

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DÜZCE İLİ FINDIK BAHÇELERİNDEKİ**  
**ENTOMOPATOJEN NEMATOD FAUNASININ**  
**BELİRLENMESİ VE FINDIK KURDU'NA**  
**(*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae)**  
**KARŞI LABORATUVARDA ETKİNLİKLERİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Samet GÜREL**

**Bitki Koruma Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih: 29/06/2015**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Uğur GÖZEL**

**ÇANAKKALE**

Samet GÜREL tarafından Doç. Dr. Uğur GÖZEL yönetiminde hazırlanan ve 29/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Düzce İli Fındık Bahçelerindeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi ve Fındık Kurdu’na (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) Karşı Laboratuvarda Etkinliklerinin Araştırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitki Koruma Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

**JÜRİ**

Doç. Dr. Uğur GÖZEL .....

**Başkan**

Doç. Dr. İsmail KASAP .....

**Üye**

Doç. Dr. İ. Alper SUSURLUK .....

**Üye**

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Samet GÜREL

## TEŞEKKÜR

Eğitimim boyunca değerli bilgilerinden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalıŐmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam, tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Uğur GÖZEL'e, tez çalıŐmamı yaparken bana her konuda destek olan, yol gösteren ve emeğini esirgemeyen hocam Sayın ArŐ. Gör. Çiğdem GÖZEL'e, bu tezde vermiŐ oldukları katkılardan dolayı değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. İsmail KASAP'a ve Sayın Doç. Dr. İ. Alper SUSURLUK'a teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Bilgilerinden faydalandığım Bitki Koruma Bölüm BaŐkanımız Sayın Prof. Dr. Savaş KORKMAZ başta olmak üzere, tüm Bitki Koruma Bölümü hocalarıma, Nematoloji Laboratuvarında birlikte çalıŐtıđım, her zaman dayanıŐma içinde olduğum ve yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşlarım Vahit YILDIZ, Nezaha BULUN, Kübra SARI ve tüm çalışma arkadaşlarıma teŐekkürlerimi sunarım.

Bu çalıŐmamın her türlü aşamasında yanımda olan, tüm zorluklarını aŐmamı sağlayan ve desteğini hiç eksik etmeyen eŐim Sevgi GÜREL'e, hayatım boyunca attığım her adımda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Samet GÜREL

anakkale, Haziran 2015

## SİMGELER VE KISALTMALAR

EPN	Entomopatojen nematod
IJ	İnfektif juvenil
kg	Kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
%	Yüzde oranı
ark.	Arkadaşları
n	Birey sayısı
pH	Power of Hydrogen
FAO	Food And Agriculture Organization
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
°C	Santigrat derece
Lep.	Lepidoptera
sp.	Tür
spp.	Türler
LC <sub>50</sub>	%50 Öldürücü konsantrasyon

## ÖZET

# DÜZCE İLİ FINDIK BAHÇELERİNDEKİ ENTOMOPATOJEN NEMATOD FAUNASININ BELİRLENMESİ VE FINDIK KURDU'NA (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) KARŞI LABORATUVARDA ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Samet GÜREL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Uğur GÖZEL

29/06/2015, 50

Bu çalışma, 2011-2012 yıllarında Düzce ili findık bahçelerindeki entomopatojen nematod (EPN) faunasının belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Düzce ilindeki findık bahçelerinden toplam 333 toprak örneği alınmıştır. EPN'ler topraktan tuzak konukçu olan *Galleria mellonella* L. (Lep.: Pyralidae)'nın son dönem larvaları kullanılarak elde edilmiştir. Alınan toprak örneklerinden 28 adet EPN izolatu elde edilmiş ve EPN elde edilme oranı %8.4 olarak belirlenmiştir. EPN izolatlarının morfolojik özellikleri belirlenmiş ve morfometrik ölçümler doğrultusunda tür teşhisleri yapılmıştır. Morfometrik ölçümleri yapılan 28 izolattan 22'sinin *Heterorhabditis bacteriophora*, 3'ünün *Steinernema feltiae*, 2'sinin *S. carpocapsae*, 1 izolatu ise *S. affine* olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile Düzce İli findık bahçelerinde en yaygın EPN türünün *H. bacteriophora* olduğu belirlenmiştir.

Findık kurdu larvalarına karşı üç sıcaklık (10, 15 ve 25 °C), bir uygulama dozu (250 IJ/larva) ve dört EPN türü; *S. feltiae* (113), *S. affine* (46), *S. carpocapsae* (1133), *H. bacteriophora* (44)'nin kullanıldığı deneme yedinci günün sonunda sonlandırılmıştır. EPN'lerin findık kurdu larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranı, uygulama sıcaklığının artmasına bağlı olarak artmıştır. *S. affine* türünün düşük sıcaklık uygulamasında (10 °C) *C. nucum* larvaları üzerinde gösterdiği ölüm oranı diğer türlere göre en az olduğu (%9), *S. carpocapsae* türünün ise en fazla olduğu (%36.3) belirlenmiştir. 25 °C'de *H. bacteriophora*'nın findık kurdu larvalarında meydana getirdiği %90.9 ölüm oranı ile diğer nematodlara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Düzce, Entomopatojen nematodlar, *Curculio nucum*, Fauna, Etkinlik.

## ABSTRACT

# DETERMINATION OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE FAUNA IN HAZELNUT GARDENS FOUND IN DÜZCE AND EFFECTIVENESS ON HAZELNUT BORER (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) IN LABORATORY

Samet GÜREL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Plant Protection

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Uğur GÖZEL

29/06/2015, 50

This study was carried out for the aim of determining the entomopathogenic nematode (EPN) fauna in hazelnut orchard in Düzce during 2011-2012. Totally 333 soil samples were collected from hazelnut gardens in Düzce. EPNs were obtained by using insect bait method, for this method the last instar larvae of *Galleria mellonella* L. (Lep.: Pyralidae) were used. Among the collected soil samples, 28 EPN isolates were obtained. The recovery rate of EPNs from soil was recorded as 8.4%. Morphological features of isolates were determined and species were identified based on morphometric measurements. Among 28 isolates that measured, 22 *Heterorhabditis bacteriophora*, 3 *Steinernema feltiae*, 2 *S. carpocapsae* and 1 *S. affine* isolates were identified. *H. bacteriophora* was determined as the most common EPN species found in hazelnut gardens in Düzce by this study.

Three temperatures (10, 15 and 25 °C), one application dose (250 IJs/larva) and four EPN species; *S. feltiae* (113), *S. affine* (46), *S. carpocapsae* (1133), *H. bacteriophora* (44) were used against hazelnut borer larvae and the experiments were ended at the 7<sup>th</sup> day. The mortality of hazelnut borer larvae caused by EPNs were increased when the temperature increased. At 10 °C *S. affine* was found the least effective (9%) and *S. carpocapsae* was found as the most effective species (36.3%) based on the mortality on *C. nucum* larvae. At 25 °C *H. bacteriophora* was found as the most effective species among the other species by the rate of 90.9% mortality on the hazelnut borer larvae.

**Key words:** Düzce, Entomopathogenic nematodes, *Curculio nucum*, Fauna, Effectiveness.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
BÖLÜM 1 – GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	5
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM .....	13
3.1. <i>Galleria mellonella</i> L. (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Üretilmesi .....	13
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması .....	14
3.3. Entomopatojen Nematodların Toprakta İzolasyonu .....	16
3.4. Entomopatojen Nematodların İn Vivo Üretilmesi .....	18
3.5. Entomopatojen Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılması .....	19
3.6. Fındık Kurdu ( <i>Curculio nucum</i> ) Larvalarının Elde Edilmesi .....	20
3.7. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvalarına İnokulasyonu .....	21
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	23
4.1. Düzce İli Fındık Bahçelerinde Yapılan Toprak Örneklemelelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Dağılımı .....	23
4.2. Fındık Bahçelerinden Yapılan Toprak Örneklemelelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematod İzolatları .....	26
4.3. Düzce İli Fındık Bahçelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Morfometrik Ölçümleri .....	28
4.4. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvaları Üzerindeki Etkinliği .....	37
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER .....	43
5.1. Fındık Bahçelerinden Alınan Toprak Örneklerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematod Türleri .....	43
5.2. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvaları Üzerindeki Etkinliği .....	44
KAYNAKLAR .....	46
ÖZGEÇMİŞ .....	I

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Kitle üretimi yapılan <i>Galleria mellonella</i> larvaları .....	13
Şekil 3.2. a. Besin ortamındaki <i>Galleria mellonella</i> larvaları. b. İnkübatörde <i>Galleria mellonella</i> larvalarının kitle üretimi .....	14
Şekil 3.3. Toprak örneklerinin alındığı fındık bahçeleri. ....	14
Şekil 3.4. a. Fındık bahçelerinden toprak örneklerinin alınması. b. Toprak örneklerinin polietilen torbalara konulması.....	15
Şekil 3.5. Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin ilçelere göre dağılımı .....	15
Şekil 3.6. a. Küvetlerde toprak örneklerinin yabancı maddelerden temizlenmesi b. Hazır hale getirilen toprak örneği. ....	16
Şekil 3.7. Plastik kutulara konulan toprak örnekleri. ....	16
Şekil 3.8. a. Kafes içerisindeki <i>Galleria mellonella</i> larvaları b. Toprak içerisinde enfekte olan <i>Galleria mellonella</i> larvaları. ....	17
Şekil 3.9. a. White trap ortamındaki <i>Galleria mellonella</i> larvaları b. İnkübatör içerisine konulan infekteli örnekler. ....	17
Şekil 3.10. a. Plastik kaplara konulan entomopatojen nematodlar b. Entomopatojen nematodların muhafaza edildiği iklim dolapları. ....	18
Şekil 3.11. a. İzolatların <i>Galleria mellonella</i> larvalarına inokulasyonu b. Platelere entomopatojen nematodların üretilmesi. ....	18
Şekil 3.12. a. White trap ortamındaki entomopatojen nematodlar için flaskların hazırlanması b. White trap ortamından suya geçen entomopatojen nematodların flasklara alınması. ....	19
Şekil 3.13. a. Fındık kurdunun çotonaktaki zararı b. Fındık içinde beslenen fındık kurdu larvası. ....	20
Şekil 3.14. Fındık bahçelerinden toplanan fındık kurdu larvaları. ....	21
Şekil 3.15. a. Toplanan fındık kurdu larvaları b. Petrillerdeki fındık kurdu larvaları .....	22
Şekil 3.16. a. <i>Heterorhabditis</i> sp. inokulasyonu sonucu ölen fındık kurdu larvaları b. <i>Steinernema</i> sp. inokulasyonu sonucu ölen fındık kurdu larvaları .....	22
Şekil 3.17. a. Fındık kurdu larvalarından White trap'a geçen entomopatojen nematodlar b. Kadavra üzerindeki entomopatojen nematodlar .....	22
Şekil 4.1. Pozitif toprak örneklerinde entomopatojen nematod bulunma oranları .....	23
Şekil 4.2. Entomopatojen nematod türlerinin bölgelere göre dağılımı .....	24

Şekil 4.3. <i>Steinernema feltiae</i> (izolat CC 18)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	28
Şekil 4.4. <i>Steinernema feltiae</i> (izolat CC 18)'nin erkeğinin baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	29
Şekil 4.5. <i>Steinernema feltiae</i> (izolat M 34)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	29
Şekil 4.6. <i>Steinernema feltiae</i> (izolat M 34)'nin erkeğinin baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	30
Şekil 4.7. <i>Steinernema carpocapsae</i> (izolat K 5)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b).....	30
Şekil 4.8. <i>Steinernema carpocapsae</i> (izolat Y 14)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b).....	31
Şekil 4.9. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat A 26)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	32
Şekil 4.10. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat CC 8)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	33
Şekil 4.11. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat Ç 17)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	33
Şekil 4.12. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat G25)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	34
Şekil 4.13. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat GG 4)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	35
Şekil 4.14. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat K 21)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	35
Şekil 4.15. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat M 45)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b) .....	36
Şekil 4.16. Entomopatojen nematod izolatlarının 10 °C'de findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%) .....	37
Şekil 4.17. Entomopatojen nematod izolatlarının 15 °C'de findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%) .....	38
Şekil 4.18. Entomopatojen nematod izolatlarının 25 °C'de findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%) .....	39
Şekil 4.19. Entomopatojen nematod izolatlarının farklı sıcaklıklarda findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%) .....	41

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 4.1. <i>Steinernema feltiae</i> izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%).....	25
Çizelge 4.2. <i>Steinernema carpocapsae</i> izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%) ....	25
Çizelge 4.3. <i>Steinernema affine</i> izolatının bölgelere göre bulunma oranı (%).....	25
Çizelge 4.4. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%) .....	25
Çizelge 4.5. Toprak örneklemelerinden elde edilen <i>Steinernema</i> türlerine ait izolatlar.....	26
Çizelge 4.6. Toprak örneklemelerinden elde edilen <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> türüne ait izolatlar .....	27

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Fındık, ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağlayan, uzun yıllardır yetiştiriciliği yapılan stratejik bir ihraç ürünüdür. Dünyanın en büyük fındık üreticisi konumunda olan ülkemiz, fındık ihracatında da ilk sırada yer almaktadır. Birçok insanın geçim kaynağını oluşturan fındık yetiştiriciliği ise yaygın olarak Karadeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (Bozoğlu, 2002).

Fındık tarımı ülkemizde genellikle küçük arazilerde aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Türkiye istatistik kurumu verilerine göre 2014 yılında ülkemizde 701.141 bin hektarlık alanda fındık yetiştirilmektedir. Fındık üretiminin çiftçi kayıt sistemine göre 38 ilde yapıldığı görülmekte ve Artvin, Rize, Trabzon, Ordu, Sinop, Giresun, Samsun, Kastamonu, Zonguldak, Sakarya, Kocaeli, Düzce ve Bartın illeri olmak üzere 13 ilde ekonomik olarak yetiştirilmektedir.

Türkiye dünyada fındık üretiminin yaklaşık %70'ini gerçekleştirerek üretimde ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizi sırası ile İtalya ve Azerbaycan fındık üretimlerini artırarak takip etmektedir. Fındık bitkisinde periyodisite olmasından dolayı yıllara göre ülkemiz fındık üretiminde dalgalanma yaşanmaktadır. FAO verilerine göre 2012 yılına kadar ki son 8 yılda ülkemiz üretim ortalaması 589 bin ton (%70), diğer ülkelerin üretimleri ortalaması ise 253 bin ton (%30) olarak gerçekleşmiştir. Fındık ihraç ettiğimiz ülkeler arasında 2013-2014 yıllarında %22'lik payla Almanya ilk sırada yer almaktadır. Bunu %21'lik pay ile İtalya, %11'lik pay ile Fransa, %4'erlik pay ile Avusturya ve Kanada, %3'erlik pay ile de Belçika ve İsviçre takip etmektedir. İhraç edilen diğer ülkelerin payı ise %32'dir (Anonim, 2014).

Dünyada fındık üretim alanı bakımından en büyük ülke olmamıza rağmen birim alandan alınan ürün miktarımız diğer fındık üreten ülkelere göre oldukça düşüktür. FAO'ya göre 2011 yılında ülkemizde fındık verimi dekara 100 kg iken, İspanya'da 124 kg, Azerbaycan'da 142 kg, İtalya'da 183 kg, Gürcistan'da 200 kg ve ABD'de ise 292 kg civarında gerçekleşmiştir. Ülkemizdeki fındık veriminin düşük olmasının nedenleri arasında; fındığın çok sayıda zararlısının olması ve bu zararlılar ile mücadelenin tam ve etkili bir şekilde yapılamaması yer almaktadır. Fındık yetiştirilen alanlarda yaklaşık 150 den fazla böcek ve akar türü tespit edilmiş ve ancak bunların 15 tanesinin fındık üretilen bölgelere ve

yıllara göre ekonomik zarar meydana getirdiği bildirilmiştir (Işık ve ark., 1987). Bunlardan fındık verim ve kalitesine olumsuz etkisi olan önemli zararlılar arasında fındık kurdu (*Curculio nucum* L.), dal kıran (*Xyleborus dispar* Fabr.), fındık kokarcası (*Palomena prasina* L.), fındık filiz güvesi (*Gypsonoma dealbana* Fröhl.) ve fındık kozalak akarı (*Phytoptus avellanae* NL.) bulunmaktadır. Bu zararlılardan fındık kurdu'nun beslenme ve yumurta bırakma yolu ile fındığa verdiği zarar açısından ülkemizde fındığın en önemli zararlısı olduğu bildirilmektedir (Tuncer ve ark., 2002).

Fındık kurdu erginleri genellikle gri renkte, ergin dişinin vücut boyu ortalaması  $7\pm 0.8$  mm, hortum uzunluğu ortalaması  $6\pm 0.4$  mm, ergin erkeğin vücut boyu  $6\pm 0.4$  mm, hortum uzunluğu ortalaması ise  $3.8\pm 0.2$  mm'dir. Hortum ve bacakları kahverenkli, kafaları koni biçiminde, antenleri dirsekli ve topuzlu, vücudu ise yumurta biçimindedir. Larvaları beyaz renkte, bacaksız, tombul ve kıvrıktır. Yumurtalar oval, şeffaf ve inci şeklindedir (Sezen, 1998).

Fındık kurdunun ilk ergin çıkışı sıcaklığa bağlı olarak ilkbaharda mart ayının ortalarından itibaren başlar ve fındığın genç sürgün ve karanfilleri ile beslenirler. Mayıs ayının başlarında ergin çıkışı tamamlanmış olur. Erginlerin beslenmesi ile fındık meyveleri 3-5 mm çapında olduğunda sarıkaramuk, fındık çapının daha büyük olduğu dönemde beslenmesi ile de karakaramuk denilen zarar görmüş meyveler meydana gelmektedir (Saruhan ve Şen, 2012).

Erginler haziran ayına kadar beslendikten sonra çiftleşip yumurta bırakmaya başlarlar. Bir dişi fındık kurdu hortumu sayesinde fındık özüne zarar vermeden her fındığa bir yumurta olacak şekilde yumurtasını bırakır. Bir dişi bu şekilde yaklaşık 40-45 adet yumurtayı farklı fındık meyvelerine ulaştırır. Yumurtalardan yaklaşık 8 günlük bir kuluçka döneminden sonra larvalar meydana gelir ve fındık içine doğru girerek beslenirler. Yaklaşık bir ay beslenen larvalar kabukta 1.5-2 mm çapında bir delik açarak fındıktan çıkıp toprağa girerler. Burada 1-3 yıl kaldıktan sonra topraktan çıkarak ergin olurlar. Erginler 3 ay kadar yaşamlarını sürdürürler. Fındık kurdu ülkemizde yılda 1 döl vermektedir (Sezen, 1998).

