

**ENTOMOPATOJENİK NEMATODLARIN
(STEINERNEMATIDAE VE
HETERORHABDITIDAE) ORDU
İLİNDEKİ YAYILIŞI VE TÜR
ÇEŞİTLİLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

FİKRET USTAOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENTOMOPATOJENİK NEMATODLARIN (STEINERNEMATIDAE VE
HETERORHABDITIDAE) ORDU İLİNDEKİ YAYILIŞI VE TÜR ÇEŞİTLİLİĞİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

FİKRET USTAOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK

ORDU-2011

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 05/07/2011 tarihinde yapılan sınav ile Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hasan SEVGİLİ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK



Üye : Yrd. Doç. Dr. Cengiz MUTLU



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

05/07/2011

Doç Dr. Latif KELEBEKLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**ENTOMOPATOJENİK NEMATODLARIN (STEINERNEMATIDAE VE
HETERORHABDITIDAE) ORDU İLİNDEKİ YAYILIŞI VE TÜR ÇEŞİTLİLİĞİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

ÖZET

Bu çalışma, Ordu ili ve çevresindeki entomopatojenik nematodların dağılımlarının ve çeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla 2009-2010 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca Ordu ilinin 18 ilçesinden 156 toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinden 8 adet entomopatojen nematod izolatu elde edilmiştir. Nematod izolatu elde edilme oranı % 5,1 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan rRNA, ITS bölgelerinin sekans analizlerinin verilerine ve morfolometrik ölçümlere dayanarak, elde edilen entomopatojenik nematodların, 4 tanesinin *Steinernema feltiae* , 1 tanesinin *Steinernema kraussei*, 1 tanesinin *Steinernema carpocapsae* , 1 tanesinin *Steinernema sp.* ve 1 tanesinin de *Heterorhabditis bacteriophora* olduğu tespit edilmiştir. Entomopatojenik nematodların izole edildiği habitatların %50'sinin doğal alanlar, %50'sinin tarım yapılan alanlar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın bir sonucu olarak dünyada en yaygın tür olarak bilinen *S. feltiae*'nin Ordu ilinde de en yaygın entomopatojen nematod türü olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Ordu, Entomopatojenik nematod, *Steinernema sp.*, *Heterorhabditis sp.*

**A RESEARCH ON THE
DISTRIBUTION AND THE DIVERSITY
OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (STEINERNEMATIDAE
AND HETERORHABDITIDAE)
IN ORDU PROVINCE**

ABSTRACT

The current study aimed to understand the diversity and distribution of entomopathogenic nematodes in Ordu Province and its vicinity during the period of 2009-2010. One hundred and fifty six soil samples obtained from 18 towns of Ordu province were examined for entomopathogenic nematodes and 8 different isolates characterised. The nematode isolates have been identified as the rate of 5.1%. As a consequence of ITS region gene sequence of rRNA and morphometric values *Steinernema feltiae* (4), *Steinernema kraussei*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora* species were identified. The habitats of the isolated entomopathogenic nematodes almost equally distributed between natural and agricultural fields. In this study, *Steinernema feltiae* which known most widely distributed species in the world is found as a most common species in the research area as it is the known most widely distributed species in the world.

Key words: Turkey, Ordu, Entomopathogenic nematode, *Steinernema sp.*, *Heterorhabditis sp.*

TEŞEKKÜR

“Entomopatojenik nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Ordu ilindeki yayılışı ve tür çeşitliliği üzerine bir araştırma” adlı tezimiz Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek ilgi ve desteğini gördüğüm hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer ERTÜRK’e, nematod konusunda hiçbir bilgisini ve yardımını esirgemeyerek çalışmam boyunca devamlı fikirlerinden ve görüşlerinden yararlandığım Arş. Gör. Hüseyin YILMAZ’a şükranlarımı sunarım.

Zorlu arazi çalışmalarında daima yanımda olan Biyolog Gürkan DEMİRKOL, Biyolog Ahmet KATI, Arş. Gör. Tamer AKKAN ve İsmail KARAKAYA’ya, laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. İkbâl Agah İNCE’ye ve tez süresi boyunca laboratuvar imkanlarından yararlanmamı sağlayan Giresun Fen Edebiyat Fakültesi Dekan Yardımcısı Doç. Dr. Hatice KATI’ya ve Biyoloji Bölüm Başkanı Prof.Dr. İhsan AKYURT’a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu tezin hazırlaması sırasında manevi desteğini hep yanımda hissettiğim eşim Okutman Zehra USTAOĞLU’na, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Entomopatojenik Nematodlar ve Morfolojileri (EPN).....	5
2.1.1. Entomopatojenik Nematodların Biyolojisi ve Hayat Döngüsü	9
2.1.2. Entomopatojenik Nematodları Etkiyen Abiyotik Faktörler	13
2.1.3. Entomopatojenik Nematodları Etkiyen Biyotik Faktörler	14
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	15
3.1. Toprak Örneklerinin Alınması	15
3.2. Konak Organizma Olarak <i>Galleria mellonella</i> L. (Lepidoptera, Pyralidae) Kullanılması ve Üretimi	15
3.3. Entomopatojen Nematodların Topraktan İzolasyonu.....	16
3.4. Nematodların <i>In vivo</i> Üretilmesi	18
3.5. Entomopatojenik Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılmasında Kullanılan Moleküler Yöntemler.....	18
3.5.1. DNA İzolasyonu.....	18
3.5.2. PCR ile rRNA ITS Bölgesinin Çoğaltılması	19
3.6. Entomopatojenik Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılmasında Kullanılan Morfometrik Yöntemler.....	20

4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	33
6.	KAYNAKLAR.....	35
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	63

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

mm	Milimetre
IJ	İnfektif jüvenil
EPN	Entomopatojenik Nematod
UV	Ultra Viole
GPS	Global Positioning System = Global Yer Belirleme Sistemi
cm	Santimetre
gr	Gram
ml	Mililitre
mg	Miligram
kg	Kilogram
mM	Milimolar
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
µl	Mikrolitre
KCl	Potasyum Klorür
HCl ₂	Hidroklorik asit
rRNA	Ribozamal Ribonükleik Asit
S	Sverdback Sabiti
PCR	Polimer Chain Reaction (Polimer zincir Reaksiyonu)
dH ₂ O	Distile Su

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Entomopatojen nematodların morfolojik yapıları4
- Şekil 2.2.** *Steinernema* cinsinin morfolojik yapılarının şematik gösterimi6
- Şekil 2.3.** A: *Steinernema* sp., B: *Heterorhabditis* sp. tarafından enfekte olmuş *Galleria mellonella* larvaları. 12
- Şekil 3.1.** *Galleria mellonella* Ergini (A) ve Larvası (B)..... 16
- Şekil 3.2.** Entomopatojen Nematodlar Tarafından Enfekte Edilen Ölmüş *Galleria mellonella* Larvası 17
- Şekil 3.3.** White Trap Yöntemi İle Enfekte Böceklerden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu..... 18
- Şekil 3.4.** 18S-28S nükleer ribozomal DNA (nrDNA)'ın Internal Transcribed Sequence (ITS) bölgesi..... 19
- Şekil 4.1.** Ordu İli ve İlçelerindeki Topraklardan Elde Edilen Entomopatojenik Nematodların Dağılımları.....23

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1.	<i>Steinernema</i> Cinsi İçinde Yer Alan Türler	7
Çizelge 2.2.	<i>Heterorhabditis</i> Cinsi İçinde Yer Alan Türler	9
Çizelge 4.1.	Örneklem Alanındaki Farklı Ekosistemlerde Entomopatojenik Nematodların Varlığı	21
Çizelge 4.2.	Elde Edilen Entomopatojen Nematod Türleri ve Habitat Özellikleri	22
Çizelge 4.3.	<i>Steinernema feltiae</i> (İzolat 25)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	24
Çizelge 4.4.	<i>Steinernema</i> sp. (izolat 26)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları ...	24
Çizelge 4.5.	<i>Steinernema feltiae</i> (izolat 100)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	25
Çizelge 4.6.	<i>Steinernema carpocapsae</i> (izolat 118)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	25
Çizelge 4.7.	<i>Steinernema kraussei</i> (izolat 126)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	26
Çizelge 4.8.	<i>Steinernema feltiae</i> (izolat 150)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	26
Çizelge 4.9.	<i>Steinernema feltiae</i> (izolat 153)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	27
Çizelge 4.10.	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 60)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları	27
Çizelge 4.11.	Entomopatojenik Nematod İzolatlarının rRNA ITS Bölgesi Sekanslarının Gen Bankasındaki Karşılaştırma Sonuçları	29

1. GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerde ve doğal yaşam alanlarında zararlı böceklerle karşı insektisitlerin kullanılmaları, başta yer altı sularının kirlenmesi olmak üzere pek çok hedeflenmemiş organizmalar için potansiyel tehlike oluşturmaktadır. İnsektisitlerin hedef organizmaya özgünlükleri bulunmadığından dolayı genellikle birçok canlının hedef olmasına neden olurlar (Belair ve ark., 2010). Sonuçta zararlı böceklerin doğal düşmanlarının ve faydalı böceklerin de ölümüne yol açarlar (Delbeke ve ark., 1997). Bu böceklerle mücadelede yoğun bir şekilde insektisit kullanımı zamanla böceklerin bu insektisitlere karşı direnç oluşturmalarına da neden olmuştur (Immaraju ve ark., 1992; Nagarkatti ve ark., 2002; Onstad ve ark., 2002). Neticede, doğal besin zincirinde toksik olan bu kimyasalların birikmesi hem insan sağlığı hem de çevre açısından büyük riskler oluşturmaktadır (Cohen ve ark., 1987; Doane ve ark., 1990).

Son yıllarda kimyasal mücadelenin olumsuz yönlerinin ortaya çıkarılmasının ardından, zararlı böceklerle mücadelede alternatif mücadele yöntemleri arama yoluna gidilmiştir. Araştırmacıların dikkatleri yeniden ekolojik dengeyi bozmayacak mücadele tekniklerine ve özellikle biyolojik mücadeleye çevrilmiştir (Oğurlu, 2000).

Biyolojik kontrol, zararlı böceklerin baskılanmasında, yoğunluğunun ve hasar seviyesinin azaltılmasında parazitoid, predatör, patojen, antagonist veya rekabetçi popülasyonların kullanılmasıdır (Waterhouse ve Norris, 1987). Biyolojik mücadele, kimyasal mücadeleye göre doğal dengenin kurulmasına yardımcı olması, uzun vadede kalıcı sonuçlar vermesi ve nihai hedefe ulaştırabilmesi bakımından en çok tercih edilmesi gereken mücadele yöntemidir. Biyolojik mücadeleyi asıl önemli kılan, ekosistemlerin dengesini bozmaması ve zararlı türler üzerinde kalıcı ve dinamik bir etki meydana getirmesidir. Biyolojik mücadelenin üstünlüğü bu ikisini bir arada sağlayabilmesinden ileri gelmektedir. Bu özellikler diğer mücadele yöntemlerinde bulunmamaktadır (Oğurlu, 2000).

Doğada böceklerin üzerinde patojen olarak yaşayarak hastalanmasına neden olan ve sonra onları öldüren kökeni bakteri, fungus, virüs, riketsia, protozoa ve nematod olan mikroorganizmalara entomopatojen adı verilir (Lipa, 1975; Deacon, 1983). Biyolojik mücadelenin mikroorganizmalar kullanılarak yapılması mikrobiyal mücadele olarak adlandırılır (Peter, 1984).

Mikrobiyal mücadele genellikle böcek patojeni mikroorganizmalar kullanılarak yapılmaktadır. Doğada bulunan entomopatojenler böcek populasyonlarının dengelenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu mikroorganizmalar çoğunlukla doğadaki hastalıklı böceklerden veya topraktan izole edilir (Lipa, 1975).

Entomopatojenlerin yakın gelecekte, mikrobiyal kontrol ajanı olarak, sadece fiyat ve etkinlik bakımından değerlendirildiğinde bile kimyasal insektisitlere göre daha kullanışlı hale geleceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, bu entomopatojenlerin mikrobiyal kontrol ajanı olarak kullanımı, ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, zararlı türlerin doğal düşmanlarının korunması, besinler üzerinde kalıntı bırakmaması, hedeflenmemiş diğer organizmalar ve insanlar açısından güvenli olması gibi birçok avantajlara sahiptir (Lacey ve ark., 2001). Bu avantajlara rağmen Türkiye’de bu konuda yeterli çalışma yapılmadığı düşünülmektedir. Ancak son zamanlarda birçok zararlı böcekten entomopatojenler izole edilmiş ve laboratuvar ortamında kendi konakları üzerindeki insektisidal etkileri belirlenmiştir (Demirbağ ve ark. 2008).

Böceklerde parazit olarak yaşayan ve çoğunlukla ölümlerine yol açan birçok nematod türü bulunmaktadır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda 30’u aşkın nematod familyasına ait türlerin, böceklerle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Poinar, 1979, 1990; Kaya ve Stock, 1997). Özellikle Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyaları, entomopatojenik nematod olarak isimlendirilirler ve zararlı böceklerle mikrobiyal mücadelede en sık kullanılan gruplardır (Glazer ve Lewis., 2000; Lui ve ark., 2000).

