Çanakkale	Tınlı-kum	3.11	7.53	Kavak
54-1135	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya	Killi-tın	2.62	7.86	Kavak
54-1138	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya	Kumlu-tın	0.45	8.09	Çınar
54-1140	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya	Killi-tın	0.91	7.78	Çınar
54-1143	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya	Kumlu-tın	0.43	8.03	Çınar
54-1144	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya	Kumlu-tın	0.73	7.96	Çınar

Marmara Bölgesi'nde, dünyada en yaygın entomopatojen nematod türleri olan *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* elde edilmiştir. *S. affine* ve *S. carpocapsae*'de elde edilen türler arasındadır. İzole edilen bu dört tür, zararlılara karşı biyolojik mücadelede yoğun olarak kullanılan, başarılı

sonuçlara sahip önemli entomopatojen nematod türleridir. Doğal yaşam alanı toprak olan, önemli kayıplara neden olan yüzlerce zararlıyı rahatlıkla baskı altına alan, çevreye, doğal hayata ve hedef olmayan diğer organizmalara zararlı etkisi bulunmayan entomopatojen nematodlar son yıllarda artan önemleri ile zararlılara karşı mücadelede en önemli biyolojik mücadele etmenlerinden birini oluşturmaktadır.

Marmara Bölgesi'nde yapılan bu çalışma, farklı habitatlarda, farklı toprak yapılarında, iklim koşullarında ve illerde bulunan entomopatojen nematodların varlığının belirlenmesi, farklı izolatların elde edilmesi ve Marmara Bölgesi'nin biyolojik çeşitliliğine bulunacağı katkılarından dolayı önem taşımaktadır. Ayrıca Marmara Bölgesi'nden izole edilmiş olan entomopatojen nematodların zararlılar ile biyolojik savaşta kullanılma olasılığı ve başarılı olma şansı bölgesel ve ülkesel izolatlar olması ile desteklenmekte ve çalışmanın önemini artırmaktadır.

## Kaynaklar

- Adams B.J. & K.B. Nguyen 2002. Taxonomy and Systematics. In: Gaugler, R. Ed. Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Wallingford, UK, 1-33.
- Bedding R.A. & R.J. Akhurst 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21: 109-110.
- Bedding R.A., A.S. Molyneux & R.J. Akhurst 1983. *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and *Steinernema kraussei*, interspecific and intraspecific differences in infectivity to insects. *Experimental Parasitology*, 55: 248-257.
- Bedding R.A. 1990. Logistics and Strategies for Introducing Entomopathogenic Entomopathogenic Nematode Technology in Developing Countries. In: Gaugler, R. Kaya, H.K. Eds. Entomopathogenic Nematodes for Biological Control. C.R.C. Boca Raton, FL, 233-248.
- Boag B., R. Neilson & S.C. Gordon 1992. Distribution and prevalence of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* in Scotland. *Annals of Applied Biology*, 121: 355-360.
- Burman M., K. Abrahamson, J. Ascard, A. Sjöberg & B. Eriksson 1986. Distribution of Insect Parasitic Nematodes in Sweden. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Collegium of Invertebrate Pathology, Veldhoven the Netherlands, 4: 300-303.
- Campbell J.F., G. Orza, F. Yoder, E.E. Lewis & R. Gaugler 1998. Spatial and temporal distribution of endemic and released entomopathogenic nematodes populations in turfgrass. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86: 1-11.
- Choo H.Y., H.K. Kaya & P. Stock 1995. Isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from Korea. *Japanese Journal of Nematology*, 25: 44-51.
- Ehlers R.U., K.V. Deseö & E. Stackebrandt 1991. Identification of *Steinernema* spp. (Nematoda) and their symbiotic bacterial *Xenorhabdus* spp. from Italian and German soils. *Nematologica*, 37: 360-366.
- Gaugler R. 2002. Preface. In: Gaugler, R. Ed.: Entomopathogenic Nematology. Wallingford, UK, CABI Publishing, 9-10.