Fındık kurdu ile mücadelede kimyasal mücadele kolay uygulanabilmesi ve sonucun hemen alınabilmesi nedeni ile diğer mücadele yöntemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir. Ancak kolay uygulanması ve kısa sürede etkili sonuç vermesi gibi özelliklerinden dolayı geçerli gibi görünse de yanlış ve yoğun yapılan ilaçlamalar ile birçok soruna neden olduğu bilinmektedir (Belair ve ark., 2010). Zararlı böceklerin zamanla

kimyasallara direnç kazanması sonucu daha fazla kimyasal ilaç kullanımına gerek duyulmaktadır (Immaraju ve ark., 1992; Nagarkatti ve ark., 2002). Kullanılan kimyasallar zararlı böcekleri öldürmesine rağmen hedef dışı birçok yararlı böcek ve predatörleri de olumsuz etkilemektedir (Belair ve ark., 2010). Günümüzde insan sağlığının, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasının ön plana çıkması ile fındık kurdunun kimyasal mücadelesine alternatif olabilecek mücadele yöntemlerinin araştırılması hız kazanmıştır. Bu kapsamda mücadele yöntemleri içerisinde yer alan biyolojik mücadelenin önemi artmaktadır (Öncüer, 1995).

Biyolojik mücadele, zararlı organizmaların popülasyonlarını baskı altına alıp zararlarını azaltmak için yararlı organizmaların kullanıldığı ekonomik, güvenilir ve etkin bir mücadele yöntemidir. Biyolojik mücadelede kullanılan yararlı organizmaların kimyasal ilaçlara göre daha kullanışlı olmasının yanında ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin korunması, besinler üzerinde kalıntı probleminin olmaması, hedef dışı diğer organizmalar ve insanlar açısından güvenli olması gibi birçok üstünlükleri vardır (Lacey, 2001). Günümüzde biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılmak üzere pek çok gelişmiş ülkede entomopatojen nematodlar ticari olarak üretilmekte ve zararlı böceklere karşı kullanılmaktadır (Grewal ve ark., 2005).

Biyolojik mücadele içerisinde önemli bir yeri olan entomopatojen nematodlar, toprakta yaşayan zararlı böceklerin popülasyonunu azaltmada rol oynayan ve birçok zararlı böcek üzerinde başarılı bir şekilde kullanılan mikroskobik canlılardır (Grewal ve ark., 2005).

Entomopatojen nematodların Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarında yer alan entomopatojen nematod türleri zararlı böcekler üzerinde etki gösteren ve biyolojik mücadelede en sık kullanılan nematodlardır (Liu ve ark., 2000). Kimyasal ve diğer biyolojik pestisitler ile uyumluluk gösterebilmekle birlikte birçok ülkede kullanım iznine gerek duyulmamaktadır. İnsanlar ve hedef olmayan organizmalar için güvenlidirler ve çevre üzerinde olumsuz etkileri yoktur (Hazır ve ark., 2004). Biyolojik mücadele etmeni olarak entomopatojen nematodların büyük çapta üretimleri yapılabilmektedir (Liu ve ark., 2000).

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarında bulunan entomopatojen nematodlar simbiyotik bakteriler (*Photorhabdus* spp. ve *Xenorhabdus* spp.) ile mutualistik olarak yaşamaktadırlar. Bakteriler sayesinde konukçusunun zehirlenmesine neden olarak 48 saat içerisinde konukçusunu öldürürler (Ünlü ve Özer, 2003).

Meyve bahçelerindeki çeşitli zararlı böceklere karşı yapılan birçok çalışmada biyolojik mücadele etmeni olarak entomopatojen nematodların başarı sağladıkları tespit edilmiştir (Koppenhöfer, 2000; Grewal ve ark., 2005; Georgis ve ark., 2006).

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyasına bağlı entomopatojen nematodlar toprakta yaşamaktadır ve zararlı böceklerin büyük kısmı ise yaşam döngülerinin bir bölümünü toprakta geçirmektedir (Klein, 1990). Entomopatojen nematodlar toprakta, çok sayıda zararlı böceğin biyolojik mücadelesini etkin olarak sağlamaktadır (Grewal ve ark., 2005). Biyolojik mücadele etmeni olan Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarındaki entomopatojen nematod türleri ile yapılan çalışmalarda fındık bahçelerinde toprak altında yaşamını geçiren zararlıların mücadelesinde umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Bruck ve Walton, 2007). Bu bakımdan fındıklarda önemli zararlara neden olan fındık kurduna karşı entomopatojen nematodların biyolojik mücadelede kullanım olanakları üzerinde durularak araştırmaların yapılması önem kazanmaktadır.

Fındık üretiminin yoğun yapıldığı Düzce ilinde, ürün deseni içinde bulunan fındığın önemli olduğu bilinmektedir. Tarım alanlarının %84'ünden fazlası meyve üretimine ayrılmış olup meyve üretim alanlarının %99.6'sında fındık yetiştiriciliği yapılmaktadır. TÜİK verilerine göre 2014 yılında 626.850 da alanda 56.306 ton kabuklu fındık üretimi ile ülkemizdeki üretimin %14'lük kısmını oluşturmaktadır. Ülkemizdeki fındık üretiminde önemli bir yere sahip olan Düzce ili, entomopatojen nematodlar üzerine yapılacak bu tez çalışması için seçilmiştir.

Bu çalışma ile Düzce ili fındık bahçelerindeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi ve fındığın ana zararlısı olan fındık kurduna karşı biyolojik mücadele etmeni olan entomopatojen nematodların laboratuvar koşullarında etkinliklerinin araştırılması amaçlanmaktadır.

## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Rosa ve ark. (2000), Entomopatojen nematodlar üzerine Azor Takımadaları'ndaki 9 adada çalışmalarını yürütmüşlerdir. Toplam 1180 toprak örneği almışlar ve bunlardan 46 tanesinden entomopatojen nematod elde etmişlerdir. Pozitif örneklerden 30 tanesi 6 adadan elde edilen *Heterorhabditis* spp. ve 16 tanesi 3 adadan elde edilen *Steinernema* spp.'dir.

Deniz seviyesinden 750 metreye kadar olan yüksekliklerde entomopatojen nematodların bulunduğunu bildirmişlerdir. *Heterorhabditis* spp.'nin %70'ini 150 metreden alçak yerlerde, *Steinernema* spp.'nin %62.5'ini ise 300 metreden yüksek yerlerden elde etmişlerdir. 450 metreden daha yüksek yerlerden *Heterorhabditis* spp. elde edememişlerdir.

*Steinernema* türlerini çoğunlukla tınlı-kumlu, kumlu-tınlı ve pH'sı 6'dan düşük topraklarda, *Heterorhabditis* türlerini ise daha çok kumlu, tınlı-kumlu ve pH'sı 6'dan yüksek topraklarda bulmuşlardır. Alınan toprak örneklerinde *Steinernema* spp. ve *Heterorhabditis* spp. her ikisinin de meyve bahçelerinden ve meralardan elde edildiğini, *Heterorhabditis* spp.'nin ise aynı zamanda orman alanları ve yerel vejetasyonlardan da elde edildiğini bildirmişlerdir.

Shapiro-Ilan ve ark. (2003), Güney Amerika'nın Pikan cevizi bahçelerinin ana zararlısı Pikan ceviz kurdu *Curculio caryae* (Horn)'nun mücadelesinde entomopatojen nematodlar ve funguslar kimyasal ilaçlara alternatif olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda entomopatojen nematodlar ve fungusların *C. caryae* larvaları üzerindeki virülenslikleri araştırılmıştır. Bunun için Arkansas, Georgia, Louisiana ve Mississippi bölgelerindeki meyve bahçelerinden toprak örnekleri alınmıştır.

Toprak örneklerinden entomopatojen nematodları izole etmek için tuzak konukçusu olan *C. caryae* ve *Galleria mellonella* larvaları kullanılmıştır. Meyve bahçelerinden alınan örneklerden 16 entomopatojen fungus ve 6 entomopatojen nematod elde edilmiştir. Örneklerden *H. bacteriophora*, *S. carpocapsae*, *S. glaseri* ve *S. rarum* olmak üzere 4 farklı entomopatojen nematod türü elde edilmiştir. Elde edilen entomopatojen nematod ve entomopatojen fungus izolatlarının *C. caryae* larvaları üzerindeki virülenslikleri laboratuvar koşullarında değerlendirilmiştir.

Kepelekçi ve ark. (2004), Türkiye’de yerli entomopatojen nematodlarını, *C. elephas* (Coleoptera: Curculionidae)’ın kontrolü için laboratuvardaki toprak kap denemelerinde değerlendirmişlerdir. Üç entomopatojen nematod türü, *S. carpocapsae* (Anamur ırkı), *S. feltiae* (Tur-S3 strain) ve *H. bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) 0, 100, 500 ve 1000 nematod yoğunluklarında ve 10, 15 ve 25 °C gibi farklı sıcaklıklarda zararlının son dönem larvalarına karşı denenmiştir.

Steinernematidae türleri 10 °C’de larvalar üzerinde öldürücü bir infeksiyon göstermemiş, *Heterorhabditis* ırkları ise bu sıcaklıkta %21-22 ölüm oranı göstermiştir. *H. bacteriophora*’nın Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda diğer nematodlara göre yüksek etkinlikte olduğu belirlenmiş ve 25 °C’de larvalar üzerinde %95 ölüm oranı göstermiştir. 15 °C’de *H. bacteriophora*’nın Tur-H2 ve Tur-H1 ırkları için LC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 266 ve 494 infektif larva olarak belirlenmiştir.

Shapiro-Ilan ve ark. (2005a), Entomopatojen nematodlardan *S. carpocapsae* ve *S. riobrave*’nin *C. caryae* (Coleoptera; Curculionidae) üzerindeki potansiyel yaşam döngüsünü ve uygunluğunu belirlemek için çalışmışlardır.

Genellikle kullanılan standart konukçu büyük balmumu güvesi (*G. mellonella*) ve *C. caryae*’nin larvalarında nematodları yetiştirmişler ve kalite ve uygunluğunu tahmin etmişlerdir. *C. caryae* üzerinde nematodların etkinliğini, çoğalabilme kapasitelerini ve virülensliğini *G. mellonella* verileri ile karşılaştırmışlardır. *S. carpocapsae*’de lipit içeriği *C. caryae* kültüründe *G. mellonella*’dan daha yüksek bulmuşlar, buna rağmen *S. riobrave*’nin lipit içeriği, konukçu kaynağına göre etkilenmediğini bildirmişlerdir. Her iki nematod türü de, *C. caryae*’ye direkt uygulanana oranla, önce *G. mellonella*’da kültüre alındığı zaman daha fazla sayıda döl vermiştir.

Shapiro-Ilan ve ark. (2005b), Entomopatojen nematod, *S. carpocapsae* *C. caryae* (Coleoptera: Curculionidae)’nin ergininin kontrolü için umut verici olduğunu belirtmişlerdir. Önceki çalışmalarda *S. carpocapsae*’nin İtalyan ırkı *C. caryae* erginlerine virulent olduğu bulunmuş ancak zayıf ısı ve kuruma toleransına sahip olduğu görülmüştür.

DD-136 ırkı ısı ve kuruma toleransının yüksek seviyelerine rağmen zararlıya karşı düşük etkinlik göstermiştir. DD-136 ırkına İtalyan ırkından nematodun bakteriyel simbiyoz (*Xenorhabdus nematophila*) transferi yapılarak ve iki yabancı tip nematodun arasında melezleme yolu ile *S. carpocapsae*’nin gelişmekte olan ırklarının uygulanabilirliğini

belirlemişlerdir. Böylece üç yeni ırk oluşturmuşlardır: biri tek başına bakteri transferi ve ikisi melezleme yolu ile İtalyan ırkına benzer virülens ve DD-136'ya benzer ısı ve kuruma toleransının yüksek seviyelerine sahip olan ırklardır. Üç gün sonra yeni ırklardan *C. caryae* ergininde gösterdiği ölüm oranı İtalyan ırkına benzer ve DD-136'dan büyük olduğunu tespit etmişlerdir.

Lorio ve ark. (2005), Kosta Rika'nın Kuzey Pasifik ve Güney Karabian Bölgeleri'nde entomopatojen nematodlar üzerine bir çalışma yapmışlardır. Toplam 41 toprak örneği almışlar ve bunlardan 5 tanesinin (%20,5) entomopatojen nematod bakımından pozitif olduğunu tespit etmişlerdir. Pozitif örneklerdeki izolatların üç tanesinin *Steinernema*, iki tanesinin ise *Heterorhabditis* izolatı olduğunu belirlemişlerdir. Bu izolatları tür düzeyinde tanımlamak için morfolojik ve moleküler çalışmalar yapmışlardır. *Heterorhabditis* izolatlarının *H. indica* ve üç *Steinernema* izolatının ise tanımlanmamış iki yeni tür olduğunu bildirmişlerdir.

Mekete ve ark. (2005), Etiyopya'daki entomopatojen nematodların biyocoğrafyasını belirlemek için konukçu böcek metodu kullanarak arazi çalışması yapmışlardır. Merkez, Güney ve Güneybatı Etiyopya'dan olmak üzere toplam 288 toprak örneği almışlardır. Bu örneklerden 20 tanesinin (%6.9) entomopatojen nematod yönünden pozitif olduğunu tespit etmişlerdir. Pozitif örneklerin 18 (%6.3)'ünün *S. yirgalemense* ve 2 (%0.7)'sinin *H. bacteriophora* olduğunu bildirmişlerdir.

Mracek ve ark. (2005), Çek Cumhuriyeti'nde entomopatojen nematod faunasını tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Entomopatojen nematodların bulunduğu ekosistem tipinin, habitatın, toprağın, mevsimin, rakımın ve konukçu böcek türlerinin entomopatojen nematodların yayılışına olan etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca entomopatojen nematodların izolasyonunda sıcaklığın etkisini araştırmak için laboratuarda çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada toprak örnekleri aldıkları tüm ekosistem ve habitatlardan nematod bularak *Steinernema* cinsine ait 9 (*S. kraussei*, *S. feltiae*, *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. intermedium*, *S. arenarium*, *S. bicornutum*, *S. weiseri* ve *S. silvaticum*) ve *Heterorhabditis* cinsine ait 2 (*H. bacteriophora* ve *H. megidis*) türü elde etmişlerdir. Alınan örneklerden daha çok nematod edilen yerlerin ormanlık alanlar, hafif bünyeli topraklar ve uygun böcek konukçuya sahip alanlar olduğu tespit edilmiştir. Mevsimin ve rakımın entomopatojen nematodların yayılışı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını, sıcaklığın ise nematod izolasyonunda oldukça farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Susurluk (2006), Entomopatojen nematodlar, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*'nin farklı sıcaklık ve toprak çeşitlerinde *T. molitor* (Sarı unkurdu)'a karşı etkinliğini araştırmıştır. Bu çalışmada Türkiye topraklarından izole edilen *S. feltiae* Tur-S3 ve *H. bacteriophora* Tur-H2 ırklarının, *T. molitor* L. larvaları üzerinde, farklı sıcaklıklarda ve farklı toprak tiplerindeki etkinliğini belirlemiştir. Steril ve steril olmayan kum, kumlu-killi ve kompost toprak tiplerinde 12, 18 and 24 °C'lerde nematodların etkinliğini test etmiştir. Sıcaklığın, her iki nematod türünde de *T. molitor* larvalarında ölüm oranını önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir.

Nematodların etkinliğini steril kumlu ve kumlu-killi topraklarda, steril olmayan koşullara göre daha fazla bulmuştur. Elde ettiği tüm sonuçlar, *S. feltiae*'nin, *H. bacteriophora*'ya göre tüm sıcaklık derecelerinde özellikle de 12 °C'de konukçu olarak kullanılan *T. molitor* üzerinde daha etkili olduğunu göstermiştir.

Canhilal ve ark. (2006), Suriye'de *Galleria* tuzak konukçu metodu kullanarak doğal entomopatojen nematod faunasını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bunun için 5 farklı ekolojik habitat ve 14 farklı bölgeden 211 toprak örneği almışlardır. Üç farklı bölgeden alınan 5 (%2.37) toprak örneğinde entomopatojen nematodları elde etmişlerdir. Pozitif olan tüm örneklerin *Heterorhabditis* olduğunu tespit etmişlerdir. *Heterorhabditis* olduğu bilinen 5 örneğin tür düzeyinde tanımlamasını yaparak *H. bacteriophora* olduğunu bildirmişlerdir.

Aydın (2007), Aydın ili ve çevresindeki entomopatojenik nematodların dağılımları ve çeşitliklerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışma boyunca Aydın'ın farklı bölgelerinden toplanan 82 toprak örneği almış ve 10 tanesinden entomopatojenik nematod elde etmiştir. Nematod elde edilme oranı %12.1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan 28S rRNA, D2D3 ve ITS (internal transcribed spacer) bölgelerinin dizi analizleri ile morfolojik ve morfometrik incelemelerden elde edilen verilere dayanarak, elde edilen entomopatojenik nematodlardan, 1 tane *S. weiseri*, 2 tane *S. feltiae* ve 7 tanesinin ise *H. bacteriophora* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile Akdeniz ikliminin hakim olduğu Aydın ilinde *Heterorhabditis* cinsinin *Steinernema* cinsine oranla sayıca daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Stock ve ark. (2008), Ürdün'de entomopatojen nematodların (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) dağılımı, çeşitliliği ve bakteriyel simbiyontları (Proteobacteria: Enterobacteriaceae) üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Ürdün'de bu konu ile ilgili yapılmış ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Ürdün'ün dağlık alan, vadi ve çöl

alanı olmak üzere üç coğrafik bölgesinden örnekleme yapmışlardır. Aldıkları toprak örneklerinden üç *Steinernema* türü ve bir *Heterorhabditis* türü olmak üzere toplam dört entomopatojen nematod türü elde etmişlerdir. Nematodları, moleküler markörler ve klasik morfolojik teşhis yöntemleri ile birlikte kullanarak tanımlamışlardır. Ortak yaşadıkları bakteriyel simbiyotlarını ise 16S rRNA sekans analizleri ile teşhis etmişlerdir. Aynı zamanda toprak tipi, toprak pH'ı ve yükseklik gibi abiyotik özellikleri de incelemişlerdir. Sonuç olarak yürüttükleri bu çalışma ile Ürdün'deki entomopatojen nematod türlerinin dağılımı ile bunların biyokontrol ve IPM programlarındaki kullanılabilme potansiyellerini tespit etmeye çalışmışlardır.