Entomopatojen nematodlar, dünyada baskın olan zararlılara karşı potansiyel biyopestisit olarak kullanılabilmeleri nedeniyle oldukça ilgi çekici bir gruptur (Shapiro-Ilan ve ark, 2002). Ayrıca geniş bir konak dağılımına ve öldürücü etkiye sahip olmaları entomopatojenik nematodların potansiyel bir biyolojik kontrol ajanı görülmesini sağlamıştır (Gaugler ve Kaya, 1990).

Entomopatojenik nematodlar kimyasal ve mikrobiyal insektisitlerin etkin olarak uygulanmalarının zor olduğu toprak ortamında bulunurlar. Toprak, yapısı itibarıyla uygulanan zararlı böcek predatörlerinin ve parazitlerinin penetrasyonunu engelleyen bir özelliğe sahiptir. Ancak toprağın entomopatojenik nematodlar için böyle bir engelleyici özelliği bulunmamaktadır. Çünkü toprak bunların doğal yaşam ortamıdır (Kaya ve Gaugler, 1993). Entomopatojenik nematodların doğal ortamlarının toprak oluşu, konakçıları arayıp bulma özellikleri, geniş bir konak aralığına sahip olmaları nedeniyle yaşamının bir evresini toprakta geçiren pek çok tarım, ev ve bahçe

zararlısının kontrolünde başarıyla kullanılmaları imkanını verir (Gaugler ve Kaya., 1990; Kaya ve Gaugler., 1993).

Günümüzde entomopatojenik nematodlar ticari olarak üretilen bir ürün haline gelmiş olup turunçgil bahçelerinde, çilek tarlalarında, yaban mersini yetişen tarlalarda, mantar yetiştirme alanlarında, çimenlik alanlarda (Grewal, ve ark., 2005), fındık bahçelerinde (Bruck ve Walton, 2007) ve seralarda (Belay ve ark., 2005), kullanılabilceği gösterilmiştir. Bu nedendir ki, bölgelere özgün entomopatojen nematod türlerinin keşfedilmesi önem kazanmıştır. Bu amaçla bölgesel izolatların keşfedilmesi ve tanımlanabilmesi için dünya çapında birçok çalışma yürütülmektedir. Şu ana kadar Antartika kıtası hariç tüm kıtalardan entomopatojenik nematod izole edilmiştir (Griffin ve ark., 1991; Hominick, 2002; Lorio ve ark., 2005).

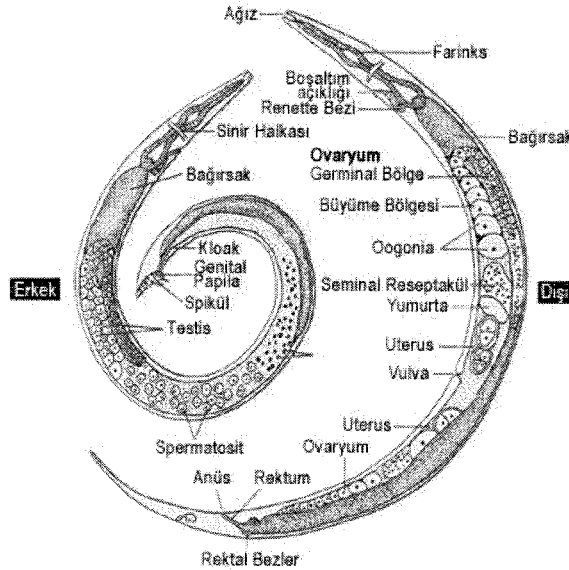
Türkiye, Avrupa ile Asya arasında yer almış olması nedeniyle her iki kıtanın yapısından etkilenecek kendine özgü bir ekolojik yapı kazanarak flora ve fauna yönünden zengin bir biyoçeşitliliğe sahip olmasına rağmen Türkiye’de entomopatojen nematodların dağılımı ile ilgili bugüne kadar az sayıda çalışma yapılmıştır. Oysa Türkiye’de bulunacak yeni nematod izolatlarının biyolojik çeşitliliğe ve biyolojik mücadele uygulamalarına katkısı büyük olacaktır.

Bu tez çalışması için Karadeniz Bölgesinin önemli fındık tarım alanlarından biri olan Ordu ili ve 18 ilçesi seçilmiştir. Çalışmanın amacı bu bölgedeki topraklarda yer alan entomopatojen nematodların yayılışı ve tür çeşitliliğinin belirlenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Nematodlar (Şube: Nematoda) genellikle segmentsiz, şeffaf, uzun, silindirik şekilli; boyları 0.1 mm ile birkaç metre arasında olan omurgasız hayvanlardır. Vücut özelliklerinden dolayı yuvarlak solucanlar veya ipliksi solucanlar olarak adlandırılırlar. Sinir, sindirim, üreme, boşaltım ve kas sistemleri vardır. Fakat görme, duyma gibi bazı duyu yapıları, dolaşım ve solunum sistemleri yoktur (Koppenhöfer, 2000). Nematodlar dünya üzerinde çok çeşitli yaşam alanlarına uyum sağlamışlardır. Bazıları deniz, tatlı su ve toprak ekosistemlerinde serbest yaşarken bazıları bitkiler ve hayvanlarda kommensal, mutualistik, veya parazitik ilişki içinde yaşar (Maggenti, 1981).

Nematodların yüzeyleri hücreli olmayan yumuşak ve elastik bir kutikula ile kaplıdır. Nematod kutikulasının abiyotik (toprak partikülü gibi) ve biyotik faktörlere (parazit, patojen ve predatör gibi) karşı engelleyici bir görevi vardır. Bu kutikül yarı geçirgen bir membran olup sıvıların nematod vücudu içine ve dışına geçişine izin verir.



Şekil 2.1. Entomopatojen nematodların morfolojik yapıları
(<http://classes.seattleu.edu/biology/biol235/hodin/nematodePriapulidGroup/nematodes/formAndFunction.htm>, 04.06.2011).

Bu sayede nematod ile çevresi arasında doğrudan ilişki sağlanır (Hazır, 2002). Kutikula tüm nematod yüzeyini sarar ve stoma, farinks, rektum, vulva, kloak, boşaltım deliği kanalı ve belirli duyu organlarını içerir (Chen et al., 2004) (Şekil 1.1).

Nematodların gelişimi sırasında kütikül 4 kez değiştirilir. Her deri değiştirme sırasında eski deri atılır ancak bazı formlarda eski deri saklanır ve nematodun etrafına ikinci bir deri ya da kütikül üretilir (Poinar, 1991).

Nematodlar genellikle ayrı eşeylidirler. Erkeklerde bulunan çiftleşme organı spikül, erkek ve dişilerin kolaylıkla ayırt edilmesini sağlar. Erkeklerin vücut yapısı genellikle dişilere göre küçüktür (Chen et al., 2004). Bunun yanında çiftleşmeye yardımcı olan gubernakulum adı verilen bir yapıya da sahiplerdir. Ergin dişilerde bir veya iki adet ovaryum bulunmaktadır. Bunlar vücudun ventral ve orta kısmında yer alan bir vulva ile dışarıya açılırlar (Kaya and Stock, 1997).

2.1. Entomopatojenik Nematodlar ve Morfolojileri (EPN) (Steinernematidae ve Heterorhabditidae)

Entomopatojenik nematodların sistematliğini De Ley ve Blaxter (2002) moleküler filogenetik verilere dayanarak aşağıdaki gibi hazırlamışlardır.

Şube: Nematoda

Sınıf: Chromadorea

Takım: Rhabditida

Alttakım: Tylenchina

Üst Aile: Strongyloidea

Aile: Steinernematidae

Cins: *Steinernema*

Cins: *Neosteinernema*

Alttakım: Rhabditina

Üst Aile: Strongyloidea

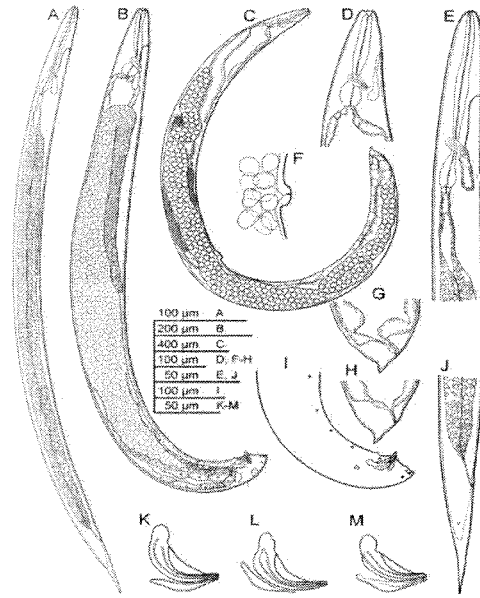
Aile: Heterorhabditidae

Cins: *Heterorhabditis*

Cins: *Heterorhabditoides*

Entomopatojenik nematodların izolasyonu ilk kez Steiner (1923) tarafından enfekte olmuş testere sineğinden *Neodiprion sp.* (Hymenoptera: Diprionidae) yapılmış ve bulunan tür *Aplectana* cinsi içinde *A. kraussei* olarak isimlendirilmiştir. Travassos (1927) bu cinsi *Steinernema* olarak tekrar isimlendirmiştir.

Steinernema cinsinin morfolojik özellikleri incelendiğinde dişiler, büyüktür ve boyları türden türe değişir. Kutikula düzgün veya halkalıdır. Lateral çizgiler yoktur. Erkekler, dişilere nazaran daha küçüktür. Anterior bölgede altı labial papilla, dört sefalik papilla ve genelde bir perioral disk bulunur. Farinks dişilerinkine benzerdir. Testis tektir ve geriye doğru esnektir. İnfektif juvenillerde (=üçüncü evre infektif juvenil=İJ) stoma içe çöküktür. Vücut incedir ve bazı durumlarda ikinci evre juvenil evreden kalma kutikula kılıfı taşıyabilir. Vücudun lateralinde spesifik çiftler oluşturabilen çizgiler bulunur (Şekil 2.2) (Adams ve Nguyen, 2002).



Şekil 2.2. *Steinernema* cinsinin morfolojik yapılarının şematik gösterimi. A, E, J: İnfektif juvenil. A: Genel görünüşü; E: Farinks bölgesi; J: Kuyruk bölgesi; B, I, K-M: Erkek. B: Genel görünüş; I: Kuyruk bölgesi; K-M: Spikül ve Gubernakulum; C, D, F, G, H: Dişi. C: Genel görünüş; D: Farinks bölgesi; F: Vulva bölgesi; G, H: Kuyruk bölgesi (Phan ve ark., 2006a).

Glaser ise 1931 yılında Amerika'da *Popilla japonica*'yı (Coleoptera: Scarabaeidae) enfekte eden bir entomopatojen nematod türü olan *Steinernema glaseri* (*Neoplectana glaseri*)'yi keşfetmiştir. Daha sonra Glaser ve arkadaşları (1940), bu nematodu yeterli miktarda üreterek, New Jersey'de 73 farklı alanda *Popillia japonica*'nın kontrolü için kullandılar. Glaser aynı zamanda *in vitro* koşullarda

nematodların kültürasyonunu yapan ve entomopatojen nematodu bu böcek türüne karşı arazide test eden ilk araştırmacı olmuştur (Stock, 2005). Nguyen ve Smart (1994) *Neosteinerinema* cinsini tanımlamış ve bu cinsi *Steinerinema* familyasına eklemiştir. Günümüzde bu familya *Steinerinema* ve *Neosteinerinema* olmak üzere iki cins içerir. *Steinerinema* cinsi içinde yer alan 73 tür ve izole edildikleri ülkeler Çizelge 2.1'de verilmiştir. *Neosteinerinema* cinsi *N. longicurvicauda* isimli tek türle temsil edilir.