- Grewal P.S., R.U. Ehlers & D.I. Shapiro-Ilan 2005. Nematodes as Biocontrol Agents. Wallingford, UK, CABI Publishing, 505 p.
- Griffin C.T., J.F. Moore & M.J. Downes 1991. Occurrence of insect parasitic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in the Republic of Ireland. *Nematologica*, 37: 92-100.
- Griffin C.T., S.A. Joyce, I. Dix, A.M. Burnell & M.J. Downes 1994. Characterisation of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* (Nematode: Heterorhabditidae) from Ireland and Britain by molecular and cross breeding techniques and the occurrence of the genus in these islands. *Fundamental and Applied Nematology*, 17: 415-421.
- Griffin C.T., R. Chaerani, D. Fallen, A.P. Reid & M.J. Downes 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *Journal of Helminthology*, 74: 143-150.
- Hara A.M., R. Gaugler, H.K. Kaya & L.M. Lebeck 1991. Natural populations of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) from the Hawaiian Islands. *Environmental Entomology*, 17: 211-216.
- Hazır S. 2002. Türkiye'deki entomopatojenik nematodlar (Steinernematidae, Heterorhabditidae) üzerine faunistik çalışmalar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 158 s.
- Hazır S., N. Keskin, S.P. Stock, H.K. Kaya & S. Özcan 2003. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. *Biodiversity and Conservation*, 12: 375-386.
- Hominick W.M. & B.R. Briscoe 1990. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in British soil. *Parasitology*, 100: 295-302.
- Hominick W.M., A.P. Reid, D.A. Bohan & B.R. Briscoe 1996. Entomopathogenic nematodes-biodiversity, geographical distribution and the convention on biological diversity. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 317-331.
- Hominick W.M., B.R. Briscoe, del-Pino F.G. Heng, J. Hunt, D.J., E. Kozodoy, Z. Mracek, K.B. Nguyen, A.P. Reid, S. Spiridonov, P. Stock, D. Sturhan, C. Waturu & M. Yoshida 1997. Biosystematics of entomopathogenic nematodes: Current status, protocols and definitions. *Journal of Helminthology*, 71: 271-298.
- Hominick W.M. 2002. Biogeography. In: Gaugler, R. Ed. Entomopathogenic Nematology. Wallingford, UK, CABI Publishing Press., 115-143.
- Kaya H.K. 1985. Entomogenous Nematodes for Insect Control in IPM Systems. In: Hoy, M.A. Herzog, D.C. Eds.: Biological Control in Agricultural IPM Systems. Orlando, FL: Academic, 283-302.
- Kaya H.K. & S.P. Stock 1997. Techniques in Insect Nematology. In: Manual of Techniques in Insect Pathology. L. Lacey, Ed.: Academic Press., San Diego, 281-324.
- Klein M.G. 1990. Efficacy Against Soil-Inhabiting Insect Pests. In: R. Gaugler H.K. Kaya, Eds. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Boca Raton, FL: C.R.C Press, 195-214.
- Koppenhöfer A.M. 2000. Nematodes. In: Lacey, L.A. Kaya, H.K. Eds. Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 283-301.
- Kung S.P., R. Gaugler & H.K. Kaya 1990. Soil type and entomopathogenic nematode persistence. *Journal of Invertebrate Pathology*, 55: 401-406.
- Lorio L. U., M. Mora & S. P. Stock 2005. First record of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Costa Rica. *Journal of Invertebrate Pathology*, 88: 226-231.

- Midituri J. S., L. Waeyenberge & M. Moens 1997. Natural distribution of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Belgian soils. *Russian Journal of Nematology*, 5: 55-65.
- Molyneux A. S. & R. A. Bedding 1984. Influence of soil texture and moisture on the infectivity of *Heterorhabditis* sp. D1 and *Steinernema glaseri* for larvae of the sheep Blowly, *Lucilia cuprina*. *Nematologica*, 30: 358-365.
- Mracek Z. 1980. The use of *Galleria* traps for obtaining nematode parasites of insects in Czechoslovakia (Lepidoptera: Nematoda, Steinernematidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 77: 375-382.
- Mracek Z., S. Becvar & P. Kindlmann 1999. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. *Folia Parasitologica*, 46: 145-148.
- Mracek Z., S. Becvar, P. Kindlmann & J. Jersakova 2005. Habitat preference for entomopathogenic nematodes, their insect hosts and new faunistic records for the Czech Republic. *Biological Control*, 34: 27-37.
- Nguyen K. B., M. Tesfamariam, U. Gozel, R. Gaugler & B. J. Adams 2004. *Steinernema yirgalemense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Ethiopia. *Nematology*, 6: 839-856.
- Nguyen K. B., D. I. Shapiro-Ilan, R. J. Stuart, C. W. McCoy, R. R. James & B. J. Adams, 2004b. *Heterorhabditis mexicana* n. sp. (Heterorhabditidae: Rhabditida) from Tamaulipas, Mexico with morphological studies of bursa of *Heterorhabditis* spp. *Nematology*, 6: 231-244.
- Nickle W. R. 1984. History, Development and Importance of Insect Nematology. In: Nickle W.R. Ed. *Plants and Insect Nematodes*, New York: Marcel Dekker, 627-653.
- Puza V. & Z. Mracek 2005. Seasonal dynamics of entomopathogenic nematodes of the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* as a response to abiotic factors and abundance of insect hosts. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89: 116-122.
- Rosa J. S., E. Bonifassi, J. Amaral, L. A. Lacey, N. Simoes & C. Laumond 2000. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Steinernema*, *Heterorhabditis*) in the Azores. *Journal of Nematology*, 32 (2): 215-222.
- Stock S. P., B. M. Pryor & H. K. Kaya 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation*, 8: 535-549.
- Stock S. P. & J. C. Gress 2006. Diversity and phylogenetic relationships of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation*, 8: 535-549.
- Stock S. P., L. Al. Bana, R. Darwish & A. Katbeh 2008. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Nematode: Steinernematidae, Heterorhabditidae) and their bacterial symbionts in Jordan. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 228-234.
- Susurluk A. & U. Ehlers 2008. Field persistence of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* in different crops. *BioControl*, 53: 627-641.
- White G. F. 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from culture. *Science*, 66: 302-303.