Zhang ve ark. (2008), Çin'de entomopatojen nematodlar üzerine yaptıkları araştırmada Shanghai Bölgesi'nin güney doğusunda yer alan Chongming Adaları'ndan yeni bir entomopatojen nematod türü bulmuşlardır. Bu nematodun *Rhabditidae*'nin yeni bir cinsi olduğunu morfolojik ve moleküler yöntemlerle belirlemişlerdir. Bulunan bu yeni türün *Heterorhabditis*'lerin morfolojik özelliklerini taşıdığını tespit etmişler ve bu türü *Heterorhabditoides chongmingensis* gen. nov., sp. nov. olarak tanımlamışlardır.

Nguyen ve ark. (2008), Georgia'da entomopatojen nematodların elde edilmesi için alınan toprak örneklerine tuzak konukçu yöntemini kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu örneklemeden *Heterorhabditis* cinsine ait bir nematod izolatu elde etmişlerdir. Bu izolatın kültürünü yapmak üzere *G. mellonella* (L.)'nin son dönem larvalarını kullanmışlardır. İzolat üstünde yaptıkları morfolojik ve moleküler çalışmaların sonucunda bu nematodun yeni bir tür olduğunu bildirmişlerdir. Bu türü tanımlamak için ışık ve elektron mikroskobu, DNA karakterizasyonunu ve filogeniyi kullanmışlardır. Bu türü *H. georgiana* n. sp. olarak isimlendirmişler ve morfolojik olarak *H. bacteriophora*'ya benzer olduğunu ancak bu türden başlıca erkek ve dişi birey karakterleri ile ayırt edilebileceğini bildirmişlerdir.

Malan ve ark. (2008), Güney Afrika'da entomopatojen nematodlar üzerine yaptıkları çalışmada şeftali bahçesinde yeni bir entomopatojen nematod türü tespit etmişlerdir. *Heterorhabditis* türüne ait olan yeni entomopatojen türünün *H. marelatus*'a morfolojik olarak benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu yeni türü yapılan morfolojik ve moleküler yöntemlerle belirleyerek *H. safricana* n. sp. olarak tanımlamışlardır. Vücut uzunluğu ve kuyruk uzunluğu bakımından *H. marelatus*'tan farklı bir tür olduğunu tespit etmişlerdir. Hermafrodit dişilerinin vulva bölgesinin şekli bakımından diğer tüm türlerden farklı olduğunu, *H. safricana* n. sp.'nin erkeklerinin genital papillasının, megidis-grup'taki türler

için karakteristik olduğunu tespit etmişlerdir. *H. safricana* n. sp.'nin gubernakulumunun ortalama uzunluğunun (24 µm) diğer tüm türlerden (19-23 µm) daha uzun olduğunu, spikula uzunluğuna oranının *H. mexicana*'dan az, *H. floridensis* ile aynı ve diğer türlerden ise daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Kary ve ark. (2009), İran'ın kuzeybatısındaki üç farklı bölgenin entomopatojen nematod faunasını belirlemek için 2002-2004 yıllarında çalışmalar yapmışlardır. Entomopatojen nematodların tespit edilmesinde tuzak konukçu olarak kullanılan *G. mellonella* larvaları alınan toprak örnekleri içerisine konulmuştur. Toplam 833 toprak örneğinin 27 tanesinden entomopatojen nematod tespit etmişlerdir. Bu entomopatojen nematodlardan 17 tanesi *Heterorhabditis*, 10 tanesi ise *Steinernema* cinsi nematod olarak belirlemişlerdir. Morfolojik ve morfometrik çalışmalar ile elde edilen izolatların türlerini *H. bacteriophora*, *S. carpocapsae*, *S. bicornutum* ve *S. feltiae* olarak tanımlamışlardır. Toprak örneği alınan üç farklı bölgede *H. bacteriophora* türü en yaygın tür olarak tespit edilmiştir. *S. feltiae*, *Steinernema* türleri arasında en yaygın tür olarak belirlemişlerdir.

Gökçe (2011), Türkiye'de fındık dikim alanlarının ve ormanların büyük bir kısmını barındıran Doğu Karadeniz Bölgesi, Trabzon yöresi, Değirmendere ve Altındere havzalarından entomopatojen nematod izolasyonu ile tür çeşitliliği belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada 98 adet toprak örneği olarak bu örneklerden 8 adet entomopatojen nematod izolasyonu elde etmiştir (%8.3). Morfolojik ve morfometrik çalışmalara göre, elde edilen izolatların *Steinernema* cinsine ait olduğu tespit etmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda izole edilen nematodların, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *Steinernema* sp. ve *S. kraussei* türlerine ait olduklarını belirlemiştir. *S. feltiae*'nin bölgede izole edilen en yaygın nematod türü olduğu tespit etmiştir. Bu çalışmada Türkiye'den ilk defa *S. kraussei* türü izole edilmiştir. *Steinernema* sp. ise ülkemiz için yeni olabilecek bir nematod türü olduğunu belirtmektedir. Yaptığı biyotest çalışmaları sonucunda nematod izolatlarının, 10 gün içerisinde *Agrotis segetum* üzerinde %100 insektisidal etkiye sahip olduğu tespit etmiştir.

Bulun (2011), Çanakkale ili ve ilçelerindeki elma bahçelerine yapılan sörveyler ile entomopatojen nematod faunasını belirlemiş ve elde edilen izolatların laboratuvarında elma içkurdu larvaları *Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae) üzerindeki etkinliklerini araştırmıştır.

Çanakkale ili ve ilçelerindeki elma bahçelerinden 2009 Haziran ayında toplam 596 toprak örneği alınmıştır. Tuzak konukçu olarak son dönem *G. mellonella* (Lep.: Pyralidae) larvalarını kullanarak toprak örneklerinin 57 adedinde entomopatojen nematod tespit etmiştir. Morfometrik ölçümler sonucu 57 izolattan 25'inin *S. feltiae*, 32'sinin ise *H. bacteriophora* türüne ait olduğu tespit etmiştir. Entomopatojen nematodların elma iç kurdu larvaları üzerindeki etkinliğini araştırmak amacı ile yapılan çalışmayı 12 tekerrürlü olarak yürütmüştür. Denemede dört farklı sıcaklık (10, 15, 20 ve 25 °C) ile üç farklı uygulama yoğunluğunun (100, 200 ve 400 IJ/larva) kullanmıştır. Etkinlik denemeleri için elde edilen entomopatojen nematod izolatlarından 7 *S. feltiae* ve 7 *H. bacteriophora* izolatını kullanmıştır. 10 °C'de, elma içkurdu larvalarında meydana gelen ölüm oranı uygulama yoğunluğunun artmasına bağlı olarak artmıştır. Ancak düşük sıcaklıklarda *S. feltiae*'nin elma iç kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranını daha yüksek bulmuştur. Sıcaklık arttırıldığında, kullanılan her iki türün de elma iç kurdu larvalarındaki ölüm oranını arttırdığını tespit etmiştir.

Ustaoglu (2011), Ordu ve çevresindeki entomopatojen nematodların dağılımlarının ve çeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla 2009-2010 yıllarında yaptığı çalışmada Ordu ilinin 18 ilçesinden 156 adet toprak örneği almıştır. Aldığı örneklerden 8 adet entomopatojen nematod izolatı elde etmiştir. Entomopatojen nematod elde edilme oranı %5.1 olarak tespit etmiştir. Çalışmada kullanılan rRNA ve ITS bölgelerinin sekans analizlerin verilerine ve morfometrik ölçümlere dayanarak nematodların tür teşhislerini yapmıştır. Elde edilen nematodların 4 tanesinin *S. feltiae*, 1 tanesinin *S. carpocapsae*, 1 tanesinin *Steinernema* sp. 1 tanesinin *S. kraussei* ve 1 tanesinin de *H. bacteriophora*'ya ait olduğunu tespit etmiştir. Entomopatojen nematodların elde edildiği habitatların %50'si doğal alanlar, %50'sinin tarım yapılan alalar olduğunu belirlemiştir. Bu çalışma ile Ordu ilinde *S. feltiae*'nin en yaygın entomopatojen nematod türü olduğu tespit edilmiştir.

Demir (2012), kestane meyve kurdu *C. elephas* (Coleoptera: Curculionidae) ile çilek, asma ve çeşitli meyve ağaçlarının köklerinde zarar yapan haziran böceği *Polyphylla fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvalarına karşı farklı entomopatojen nematod türlerinin farklı konsantrasyonlarında (50 ve 100 IJ) etkinlik denemeleri yapmıştır. *C. elephas* larvaları ile yapılan denemelerde en düşük ölüm oranını *S. glaseri* türünde (%21) en yüksek ölüm oranını ise *H. bacteriophora* (%56) türünde olduğunu belirlemiştir. Farklı nematod türleri konukçu üzerine ikili ve üçlü kombinasyonlar halinde uygulandığında genel olarak sinerjistik bir etki meydana geldiğini tespit etmiştir. *P. fullo* larvalarına karşı yaptığı denemelerde

entomopatojen nematodların etkinliklerinin çok düşük olduğunu tespit etmiştir. Bunların içerisinde 50 IJ için en düşük infektiviteyi *S.glaseri* (%2.9), en yüksek infektiviteyi ise *S. glaseri* + *H. bacteriophora* (%6.3) kombinasyonundan gözlemlemiştir. Yapılan saksı denemelerinde *S. glaseri* 'ın plastik kap denemelerinde olduğu gibi *P. fullo* larvalarına karşı en etkisiz tür olduğunu (%4.7), *S. glaseri* + *H. bacteriophora* kombinasyonunun ise %19 ile en etkili uygulama olduğunu tespit etmiştir.

## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Üretilmesi

Entomopatojen nematodların izolasyonunda ve üretiminde yararlanılan tuzak konukçu yöntemi için *Galleria mellonella* (Büyük bal mumu güvesi)'nin son dönem larvaları kullanılmaktadır (Bedding ve Akhurst, 1975). Entomopatojen nematodlar ile ilgili çalışmalarda da uygulama kolaylığı ve yaygınlığı açısından araştırmacıların tuzak konukçu yöntemini tercih ettikleri gözlenmektedir (Griffin ve ark., 2000; Van Luc ve ark., 2000).



**Şekil 3.1.** Kitle üretimi yapılan *Galleria mellonella* larvaları

Bu çalışmada entomopatojen nematodların topraktan elde edilmesi ve elde edilen entomopatojen nematodların teşhisinde yeni nesil nematod üretimi için *G. mellonella* larvalarının kitle üretimi sağlanmıştır.

*G. mellonella* larvalarının beslenmesinde kullanılan besin bileşenlerinden 2000 ml kepek, 250 ml gliserin, 200 ml bal ve 100 ml saf su bir kap içine konularak homojen bir hale gelinceye kadar iyice karışımı sağlanmış ve bu karışıma 200 ml balmumu küçük parçalar halinde ilave edilmiştir (Kaya ve Stock, 1997). Bu şekilde hazırlanan yapay besin ortamlarında *G. mellonella* larvalarının 25 °C'de kitle üretimleri yapılmıştır.

Yetiştirilen larvaların bir kısmı entomopatojen nematodların üretilmesinde kullanılmış olup bir kısmı ise *G. mellonella* kültürünün devamlılığı için pupa ve ergin olarak gelişmeye bırakılmıştır.



**Şekil 3.2.** a. Besin ortamındaki *Galleria mellonella* larvaları b. İnkübatörde *Galleria mellonella* larvalarının kitle üretimi

### 3.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Düzce ili fındık bahçelerinden entomopatojen nematodların elde edilmesi amacı için 2011 yılının sonbahar aylarında toplam 333 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklemeleri bahçelerin büyüklüğüne bağlı olarak fındık bahçesini en iyi temsil edecek şekilde belirli noktalardan yapılmıştır (Griffin ve ark., 2000).

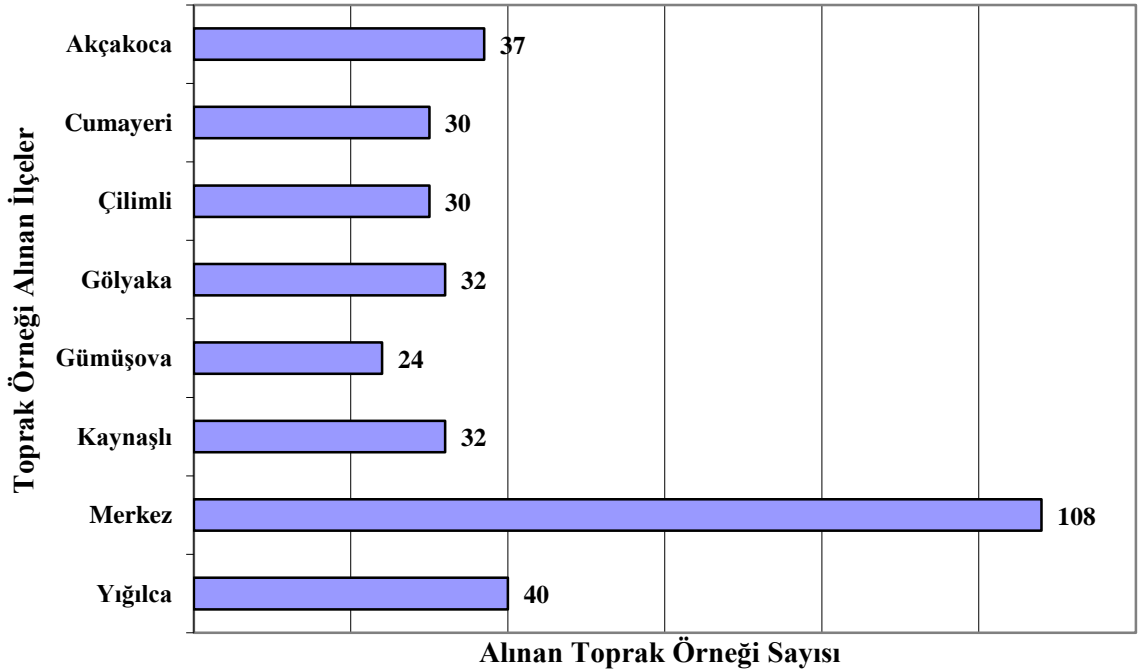


**Şekil 3.3.** Toprak örneklerinin alındığı fındık bahçeleri

Alınan topraklar paçal işlemi yapıldıktan sonra yaklaşık 1 kg kadarı polietilen torbalara konulup gerekli bilgileri içeren etiketlemeleri yapılmıştır (Stock ve ark., 1999; Iraki ve ark., 2000). Bu şekilde alınan ve etiketlenen toprak örnekleri laboratuvara getirilinceye kadar buz kutularında muhafaza edilmiştir.



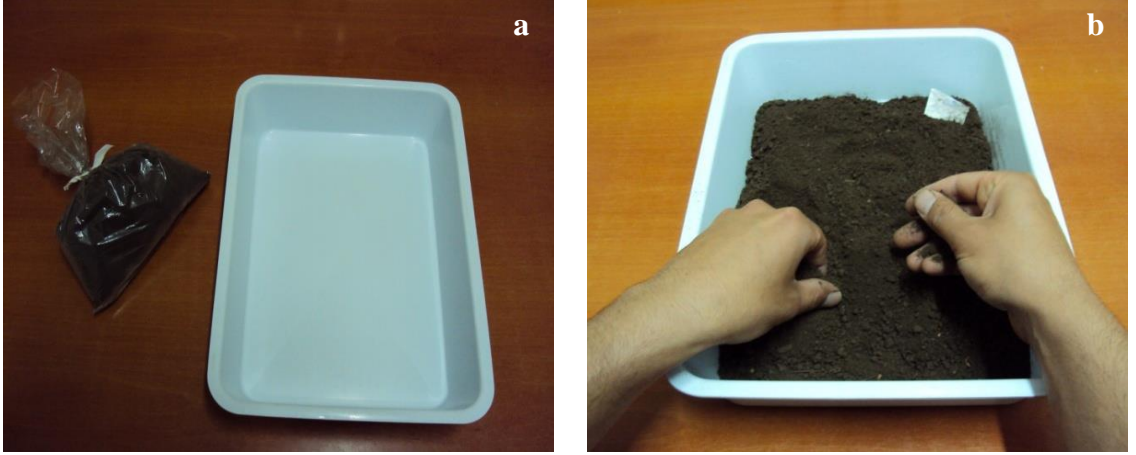
Şekil 3.4. a. Fındık bahçelerinden toprak örneklerinin alınması b. Toprak örneklerinin polietilen torbalara konulması



Şekil 3.5. Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin ilçelere göre dağılımı

### 3.3. Entomopatojen Nematodların Toprakta İzolasyonu

Fındık bahçelerinden alınarak laboratuvara getirilen toprak örnekleri, içerisindeki taş ve bitki artıkları gibi yabancı maddeler temizlendikten sonra iyice karıştırılarak 500 ml hacimli plastik kutular içerisine konulmuşlardır. Sonra beş adet son dönem büyük balmumu larvaları küçük tel kafeslere konularak plastik kutulardaki toprak örnekleri içerisine yerleştirilmiştir (Bedding ve Akhurst, 1975; Griffin ve ark., 2000).



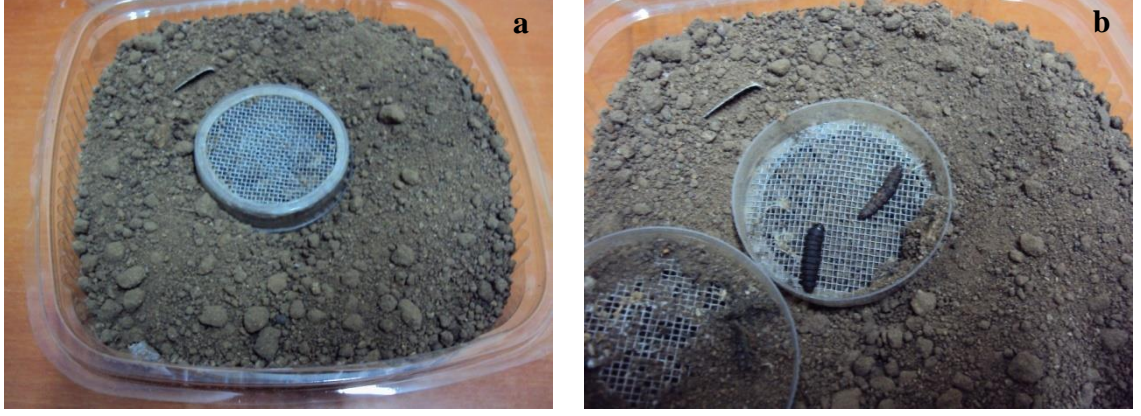
**Şekil 3.6.** a. Küvetlerde toprak örneklerinin yabancı maddelerden temizlenmesi b. Hazır hale getirilen toprak örneği



**Şekil 3.7.** Plastik kutulara konulan toprak örnekleri

Entomopatojen nematodların böcekleri en iyi enfekte etme sıcaklığı genellikle 22-25 °C olduğundan hazırlanan toprak örnekleri bu sıcaklık koşullarında bekletilmiştir (Stock ve ark., 1999). Böylece toprak örneklerinde bulunabilecek entomopatojen nematodların G.