Çizelge 2.1. *Steinerinema* Cinsi İçinde Yer Alan Türler

Tür ismi	İzolasyon kaynağı	Lokalite	Referans
<i>Steinerinema abbasi</i>	Toprak	Umman	Elawad ve ark., 1997
<i>S. aciari</i>	Toprak	Çin	Qui ve ark., 2005a
<i>S. affine</i>	Bibionidae	Danimarka	Bovien, 1937
<i>S. akhursti</i>	Toprak	Çin	Qui ve ark., 2005b
<i>S. anatoliense</i>	Toprak	Türkiye	Hazır ve ark., 2003a
<i>S. arenarium</i>	Toprak, <i>Anomola dubia</i>	Rusya	Artyukhovsky, 1967
<i>S. apuliae</i>	Toprak	İtalya	Triggiani ve ark., 2004
<i>S. ashiuense</i>	Toprak	Japonya	Phan ve ark., 2006a
<i>S. australe</i>	Toprak	Şili	Edgington ve ark., 2009a
<i>S. backnense</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2006b
<i>S. beddingi</i>	Toprak	Çin	Qui ve ark., 2005c
<i>S. bicornutum</i>	Toprak	Yugoslavya	Tallosi ve ark., 1995
<i>S. boemarei</i>	Toprak	Fransa	Lee ve ark., 2009
<i>S. carpocapsae</i>	<i>Cydia pomonella</i>	Çek Cumhuriyeti	Weiser, 1955
<i>S. caudatum</i>	Toprak	Çin	Xu ve ark., 1991
<i>S. ceratohorum</i>	Toprak	Çin	Jian ve ark., 1997
<i>S. cholashanense</i>	Toprak	Çin	Nguyen ve ark. 2008
<i>S. citrae</i>	Toprak	G Afrika	Stokwe ve ark. , 2010
<i>S. colombiense</i>	Toprak	Kolombiya	Lopez-Nunez ve ark., 2008
<i>S. costaricense</i>	Toprak	Kosta Rika	Uribe-Lorio ve ark., 2007
<i>S. cubanum</i>	Toprak	Küba	Mracek ve ark., 1994b
<i>S. cumgarensae</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2006b
<i>S. diaprepesi</i>	<i>Diaprepes abbreviatus</i>	ABD	Nguyen ve Duncan., 2002
<i>S. eapokense</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2006b
<i>S. everestense</i>	Toprak	Nepal	Khatri-Chhetri ve ark., 2011
<i>S. feltiae</i>	Bibionidae	Danimarka	Filipjev, 1934
<i>S. gazii</i>	Toprak	Hindistan	Ali ve ark., 2009
<i>S. glaseri</i>	<i>Popillia japonica</i>	ABD	Steiner, 1929
<i>S. guangdongense</i>	Toprak	Çin	Qui ve ark., 2004
<i>S. hebeiense</i>	Toprak	Çin	Chen ve ark., 2006
<i>S. hermaphroditum</i>	Toprak	Endonezya	Stock ve ark., 2004
<i>S. jolietii</i>	Toprak	ABD	Spiridonov ve ark., 2004a
<i>S. ichnusae</i>	Toprak	İtalya	Tarasco ve ark., 2008
<i>S. intermedium</i>	Toprak	ABD	Poinar, 1985
<i>S. kari</i>	Toprak	Kenya	Waturu ve ark., 1997
<i>S. khoisanae</i>	Toprak	Güney Afrika	Nguyen ve ark., 2006a
<i>S. kraussei</i>	<i>Cephaleia agabeyetis</i>	Almanya	Steiner, 1923
<i>S. kushidai</i>	<i>Anomala cuprea</i>	Japonya	Mamiya, 1988
<i>S. leizhouense</i>	Toprak	Çin	Nguyen ve ark., 2006b
<i>S. lamjungense</i>	Toprak	Nepal	Khatri-Chhetri ve ark. , 2010

Çizelge 2.1. *Steinernema* Cinsi İçinde Yer Alan Türler

<i>S. litorale</i>	Toprak	Japonya	Yoshida, 2004
<i>S. loci</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2001
<i>S. longicaudum</i>	Toprak	Çin	Shen ve Wang, 1991
<i>S. minuta</i>	Toprak	Tayland	Maneesakorn ve ark., 2010
<i>S. monticolum</i>	Toprak	Güney Kore	Stock ve ark., 1997
<i>S. neocurtillae</i>	<i>Neocurtilla hexadactilla</i>	ABD	Nguyen ve Smart, 1992
<i>S. oregonense</i>	Toprak	ABD	Liu ve Berry, 1996a
<i>S. pakistanense</i>	Toprak	Pakistan	Shahina ve ark., 2001
<i>S. phyllophagae</i>	<i>Phyllophaga sp.</i>	ABD	Nguyen ve Buss, 2011
<i>S. puertoricense</i>	Toprak	Porto Riko	Roman ve Figueroa, 1994
<i>S. pui</i>	Toprak	Çin	Oiu ve ark., 2011
<i>S. puntauvense</i>	Toprak	Kostarika	Uribe-Lorio ve ark., 2007
<i>S. rarum</i>	Toprak	Arjantin	Doucet, 1986
<i>S. riobrave</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	USA	Cabanillas ve ark., 1994
<i>S. ritteri</i>	Toprak	Arjantin	Doucet ve Doucet, 1990
<i>S. robustispiculum</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2005
<i>S. sangi</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2001
<i>S. sasonense</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2006b
<i>S. scapterisci</i>	<i>Scapteriscus vicinus</i>	Uruguay	Nguyen ve Smart, 1990
<i>S. scarabaei</i>	<i>Anomala orientalis</i>	ABD	Stock ve Köppenhöfer, 2003
<i>S. siamkayai</i>	Toprak	Tayland	Stock ve ark., 1998
<i>S. sichuanense</i>	Toprak	Çin	Mracek ve ark., 2006
<i>S. silvaticum</i>	Toprak	Almanya	Sturhan ve ark., 2005
<i>S. tami</i>	Toprak	Vietnam	Luc ve ark., 2000
<i>S. texanum</i>	Toprak	ABD	Nguyen ve ark., 2007
<i>S. thanhi</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2001
<i>S. thermophilum</i>	Toprak	Hindistan	Ganguly ve Singh, 2001
<i>S. unicornum</i>	Toprak	Şili	Edgington ve ark., 2009b
<i>S. vulcanicum</i>	Toprak	İtalya	Clausı ve ark., 2011
<i>S. xueshanense</i>	Toprak	Çin	Mracek ve ark., 2009
<i>S. websteri</i>	Toprak	Çin	Cutler ve Stock, 2003
<i>S. weiseri</i>	Toprak	Çek Cumhuriyeti	Mracek ve ark., 2003
<i>S. yimgalemense</i>	Toprak	Etiyopya	Nguyen ve ark., 2004a

Bir diğer EPN familyası olan Heterorhabditidae Poinar (1975) tarafından Güney Avustralya'da *Heliiothis punctigera* (Noctuidae, Lepidoptera) pupasını enfekte eden *Heterorhabditis bacteriophora*'nın tanımlanmasıyla oluşturulmuştur. Familya içinde *Heterorhabditis* ve *Heterorhabditoides* olmak üzere iki cins bulunmaktadır.

Heterorhabditis cinsinin morfolojik özellikleri incelendiğinde infektif juveniller konak böceğe girdikten sonra hermafroditik dişilere gelişirler. Bu dişilerde kafa hafifçe yuvarlaklaşmıştır. İyi gelişmiş altı konikal dudak bulunur ve her bir dudağın yakınında bir terminal papilla bulunur. Erkeklerde, hafifçe vücudun ventraline kıvrılmış olan spikül, çift ve ayırıcıdır. Spikülün baş kısmı laminasından kısadır. İnfektif juveniller, genellikle ikinci evre juvenil evreden kalma kutikula kılıfı taşır. Kafada, belirgin dorsal dişler mevcuttur. Ağız ve anüs kapalıdır. Stoma, paralel duvarlı kapalı bir bölme gibi görünür. Farinks ve bağırsak indirgenmiştir (Adams ve Nguyen, 2002).

Heterorhabditis cinsi biri tartışmalı olmak üzere 18 tür içerir (Çizelge 2.2). *Heterorhabditoides* cinsi ise 2008 yılında tanımlanmıştır ve *H. chongmingensis* olarak isimlendirilen tek türle temsil edilir (Zhang ve ark., 2008).

Çizelge 2.2. *Heterorhabditis* Cinsi İçinde Yer Alan Türler

Tür ismi	İzolasyon kaynağı	Lokalite	Referans
<i>Heterorhabditis amazonensis</i>	Toprak	Brezilya	Andalo ve ark., 2006
<i>H. atacamensis</i>	Toprak	Şili	Edgington ve ark., 2010
<i>H. bacteriophora</i>	<i>Heliothis punctigera</i>	Avustralya	Poinar, 1975
<i>H. baujardi</i>	Toprak	Vietnam	Phan ve ark., 2003
<i>H. brevicaudis</i>	Toprak	Çin	Liu, 1994
<i>H. downesi</i>	Toprak	İrlanda	Stock ve ark., 2002
<i>H. gerrardi</i>	Toprak	Avusturalya	Plichta ve ark., 2009
<i>H. floridensis</i>	Toprak	ABD	Nguyen ve ark., 2006c
<i>H. georgiana</i>	Toprak	ABD	Nguyen ve ark., 2008
<i>H. indica</i>	<i>Scirpophaga excerptalis</i>	Hindistan	Poinar ve ark., 1992
<i>H. marelata</i>	Toprak	ABD	Lui ve Berry, 1996b
<i>H. megidis</i>	<i>Popillia japonica</i>	ABD	Poinar ve ark., 1987
<i>H. mexicana</i>	Toprak	Meksika	Nguyen ve ark., 2004b
<i>H. poinari</i> ³	Toprak	Gürcistan	Kakulia ve Makaia, 1997
<i>H. safricana</i>	Toprak	Güney Afrika	Malan ve ark., 2008
<i>H. sonorensis</i>	<i>Diceroprocta ornea</i>	Meksika	Stock ve ark., 2009
<i>H. taysearae</i>	Toprak	Mısır	Shamseldean ve ark., 1996
<i>H. zealandica</i>	<i>Heteronychus arator</i>	Yeni Zelanda	Poinar, 1990

* Orijinal tanımlamayı gösteren çalışmadaki eksiklikler nedeniyle sistematik pozisyonu tartışmalıdır.

2.1.1. Entomopatojen Nematodların Biyolojisi ve Hayat Döngüsü

Entomopatojen nematodların enfekte ettiği konukçularında farklı zararlar görülebilir. Bunlar; kısırlaştırma, doğurganlığı, yaşam süresini ve avcıdan kaçma aktivitesini azaltma, gelişmeyi geciktirme ya da diğer davranışsal, fizyolojik ve morfolojik bozukluklar şeklinde olabilir (Kaya ve Stock, 1997). Ayrıca yumurta bırakma sayısında ve uçuş aktivitesinde azalma da görülür. Şiddetli infeksiyonlarda ise konukçuda hızlı bir ölüm meydana gelir (Koppenhöfer, 2000).

Steinernematidler ve Heterorhabditler genelde benzer bir hayat döngüsüne sahiptirler. Bunlarda yumurta, 4 farklı morfolojik larval dönem ve ergin dönem olmak üzere toplam 6 evre vardır. Nematodların gelişmemiş evrelerinin böceklerinki ile karışmaması için larva yerine juvenil terimi kullanılır. En önemli larval dönem bu grubun başarısını sağlayan 3. evre larval dönem (İJ, infektif juvenil veya dauer juvenil) dir. Toprakta bulunan ve konağı arayıp bulan evre bu 3. evredir (Koppenhöfer, 2000).

Bu evre beslenme ihtiyacı duymadan, konukçu dışında yasayan ve toprakta uygun konukçu olabilecek zararlıları arayan tek dönemdir. Entomopatojen nematodların üçüncü dönem larvaları, yani infektif juveniller böceklerde patojenik olan ve Enterobacteriaceae familyasında bulunan bakterilerle simbiyotik ilişki içindedirler. Steinernematidler, *Xenorhabdus* spp., Heterorhabditidler ise *Photorhabdus* spp. bakterilerini taşırlar (Boemare, 2002; Hazır ve ark., 2003b)).

Toprakta yaşayan infektif juveniller konak böceğe ağız, anüs ve spirakulum gibi vücut açıklıklarından giriş yapar. Konağa giren infektif juveniller gömlek değiştirir ve taşıdıkları simbiyotik bakteriyi konak homoseline salarlar (Bornstein-Frost et al., 2005). Böcek homoseli bakterilerin hızlı bir şekilde çoğalabilmesi için uygun bir ortam sağlar. Salgıladıkları toksinler ve ekzoenzimler sayesinde böcek dokusunu parçalayan bakteriler, konağın 24-48 saat içerisinde ölümüne yol açarlar (Kaya ve Gaugler, 1993; Glazer ve Lewis, 2000; Burnell ve Stock, 2000).

Nematodlar daha sonra konak içerisinde üreyen kendi simbiyotik bakterileri ve konak dokusu üzerinden beslenerek dördüncü evre juvenillere (J4) dönüşürler. J4'ler beslenip gelişerek ilk jenerasyon dişi ve erkek bireyleri meydana getirirler (Adams ve Nguyen, 2002).

Steinernematidlerde ilk jenerasyonda meydana gelen dişi ve erkek bireyler çiftleşerek ikinci jenerasyonu oluşturacak yumurtaların gelişimini sağlarlar. Yumurtadan çıkan nematodlar annenin dokularını besin olarak kullandıklarından doğum bu nematodlarda annenin ölümüyle sonuçlanır. Gömlek değiştirerek büyüyen infektif juveniller yeni konak bulmak için böcek kadavrasını terk ederler (Koppenhöfer, 2000). Bu beslenmeyen evre toprak içerisinde uygun bir konak bulana kadar aylarca canlılığını sürdürebilir (Burnell ve Stock, 2000).

Steinernema'ların aksine *Heterorhabditis*'lerde ilk jenerasyonda dişi-erkek farklılaşması görülmez. Oluşan tüm ergin bireyler hermafroditik dişidir. Hermafroditik dişilerden oluşan yumurtaların juvenillere gelişimi dişi birey içinde gerçekleşir. *Heterorhabditis*'lerin ikinci jenerasyonunda dişi ve erkek bireylerle birlikte ilk jenerasyondaki gibi hermafrodit bireyler de meydana gelir (Raifer ve Glazer, 2000).

Hazır (2002)'a göre nematod bakteriye şu nedenlerle bağımlıdır:

1. Bakteriler nematodun konağının hızla bir şekilde ölümüne sebep olur.

2. Bakteriler antibiyotik üreterek (*Xenorhabdicin*, *Xenocoumarin*) sekonder mikroorganizmaları ortamdan uzak tutar ve nematodların gelişimleri için uygun bir ortam meydana getirirler.
3. Bakteriler konukçu dokusunu nematodların yararlanabileceği uygun besin formuna çevirirler.
4. Nematodlar bakterilerin kendilerini de besin olarak kullanılırlar.

Hazır (2002)'a göre bakteri nematoda şu nedenlerle bağımlıdır:

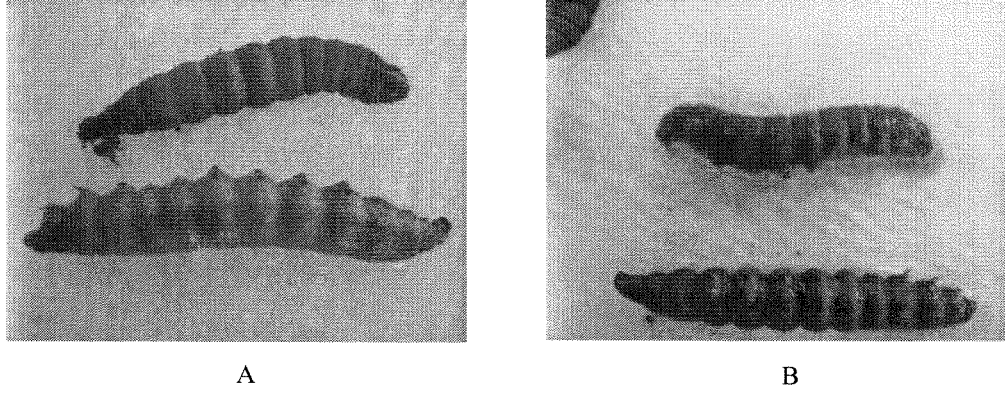
1. Nematodlar bakterileri dış ortamdan korur.
2. Böcek hemosölu içerisine girişlerini sağlar.
3. Nematodlar konukçunun antibakteriyel proteinlerini inhibe eder (Poinar, 1986; Boemare ve ark., 1996; Koppenhöfer, 2000; Simoes ve ark., 2000; Wee ve ark., 2000).

Entomopatojenik nematodların hayat döngülerinin süresi, buldukları sıcaklık derecesine çok bağımlıdır (Koppenhöfer, 2000). Oda sıcaklığında birçok Steinernematid için yaşam döngüsü yani enfeksiyondan sonra enfektif juvenillerin ortaya çıkmasına kadar geçen süre, 7 ile 10 gün arasında değişmektedir. Heterorhabdit'lerde ise bu süre 12- 15 gün kadardır (Bedding ve ark, 1994). Jenerasyon sayısı ve oluşacak yeni nesil nematod sayısı buldukları konağa ve ortamın sıcaklık derecesine bağlıdır (Finnegan ve ark., 1999).

Entomopatojen nematod enfeksiyonları pek çok belirti ile tanımlanabilmektedir. Konağın ölümünden kısa süre sonra kadavra yumuşamaya ve rengi değişmeye başlar. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları göz önüne alındığında nematod türüne bağlı olarak Steinernematidler tarafından enfekte edilen larvalar kahverenginin tonları, toprak rengi ve siyah renk görülürken; Heterorhabditler tarafından enfekte edilen larvalar kırmızı, turuncu, mor, sarı ve bazen de yeşil renk görülmektedir (Şekil 2.3).

Kadavrada oluşan renk simbiyotik bakteri nedeniyledir. Steinernematid ile enfekte olan böcekler nematod gelişimi sırasında yumuşak ve gevşek görünmektedirler. Heterorhabditlerle enfekte olan larvalar ise zamanla daha az yumuşaklaşırlar. Enfekte olan larvaların kutikülü ince ve içeriği gösteren bir yapıda olursa nematodlar dışarıdan bakıldığında kolaylıkla görülebilirler. Entomopatojenik nematodlarla enfekte olan kadavralar kokuşmazlar ve parçalandıkları zaman dahi kötü bir koku ortaya çıkmaz.

Enfekte olan larvaların dokuları normal yapılarını yitirir ve yumuşarlar ancak asla sıvı hale dönmezler. Heterorhabditlerle enfekte olan kadavralarda vücut içeriği sakızimsı bir hal alır (Koppenhöfer ve Fuzy, 2007).



Şekil 2.3. A: *Steinernema* sp., B: *Heterorhabditis* sp. tarafından enfekte olmuş *Galleria mellonella* larvaları.

Entomopatojenik nematodların oldukça geniş bir konak spektrumu olduğu düşünülmür (Poinar, 1986). Bu düşünce laboratuarda yürütülen biyoassay çalışmaları sonuçlarına bakılarak oluşmuştur. Öyle ki; *Steinernema carpocapsae*'nin laboratuvar şartlarında 11 ordo ve 75 familyaya dahil 250 farklı böcek türünü enfekte ettiği tespit edilmiştir (Poinar, 1979). Ancak arazi şartlarına uygulandığında durum böyle değildir. Çünkü laboratuvar ortamında şartlar nematod enfeksiyonu için optimumdur ve enfeksiyonu engelleyecek hiçbir doğal bariyer yoktur. Alan uygulamalarına geçildiğinde konak dağılımının azaldığı görülmektedir (Koppenhöfer, 2000).

Entomopatojenik nematodların ratlar (Wang ve ark., 1983), tavşanlar (Wang ve Liu, 1983), kuşlar (Kermarrec ve Mauleon, 1985) ve maymunlar (Wang ve ark., 1984) gibi yüksek omurgalılara herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sürüngenler ve bazı amfibi türleri, laboratuvar şartlarında yüksek dozda ve ağızdan uygulama ile entomopatojenik nematodlara maruz kaldıklarında ancak olumsuz etki gözlenebilmiştir (Bathon, 1996). Bu sonuçlar ışığında yüksek omurgalılar zararlı kontrolü için entomopatojenik nematod uygulamalarından etkilenmeyeceği söylenebilir (Ehlers ve Hokkanen, 1996).

2.1.2. Entomopatojenik Nematodları Etkileyen Abiyotik Faktörler

Entomopatojenik nematodların performansını etkileyen en önemli abiyotik faktörler; nem, sıcaklık, UV, toprak yapısı, oksijen, pH ve tuzluluk gibi faktörlerdir (Kung ve ark., 1990). Nematodlar hareket edebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Toprak neminin düşük olduğu topraklarda nematodların infektivesi önemli derecede azalır. Bunun nedeni nematodun konağa doğru hareketini kolaylaştıran su filmi düzeyinin çok az olmasındandır. Aynı zamanda toprak gözeneklerinin tamamen suyla dolu olması da nematod hareketini kısıtlar (Kaya, 1990).

Sıcaklık entomopatojenik nematodların başarısı kısıtlayan önemli bir çevresel faktördür. İnfektivite, üreme, gelişme (Jagdale ve ark., 2005), solunum, hayatta kalış, dağılım ve konak bulma davranışı gibi biyolojik faaliyetleri üzerinde etki göstermektedir (Griffin, 1993). İJ'lerin en aktif olduğu sıcaklık aralığı 12-32 °C arasındadır ve bu aralığın dışında kalan sıcaklıklarda entomopatojenik nematodların penetrasyon ve gelişim hızı çok azalır (Georgis ve Gaugler, 1991). Düşük sıcaklık, infektif juvenillerin enzimatik aktivitesinin, hareketinin ve metabolik faaliyetinin azalmasına inaktif hale gelmelerine sebep olur. Yüksek sıcaklıklar ise metabolik aktiviteyi arttırıp, enerji rezervlerini tüketeceğinden yaşam süresini kısaltıcı bir etki gösterir (Kaya, 1990; Hazır, 2002).

UV ışınları çoğu nematod türü için zararlıdır ve öldürücü etki göstermektedir. Entomopatojen nematodların UV'ye doğrudan maruz kalmamaları için toprak yüzeyine uygulamaları, sabah ve akşamları, yeterli miktarda su ile birlikte verilerek yapılmalıdır (Hazır, 2002; Shapiro- Ilan ve ark., 2006). Nematodlar için en uygun toprak pH değeri 4-8 arasındadır Bu yüzden pH değerinin infektif juvenillerin hayatta kalmalarında önemli bir etkisi yoktur. Ancak pH=10 değerinde hayatta kalma süreleri hızla azalmaktadır (Kung ve ark., 1990).

Toprak tipi entomopatojenik nematodların konağı enfekte etme yeteneğini ve toprak içindeki hareketini etkiler (Kaya, 1990). Toprak içindeki oksijen konsantrasyonunu etkileyen toprak por boşlukları, toprak partiküllerinin düzenlenmesiyle ilgilidir. Nematodlar kumlu topraklarda, por genişliği çok küçük olan killi topraklara nazaran daha kolay hareket eder ve hayatta kalır (Kung ve ark., 1990). Kimyasal pestisitler ile gübrenin entomopatojen nematodlar üzerinde pozitif, nötral veya negatif etkileri olduğu saptanmıştır. Taze ve yüksek miktarda kimyasal gübre

kullanımı entomopatojen nematodların hayatta kalış süreleri ve etkinliğinde zarar vericidir (Shapiro-Ilan ve ark., 2006).

2.1.3. Entomopatojenik Nematodları Etkileyen Biyotik Faktörler

Entomopatojen nematodların doğadaki varlığını etkileyen biyotik faktörlerden en önemlisi konukçulardır. Çünkü nematodların hayatta kalmaları ve üremeleri için uygun konukçular bulmaları gerekir. Ayrıca bazen karşılaştıkları olumsuz çevre şartlarından bu konukçuların içine girerek kurtulmaktadırlar (Koppenhöfer ve Fuzy, 2007). Toprak, entomopatojen nematodlar için rekabetçi, predatör, parazit, patojen, konak olan ve olmayan özellikteki organizmaları içerir (Kaya, 2002). Bu yüzden entomopatojenik nematodlar toprak içinde, bakteri, fungus, predatör nematodlar ve arthropodlar gibi birçok doğal düşmanla karşı karşıya kalırlar (Smart, 1995). Akarlar bilinen en iyi nematod predatörleridir. Nematodlarla beslenen funguslar toprakta yaygın bir şekilde bulunurlar. Bu funguslar predatör veya endoparasitik olarak nematod popülasyonlarını baskılayabilir (Kaya, 2002).

Entomopatojen nematodlarda görülen tür içi rekabet; konak bulma stratejilerini, konağı istila etmelerini, konağa yerleşmelerini ve üremeleri gibi çeşitli biyolojik faaliyetlerini etkilemektedir (Stuart ve ark., 2006). Bir konukçu içerisinde çok fazla sayıda İJ'nin bulunması durumunda tür içi rekabet nedeniyle ortamın nematodlar için uygunluğu azalabilmektedir. Türler arası rekabet olduğu durumlarda türlerden birisi ortadan kalkmaktadır (Koppenhöfer ve Fuzy, 2007).

Toprakta yaşamını geçiren böceklerin çoğunda nematod parazitliğine karşı bir savunma mekanizması gelişmiştir. Bu savunma mekanizmaları arasında, caydırıcı kimyasallar üretmek (Thurston ve ark., 1994), geçirgen olmayan kokon yapımı, CO₂ salınımını kesintiye uğratmak (Gaugler, 1988), tüyler veya diğer mekanizmalarla ağız ve anüs gibi doğal açıklıkları kapatmak ve epidermisi sertleştirmek (Eidt ve Thurston, 1995), bacaklarla İJ'leri süpürmek ve vücudunu sert bir yüzeye sürtmek (Gaugler ve ark., 1994) sayılabilir. Bir İJ konak böceğe penetre olmaya çalışırken böceğin hem fiziksel hem de fizyolojik bağışıklık sisteminin cevabına maruz kalır.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Toprak Örneklerinin Alınması

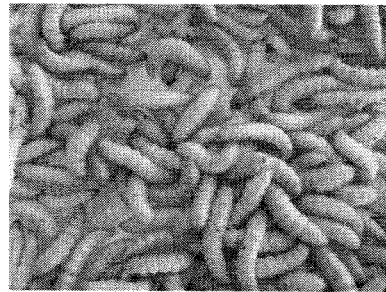
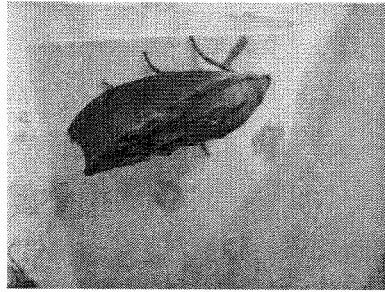
Toprak örnekleri 2009 ve 2010 yıllarında Nisan ve Ekim ayları arasında Ordu ve 18 ilçesinin çeşitli lokalite ve yükseklikteki tarım ve orman arazilerinden alınmıştır. Örnek alma yerleri rastgele seçilmiştir (Griffin ve ark., 2000). Ancak yapılan çalışmalarda, entomopatojen nematodların kumlu ve kumlu-tınlı topraklardan daha fazla elde ediliyor olması nedeni ile arazi ve iklim koşulları da büyük ölçüde göz önünde bulundurulmaya çalışılmıştır (Stock ve ark., 2008). Toprak örnekleri, üstteki kuru tabaka hafif temizlendikten sonra 15-20 cm derinlikten alınmıştır (Campbell ve ark., 1998). Toprak örnekleri alınırken seçilen alanların aralarında belirli bir uzaklık olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen alanda aralarında yaklaşık 5-6 metre mesafe olan bir üçgen oluşturularak alınan 3-8 toprak örneği karıştırılarak içinden yaklaşık 1 kg alınmıştır (Stock ve ark., 1999). Toprak örneği alınan bölgenin adı, yüksekliği, vejetasyon tipi, toprak sıcaklığı ve GPS (Global Positioning System = Global Yer Belirleme Sistemi) koordinatları kaydedilmiştir. Her toprak örneğine bir kod numarası verilerek etiketlenmiştir. Alınan toprakların kurumasını önlemek için örnekler plastik torbalar içerisinde buzluklara yerleştirilmiştir (Kaya and Stock, 1997; Mracek and Becvar, 2000).