*mellonella* larvalarını kolaylıkla enfekte etmesi sağlanmıştır. Enfekte olan larvaları tespit etmek amacıyla örneklerin 2-3 gün aralıklarla kontrolleri yapılmıştır.



**Şekil 3.8.** a. Kafes içerisindeki *Galleria mellonella* larvaları b. Toprak içerisinde enfekte olan *Galleria mellonella* larvaları

Enfekte olduğu tespit edilen ölü larvalar toprak içerisinde çıkarılarak White Trap (White, 1927) adı verilen ortama alınmışlardır (Koppenhofer, 2000). Bu ortam ile *G. mellonella* larvası içerisine girmiş olan entomopatojen nematodların çoğaldıktan sonra konukçusunu terk etmesi aşamasında nematodların elde edilmesi sağlanmıştır.



**Şekil 3.9.** a. White trap ortamındaki *Galleria mellonella* larvaları b. İnkübatör içerisine konulan infekteli örnekler

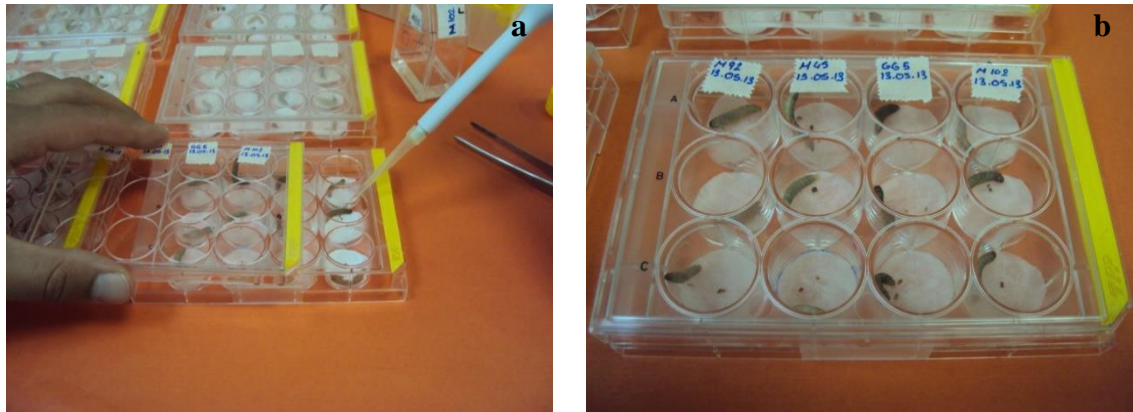
Entomopatojen nematodlar elde edildikten sonra 250 ml hacimli plastik kaplara konulmuş ve 15 °C'deki iklim dolaplarında muhafaza edilmiştir (Kaya ve Stock, 1997; Koppenhofer ve Kaya, 1999).



**Şekil 3.10.** a. Plastik kaplara konulan entomopatojen nematodlar b. Entomopatojen nematodların muhafaza edildiği iklim dolapları

### 3.4. Entomopatojen Nematodların İn Vivo Üretilmesi

Toprak örneklerinden elde edilen izolatların entomopatojen nematod olup olmadıklarının tespit edilmesi ve bu izolatlardan infektivite özelliği olanların çoğaltılması için *G. mellonella* larvaları üzerine inokulasyon yapılmıştır.

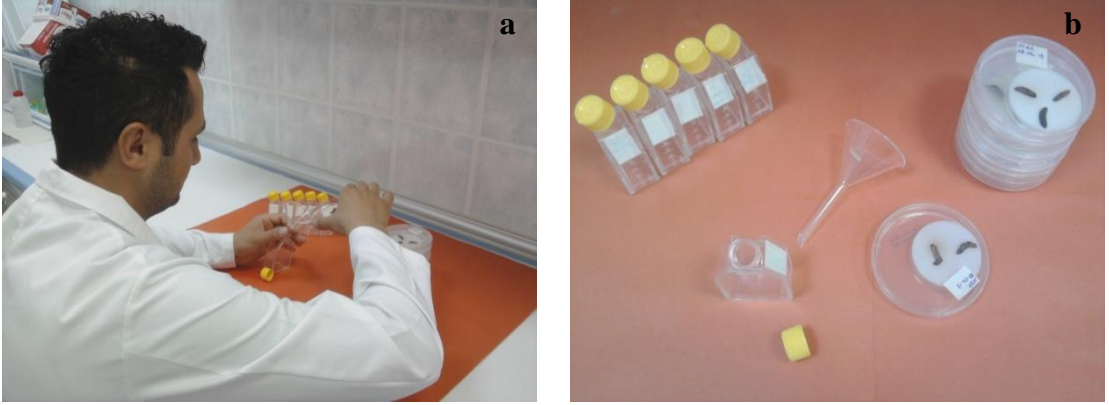


**Şekil 3.11.** a. İzolatların *Galleria mellonella* larvalarına inokulasyonu b. Platelere entomopatojen nematodların üretilmesi

EPN izolatlarının üretilmesi için içerisine whatman kağıdı yerleştirilen platelere son dönem *G. mellonella* larvaları konularak üzerine toprak örneklerinden elde edilen izolatlar uygulanmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler entomopatojen nematodların böcekleri enfekte etmede en uygun sıcaklığı olan 22-25 °C’de bekletilmiştir (Stock ve ark., 1999).

Enfekte olduğu tespit edilen ölü larvalar White trap (White, 1927) ortamına alınmışlardır (Koppenhofer, 2000). White trap ortamı için içerisinde su bulunan büyük bir

petri kabı ve bu petri kabına konulan içerisinde filtre kağıdı bulunan küçük bir petri kabı kullanılmıştır. White traptaki küçük petri kaplarının filtre kağıdı üzerine, enfekte olan *G. mellonella* larvalarının yerleştirilmesi ile büyük petri kaplarındaki suya doğru infektif larvaların çıkışı sağlanmıştır. Böylece bu ortamda yeni nesil infektif larvalar konukçusu olan *G. mellonella* larvalarında üretilerek elde edilmiştir (Koppenhöfer, 2000). Daha sonra büyük petri kaplarındaki suya geçen infektif larvalar flasklara alınarak 15 °C'deki iklim dolaplarında muhafaza edilmiştir (Kaya ve Stock, 1997; Koppenhofer ve Kaya, 1999).



**Şekil 3.12.** a. White trap ortamındaki entomopatojen nematodlar için flaskların hazırlanması  
b. White trap ortamından suya geçen entomopatojen nematodların flasklara alınması

### 3.5. Entomopatojen Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılması

Entomopatojen nematodların morfometrik ölçümleri yapılarak tür teşhisleri yapılmıştır. Elde edilen entomopatojen nematodların ilk dölüne ait infektif larvaları ve erkek nematodları tür teşhisinde kullanılmaktadır (Hominick ve ark., 1997). Bunun için her bir entomopatojen nematod izolatının *G. mellonella* larvalarına inokule edilmesi ile ilk dölüne ait infektif larvaları ve erkek nematodları elde edilmiştir. Entomopatojen nematod izolatlarının tür teşhisleri için morfometrik ölçümlerde 20'şer birey kullanılmıştır.

Morfometrik ölçümlerde Leica DM 1000 araştırma mikroskobu ve Leica çizim ataçmanı kullanılmıştır.

Morfometrik ölçümlerde kullanılan karakterler:

TU: Toplam vücut uzunluğu

MG: Maksimum vücut genişliği

EP: Anteriordan boşaltım deliğine olan uzaklık

NR: Anteriordan sinir halkası sonuna kadar olan uzaklık

ES: Anteriordan özofagusa kadar olan uzaklık

KU: Kuyruk uzunluğu

a: Toplam vücut uzunluğu/maksimum vücut genişliği

b: Toplam vücut uzunluğu/özofagus uzunluğu

c: Toplam vücut uzunluğu/kuyruk uzunluğu

% D: Anterior son ile boşaltım deliği arasındaki mesafe/özofagus uzunluğu x 100

% E: Anterior son ile boşaltım deliği arasındaki mesafe/kuyruk uzunluğu x 100

SU: Spikula uzunluğu

GU: Gubernakulum uzunluğu

### 3.6. Fındık Kurdu (*Curculio nucum*) Larvalarının Elde Edilmesi

Fındık kurdu larvalarını elde etmek amacı ile Düzce ilindeki fındık bahçelerinde 2012 yılı temmuz-ağustos aylarında arazi çalışması yapılmıştır. Fındık bahçelerinde mayıs ayında ergin çıkışını tamamlayan fındık kurdu beslenip çiftleştikten sonra meyvelere yumurta koymaya başlarlar.



Şekil 3.13. a. Fındık kurdunun çotanaktaki zararı b. Fındık içinde beslenen fındık kurdu larvası

Fındık meyvesi içerisinde oluşan larvalar beslenip burada geliştikten sonra toprağa geçmek üzere meyve kabuğunda bir delik meydana getirirler (Sezen, 1998). Bu delikli

findıkların yoğun olduğu Düzce ilinin ormanlık alanlarına yakın köyleri olan Eminaçma, Kozluk ve Kurtsuyu köylerine arazi çıkışları yapıp fındık kurdu larvaları toplanarak elde edilmiştir. Toplanan larvalar fındık meyvesi ile birlikte laboratuvara getirilmiş ve zarar görmemeleri için besin ihtiyaçları karşılanmıştır.



**Şekil 3.14.** Fındık bahçelerinden toplanan fındık kurdu larvaları

### **3.7. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvalarına İnokulasyonu**

Yürütülen denemede fındık kurdu larvaları (n= 24), üç farklı sıcaklık (10, 15 ve 25 °C) ve bir uygulama dozu; 250 II/petri kullanılmıştır. *S. feltiae*, *S. affine*, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* türlerine ait izolatlar son dönem fındık kurdu larvalarına karşı uygulanmıştır. Son dönem fındık kurdu larvaları, *G. mellonella* larvaları ve entomopatojen nematod izolatları denemenin materyalini oluşturmaktadır. Fındık kurdu larvaların bulaştırılacağı petrilerin tabanına kurutma kağıtları yerleştirilmiş ve petrilerin üzerine bulaştırılan izolat numarası, bulaştırma yapılan tarih ve bulaştırma yapılan petrilerin konulacağı sıcaklık gibi gerekli bilgiler yazılmıştır. Daha sonra her bir petriye birer adet son dönem fındık kurdu larvası konulmuştur.

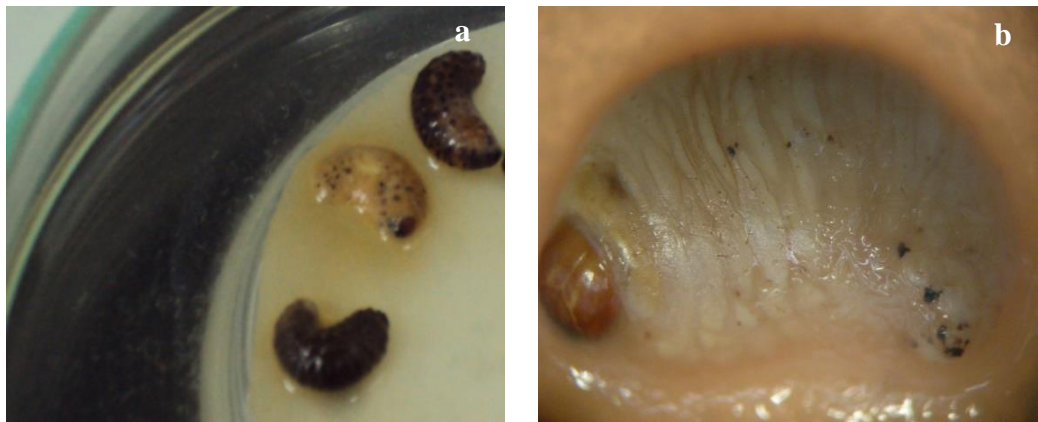


Şekil 3.15. a. Toplanan fındık kurdu larvaları b. Petrilerdeki fındık kurdu larvaları

Bulaştırmaya hazır hale getirilen petri içerisindeki fındık kurdu larvalarına farklı yoğunluklarda *Steinernema* spp. ve *Heterorhabditis* sp. uygulanmıştır.



Şekil 3.16. a. *Heterorhabditis* sp. inokulasyonu sonucu ölen fındık kurdu larvaları b. *Steinernema* sp. inokulasyonu sonucu ölen fındık kurdu larvaları



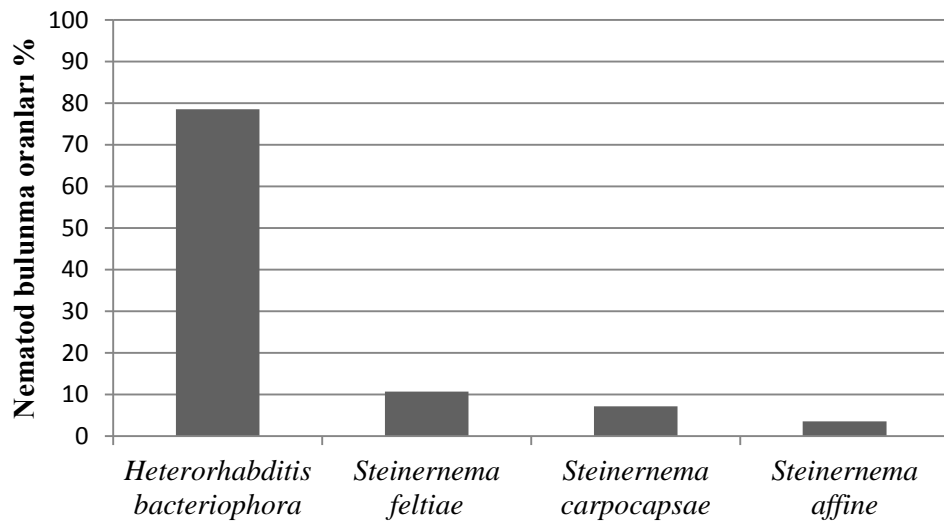
Şekil 3.17. a. Fındık kurdu larvalarından White trap'a geçen entomopatojen nematodlar b. Kadavra üzerindeki entomopatojen nematodlar

## BÖLÜM 4

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

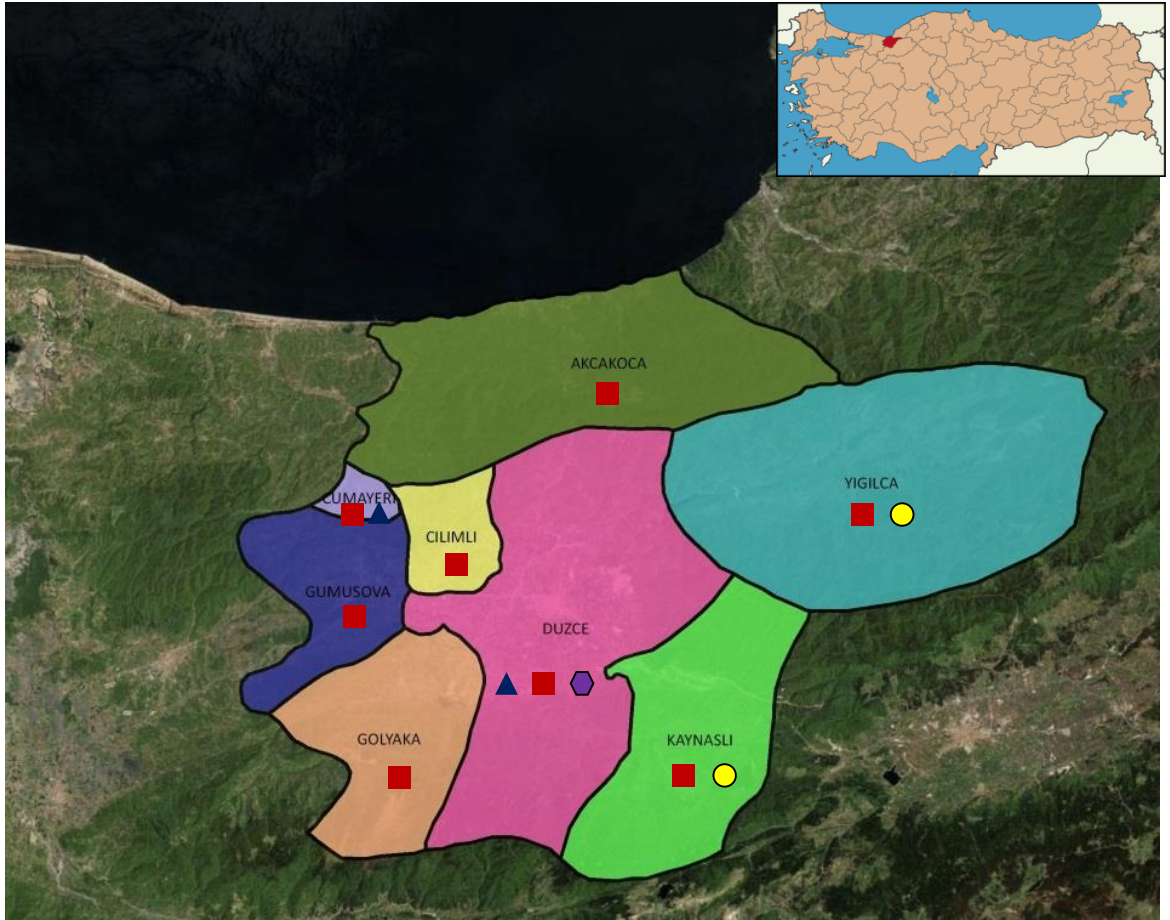
#### 4.1. Düzce İli Fındık Bahçelerinde Yapılan Toprak Örneklemelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Dağılımı

Bu çalışma ile Düzce ilinde tarım alanlarının büyük kısmını oluşturan fındık bahçelerindeki topraklarda entomopatojen nematodların çeşitliliği ve dağılımları belirlenmiştir. Düzce ili fındık bahçelerinde 2011-2012 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında toplam 333 toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri deniz seviyesinden 905 m yüksekliğe kadar fındık ekosistemi içerisinde rastgele seçilmiştir. Entomopatojen nematodların topraktan izolasyonu için en yaygın yöntem olan tuzak konukçu yöntemi tercih edilerek son dönem *Galleria mellonella* larvaları kullanılmıştır. Düzce ilindeki fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinden 28 adet entomopatojen nematod izolatu elde edilmiştir. Toprak örneklerinden entomopatojen nematod elde edilme oranı %8.4 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen entomopatojen nematod izolatlarının morfolojik özellikleri belirlenmiş ve morfometrik ölçümler doğrultusunda tür teşhisleri yapılmıştır. Morfometrik ölçümleri yapılan 28 izolattan 22'sinin *Heterorhabditis bacteriophora*, 3'ünün *Steinernema feltiae*, 2'sinin *S. carpocapsae*, 1 izolatu ise *S. affine* olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Pozitif toprak örneklerinde entomopatojen nematod bulunma oranları

Düzce ilinde entomopatojen nematodların tespiti için toplanan toprak örnekleri bölgeyi temsil edecek şekilde 8 ilçenin fındık yetiştiriciliği yapılan farklı yerlerinden alınmıştır. Bu örneklemelerin yapıldığı tüm bölgelerden *H. bacteriophora* türü elde edilmiş olup *Steinernema* cinsine ait türlerin ise 4 farklı bölgede varlığı tespit edilmiştir. Pozitif olduğu belirlenen 28 toprak örneğinin morfometrik ölçümleri sonucu 22 tanesinin *Heterorhabditis* cinsine (%78.6), 6 tanesinin ise *Steinernema* cinsine (%21.4) ait olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Entomopatojen nematod türlerinin bölgelere göre dağılımı

- : *Heterorhabditis bacteriophora*
- ▲: *Steinernema feltiae*
- : *Steinernema carpocapsae*
- ⬡: *Steinernema affine*

Fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen nematodlardan *Steinernema* cinsine ait türler Cumayeri, Kaynaşlı, Merkez ve Yığılca ilçelerinden elde edilmiştir.