3.2. Konak Organizma Olarak *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera, Pyralidae) Kullanılması ve Üretimi

Topraktan entomopatojenik nematodların izole edilmesinde kullanılan en yaygın yöntem, duyarlı bir konağı toprak içerisine koyarak enfekte olmasını sağlamaktır. Büyük bal mumu güvesi, *G. mellonella* larvalarının son evreleri, topraktan EPN türlerini izole etmek için kullanılan, en uygun konukçular olarak bilinmektedir (Bedding ve Akhurst, 1975). Son yıllarda yapılan çalışmalarda en çok kullanılan yöntem budur (Malan ve ark., 2008; Nguyen ve ark. 2008).

Büyük bal mum güvesinin (*G. mellonella*) laboratuvar ortamında sürekli kültürü yapılmıştır. Primer kültür olarak larvalar Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Böcek kültürleri plastik kaplar (15 x 8,5 x 6 cm) içerisinde 25-28 °C sıcaklıkta yapay besinle beslenerek oluşturulmuştur. Plastik kapların kapaklarına küçük

delikler açılarak kültürün hava alması sağlandı. Yapay besin olarak, 200 gr balmumu, 150 gr bal, 20 gr bira mayası, 20 gr süttozu, 500 gr mısır unu, 300 ml gliserin, 500 gr buğday kepeği hazırlanan karışım kullanıldı (Weisner, 1993). Larvaların hazırlanan yapay besinle beslenerek pupa olması sağlandı. Pupalar içinde katlanmış kağıtların bulunduğu ayrı bir plastik kaba alındı. İki hafta sonra pupadan çıkan güvelerin katlanmış kağıtlara ve kabın kenarlarına bıraktıkları yumurtalar dikkatlice toplanarak içinde yapay besin bulunan besleme kaplarına transfer edildi. Besinler haftalık olarak yenilendi. 30–45 gün sonunda büyük bal mum güvesi larvaları 200-300 mg ağırlığında olurlar ve son instara ulaşırlar. Çalışmalarda bu larvalar kullanılmıştır (Şekil 3.1).



A

B

Şekil 3.1. *Galleria mellonella* Ergini (A) ve Larvası (B)

3.3. Entomopatojen Nematodların Toprakta İzolasyonu

Toprak örneklerinden entomopatojenik nematod izolasyonunda tuzak böcek yöntemi kullanıldı (Bedding ve Akhurst, 1975). Alınan 1 kg toprak örneği iyice karıştırılarak 200 g'lık kısmı kapaklı plastik kutulara (12 x 10 x 6 cm) yerleştirildi. Hazırlanan her bir toprak örneği içerisine 5'er tane Büyük Mum Güvesi *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) son evre larvaları konuldu (Lopez-Nunez ve ark., 2007). Kutular 22-25 °C'de 15 gün etüv içinde inkübe edildi. Kutular her üç günde bir kontrol edilerek ölü larvalar kutulardan çıkarıldı (Hazır ve ark., 2003c) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Entomopatojen Nematodlar Tarafından Enfekte Edilen Ölmüş *Galleria mellonella* Larvası

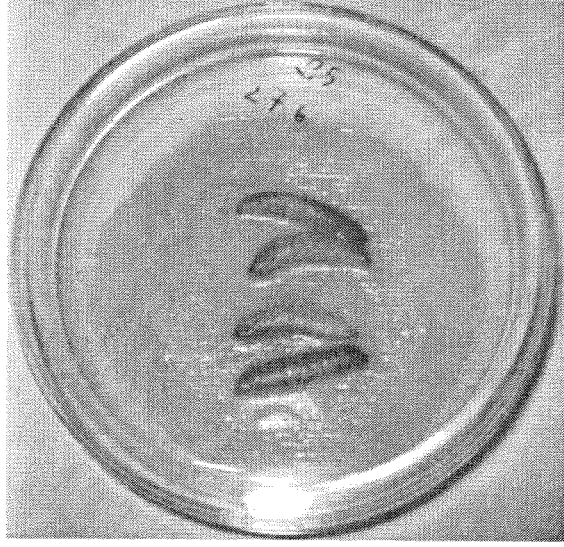
Ölü böceklerden infektivite özelliğine sahip juvenil nematodları izole etmek için White Trap yöntemi kullanıldı (White, 1927). Bu yöntemde 55 mm. çapında bir petri tabağı ters çevrilerek 100 mm. çapındaki başka bir petri tabağının içine yerleştirildi. Küçük petri tabağının üzerine nemlendirilmiş bir filtre kağıdı konuldu ve ölü larvalar filtre kağıdının üzerine bırakıldı. İki petri arasında kalan boşluğa 10 ml steril su ilave edildi ve büyük petrinin kapağı kapatıldı Yeni nesil nematodlar, filtre kağıdının olduğu küçük petriyi terk edip büyük olan petri kabındaki suya geçerler. Böylece bu su alınarak nematodların infektif juvenil evreleri elde edilmiş olur (Kaya ve Stock, 1997).

Elde edilen infektif juveniller yüzeylerinin temizlenmesi için cam bir beher içerisine alınmış ve üzerlerine steril distile su eklenmiştir. Nematodlar dibe çöktükten sonra üstteki distile su uzaklaştırılıp yerine yeniden steril distile su ilave edilmiştir. Her seferinde behere distile su eklenerek bu işlem 3-5 kez tekrar edilerek nematodlar yıkanmıştır (Kaya ve Stock, 1997; Koppenhöfer ve Kaya, 1999).

Nematod kültürleri distile su içinde süspansiyon halinde hücre kültür flasklarında 10-15 °C'de ve tamamen karanlık bir ortamda saklandı. Konsantrasyon ml'de yaklaşık 2000 infektif juvenil olacak ve derinlik 1 cm'yi geçmeyecek şekilde ayarlandı (Woodring ve Kaya, 1988).

3.4. Nematodların *In vivo* Üretilmesi

Elde edilen entomopatojenik nematod izolatlarının infektivite özelliğini doğrulamak ve izolatları çoğaltmak için *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarına enfeksiyon yapıldı. Nematod süspansiyonlarından ml'de 200 canlı infektif juvenil olacak şekilde 1 ml süspansiyon alınarak dip kısmına filtre kâğıdı bulunan 9 cm'lik petrilere yayıldı. Daha sonra petriye 10 adet son instar *G. mellonella* larvası eklendi. Petri kabı kapatılarak parafilm ile sarıldı ve 22 °C'de inkübasyona bırakıldı. Enfeksiyondan 5 gün sonra tipik nematod enfeksiyonu belirtilerini gösteren böcekler White trap'a alındı (Kaya ve Stock, 1997) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. White Trap Yöntemi İle Enfekte Böceklerden Entemopatojen Nematodların İzolasyonu.

3.5. Entomopatojenik Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılmasında Kullanılan Moleküler Yöntemler

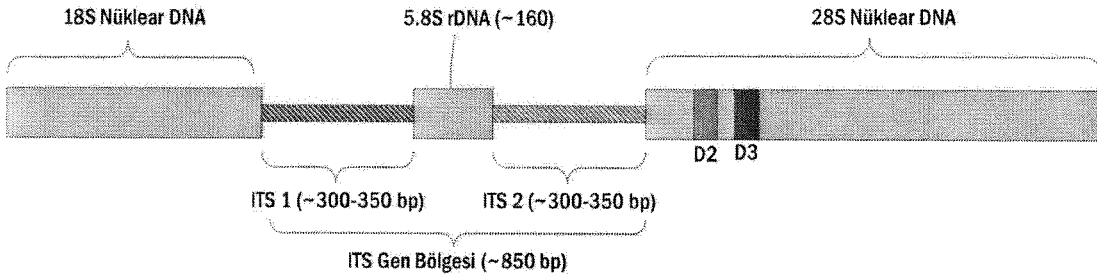
3.5.1. DNA İzolasyonu

Her nematod izolatının sadece bir dişi bireyinden DNA izolasyonu Joyce ve arkadaşlarına (1994) göre değiştirilerek yapıldı. Her izolat için bir örnek 10 µl worm lizis tamponu (500 mM KCl, 100 mM Tris-HCl₂ pH 8,3, 15 mM MgCl₂, 100 mM DTT, % 4,5 Tween 20, % 0,1 jelatin) içinde parçalandı. Hazırlanan homojenat, içinde 10 µl

dH₂O ve 2 µl proteinaz K (600 µg/ml) bulunan Eppendorf tüplerine eklendi. Tüpler -80 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra sırasıyla 65 °C'de 1 saat ve 95 °C'de 10 dakika inkübe edildi. 13000 g'de 1 dakika santrifüj edildikten sonra DNA'nın bulunduğu üst faz alınarak -20 °C'de saklanmıştır.

3.5.2. PCR ile rRNA ITS Bölgesinin Çoğaltılması

18S ve 28S rRNA alt üniteleri arasında kalan ITS1, 5.8S ve ITS2 bölgelerinin PCR ile çoğaltılması için forward primer olarak 18S (5'-TTGATTACGTCCCTGCCCTTT-3') ve revers primer olarak 28S (5'-TTTCACTCGCCGTTACTAAGG-3') kullanıldı (Vrain ve ark., 1992).



Şekil 3.4. 18S-28S nüklear ribozomal DNA (nrDNA)'ın Internal Transcribed Sequence (ITS) bölgesi (White ve ark. 1990)

PCR reaksiyonu için 5 µl DNA süspansiyonu, 5 µl 10x PCR tamponu, 2 µl MgCl₂, 1 µl dNTP mix (her birinden 10 mM), her bir primerden 0,3 µl (500 nM), 0,4 µl Taq polimeraz ve 36 µl dH₂O karıştırılarak son hacim 50 µl'ye tamamlandı. PCR şartları 94 °C'de 6 dakikalık denatürasyondan sonra 94 °C'de 1 dakika, 55 °C'de 2 dakika ve 72 °C'de 2 dakika şeklinde 35 döngü tamamlandı. Son olarak 72 °C'de 10 dakika bekletilerek eksik kalan reaksiyonların tamamlanması sağlandı (Phan ve ark., 2005).

PCR reaksiyonundan sonra oluşan üründen 5 µl alınarak, 0,5 µg/ml etidyum bromür katkılı %1'lik agaroz jelde 90 V'de 1 saat elektroforez edildi (Phan ve ark., 2005). Geri kalan PCR ürünleri Promega Wizard SV Gel ve PCR Clean-Up System kitiyle saflaştırıldı. Saflaştırılan PCR ürünlerinin sekans analizleri Macrogen (Korea) firmasına yaptırıldı. Elde edilen sekanslar, Chromas programı ile görüntülenip düzenlendikten sonra, Gen Bankasında BLAST analizi gerçekleştirildi.

3.6. Entomopatojenik Nematodların Tür Teşhislerinin Yapılmasında Kullanılan Morfometrik Yöntemler

Entomopatojenik nematodların tür teşhisi yapılırken morfometrik ölçümlerde infektif juveniller ve ilk jenerasyona ait erkek nematodlar kullanıldı (Hominick ve ark., 1997; Kaya ve Stock, 1997). Bunun için her bir izolatın erkek ve infektif juvenil bireylerinden kalıcı preparatlar hazırlandı. Bu amaçla, nematodlar *G. mellonella* larvalarına enfeksiyon yapıldı. Enfeksiyondan sonraki 4-8 gün içinde ölü larvaların stereo mikroskop altında diseksiyonu yapıldı. Erkek nematodlar kadavralardan toplandı ve %4'lük sıcak formaldehit içinde fiske edildi. Fikse edilen nematodlar Seinhorst (1959)'a göre gliserol içine alınarak kalıcı preparatlar oluşturuldu.

Nematodları morfolojik ve morfometrik olarak tanımlamak için her bir izolatın 15 şer, birinci jenerasyon erkek ve infektif juvenil bireylerinden hazırlanan preparatlar çizim tüpü ve fotoğraf ataçmanı eklenmiş Olympus BX50 ışık mikroskobu altında incelendi.

Toplam vücut uzunluğu (L), vücut genişliği (W), anterior-boşaltım açıklığı uzaklığı (EP), anterior-sinir halkası uzaklığı (NR), özafagusun uzunluğu (ES), kuyruk uzunluğu (T), anal vücut genişliği (ABW), vücut oranları (a: L/W, b: L/ES, c: L/T, D%: EP/ES \times 100, E%: EP/T \times 100) spikül ve gubernakulum'un uzunluğu ve genişliği gibi çeşitli morfolojik ve morfometrik karakterler ölçüldü. Yapılan gözlem ve ölçümler literatürdeki bilgilerle karşılaştırılarak izolatlar uygun taksonomik gruplara yerleştirildi (Hominick ve ark., 1997).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Ordu ili ve ilçelerinden tarım ve orman arazilerindeki topraklarda bulunan entomopatojenik nematodların çeşitliliği ve yayılışı tespit edilmeye çalışıldı. İzole edilen nematod izolatları morfometrik ve moleküler olarak tanımlandı. 2009–2010 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında toplam 156 toprak örneği alındı. Toprak örnekleri, bölgede çok geniş alanları kapsayan fındık bahçeleri, çeşitli tarım arazileri (mısır, lahana, patates, buğday), ormanlık alanlar, çayırılık alanlar ve alpin sahalar, yol ve dere kenarları gibi farklı ekosistemlerden toplandı. Bunların 8 tanesinden entomopatojenik nematod elde edildi. Alınan toprak örneklerinden entomopatojenik nematodların izolasyonunda *G. mellonella* larvası tuzak böcek olarak kullanıldı. Örnekleme alanlarını gösteren harita Şekil 4.1’de verilmiştir. Örnekleme alanındaki farklı ekosistemlerde EPN’lerin varlığı Çizelge 4.1’de, elde edilen entomopatojen nematod türleri ve habitat özellikleri Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

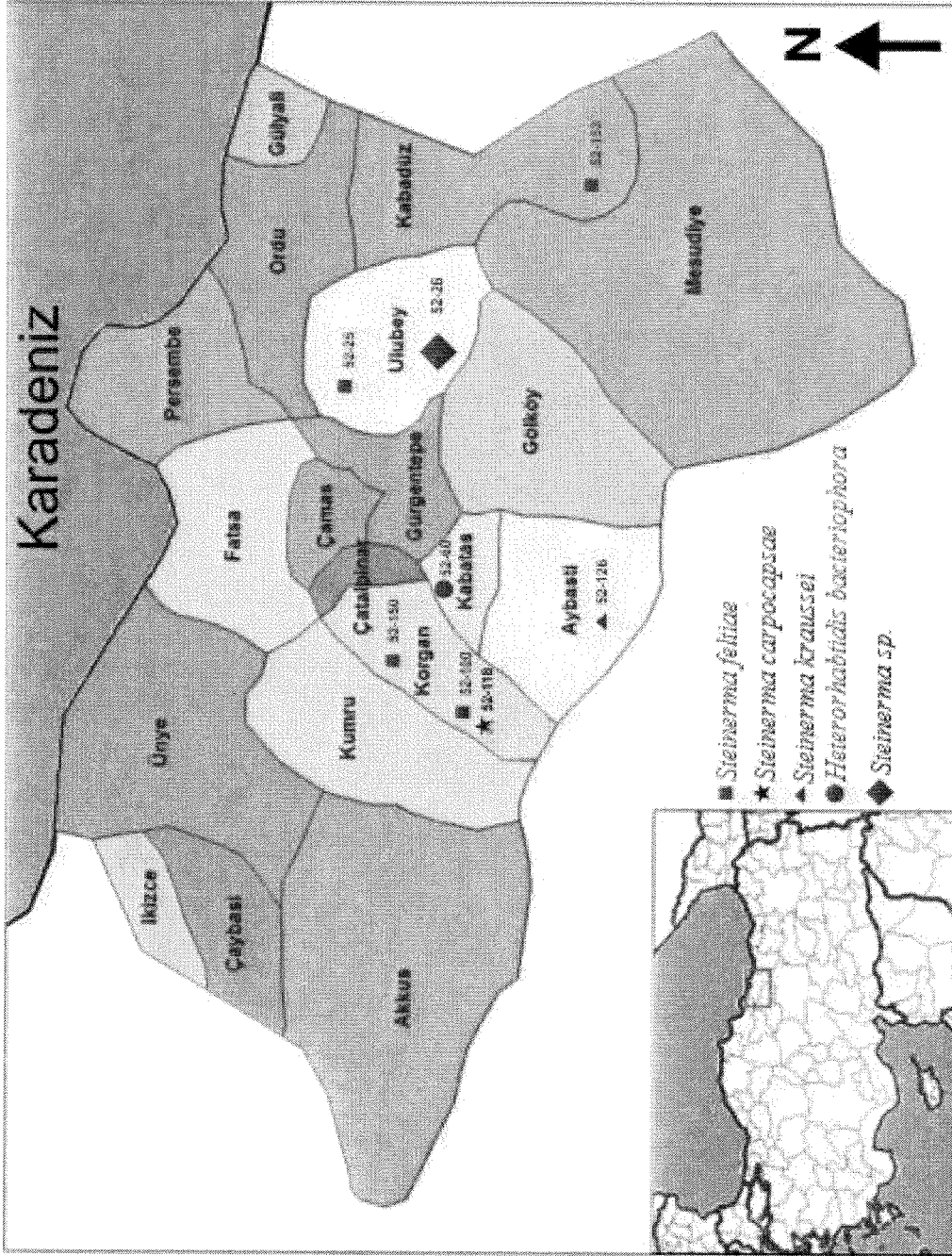
Çizelge 4.1. Örnekleme Alanındaki Farklı Ekosistemlerde Entomopatojenik Nematodların Varlığı

Örnekleme alanı	Alınan toprak örneği sayısı	EPN pozitif	% EPN
Fındık bahçesi	32	1	3,1
Tarım arazileri (Mısır, Lahana, Patates, Buğday)	27	3	7,4
Orman (<i>Picea</i> , <i>Alnus</i> , <i>Populus</i> , <i>Quercus</i>)	34	1	2,9
Çayırılık	40	3	13,3
Yol kenarı	16	0	0
Diğer	7	0	0
Toplam	156	8	5,1

Toprak örneklerinden entomopatojenik nematodların izolasyon verimliliği % 5,1 olarak tespit edildi. Pozitif olduğu belirlenen 8 toprak örneğinin 7 tanesinin *Steinernema* cinsine (% 87,5), 1 tanesinin ise *Heterorhabditis* cinsine (% 12,5) ait olduğu belirlendi. Elde edilen izolatlara toprak örneğinin alındığı bölgenin ismi ve örnekleme numarasından oluşan bir izolat ismi verildi.

Çizelge 4.2. Elde Edilen Entomopatojen Nematod Türleri ve Habitat Özellikleri

İzolat No	Cins- Tür	Lokalite	Habitat	Toprak Sıcaklığı (°C)	pH	Yükseklik (m)	Örnek alma zamanı
52-25	<i>S. feltiae</i>	Ulubey	Fındık Bahçesi	19	6,58	850	09.06.2009
52-26	<i>Steinernema</i> sp.	Ulubey	Ladin Ormanı	18	6,35	1080	09.06.2009
52-100	<i>S. feltiae</i>	Korgan	Buğday Tarlası	16	7,03	1265	07.08.2009
52-118	<i>S. carpocapsae</i>	Korgan	Patates Tarlası	15	6,96	1228	07.08.2009
52-126	<i>S. kraussei</i>	Aybastı	Çayırılık	13	6,35	1530	10.09.2009
52-150	<i>S. feltiae</i>	Korgan	Çayırılık	12	6,46	1300	10.09.2009
52-153	<i>S. feltiae</i>	Kabadiüz	Çayırılık	10	6,50	1737	18.04.2010
52-60	<i>H. bacteriophora</i>	Kabataş	Mısır Tarlası	21	7,61	479	02.07.2009



Şekil 4.1.1. Ordu İli ve İlçelerindeki Topraklardan Elde Edilen Entomopatojenik Nematodların Dağılımları

Çizelge 4.3. *Steinernema feltiae* (İzolat 52-25)'nin Morfolojik Ölçüm (µm) Sonuçları**İnfektif Juveniller (n=15)**

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	808,0	23,2	51,5	87,4	117,4	75,0	14,0	29,1	6,5	10,5	42,3	68,7
Max.	902,0	31,0	60,3	110,6	138,5	83,4	17,9	34,8	6,9	11,3	43,9	73,0
Ort.	859,6	27,1	55,7	97,5	129,4	78,5	15,7	31,9	6,6	11,0	43,0	71,0
St. sapma	38,5	2,8	3,4	8,3	7,3	3,3	1,3	1,9	0,1	0,3	0,7	2,1

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1355,0	72,7	77,7	100,1	133,0	33,2	44,4	70,6	34,8
Max.	1992,6	98,9	100,2	125,4	161,0	49,6	57,6	88,0	45,4
Ort.	1673,5	84,2	89,7	113,5	148,1	42,9	52,0	78,7	39,7
St. sapma	225,2	9,0	7,5	9,2	10,2	6,0	5,0	6,0	3,7

	a	b	c	%D	%E
Min.	18,6	10,2	37,4	58,4	197,6
Max.	21,0	12,4	40,8	62,5	234,0
Ort.	19,8	11,3	39,1	60,4	210,6
St. sapma	0,8	0,8	1,3	1,7	12,4

L: vücut uzunluğu, W: vücut genişliği, EP: anterior-boşaltım açıklığı uzaklığı, NR: anterior-sinir halkası uzaklığı, ES: Özofagus uzunluğu, T: kuyruk uzunluğu, ABW: anal vücut genişliği, a: L/W, b: L/ES, c: L/T, D%: EP/ES × 100, E%: EP/T × 100., Min: Minimum, Max: Maksimum, Ort: Ortalama.

Çizelge 4.4. *Steinernema* sp. (izolat 52-26)'nin Morfolojik Ölçüm (µm) Sonuçları**İnfektif Juveniller (n=15)**

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	768,3	23,7	51,1	81,0	110,0	59,6	13,8	29,8	6,6	12,5	43,3	82,6
Max.	922,8	31,0	61,0	102,3	138,0	73,2	17,0	32,4	7,0	13,0	46,5	87,2
Ort.	845,4	27,1	56,3	91,7	126,6	66,6	15,6	31,3	6,7	12,7	44,5	84,6
St. sapma	58,0	2,8	3,5	7,6	10,5	5,1	1,2	1,1	0,1	0,2	1,1	1,6

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1278,4	80,2	77,3	96,8	118,5	29,0	34,7	62,8	33,0
Max.	1667,0	107,4	92,5	113,7	138,7	40,4	52,6	80,6	49,2
Ort.	1494,6	93,8	85,5	105,0	130,3	35,3	43,4	71,3	40,8
St. sapma	146,8	9,9	5,5	6,2	7,3	4,2	6,7	6,7	5,8

	a	b	c	%D	%E
Min.	15,5	10,8	41,0	64,8	229,0
Max.	16,6	12,0	44,1	66,8	266,6
Ort.	15,9	11,4	42,4	65,6	243,2
St. sapma	0,3	0,5	1,1	0,8	14,2

Çizelge 4.5. *Steinernema feltiae* (izolat 52-100)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	669,0	24,6	53,5	88,4	111,7	62,4	13,0	27,2	6,0	10,7	42,4	71,3
Max.	878,0	32,0	57,4	101,3	135,3	80,5	18,2	28,4	6,5	11,3	47,9	85,7
Ort.	778,0	28,0	55,7	94,5	125,0	71,1	16,1	27,8	6,2	10,9	44,2	78,8

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1122,4	89,2	75,6	114,2	140,0	25,1	38,2	61,2	44,1
Max.	1558,6	122,3	102,3	133,2	155,9	40,3	56,2	77,4	57,2
Ort.	1355,7	106,4	89,3	124,1	148,6	33,7	47,0	69,4	51,1
St. sapma	159,2	12,3	9,3	7,0	5,3	5,6	6,2	5,8	4,6

	a	b	c	%D	%E
Min.	12,6	8,0	38,3	54,0	248,3
Max.	12,8	10,0	44,7	65,6	301,2
Ort.	12,7	9,1	40,5	60,1	267,5
St. sapma	0,1	0,8	2,3	4,0	19,7

Çizelge 4.6. *Steinernema carpocapsae* (izolat 52-118)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	501,4	21,7	30,5	75,0	117,3	45,6	12,2	19,7	4,2	9,9	26,0	66,9
Max.	614,0	31,2	45,1	93,4	141,8	62,0	17,3	23,1	4,3	11,0	31,8	74,3
Ort.	557,8	26,8	38,1	84,4	130,7	53,5	15,0	20,9	4,3	10,5	29,1	71,1
St. sapma	42,5	3,4	5,3	6,7	8,9	5,9	1,8	1,2	0,1	0,4	2,1	2,5