**Çizelge 4.1.** *Steinernema feltiae* izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%)

<b>Bölge</b>	<b>Alınan Örnek Sayısı</b>	<b>Pozitif Örnek Sayısı</b>	<b>Bulunma Oranı (%)</b>
Cumayeri	30	1	3.3
Merkez	108	2	1.8

**Çizelge 4.2.** *Steinernema carpocapsae* izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%)

<b>Bölge</b>	<b>Alınan Örnek Sayısı</b>	<b>Pozitif Örnek Sayısı</b>	<b>Bulunma Oranı (%)</b>
Kaynaşlı	32	1	3.1
Yığılca	40	1	2.5

**Çizelge 4.3.** *Steinernema affine* izolatının bölgelere göre bulunma oranı (%)

<b>Bölge</b>	<b>Alınan Örnek Sayısı</b>	<b>Pozitif Örnek Sayısı</b>	<b>Bulunma Oranı (%)</b>
Merkez	108	1	0.9

**Çizelge 4.4.** *Heterorhabditis bacteriophora* izolatlarının bölgelere göre bulunma oranı (%)

<b>Bölge</b>	<b>Alınan Örnek Sayısı</b>	<b>Pozitif Örnek Sayısı</b>	<b>Bulunma Oranı (%)</b>
Akçakoca	37	2	5.4
Cumayeri	30	3	10
Çilimli	30	2	6.6
Gölyaka	32	1	3.1
Gümüşova	24	3	12.5
Kaynaşlı	32	2	6.2
Merkez	108	6	5.5
Yığılca	40	3	7.5

#### 4.2. Fındık Bahçelerinden Yapılan Toprak Örneklemelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematod İzolatları

Entomopatojen nematodların tür teşhislerinin belirlenmesinde morfometrik karakterlerden yararlanılarak izolatların morfometrik ölçümleri yapılmıştır. Morfometrik ölçümlerde entomopatojen nematodların infektif juvenilleri ve ilk jenerasyona ait erkek bireyleri kullanılmıştır (Hominick ve ark., 1997; Kaya ve Stock, 1997). Entomopatojen nematod izolatlarının her birinin birinci jenerasyona ait ergin erkekleri ile infektif juvenillerinin 20'şer bireyinin ölçümü yapılmıştır.

Elde edilen ölçüm verilerine göre Düzce ilinde Entomopatojen nematod izolatlarının *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. affine* ve *H. bacteriophora* türlerine ait oldukları belirlenmiştir. İzole edilen entomopatojen nematodlardan çoğunun *H. bacteriophora* türüne ait olduğu tespit edilerek bu türün Düzce ilinde en yaygın entomopatojen nematod türü olduğu belirlenmiştir.

Dünyada da en çok bulunan entomopatojen nematod türlerinden biri olan *H. bacteriophora* daha çok tropik bölgeler olmak üzere, soğuk bölgelere kadar yayılım gösterebilmektedir (Hominick ve ark., 1996). Bu özelliği bakımından ılıman iklime sahip olan Düzce ilinde bu türe ait izolatların geniş yayılım gösterdiği görülmüştür.

*Steinernema* cinslerine ait olan entomopatojen nematodlar *Heterorhabditis* cinslerine göre Düzce ilinde daha düşük oranlarda bulunmuş olup 3 farklı türü elde edilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Toprak örneklemelerinden elde edilen *Steinernema* türlerine ait izolatlar

No	İzolat No	Bölge	Tür
1	CC 18	Cumayeri	<i>Steinernema feltiae</i>
2	K 5	Kaynaşlı	<i>Steinernema carpocapsae</i>
3	M 29	Merkez	<i>Steinernema affine</i>
4	M 34	Merkez	<i>Steinernema feltiae</i>
5	M 36	Merkez	<i>Steinernema feltiae</i>
6	Y 14	Yığılca	<i>Steinernema carpocapsae</i>

**Çizelge 4.6.** Toprak örneklemelerinden elde edilen *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait izolatlar

No	İzolat No	Bölge	Tür
1	A 26	Akçakoca	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
2	A 31	Akçakoca	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
3	CC 8	Cumayeri	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
4	CC 21	Cumayeri	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
5	CC 27	Cumayeri	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
6	Ç 17	Çilimli	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
7	Ç 29	Çilimli	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
8	G 25	Gölyaka	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
9	GG 4	Gümüşova	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
10	GG 5	Gümüşova	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
11	GG 19	Gümüşova	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
12	K 21	Kaynaşlı	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
13	K 32	Kaynaşlı	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
14	M 27	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
15	M 45	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
16	M 64	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
17	M 92	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
18	M 98	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
19	M 102	Merkez	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
20	Y 17	Yığılca	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
21	Y 25	Yığılca	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
22	Y 36	Yığılca	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>

### 4.3. Düzce İli Fındık Bahçelerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Morfometrik Ölçümleri

Entomopatojen nematodların morfometrik ölçümlerinde toplam vücut uzunluğu (TU), maksimum vücut genişliği (MG), baştan boşaltım deliğine olan uzaklık (EP), baştan sinir halkası sonuna olan uzaklık (NR), baştan özofagus kaidesine olan uzaklık (ES), kuyruk uzunluğu (TL), anüs genişliği (AG), toplam vücut uzunluğunun maksimum vücut genişliğine oranı (a), toplam vücut uzunluğunun özofagus uzunluğuna oranı (b), toplam vücut uzunluğunun kuyruk uzunluğuna oranı (c), anterior sonu ile boşaltım deliği arasındaki mesafenin özofagus uzunluğuna oranı X 100 (%D), anterior sonu ile boşaltım deliği arasındaki mesafenin kuyruk uzunluğuna oranı X 100 (%E) kriterleri kullanılmıştır. Ayrıca entomopatojen nematodların erkek bireyleri için kriter olarak kullanılan spikula uzunluğu (SU) ve gubernaculum uzunluğu (Gub. Uz.) ölçülmüştür (Hominick ve ark., 1997; Kaya ve Stock, 1997). Ölçümleri yapılan entomopatojen nematodların elde edilen bölgelerden birer adet izolatan aşağıda morfometrik ölçüm sonuçları verilmiştir.

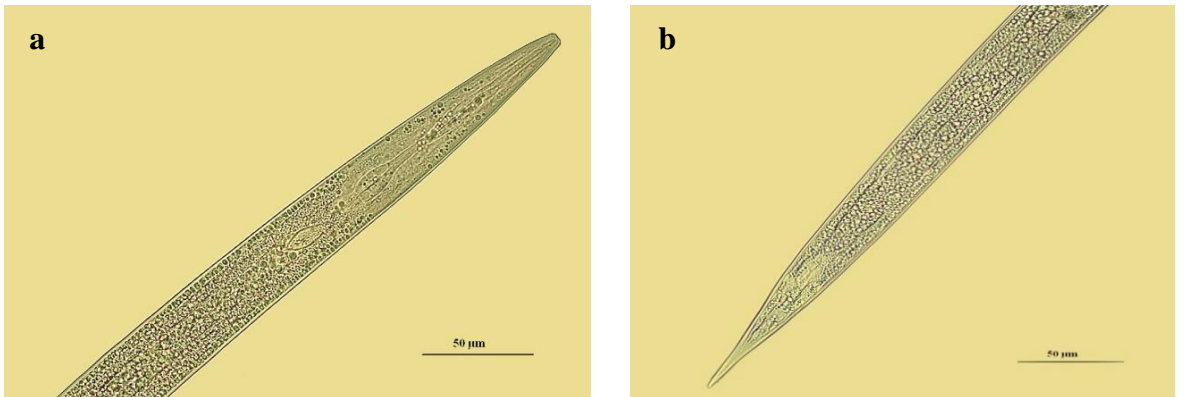
**Tür adı:** *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934)

**İzolot no:** CC 18

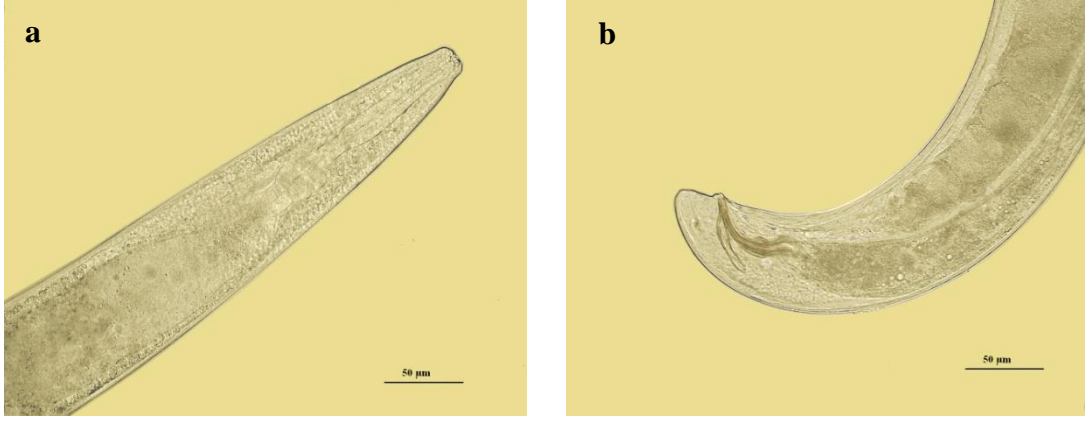
Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfektif Larva:** TU: 745.2, MG: 32.6, ES: 127.3, NR: 82.5, EP: 88.2, KU:69.4, a: 22.8  
b: 5.8, c: 10.7, %D:69.2, % E:127.0

**Erkek:** TU:1205.3, MG: 92.1, ES: 148.2, NR:108.5, EP: 88.2, KU: 36.7, a: 13.0, b: 8.1  
c: 32.8, %D: 59.5, %E: 240.3, SU: 77.3, GU: 50.2



**Şekil 4.3.** *Steinernema feltiae* (izolat CC 18)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)



**Şekil 4.4.** *Steinernema feltiae* (izolat CC 18)'nin erkeğinin baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

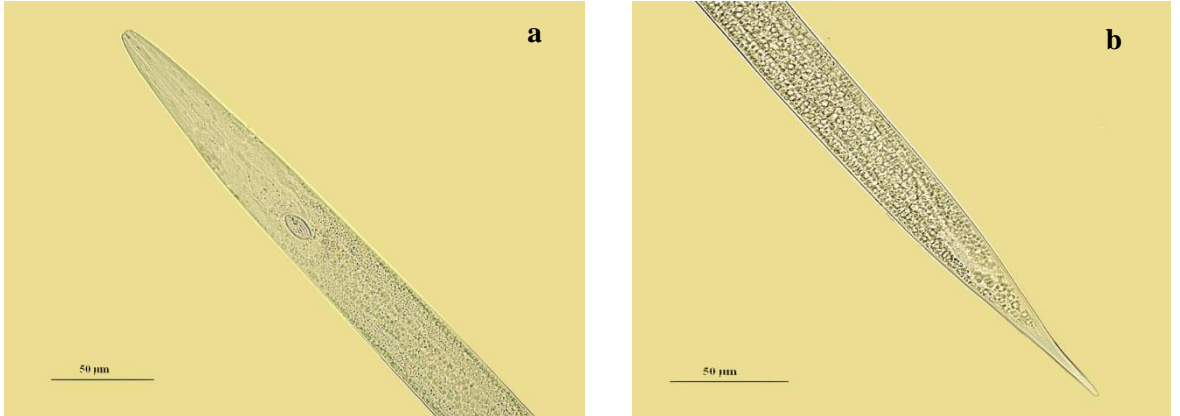
**Tür adı:** *Steinernema feltiae*

**İzolat no:** M 34

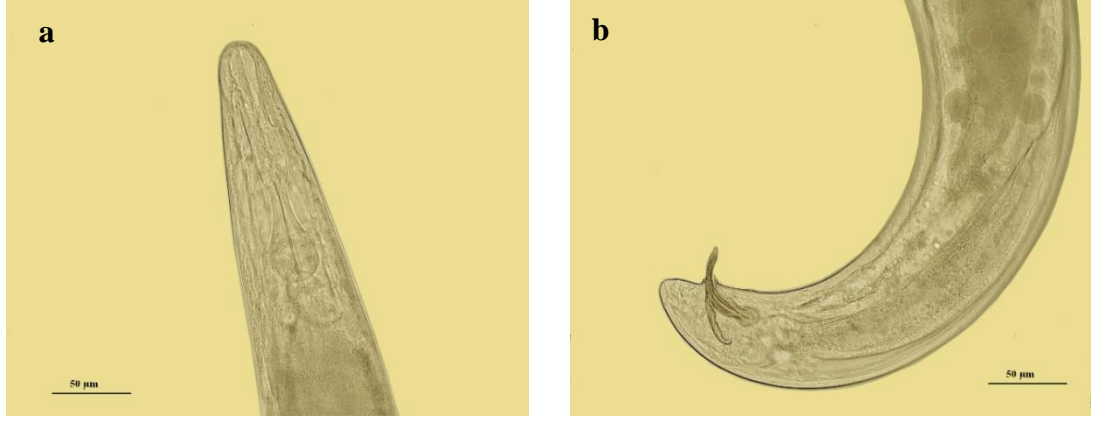
Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfektif Larva:** TU: 755.1, MG: 31.9, ES: 128.4, NR: 80.5, EP: 60.7, KU:73.9, a: 23.6  
b: 5.8, c: 10.2, %D: 47.2, % E: 82.1

**Erkek:** TU: 1184.7, MG: 89.1, ES: 147.9, NR:109.6, EP: 96.5, KU: 36.6, a: 13.2, b: 8.0  
c: 32.3, %D: 65.2, %E: 263.6, SU: 72.6, GU: 50.8



**Şekil 4.5.** *Steinernema feltiae* (izolat M 34)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)



**Şekil 4.6.** *Steinernema feltiae* (izolat M 34)'nin erkeğinin baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

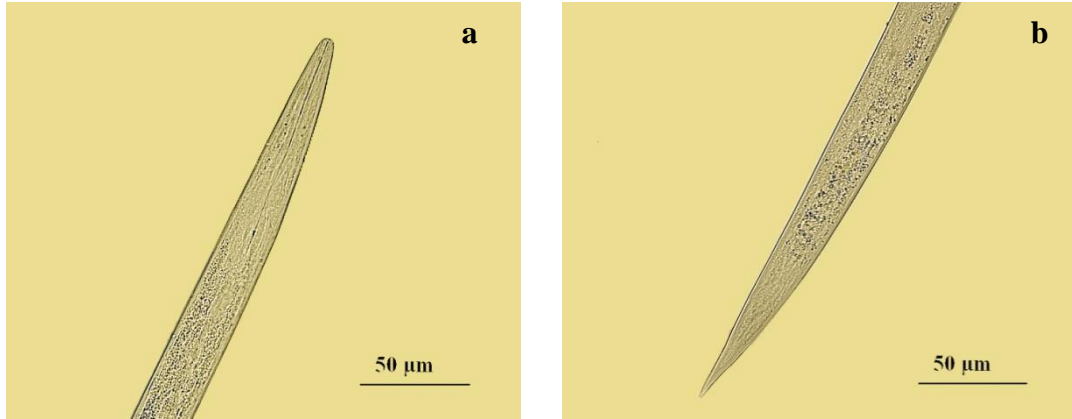
**Tür adı:** *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955)

**İzolat no:** K 5

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfektif Larva:** TU: 755.6, MG: 31.4, ES: 128.1, NR: 81.1, EP: 60.9, KU:74.5, a: 24.0  
b: 5.8, c: 10.1, %D: 47,5, % E: 81.7

**Erkek:** TU: 1181.2, MG: 88.4, ES: 147.9, NR:110.5, EP: 96.4, KU: 37.2, a: 13.3, b: 7.9  
c: 31.7, %D: 65.1, %E: 259.1, SU: 73.2, GU: 50.5



**Şekil 4.7.** *Steinernema carpocapsae* (izolat K 5)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

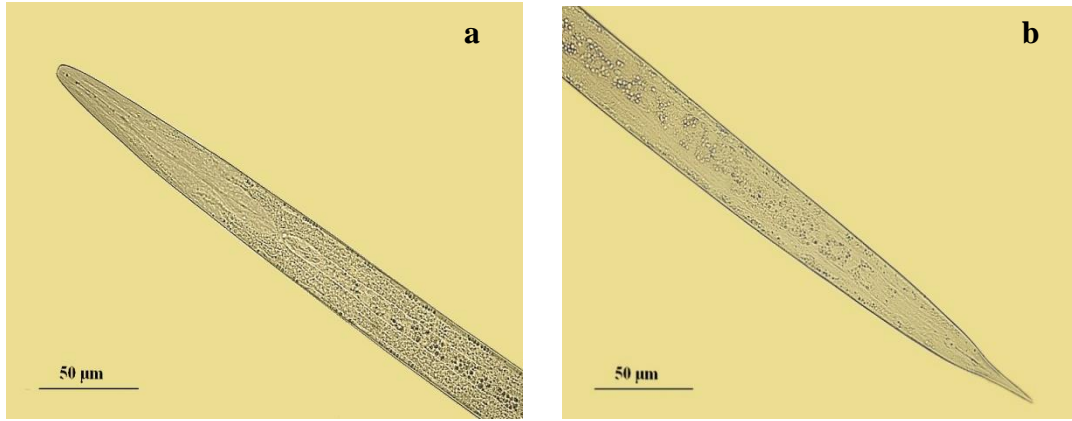
**Tür adı:** *Steinernema carpocapsae*

**İzolat no:** Y 14

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfektif Larva:** TU: 770.7, MG: 31.3, ES: 127.2, NR: 81.5, EP: 60.1, KU: 73.8, a: 24.6  
b: 6.0, c: 10.4, %D: 47.2, % E: 81.4