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1389,6	105,5	59,9	111,3	148,8	21,2	40,4	63,0	41,4
Max.	1812,5	144,2	81,4	128,0	169,2	32,8	55,3	75,1	50,6
Ort.	1604,3	128,1	71,0	119,6	159,2	27,1	48,2	68,9	46,0
St. sapma	157,7	13,2	7,8	6,3	7,4	4,1	5,1	4,2	3,2

	a	b	c	%D	%E
Min.	10,7	9,3	55,3	40,3	248,2
Max.	13,2	10,7	65,5	48,1	282,5
Ort.	12,9	10,1	59,6	44,5	263,2
St. sapma	0,9	0,5	3,4	2,9	11,2

Çizelge 4.7. *Steinernema kraussei* (izolat 52-126)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	821,0	27,7	52,1	92,6	115,7	66,0	17,1	26,1	7,1	12,0	43,3	71,2
Max.	1005,6	38,6	60,8	105,5	138,2	84,0	19,8	29,9	7,4	12,4	45,5	78,9
Ort.	930,4	33,0	56,4	98,4	127,5	76,4	18,5	28,4	7,3	12,2	44,3	74,1
St. sapma	68,4	4,2	3,1	4,5	8,4	6,7	1,0	1,6	0,1	0,2	0,8	2,9

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1288,7	102,0	65,4	88,6	128,4	33,1	26,5	44,3	26,0
Max.	1545,8	140,4	107,7	125,3	170,1	40,0	43,2	57,8	34,2
Ort.	1434,7	123,5	86,6	108,2	152,8	36,9	34,7	51,1	30,1
St. sapma	94,0	14,2	15,2	13,8	16,0	2,5	5,9	4,5	3,1

	a	b	c	%D	%E
Min.	11,0	9,0	38,3	50,9	197,6
Max.	12,6	10,0	39,4	63,3	269,3
Ort.	11,7	9,4	38,9	56,3	233,0
St. sapma	0,6	0,4	0,4	4,3	25,5

Çizelge 4.8. *Steinernema feltiae* (izolat 52-150)'nin Morfolojik Ölçüm (μm) Sonuçları

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	616,5	24,5	50,2	87,2	119,3	60,4	14,4	21,3	5,2	10,2	41,6	74,7
Max.	921,7	43,2	64,5	104,6	150,3	86,3	20,3	25,2	6,1	11,7	42,9	84,5
Ort.	793,7	34,6	57,4	95,7	136,2	72,1	17,7	23,1	5,8	11,0	42,1	80,1
St. sapma	114,1	6,9	4,9	6,1	11,5	9,8	2,1	1,4	0,4	0,5	0,4	4,2

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1308,7	88,3	79,1	112,0	147,8	28,6	39,4	61,3	33,1
Max.	1732,8	121,3	107,0	135,9	168,4	44,5	50,3	76,5	47,1
Ort.	1531,1	105,5	93,7	125,8	158,7	36,6	44,8	69,0	40,7
St. sapma	155,1	11,8	10,3	8,4	7,3	5,7	3,9	5,1	5,0

	a	b	c	%D	%E
Min.	14,3	8,9	38,9	53,5	240,4
Max.	14,8	10,3	45,8	63,5	276,6
Ort.	14,5	9,6	42,2	58,9	257,8
St. sapma	0,2	0,5	2,4	3,8	12,4

Çizelge 4.9. *Steinernema feltiae* (izolat 52-153)'nin Morfolojik Ölçüm (µm) Sonuçları

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	789,2	22,2	39,1	83,4	121,0	49,3	15,5	22,1	6,1	12,5	32,3	79,2
Max.	891,0	40,4	68,0	112,5	145,7	71,5	20,6	35,5	6,5	16,0	46,7	95,1
Ort.	840,3	30,2	53,0	98,4	134,5	60,5	18,1	28,8	6,3	14,0	39,1	86,8
St. sapma	37,7	7,0	10,8	10,4	8,9	8,2	1,8	5,2	0,1	1,3	5,5	6,1

	a	b	c	%D	%E
Min.	10,5	7,9	31,4	65,3	276,8
Max.	11,3	8,4	44,6	71,7	345,9
Ort.	11,1	8,2	36,7	68,7	304,6
St. sapma	0,3	0,2	4,6	2,1	25,4

Erkek Nematodlar (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	1040,3	92,3	80,6	84,8	123,5	23,3	35,5	60,2	31,5
Max.	1675,5	147,6	139,9	169,4	202,1	49,0	53,7	79,8	44,2
Ort.	1351,7	122,0	113,1	130,2	164,1	37,8	45,1	71,4	38,4
St. sapma	171,2	20,3	21,7	30,8	28,3	9,9	6,4	7,5	4,5

Çizelge 4.10. *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 52-60)'nın Morfolojik Ölçüm (µm)

Sonuçları

Erkek Nematodlar(n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	SL	GL
Min.	777,2	41,2	93,4	65,6	100,6	30,1	14,7	40,0	16,6
Max.	915,0	54,7	101,0	77,2	109,8	35,7	18,8	47,7	19,9
Ort.	855,8	48,2	97,8	72,2	105,3	33,0	16,8	43,7	18,3
St. sapma	47,6	4,8	2,7	4,3	3,2	2,0	1,5	2,8	1,2

İnfektif Juveniller (n=15)

	L	W	EP	NR	ES	T	ABW	a	b	c	%D	%E
Min.	534,6	22,2	90,3	80,4	120,5	78,8	12,3	21,7	4,4	6,4	74,9	107,3
Max.	609,8	28,1	102,0	91,6	126,0	95,1	15,1	24,1	4,8	6,9	81,0	115,6
Ort.	574,2	25,3	96,7	86,3	123,5	86,5	13,7	22,7	4,6	6,6	78,2	111,9
St. sapma	26,8	2,1	4,3	3,9	2,1	6,2	1,0	0,9	0,1	0,2	2,2	3,1

	a	b	c	%D	%E
Min.	16,7	7,7	25,6	92,0	282,9
Max.	18,9	8,3	26,5	93,5	310,3
Ort.	17,8	8,1	26,0	92,9	297,1
St. sapma	0,8	0,2	0,3	0,5	9,9

Entomopatojenik nematodların izole edildiği habitatların % 50'sinin orman alanları, % 50'inin tarım yapılan alanlar olduğu tespit edildi. Tarıma açık alanlar; mısır, buğday, patates tarlalarını ve fındık bahçelerini, doğal alanlar ise ladin ormanı ve çayırılık alanları kapsamaktadır (Çizelge 4.2).

Pozitif toprak örneklerinin pH değerleri 6,35 ile 7,61 aralığında bir dağılım göstermiştir (Çizelge 4.2). Bu değer, daha önce yapılan bir çok çalışmada tespit edilen pH değerlerinin 4,6 ile 8 arasında olduğunu belirten çalışmalarla paralellik göstermektedir (Hara ve ark., 1991; Griffin ve ark., 1994; Hazır, 2002; Lorio ve ark., 2005; Güneş, 2008).

Steinernema ve *Heterorhabditis* infektif juvenil bireyleri ile erkek bireylerinin morfolojik ölçümleri yapıldı. Nematodlar için karakteristik özellik gösteren; vücut uzunluğu, vücut genişliği, anterior-boşaltım açıklığı uzaklığı, anterior-sinir halkası uzaklığı, özofagus uzunluğu, kuyruk uzunluğu ayrı ayrı ölçülerek belirlendi.

Bu çalışmada kullanılan morfolojik ölçümler ve ITS (internal transcribed spacer) bölgelerinin sekans analizlerinden elde edilen verilere göre *Steinernema* cinsine ait 4 tane *S. feltiae*, birer tane *S. carpocapsae*, *S. kraussei*, ve *Steinernema* sp. olmak üzere toplam 7 tane, *Heterorhabditis* cinsine ait 1 tane *H. bacteriophora* olmak üzere toplam 8 entomopatojenik nematod izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.3).

Türkiye'de daha önce yapılan araştırmalarda *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. weiseri*, *S. anatoliense*, *S. kraussei*, *H. bacteriophora*, *H. marelata* ve *H. megidis* türleri izole edilmiştir (Özer ve ark., 1995; Kepenekçi ve ark., 1999; Kepenekçi ve Susurluk, 2000, 2003; Susurluk ve ark., 2001, 2003; Kepenekçi, 2002; Hazır ve ark., 2003a, 2003c; Ünlü ve ark., 2007; Yılmaz ve ark., 2009; Gökçe, 2010).

Çizelge 4.11. Entomopatojenik Nematod İzolatlarının rRNA ITS Bölgesi Sekanslarının Gen Bankasındaki Karşılaştırma Sonuçları

İzolat	Gen bankasının rRNA ITS bölgesi dizin analizine göre önerdiği tür	Gen Bankası Kodu	Örtüşen Baz Sayıları	Benzerlik Oranı (% olarak)
52-25	<i>S. feltiae</i> (SCM izolatu)	JF728857.1	685/693	(98%)
	<i>S. feltiae</i> (SNC izolatu)	JF728856.1	685/693	(98%)
	<i>S. feltiae</i> (B30 izolatu)	EU914855.1	685/693	(98%)
52-26	<i>S. feltiae</i> (SSp60 izolatu)	JF728859.1	665/696	(95%)
	<i>S. feltiae</i> (SCM izolatu)	JF728857.1	665/697	(95%)
	<i>S. feltiae</i> (SNC izolatu)	JF728856.1	665/697	(95%)
52-100	<i>S. feltiae</i> (SCM izolatu)	JF728857.1	689/692	(99%)
	<i>S. feltiae</i> (SNC izolatu)	JF728856.1	689/692	(99%)
	<i>S. feltiae</i> (Rusya izolatu)	DQ310469.1	689/692	(99%)
52-118	<i>S. carpocapsae</i> (R1 izolatu)	GQ421615.1	696/696	(100%)
	<i>S. carpocapsae</i> (Az157 izolatu)	GQ421614.1	696/696	(100%)
	<i>S. carpocapsae</i> (Az155 izolatu)	GQ421613.1	696/696	(100%)
52-126	<i>S. kraussei</i> (Westfalia izolatu)	AY230175.1	687/690	(99%)
	<i>S. kraussei</i> (C46 izolatu)	EU914856.1	686/690	(99%)
	<i>S. kraussei</i> (Rusya izolatu)	AY171264.1	686/690	(99%)
52-150	<i>S. feltiae</i> (SCM izolatu)	JF728857.1	684/701	(97%)
	<i>S. feltiae</i> (SNC izolatu)	JF728856.1	684/701	(97%)
	<i>S. feltiae</i> (Rusya izolatu)	DQ310469.1	684/701	(97%)
52-153	<i>S. feltiae</i> (SCM izolatu)	JF728859.1	673/677	(99%)
	<i>S. feltiae</i> (SNC izolatu)	FJ860040.1	673/677	(99%)
	<i>S. feltiae</i> (Rusya izolatu)	JF728857.1	673/678	(99%)
52-60	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (N-Arg izolatu)	HQ225906.1	702/706	(99%)
	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (N-Riwaka izolatu)	HQ225892.1	702/706	(99%)
	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (N-RDS109 izolatu)	HQ225889.1	702/706	(99%)

Türkiye’de daha önce yapılan çalışmalarda entomopatojenik nematod bulma oranlarının % 4,72 (Özer ve ark.1995), % 2 (Hazır ve ark., 2003), 12,1 (Aydın 2007) ve % 6,1 (Güneş 2008) olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler bizim elde ettiğimiz % 5,1 oranıyla paralellik göstermektedir. Dünya’nın birçok yerinde yürütülen çeşitli çalışmalarda da çok farklı oranlarda entomopatojen nematod elde edilmiştir. Bu oranlar İskoçya’da %2,2 (Boag ve ark., 1992), Kuzey İrlanda’da % 3,8 (Blackshaw, 1988), Azor adaları’nda % 3,9 (Rosa ve ark., 2000), Kore’de % 4,6 (Choo ve ark., 1995), Yunanistan’da % 4,6 (Menti ve ark., 1997), İtalya’da % 5 (Ehlers ark., 1991), Etiyopya’da % 6,9 (Nguyen ve ark., 2004), Belçika’da % 8,47 (Miduturi ve ark., 1997), Endonezya’da % 11,7 (Griffin ve ark., 2000), Kosta Rika’da % 20,5 (Uribe- Lorio ve ark., 2005), Arizona’da % 23,3 (Stock ve Gress, 2006), Amerika’da % 26,3 (Stock ve ark 1999), İngiltere’de %48,6 (Hominick ve Briscoe, 1990) ve Çek Cumhuriyeti’nde % 53,8 (Mracek ve ark., 1999) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen 8 *Steinernema*’nın 4 tanesinin *Steinernema feltiae* olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’den ilk elde edilen entomopatojenik nematod türü de *S. feltiae*’dir (Özer ve ark., 1995). Hazır ve arkadaşları (2003c) tarafından tüm Türkiye de yapılan çalışmada izole edilen 17 *Steinernema*’nın 10 tanesinin *S. feltiae* türüne ait olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Aydın (2007) tarafından, Aydın ilinde yapılan çalışmada izole edilen 3 *Steinernema* cinsinden 2 tanesinin *S. feltiae* türüne ve Güneş (2008) tarafından Marmara bölgesinde yapılan arazi çalışmasında elde edilen 13 *Steinernema*’nın 7 tanesinin *S. feltiae* türüne ait oldukları bildirilmiştir. Bu verilerde *S. feltiae*’nin Türkiye’de en geniş yayılış gösteren EPN türü olduğunu göstermektedir. *S. feltiae* türünün dünyada da en yaygın entomopatojenik nematod türü olduğu kabul edilmektedir. Hawaii’den Avrupa’nın ılık bölgelerine kadar dünyanın hemen her bölgesinde geniş bir yayılış gösterir. Tropik bölgelerden soğuk iklimlerin hâkim olduğu bölgelere kadar her yerden tespit edilmiştir Bunun muhtemel nedeni, *Steinernema feltiae* türünün ya kıtalar ayrılmadan önce ortaya çıkmış bir tür olması ya da etkin bir dağılım gösterebilen özellik taşıyor olmasıdır (Hominick ve ark., 1996). Ama daha çok soğuk iklim bölgelerine adapte olmuş ve genelde kıyıda uzak kesimlerde yayılış gösteren bir türdür (Wright, 1992; Hominick ve ark., 1996).