**Erkek:** TU: 1158.4, MG: 91.9, ES: 147.5, NR:111.0, EP: 91.8, KU: 45.1, a: 12.6, b: 7.8  
c: 25.6, %D: 62.2, %E: 203.5, SU: 75.1, GU: 50.6



**Şekil 4.8.** *Steinernema carpocapsae* (izolat Y 14)'nin infektif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

**Tür adı:** *Steinernema affine* (Bovien, 1937)

**İzolat no:** M 29

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfektif Larva:** TU: 757.1, MG: 31.4, ES: 128.7, NR: 80.8, EP: 61.4, KU: 73.7, a: 24.1  
b: 5.8, c: 10.2, %D: 47.7, % E: 83.3

**Erkek:** TU: 1180.6, MG: 87.5, ES: 146.7, NR:109.8, EP: 96.1, KU: 37.4, a: 13.4, b: 8.0  
c: 31.5, %D: 65.5, %E: 256.9, SU: 73.2, GU: 50.8

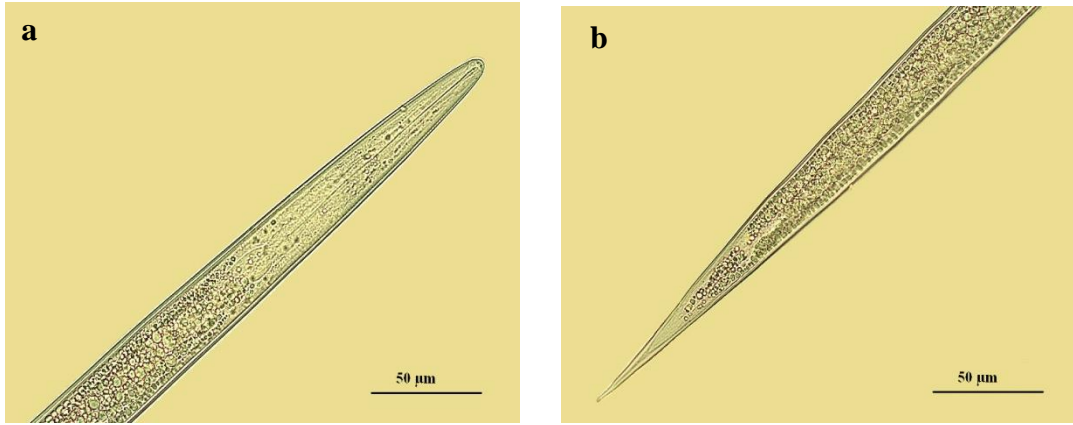
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar, 1976)

**İzolat no:** A 26

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 633.7, MG: 27.8, ES: 132.6, NR: 93.4, EP: 110.4, KU: 91.1, a: 22.7  
b: 4.7, c: 6.9, %D: 83.2, % E: 121.1

**Erkek:** TU: 868.6, MG: 55.6, ES: 98.8, NR: 75.7, EP: 125.9, KU: 34.8, a: 15.6, b: 8.7  
c: 24.9, %D: 127.4, %E: 361.7, SU: 41.6, GU: 18.7



**Şekil 4.9.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat A 26)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

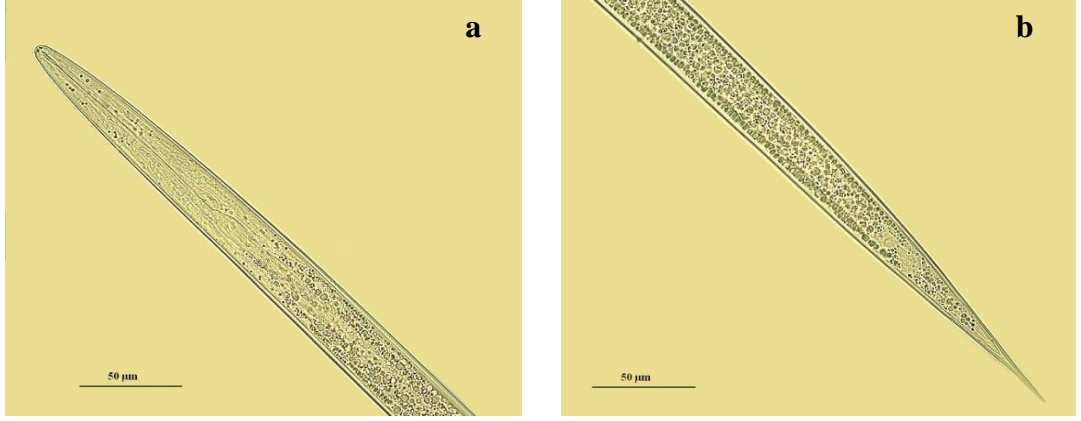
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** CC 8

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 568.7, MG: 26.4, ES: 117.9, NR: 83.7, EP: 100.5, KU: 93.1, a: 21.5  
b: 4.8, c: 6.1, %D: 85.2, % E: 107.9

**Erkek:** TU: 914.6, MG: 52.3, ES: 107.8, NR: 81.6, EP: 132.5, KU: 35.9, a: 17.4, b: 8.4  
c: 25.4, %D: 122.9, %E: 369.0, SU: 45.7, GU: 22.9



**Şekil 4.10.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat CC 8)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

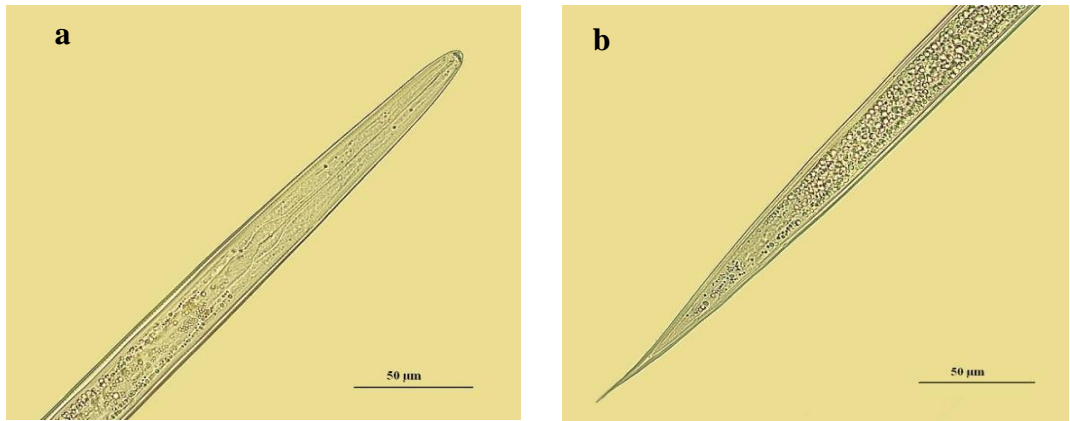
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** Ç 17

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 587.9, MG: 28.1, ES: 127.8, NR: 88.9, EP: 104.2, KU: 94.6, a: 20.9  
b: 4.6, c: 6.2, %D: 81.5, % E: 110.1

**Erkek:** TU: 889.4, MG: 50.6, ES: 110.1, NR: 82.7, EP: 136.5, KU: 34.6, a: 17.5, b: 8.0  
c: 25.7, %D: 123.9, %E: 394.5, SU: 45.4, GU: 21.8



**Şekil 4.11.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat Ç 17)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

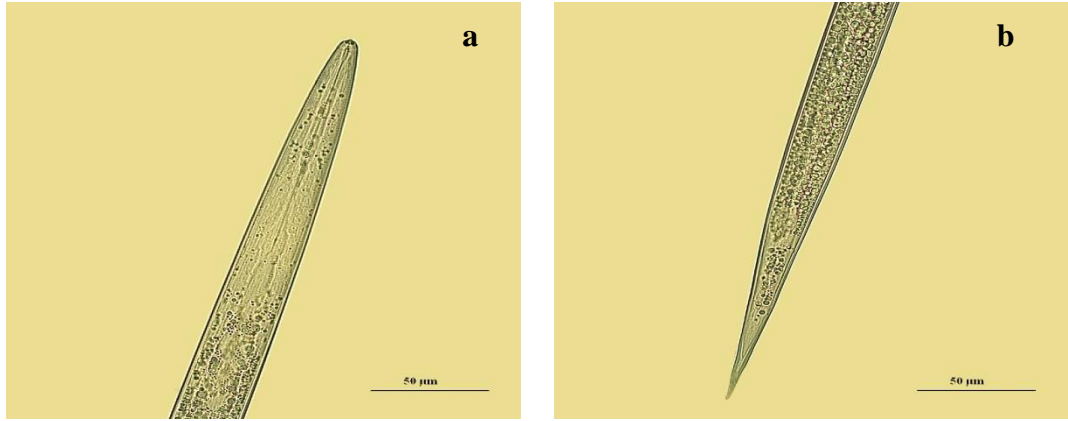
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** G 25

Morfometrik Ölçüm Sonuçları ( $\mu\text{m}$ )

**İnfectif Larva:** TU: 585.2, MG: 26.9, ES: 118.4, NR: 87.1, EP: 101.5, KU: 93.1, a: 21.7  
b: 4.9, c: 6.2, %D: 85.7, % E: 109.0

**Erkek:** TU: 832.7, MG: 46.7, ES: 105.8, NR: 78.9, EP: 124.9, KU: 32.1, a: 17.8, b: 7.8  
c: 25.9, %D: 118.0, %E: 389.0, SU: 42.7, GU: 20.8



**Şekil 4.12.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat G 25)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

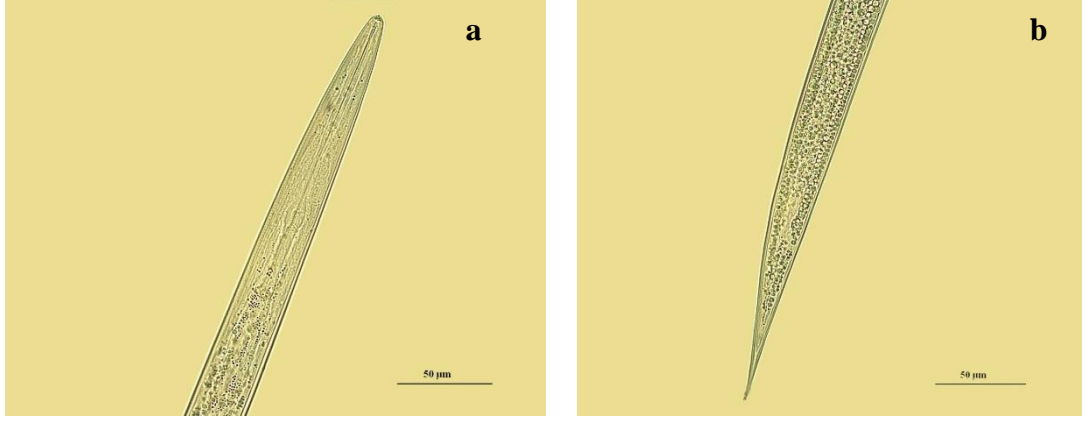
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** GG 4

Morfometrik Ölçüm Sonuçları ( $\mu\text{m}$ )

**İnfectif Larva:** TU: 562.1, MG: 29.1, ES: 118.2, NR: 79.8, EP: 100.5, KU: 91.1, a: 19.3  
b: 4.7, c: 6.1, %D: 85.0, % E: 110.3

**Erkek:** TU: 913.1, MG: 51.8, ES: 105.4, NR: 79.1, EP: 134.5, KU: 34.1, a: 17.6, b: 8.6  
c: 26.7, %D: 127.6, %E: 394.4, SU: 44.7, GU: 21.3



**Şekil 4.13.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat GG 4)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

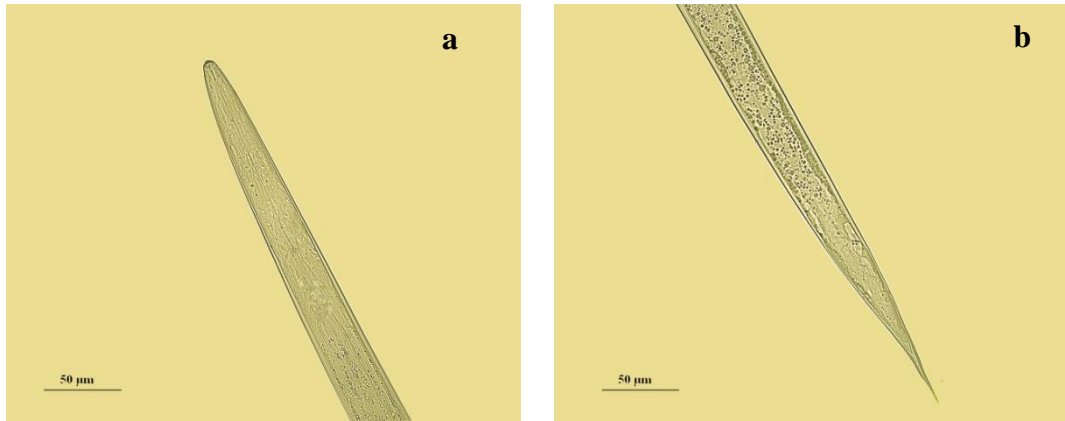
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** K 21

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 552.9, MG: 27.9, ES: 116.8, NR: 82.5, EP: 98.7, KU: 90.8, a: 19.8  
b: 4.7, c: 6.0, %D: 84.5, % E: 108.7

**Erkek:** TU: 877.4, MG: 50.6, ES: 109.6, NR: 79.7, EP: 132.5, KU: 33.4, a: 17.3, b: 8.0  
c: 26.2, %D: 120.8, %E: 396.7, SU: 42.8, GU: 20.8



**Şekil 4.14.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat K 21)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

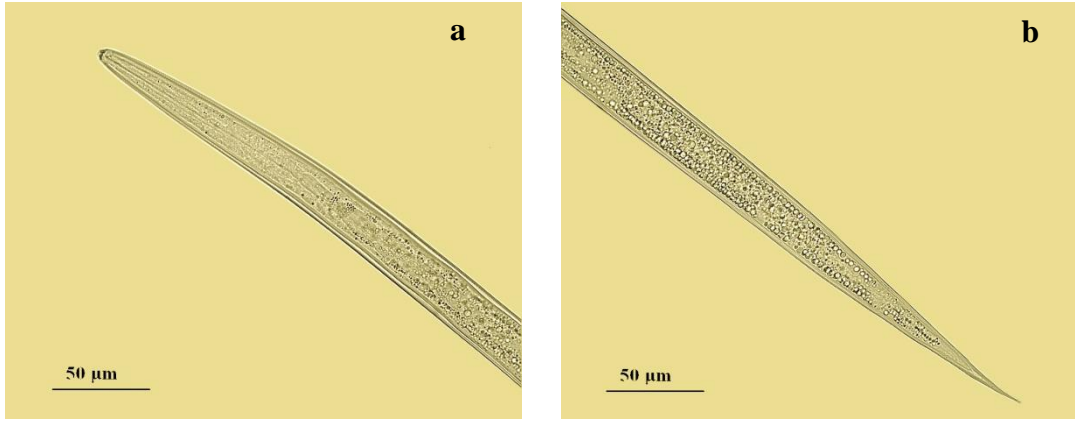
**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** M 45

Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 569.4, MG: 27.1, ES: 124.6, NR: 79.6, EP: 99.1, KU: 92.4, a: 21.0  
b: 4.5, c: 6.1, %D: 79.5, % E: 107.2

**Erkek:** TU: 880.1, MG: 51.6, ES: 110.1, NR: 84.2, EP: 130.2, KU: 35.1, a: 17.0, b: 7.9  
c: 25.0, %D: 118.2, %E: 370.9, SU: 45.0, GU: 21.8



**Şekil 4.15.** *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat M 45)'nin infectif larvasının baş (a) ve kuyruk kısmı (b)

**Tür adı:** *Heterorhabditis bacteriophora*

**İzolat no:** Y 36

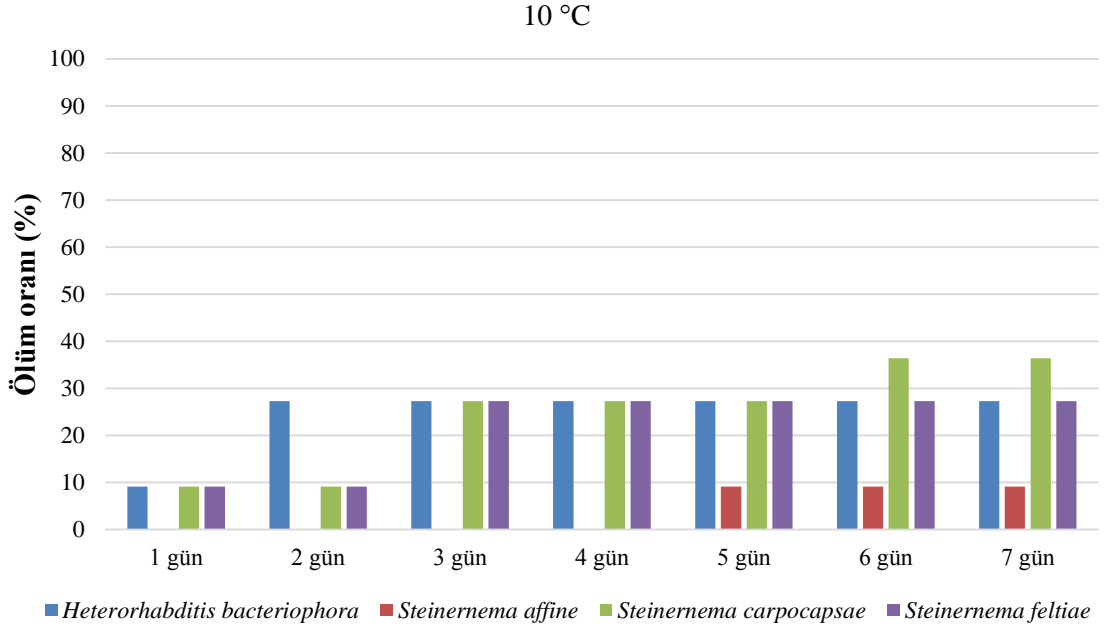
Morfometrik Ölçüm Sonuçları (µm)

**İnfectif Larva:** TU: 562.0, MG: 27.9, ES: 121.1, NR: 79.1, EP: 96.8, KU: 91.2, a: 20.1  
b: 4.6, c: 6.1, %D: 79.9, % E: 106.1

**Erkek:** TU: 838.7, MG: 51.1, ES: 108.1, NR: 85.1, EP: 131.1, KU: 33.1, a: 16.4, b: 7.7  
c: 25.3, %D: 121.2, %E: 396.0, SU: 44.1, GU: 21.7

#### 4.4. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvaları Üzerindeki Etkinliği

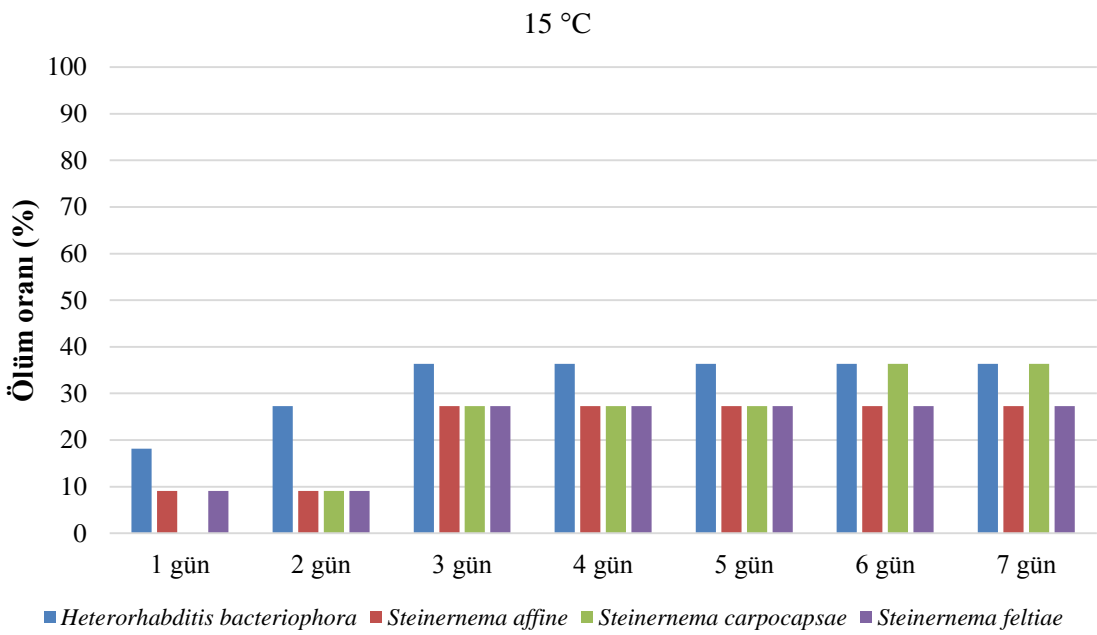
Fındık bahçelerinde ana zararlı konumunda olan fındık kurdu (*Curculio nucum* L.)'nun larvalarına karşı laboratuvarında entomopatojen nematodların etkinlik çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan çalışmada entomopatojen nematodlardan *S. feltiae* (113), *S. affine* (46), *S. carpocapsae* (1133) ve *H. bacteriophora* (44) türlerine ait izolatlar son dönem fındık kurdu larvalarına karşı uygulanmıştır. Fındık kurdu larvaları (n= 24) kullanılarak yürütülen denemede 10, 15 ve 25 °C olmak üzere üç farklı sıcaklık ve 250 IJ/petri kullanılmıştır. Entomopatojen nematodların fındık kurdu larvaları üzerine uygulanmasından itibaren günlük fındık kurdu larvalarında görülen ölüm oranları tespit edilmiştir. *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinsine ait izolatların fındık kurdu larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranları birbirinden farklılık göstermiştir.



**Şekil 4.16.** Entomopatojen nematod izolatlarının 10 °C’de fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%)

Denemede düşük sıcaklık olan 10 °C’deki uygulamalarda entomopatojen nematodların fındık kurdu larvaları üzerinde meydana getirdikleri ölüm oranları yüksek sıcaklıktaki uygulamalara göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Entomopatojen nematodlardan *S. affine* türünün düşük sıcaklık uygulamasında (10 °C) *C. nucum* larvaları üzerinde gösterdiği ölüm oranı diğer türlere göre en az olduğu (%9), *S. carpocapsae* türünün ise en fazla olduğu (%36.3) belirlenmiştir.

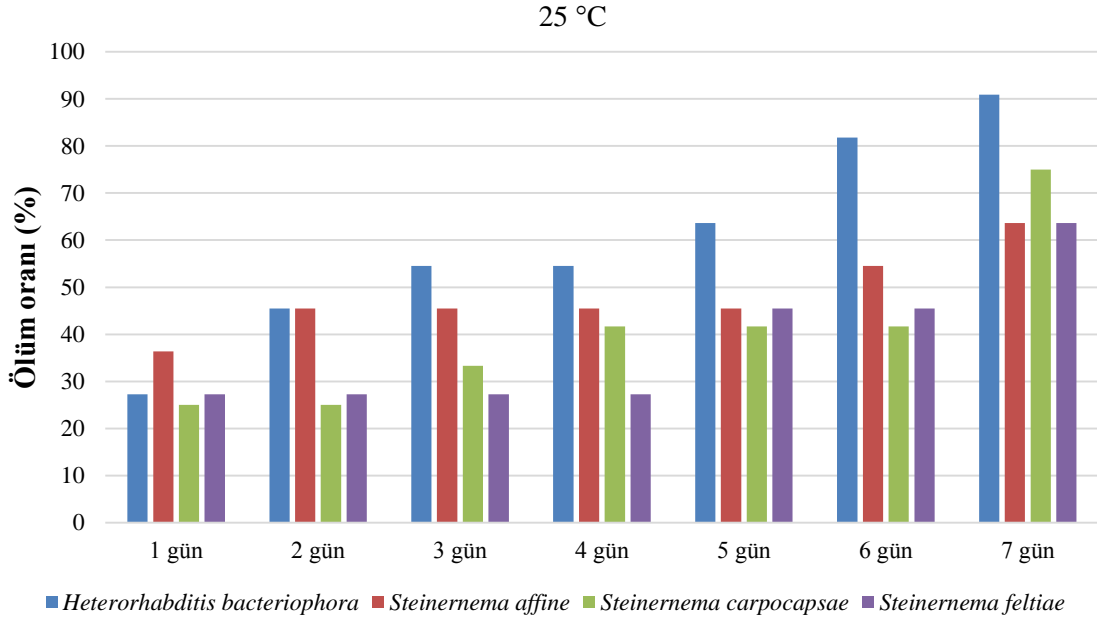
Entomopatojen nematodlardan *H. bacteriophora* 10 °C’de 2. günden itibaren fındık kurdu larvaları üzerinde ölüm oranında yüksek bir artış meydana getirdiği, *S. feltiae* ve *S. carpocapsae* ise 3. günden itibaren bu yüksek artışa ulaştığı tespit edilmiştir. *S. affine* bu uygulama sıcaklığında en düşük ölüm oranına sahip olup ancak denemenin 5. gününden itibaren fındık kurdu larvalarına karşı etkinlik gösterebilmiştir. Deneme sonunda 10 °C’de fındık kurdu larvalarında *H. bacteriophora* (44) izolatu %27.2, *S. affine* (46) izolatu %9, *S. carpocapsae* (1133) izolatu %36.3 ve *S. feltiae* (113) izolatu %27.2 ölüm oranı meydana getirdiği tespit edilmiştir.



**Şekil 4.17.** Entomopatojen nematod izolatlarının 15 °C’de fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%)

Sıcaklık artışına bağlı olarak denenen tüm entomopatojen nematodların fındık kurdu larvaları üzerinde meydana getirdikleri ölüm oranlarında artışların olduğu belirlenmiştir. *H. bacteriophora* 15 °C uygulama sıcaklığında fındık kurdu larvaları üzerinde 1. ve 2. gün meydana getirdiği ölüm oranları denemedeki diğer nematodlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. *S. carpocapsae* ise bu sıcaklık uygulamasının 6. gününde *H. bacteriophora*’nın fındık kurdu larvaları üzerinde göstermiş olduğu ölüm oranına yetişmiş olup *H. bacteriophora* ile birlikte bu sıcaklık uygulamasında yüksek etkinlik göstermiştir. Deneme sonunda 15 °C’de fındık kurdu larvalarında *H. bacteriophora* (44) izolatu %36.3, *S. affine*

(46) izolatu %27.2, *S. carpocapsae* (1133) izolatu %36.3 ve *S. feltiae* (113) izolatu %27.2 ölüm oranı meydana getirdiği tespit edilmiştir.



**Şekil 4.18.** Entomopatojen nematod izolatlarının 25 °C’de findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%)

Entomopatojen nematodlar 25 °C’de findık kurdu larvaları üzerinde diğer sıcaklık uygulamalarına göre daha yüksek ölüm oranları göstermişlerdir. Düşük sıcaklık uygulamalarında larvalar üzerinde fazla etkili olamayan *S. affine* türü 25 °C’de beşinci güne kadar findık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları diğer *Steinernema* türlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın yükselmesi *S. affine* türlerinin larvalar üzerinde etkinliğinin artmasını sağlamıştır. *S. feltiae* ve *S. carpocapsae* türleri ise denemenin yedinci gününe kadar findık kurdu larvalarında artan oranlarda ölüm meydana getirmişlerdir.

*H. bacteriophora* denemenin 25 °C sıcaklık uygulamasında findık kurdu larvaları üzerinde diğer nematodlara göre daha fazla ölüm oranı göstermiştir. Deneme sonunda 25 °C’de findık kurdu larvalarında *H. bacteriophora* (44) izolatu %90.9, *S. affine* (46) izolatu %63.6, *S. carpocapsae* (1133) izolatu %75 ve *S. feltiae* (113) izolatu %63.6 ölüm oranı meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Fındık kurdu larvaları üzerinde entomopatojen nematodların etkinliğini araştırmak için Blum ve ark. (2009) tarafından alanda yürütölen bir çalışmada toprağa *H. bacteriophora*'nın 250.000 enfektif larva/m<sup>2</sup> dozunu iki kez uygulamışlardır. Bu alışma sonucu fındık kurdu larvalarında %72 ölüml oranı meydana getirerek *H. bacteriophora* etkinliğinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Fındık kurdu mücadelesinde entomopatojen nematodlardan *H. bacteriophora*'nın fındık bahçelerinde uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Entomopatojen nematodların fındık kurdu üzerinde toprakta etkinliğini araştırmak için Peters ve ark. (2007), *S. feltiae*, *H. indica* ve *H. bacteriophora* olmak üzere üç türü test etmişlerdir. Alan denemelerinde toprağa 2.2 milyon/ m<sup>2</sup> EPN uygulamasında *S. feltiae*, *H. indica* ve *H. bacteriophora*'nın fındık kurdu üzerinde meydana getirdikleri ölüml oranları sırası ile %41, %65 ve %75 olarak gerçekleşmiştir. *H. bacteriophora*'nın iyi dayanıklılık ve etkinlik göstermesinden dolayı fındık kurdu kontrolü için en umut verici tür olduğu sonucuna varmışlardır.

Curculionidae familyasında bulunan *C. elephas*'ın kontrolü için Kepenekçi ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada laboratuvardaki toprak kap denemelerinde entomopatojen nematodların etkinliğini araştırmışlardır. Üç entomopatojen nematod türü *S. carpocapsae* (Anamur ırkı), *S. feltiae* (Tur-S3 strain) ve *H. bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) 0, 100, 500 ve 1000 nematod yoğunluklarında ve 10, 15 ve 25 °C gibi farklı sıcaklıklarda zararlının son dönem larvalarına karşı denemişlerdir.

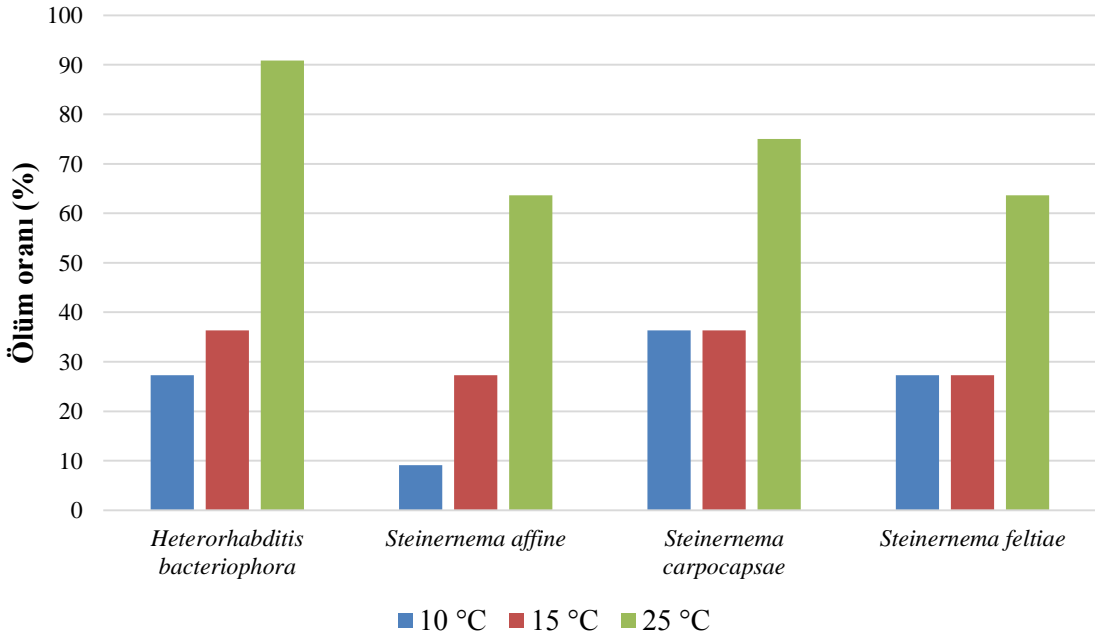
Steinernematidae türlerinin 10 °C'de larvalar üzerinde öldürücü bir infeksiyon göstermediğini, *Heterorhabditis* ırklarının ise bu sıcaklıkta %21-22 ölüml oranı gösterdiğini belirlemişlerdir. *H. bacteriophora*'nın Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda diğer nematodlara göre yüksek etkinlikte olduğunu tespit etmişlerdir. 25 °C'de ise larvaların üzerinde %95 ölüml oranı ile en yüksek etkinliği *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkının gösterdiğini belirlemişlerdir.

*S. feltiae*, *S. weiseri* ve *H. bacteriophora* olmak üzere üç entomopatojen nematod türünün etkinlikleri Karagöz ve ark. (2009) tarafından *C. elephas* ve *C. splendana* larvalarına karşı araştırılmıştır. Nematodları 10, 15, 20 ve 25 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta zararlının son dönem larvalarına denemişlerdir. Sıcaklığın entomopatojen nematodların enfeksiyonu ve gelişimi üzerine önemli etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bu larvalara

karşı 20 ve 25 °C'de meydana getirdiği ölüm oranı bakımından en etkili türün *H. bacteriophora* olduğunu tespit etmişlerdir.

Curculionidae familyasına ait *C. elephas* larvalarına karşı farklı entomopatojen nematod türlerinin 50 ve 100 IJ olmak üzere iki farklı yoğunlukta Demir (2012) tarafından etkinlik denemeleri yapılmıştır. Fındık kurdu ile aynı familyada bulunan *C. elephas* larvaları ile yapılan denemelerde en düşük ölüm oranının *S. glaseri* türünde (%21), en yüksek ölüm oranının ise *H. bacteriophora* (%56) türünde olduğunu belirlemiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda *H. bacteriophora*'nın *C. nucum* ve *C. elephas* larvaları üzerindeki etkinliğinin diğer türlere göre yüksek olması laboratuvarında yürütülen fındık kurdu üzerindeki etkinlik denemelerinde ortaya çıkan sonuçlara yakın bulunmuştur. Bu bulgular *Curculio* türlerinin larvalarına karşı entomopatojen nematodların etkinlik denemelerinde *H. bacteriophora*'nın etkili tür olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.19.** Entomopatojen nematod izolatlarının farklı sıcaklıklarda fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı (%)

Entomopatojen nematodların 4 türünün kullanıldığı denemede, 10 °C'de tüm entomopatojen nematod türlerinin larvalarda meydana getirdiği ölüm oranlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın yükselmesi ile fındık kurdu larvalarında meydana gelen

ölüm oranlarının arttığı gözlenmiştir. *S. feltiae* türünde 10 ve 15 °C sıcaklık uygulamaları sonunda fındık kurdu larvaları üzerinde ölüm oranları arasında bir farkın olmadığı, 25 °C’de ise bu oranın önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Aynı durum *S. carpocapsae* türünde de meydana gelmiş olup, 10 ve 15 °C sıcaklıklarda larvalar üzerinde benzer etkinlik göstermiştir. *S. affine* türü 10°C sıcaklık uygulamasında larvalar üzerinde en düşük etkinlik göstermesine rağmen sıcaklığın yükselmesi ile etkinliğini artırdığı ve denemedeki diğer nematod türlerinin oranlarına yakın olduğu gözlenmiştir.

Entomopatojen nematod izolatlarının denemedeki her sıcaklık uygulaması için kontrol grubu oluşturulmuş olup bu gruptaki fındık kurdu larvalarında yedinci gün sonunda ölüm meydana gelmediği tespit edilmiştir.

## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. Fındık Bahçelerinden Alınan Toprak Örneklerinden Elde Edilen Entomopatojen Nematod Türleri

Düzce ili fındık bahçelerinde yapılan arazi çalışmalarında alınan 333 toprak örneğinden 28 adet entomopatojen nematod izolatu elde edilmiştir. Toprak örneklerinden entomopatojen nematod elde edilme oranı %8.4 olarak tespit edilmiştir. Morfometrik ölçümleri yapılan entomopatojen nematod izolatlarından *H. bacteriophora*, *S. feltiae*, *S. carpocapsae* ve *S. affine* olmak üzere 4 tür tespit edilmiştir. Elde edilen izolatlardan 22'sinin *H. bacteriophora*, 3'ünün *S. feltiae*, 2'sinin *S. carpocapsae*, 1 izolatın ise *S. affine* olduğu belirlenmiştir.

Düzce ilinde entomopatojen nematodların tespiti için toplanan toprak örnekleri bölgeyi temsil edecek şekilde 8 ilçenin fındık yetiştiriciliği yapılan farklı yerlerinden alınmıştır. Bu örnekleme yapıldığı tüm bölgelerden *H. bacteriophora* türü elde edilmiş olup *Steinernema* cinsine ait türlerin ise 4 farklı bölgede varlığı tespit edilmiştir. Pozitif olduğu belirlenen 28 toprak örneğinin morfometrik ölçümleri sonucu 22 tanesinin *Heterorhabditis* cinsine (%78.6), 6 tanesinin ise *Steinernema* cinsine (%21.4) ait olduğu belirlenmiştir. İzole edilen entomopatojen nematodlardan çoğunun *H. bacteriophora* türüne ait olduğu belirlenerek bu türün Düzce ilinde en yaygın entomopatojen nematod türü olduğu tespit edilmiştir.

Dünyada da en çok bulunan entomopatojen nematod türlerinden biri olan *H. bacteriophora* daha çok tropik bölgeler olmak üzere, soğuk bölgelere kadar yayılım gösterebilmektedir (Hominick ve ark., 1996). Bu özelliği bakımından ılıman iklime sahip olan Düzce ilinde bu türe ait izolatların geniş yayılım gösterdiği görülmüştür.

Bu çalışma ile Düzce ilindeki entomopatojen nematod türlerinin dağılımları ve çeşitlikleri belirlenmiş olup elde edilen türler, zararlılara karşı biyolojik mücadelede başarılı şekilde kullanılan entomopatojen nematod türleri olması açısından önemlidir.

Entomopatojen nematodların polifag özelliğinin olması ve konukçularında yüksek oranlarda ölüm meydana getirmesinden dolayı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanımı artmaktadır. Yaşam ortamları toprak olan entomopatojen nematodlar zararlı böceklerin kontrolünü toprakta etkin olarak sağlayabilmektedir. Fındık alanlarında çok sayıda zararlı

böceğin hayat döngülerinin bir kısmını toprak altında geçirmesi nematodların konukçusu ile etkileşimi ve yaşamlarını sürdürebilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada fındık alanlarında elde edilen entomopatojen nematod izolatlarının bölgesel izolatlar olmasından dolayı ileriki çalışmalarda bölgedeki zararlılara karşı biyolojik mücadelede başarılı olabileceği düşünülmektedir.

## 5.2. Entomopatojen Nematodların Fındık Kurdu Larvaları Üzerindeki Etkinliği

Entomopatojen nematod izolatlarının laboratuvarında fındık kurdu (*C. nucum* L.)'nun larvaları üzerinde etkinliklerinin araştırıldığı çalışmada entomopatojen nematodlardan *S. feltiae* (113), *S. affine* (46), *S. carpocapsae* (1133) ve *H. bacteriophora* (44) türlerine ait izolatlar son dönem fındık kurdu larvalarına karşı uygulanmıştır. Yürütülen denemede fındık kurdu larvaları (n= 24) üzerine 10, 15 ve 25 °C olmak üzere üç farklı sıcaklık ve 250 IJ/petri kullanılmıştır. Entomopatojen nematodların fındık kurdu larvaları üzerine uygulanmasından itibaren larvalarda görülen ölüm oranları günlük olarak tespit edilmiştir.

Yapılan denemede fındık kurdu larvalarının *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinsine ait entomopatojen nematod izolatlarının enfeksiyonuna duyarlı oldukları belirlenmiştir. Bu izolatların fındık kurdu larvalarında meydana getirdikleri ölüm oranları sıcaklığa, günlere ve izolatlara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Denemede düşük sıcaklık olan 10°C'deki uygulamalarda entomopatojen nematodların fındık kurdu larvaları üzerinde meydana getirdikleri ölüm oranları yüksek sıcaklıktaki uygulamalara göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın azalması nematodların infektivite yeteneklerini oldukça düşürdüğü, artan sıcaklıkta ise özellikle 25 °C'de nematodların larvalar üzerinde yüksek etkinlik gösterdikleri belirlenmiştir.

Düşük sıcaklık uygulamasında (10 °C), *S. affine* türünün *C. nucum* larvaları üzerinde gösterdiği ölüm oranı diğer türlere göre en az olduğu (%9), *S. carpocapsae* türünün ise en fazla olduğu (%36.3) tespit edilmiştir. *S. carpocapsae* türünün düşük sıcaklıkta diğer türlere göre infektivitesinin daha fazla olduğu saptanmıştır. *H. bacteriophora* 10 °C sıcaklık uygulamasında 2. günden itibaren fındık kurdu larvaları üzerinde ölüm oranında yüksek bir artış meydana getirirken, *S. feltiae* ve *S. carpocapsae* ise 3. günden itibaren bu yüksek artışa ulaştığı tespit edilmiştir. Konukçu üzerinde görülen bu ölüm oranı artışları EPN izolatlarının infektivite yeteneğinin günlere bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

*S. affine* türü düşük sıcaklık uygulamalarında larvalar üzerinde fazla etkili olamamasına rağmen 25 °C’de beşinci güne kadar fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları diğer *Steinernema* türlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın yükselmesi *S. affine* türlerinin larvalar üzerinde etkinliğinin artmasını sağlamıştır.

*H. bacteriophora* denemedeki tüm sıcaklık uygulamalarında fındık kurdu larvaları üzerinde etkili olduğu, yüksek sıcaklık uygulaması olan 25 °C’de larvalar üzerinde %90.9 ölüm oranı meydana getirerek diğer nematodlara göre daha fazla infektif özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Entomopatojen nematodların etkinlik denemelerinde fındık kurdu larvalarına karşı yüksek infektivite göstermesinden dolayı *H. bacteriophora*’nın en etkili tür olduğunu belirlenmiştir.

Entomopatojen nematod türleri üzerinde sıcaklığın etkilerini karşılaştırdığımızda *S. feltiae* türünde 10 ve 15 °C sıcaklık uygulamaları sonunda fındık kurdu larvaları üzerinde ölüm oranları arasında bir farkın olmadığı, 25 °C’de ise bu oranın önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Aynı durum *S. carpocapsae* türünde de meydana gelmiş olup 10 ve 15 °C sıcaklıklarda larvalar üzerinde benzer etkinlik göstermiştir. *S. affine* ve *H. bacteriophora* türlerinde ise tüm sıcaklık uygulamaları sonucu larvalar üzerinde meydana gelen ölüm oranlarında farklılıklar gözlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada düşük sıcaklıklarda *S. carpocapsae* türünün yüksek sıcaklıklarda ise *H. bacteriophora* türünün diğer türlere göre fındık kurdu larvalarında daha yüksek oranda ölüm meydana getirdiği belirlenmiştir. Fındık kurdu larvaları üzerinde test edilen tüm entomopatojen türlerinin 25 °C’de %60’ın üzerinde ölüm oranı meydana getirmesi bu zararlı ile mücadelede nematodların umut verici olduğunu göstermektedir.

Fındık kurdu bulunan bahçelerde kolay uygulanabilen bir mücadele olduğu için kimyasal ilaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak ilaçların kontrolsüz şekilde uygulanması sonucu bölgede bulunan arılar başta olmak üzere diğer yararlı böcek ve canlılara olumsuz yönde etkileri söz konusudur. Bu nedenle ilaçların kullanımına alternatif olabilecek çözüm arayışları içerisinde yer alan mücadele yöntemlerinden biri olan biyolojik mücadele üzerine araştırmalar önemli olmaktadır. Bu çalışmada biyolojik mücadele etmeni olan entomopatojen nematodların gösterdikleri etkinlikler üzerine fındık kurdu mücadelesinde kullanılabilme potansiyelinin olabileceği sonucuna varılmış olup, doğa koşullarında ileriki çalışmalarda fındık kurdu mücadelesinde kullanım olanakları araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. Karadeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği 2013-14 Sezonu Fındık İhracatı. 25 Şubat 2015, <http://www.kib.org.tr/files/downloads/findik-ihracati/201314.pdf>.
- Aydın M.S., 2007. Entomopatojen Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Aydın İli ve Çevresindeki Topraklarda Tür Çeşitliliği ve Dağılımlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye.
- Bedding R.A., Akhurst R.J., 1975. A Simple Technique for the Detection of Insect Parasitic Rhabditid Nematodes in Soil. *Nematologica*. 21: 109-110.
- Belair G., Koppenhöfer A.M., Dionne J., Simard L. 2010. Current and Potential Use of Pathogens in the Management of Turfgrass Insects as Affected by New Pesticide Regulations in North America. *International Journal of Pest Management*, 56: 51-60.
- Blum B., Kron Morelli R., Vinotti V., Ragni A., 2009. Control of *Curculio Nucum*, the Hazelnut Borer, by Entomopathogenic Nematodes. *Acta Hort. (ISHS)* 845:567-570 [http://www.actahort.org/books/845/845\\_89.htm](http://www.actahort.org/books/845/845_89.htm).
- Bozoğlu M., 2002. Türkiye'nin Fındık Politikası ve Reform Arayışları. Türkiye'de Uygulanan Fındık Politikaları ve Fındığın Geleceği Konferans-Panelli, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye, 9-24.
- Bruck D.J., Walton V.M., 2007. Susceptibility of the Filbertworm (*Cydia latiferreana*, Lepidoptera:Tortricidae) and Filbert Weevil (*Curculio occidentalis*, Coleoptera: Curculionidae) to Entomopathogenic Nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*. 96: 93-96.
- Bulun N., 2011 Çanakkale İli Elma Bahçelerindeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi ve Elma İç Kurdu (*Cydia pomonella*, Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae)'na Karşı Laboratuvarda Etkinliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Canhilal R., Reid W., Kutuk H., Bouhssini M.El., 2006. Natural Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Syrian Soils. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2 (6): 493-497.

- Demir S., 2012. Entomopatojen Nematod (Steinernematidae ve Heterorhabtidae) Tür Kombinasyonlarının *Curculio elephas* (Col: Curculionidae) ve *Polyphylla fullo* (Col: Scarabaeidae) Larvalarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye.
- Georgis R., Koppenhöfer A.M., Lacey L.A., Belair G., Duncan L.W., Grewal P.S., Samish M., Tan L., Torr P., Van Tol R.W.H.M., 2006. Successes and Failures in the Use of Parasitic Nematodes for Pest Control. *Biological Control* 38: 103–123.
- Gökçe C., 2011. Çeşitli Toprak Örneklerinden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu, Tanımlanması ve Patojenitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Grewal P.S., Ehlers R.U., Shapiro-Ilan D.I., 2005. Nematodes as Biocontrol Agents. *CABI Publishing*, USA, 506 p.
- Griffin C.T., Chaerani R., Fallen D., Reid A.P., Downs M.J., 2000. Occurrence and distribution of the Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *J. Helminthol.*, 74: 143-150.
- Immaraju J.A., Paine T.D., Bethke J.A., Robb K.L., Newman J.P., 1992. Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Resistance to Insecticides in Coastal California Greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, Leanham, 85: 9-14.
- Iraki N., Salah N., Sansour M.A., Segal D., Glazer I., Johnigk S.A., Hussein M.A., Ehlers R.U., 2000. Isolation and Characterization of Two Entomopathogenic Nematode Strain, *Heterorhabditis indica* (Nematode: Rhabditida) from the West Bank, Palestinian Territories. *J. Appl. Entomol.*, 124: 375-380.
- Işık M., Ecevit O., Kurt M.A., Yüçetin T., 1987. *Doğu Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerinde Entegre Savaş Olanakları Üzerinde Araştırmalar*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, 20-95.
- Hazır S., Kaya H.K., Stock S.P., Keskin N., 2004. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pests. *Turk. J. Biol.*, Tübitak, 27: 181-202.
- Hominick W.M., Reid A.P., Bohan D.A., Briscoe B.R., 1996. Entomopathogenic Nematodes-Biodiversity, Geographical Distribution and the Convention on Biological Diversity. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 317-331.

- Hominick W.M., Briscoe B.R., del-Pino F.G., Heng J., Hunt D.J., Kozodoy E., Mracek Z., Nguyen K.B., Reid A.P., Spiridonov S., Stock P., Sturhan D., Waturu C., Yoshida M., 1997. Biosystematics of Entomopathogenic Nematodes: Current Status, Protocols and Definitions. *J. Helminthol.*, 71: 271-298.
- Karagöz M., Gülcü., B. Hazir, S., Kaya H.K., 2009. Laboratory Evaluation of Turkish Entomopathogenic Nematodes for Suppression of the Chestnut Pests, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae), *Biocontrol Science and Technology*, 19: 755-768.
- Kary N.E., Niknam G., Griffin T., Mohammadi S.A., Moghaddam M., 2009. A Survey of Entomopathogenic Nematodes of the Families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the North-West of Iran. *Nematology*, V 11(1): 107-116.
- Kaya H.K., Stock S.P., 1997. Techniques in Insect Nematology. In “*Manual of Techniques in Insect Pathology*” (L. Lacey, Ed.), Academic Press, San Diego, CA, 281-324.
- Kepenekçi İ., Gökçe A., Gaugler R., 2004. Virulence of Three Species of Entomopathogenic Nematodes to the Chestnut Weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Nematropica* 34: 199-204.
- Klein M.G., 1990. Efficacy Against Soil-Inhabiting Insect Pests. Gaugler, R. & Kaya, H.K. (Eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. Boca Raton, Florida, CRC Press. 195-214.
- Koppenhofer A.M., Kaya H. K., 1999. Ecological Characterization of *Steinernema rarum*. *J. inverteb. Pathol.*, 73: 120-128.
- Koppenhofer A.M., 2000. Nematodes. *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*. in L.A. Lacey and H.K. Kaya, eds. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 283-301.
- Lacey L.A., Frutos R., Kaya H.K., Vail P., 2001. Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future? *Biological control*, 21 (3) : 230-248.
- Liu J., Poinar G.O., Berry R.E., 2000. Control of Insect Pests with Entomopathogenic Nematodes: The Impact of Molecular Biology and Phylogenetic Reconstruction. *Annual Review of Entomology*, 45: 287-306.
- Lorio L.U., Mora M., Stock S.P., 2005. First Record of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Costa Rica. *Journal of Invertebrate Pathology*, 88: 226-231.

- Malan A.P., Nguyen K.B., De Waal J. Y., Tiedt L., 2008. *Heterorhabditis safricana* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae), A New Entomopathogenic Nematode from South Africa. *Nematology*, 10 (3): 381-396.
- Mekete T., Gaugler R., Nguyen K.B., Mandefro W., Tessera M., 2005. Biogeography of Entomopathogenic Nematodes in Ethiopia. *Nematropica*, 35: 31-36.
- Mracek Z., Becvar S., Kindlmann P., Jersakova J., 2005. Habitat Preference for Entomopathogenic Nematodes, Their Insect Hosts and New Faunistic Records for the Czech Republic. *Biological Control*, 34: 27-37.
- Nagarkatti S., Tobin P.C., Muza A.J., Saunders M.C., 2002. Carbaryl Resistance in Populations of Grape Berry Moth, *Endopiza viteana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae), in New York and Pennsylvania. *J. Econ. Entomol.*, 95(5): 1027-1032.
- Nguyen K.B., Shapiro-Ilan D.I., Mbata G., 2008. *Heterorhabditis georgiana* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Georgia USA. *Nematology*, 10: 433-448.
- Öncüer C., 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Gözden Geçirilmiş 3. Baskı). E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 333 s.
- Peters A., Sarraquigne J.P., Blum B., Kuske S., 2007. Control of the Hazelnut Borer, *Curculio nucum*, with Entomopathogenic Nematodes. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes IOBC/wprs Bulletin*, 30 (1): 73-76.
- Rosa J.S., Bonifassi E., Amaral J., Lacey L.A., Simoes N., Laumond C., 2000. Natural Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: *Steinernema*, *Heterorhabditis*) in the Azores. *Journal of Nematology*, 32 (2): 215-222.
- Saruhan İ., Şen M., 2012. Farklı Fındık Çeşitlerinde Fındık Kurdunun (*Curculio nucum* Col.: Curculionidae) Zarar Oranı. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 27(2):70-75.
- Sezen K., 1998. Fındık Kurdu (*Balaninus nucum* L.)'un Biyolojisi, Bakteriyal Florası ve Biyolojik Mücadele Ajanlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Shapiro-Ilan D.I., Gardner W.A., Fuxa J.R., Wood B.W., Nguyen K.B., Adams B.J., Humber R.A., Hall M.J., 2003. Survey of Entomopathogenic Nematodes and Fungi Endemic to Pecan Orchards of the Southeastern United States and Their Virulence to the Pecan Weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* 32 (1): 187-195.
- Shapiro-Ilan D.I., Dutcher J.D., Hatab M., 2005a. Recycling Potential and Fitness of Steinernematid Nematodes Cultured in *Curculio caryae* and *Galleria mellonella*. *Journal of Nematology* 37(1): 12-17.

- Shapiro-Ilan D.I., Stuart R.J., McCoy C.W., 2005b. Targeted Improvement of *Steinernema carpocapsae* for Control of the Pecan Weevil, *Curculio caryae* (Horn) (Coleoptera: Curculionidae) Through Hybridization and Bacterial Transfer. *Biological Control* 34: 215-221.
- Stock S.P., Pryor B.M., Kaya H.K., 1999. Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Natural Habitats in California. *Biodivers. Conserv.*, 8: 535-549.
- Stock S.P., Bana L.A.I., Darwish R., Katbeh A., 2008. Diversity and Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) IX and Their Bacterial Symbionts in Jordan. *Journal of Invertebrate Pathology*, (In press).
- Susurluk İ.A., 2006. Effectiveness of the Entomopathogenic Nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema feltiae* Against *Tenebrio molitor* (YellowMealworm) Larvae in Different Soil Types at Different Temperatures. *Turk J. Biol.*, 30: 199-205.
- Tuncer C., Saruhan İ., Akça İ., 2002. Karadeniz Bölgesi Fındık Üretim Alanlarındaki Önemli Zararlılar. *Samsun Ticaret Borsası Yayın Organı*. 2: 43-54.
- Ustaoglu F., 2011. Entomopatojen Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Ordu İlindeki Yayılışı ve Tür Çeşitliliği Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Türkiye.
- Ünlü İ.O., Özer N., 2003. Evaluation of the Reproductive Potential and Competition Between Two Entomopathogenic Nematodes, *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora*, Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Turk J Biol.* 27: 149-155.
- Van Luc P., Nguyen K.B., Reid A.P., Spiridonov S.E., 2000. *Steinernema tami* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Cat Tien Forest, Vietnam. *Russ. J. Nematol.* 8: 33-43.
- White G.F., 1927. A Method for Obtaining Infective Nematode Larvae from Cultures. *Science* 66: 302-303.
- Zhang C., Liu J., Xu M., Sun J., Yang S., An X., Gao G., Lin M., Lai R., He Z, Wu Y., Zhang K., 2008. *Heterorhabditidoides chongmingensis* gen. nov., sp. nov. (Rhabditida: Rhabditidae), A Novel Member of the Entomopathogenic Nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 153-168.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Samet GÜREL

Doğum Yeri: Düzce

Doğum Tarihi: 27.08.1986

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - 2009

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı - 2015

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Gürel S., Gözel Ç. ve Gözel U., 2014. Düzce İli Fındık Bahçelerindeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, 349.

c) Katıldığı Projeler

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Düzce İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü  
Mühendis, 2010- Halen

### İLETİŞİM

E-posta Adresi: sametgurel81@hotmail.com