Korgan ilçesinde 1228 metre rakımdaki patates tarlasından izole edilen 52-118 nolu bir diğer *Steinernema* türü, *Steinernema carpocapsae*’dir. Bu tür önce Akdeniz, Karadeniz ve Marmara ve bölgelerinden izole edilmiştir. (Kepenekçi, 2002; Yılmaz,

2008; Güneş, 2008). *Steinernema carpocapsae*; Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Almanya, Büyük Britanya, İtalya, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya, İsveç, Brezilya, Meksika, Kanada, A.B.D, Çin, Tayvan, Avustralya gibi dünyanın pek çok ülkesinden izole edilmiş olmasına rağmen *Steinernema feltiae*'ye göre daha az çalışmada tespit edilmiştir (Hominick ve ark., 1996; Hominick, 2002). *S. carpocapsae*'nin doğal yayılışı, çayırılık alanlardan (Campbell ve ark., 1998; Ansari ve ark., 2007), çöl habitatlarına (Glazer ve ark., 1993) kadar çeşitlilik göstermektedir. Bunun nedeni türün geniş konak spektrumu olabilir. Nitekim (Poinar, 1979) *Steinernema carpocapsae*'nin farklı takımlardan 250'nin üzerinde böcek türünü enfekte ettiğini bildirmiştir.

Morfolojik ve moleküler veriler, 52-126 nolu izolatan *Steinernema kraussei* olduğunu göstermiştir. Bu tür ülkemizde daha önce Gökçe ve ark., (2010) tarafından Trabzon ili sınırları içerisinde izole edilmiştir. Morfolojik veriler, elde edilen *Steinernema kraussei* izolatanın, Avrupa'dan izole edilen *Steinernema kraussei* izolatlara daha fazla benzediğini gösterdi. Stock ve arkadaşları (2000), *Steinernema kraussei* populasyonları arasındaki morfolojik farklılıkların, coğrafi farklılıklardan kaynaklandığını göstermişlerdir. Avrupa'dan tespit edilen populasyonlar kendi içinde önemli bir morfolojik farklılık göstermemesine rağmen, Avrupa ve Kuzey Amerika populasyonları arasında kayda değer morfolojik farklılıklar tespit edilmiştir.

52-126 nolu izolatan ITS bölgesi uzunluğunun 688 bp olduğu tespit edildi. Gen bankasında yapılan BLAST analizi sonucunda bu izolatan % 99 oranında *Steinernema kraussei*'ye benzediği tespit edildi (Çizelge 4.11). Bu izolatan ITS dizisi, diğer *Steinernema kraussei* izolatlarıyla sadece 3 baz farklılık göstermektedir. Spiridonov ve arkadaşları (2004b), *Steinernema kraussei* izolatlarının ITS bölge sekansları arasındaki farklılıkların genellikle 1-11 (%1) arasında olduğunu göstermiştir. Fakat bazı durumlarda bu farklılık 21 baza (%2,8) kadar çıkabilmektedir. Bunun nedeni, RNA'nın ikincil yapısında bazı nükleotid değişimleri olabilir.

Steinernema kraussei ilk kez Almanya'da, *Cephalcia abietis* (Hymenoptera)'in vücut boşluğundan izole edilmiştir ve tanımlanan ilk entomopatojenik nematode türüdür (Steiner, 1923). Bu nematod, daha sonraları Almanya'daki farklı lokasyonlardan da izole edilmiştir (Mracek, 1994a). Bununla birlikte, Avusturya (Peters, 1996), Belçika (Spiridonov ve Moens, 1999), Çek Cumhuriyeti (Mracek, 1977), Hollanda (Hominick ve ark., 1995), Slovakya (Sturhan ve Liskova, 1999), İsviçre (Steiner, 1996), İngiltere

(Hominick ve ark., 1995) ve İspanya (Garcia del Pino ve Palomo, 1996)'dan da izole edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalar, bu türün Amerika (Stock ve ark., 1999), Kanada (Mracek ve Webster,1993) ve Japonya (Yoshida, 2003)'da da bulunduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen 52-126 nolu *Steinernema kraussei* izolatu Aybastı ilçesi 1530 metre yüksekliğindeki çayır alandan elde edilmiştir. Daha önce yapılan birkaç çalışmada, bu türün nadiren açık alanlarda veya alpin sahalarda bulunduğu gösterilmiştir (Steiner, 1996; Shishinova ve ark., 1998). *Steinernema kraussei*'nin normal habitatının, konifer veya karışık ormanlar olduğu bir çok çalışmada gösterilmiştir (Spiridonov ve Moens, 1999; Stock ve ark., 2000; Hominick, 2002; Mracek ve ark., 2005).

Ulubey ilçesi 1080 metre rakımdaki ladin ormanından izole ettiğimiz 52-26 nolu izolatu morfolojik ve moleküler verilere göre, yeni bir *Steinernema* türü olabileceği düşünülmektedir. Bu izolat *Steinernema feltiae*'ye benzer morfolojik özellikler gösterse de, rRNA ITS bölgesi dizi analizlerinin diğer *Steinernema feltiae* türleriyle %95 benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu benzerlik oranı oldukça düşüktür ve izolatu *Steinernema feltiae* grubu içinde yeni bir tür olabileceğini düşündürmektedir. 28S rRNA D2-D3 alt bölgesini ve bazı mitokondriyal genlerin dizi analizleri, taramalı elektron mikroskopisi ve cross-breeding testleriyle bu izolatu yeni bir tür olup olmadığı aydınlatılmaya çalışılacaktır.

Kabataş ilçesi dere kenarındaki kumlu toprak yapısındaki mısır tarlasından izole ettiğimiz 52-60 nolu izolat olan *Heterorhabditis bacteriophora* ülkemiz topraklarında en sık rastlanan ikinci EPN türüdür ve tüm coğrafik bölgelerden izole edilmiştir (Susurluk ve ark., 2001; Kepenekçi, 2002; Hazır ve ark., 2003c; Güneş, 2008). *H. bacteriophora* genelde sıcak bölgelerden ve özellikle kıyıya yakın yerlerden soğuk bölgelere kadar farklı kesimlerden elde edilen türdür (Hominick et al., 1996; Constant ve ark., 1998).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen türler zararlılara karşı biyolojik mücadelede kullanılabilme olasılığı olan zararlı kontrolünde başarılı sonuçlara sahip önemli entomopatojen nematod türleridir. Çeşitli araştırmacıların yapmış oldukları biyolojik deneyler bu türlerin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılma potansiyellerinin olduğunu göstermiştir. Doğal yaşam alanı toprak olan, önemli kayıplara neden olan yüzlerce zararlıyı rahatlıkla baskı altına alan, çevreye, doğal dengeye ve hedef olmayan diğer organizmalara zararlı etkisi bulunmayan entomopatojen nematodlar son yıllarda artan önemleri ile zararlılarla mücadele edebilen en önemli biyolojik mücadele etmenleri olmuştur. Sahip olduğu birçok avantajı ile kimyasal mücadeleye en güzel alternatiflerden biri entomopatojen nematodlardır.

Yapılan çalışmada alınan 156 toprak örneğinin 8 tanesinden entomopatojenik nematod elde edilmiştir. Ordu ili sınırlarından alınan toprak örneklerinde entomopatojenik nematod bulunma oranı % 5,1 olarak tespit edilmiştir. Bu 8 pozitif örnekten 7 tanesi *Steinernema* cinsine (%87,5), 1 tanesinin de *Heterorhabditis* cinsine (% 12.5) ait olduğu belirlenmiştir. Morfometrik ve moleküler verilerin bir arada değerlendirilmesi sonucunda elde edilen *Steinernema* cinsine ait nematodların *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei*, *Steinernema sp.* ve *Heterorhabditis* cinsine ait 1 izolatında *H.bacteriophora* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Toprak içerisindeki entomopatojenik nematodların izolasyonu için konak organizma olarak *Galleria mellonella* larvaları kullanılmıştır. Dolayısıyla Lepidoptera larvalarını enfekte edebilen türler izole edilebilmiştir. İleride yapılacak yeni çalışmalarda farklı takımlara ait böcek konakların kullanılması entomopatojenik nematodların çeşitliliğini arttırabilecektir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Ordu ilindeki entomopatojenik nematod türlerinin dağılımı ve çeşitlilikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen yeni izolatlar Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğine katkı sağlamıştır. Ordu ilinde başta fındık olmak üzere, mısır, patates, çilek, kivi, çeşitli sebze ve meyve üretimi gerçekleştirilmekte olup bu ürünlerde çeşitli zararlılara yol açan *Melolontha melolontha* (Coleoptera, Scarabaeidae), *Polyphylla spp.* (Coleoptera, Scarabaeidae), *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera, Gryllotalpidae) gibi çok sayıda toprak altı zararlısı mevcuttur. Toprak doğal yapısı itibariyle uygulanan insektisitlere karşı doğal bir bariyer özelliği

taşımaktadır. Bu nedenle toprak altı zararlılarıyla mücadele etmek oldukça zordur. Oysa toprak doğal yaşam ortamları olduğu için entomopatojenik nematodlar açısından böyle bir bariyer söz konusu değildir. Ayrıca kimyasal insektisitlerin kullanımının çevre insan sağlığı açısından ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlar, entomopatojenik nematodlar için geçerli değildir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen entomopatojenik nematod izolatlarının gelecekte bu bölgedeki zararlı organizmalara karşı etkin bir biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması mümkün olabilecektir. Milyonlarca yıllık bir süreç içerisinde bulunduğu çevreye uyum sağlamış olan, o bölgeye özgü entomopatojenik nematod izolatlarının kullanılması biyolojik kontrolün başarı oranını arttıracak en önemli unsur olacaktır. Çalışmada elde edilen entomopatojen nematod türlerinin bölgedeki ekonomik olarak önemli olan zararlılara karşı başarılı birer mikrobiyal mücadele etmeni olarak kullanılabilme ihtimallerinin olabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adams, B.J. ve Nguyen, K.B., 2002. Taxonomy and Systematics.(Editör: R. Gaugler), Entomopathogenic Nematology. CAB Internatinal, 1-33.
- Ali, S.S., Shaheen, A., Asif, M., Akhtar, M.H., 2009. *Steinernema qazii* sp.n. (Nematoda: Rhabditidae: Steinernematidae) from Kanpur, India, Trends in Biosciences, 2 (1): 59-64.
- Andalo, V., Nguyen, K. B., Moino, A., 2006. *Heterorhabditis amazonensis* n. sp. (Rhabditina: Heterorhabditidae) from Amazonas, Brazil Nematology, 8(6), 853-867.
- Ansari, M. A., Waeyenberge, L., Moens, M., 2007. Natural Occurrence of *Steinernema carpocapsae*, Weiser, 1955 (Rhabditida: Steinernematidae) in Belgian Turf and its Virulence to *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), Russian Journal of Nematology, 15: 21-24
- Artyukhovsky, A. K., 1967. *Neoplectana arenaria* nov. sp. (Steinernematidae, Nematoda) İnducing Nematode Disease in Chafers of the Voronezh Region,Trudy Voronezhskogo Gosudarstvennogo Zapovednika, 15, 94-100.
- Aydın M.S., 2007. Entomopatojen Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Aydın İli ve Çevresindeki Topraklarda Tür Çesitliliği ve Dağılımlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 55 s.
- Bedding R.A., Akhurst R.J., 1975. A Simple Technique for the Detection of Insect Parasitic Rhabditid Nematodes in Soil *Nematologica*, 21: 109-110.

- Bedding, R., Akhurst, R., Kaya, H. 1994. *Nematodes and the Biological Control of Insect Pests*. CSIRO Publishing, 178 s., USA.
- Belair, G., Koppnhöfer, 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.
- Belay, D., Ebssa, L., Borgemeister, C., 2005. Time and Frequency of Applications of Entomopathogenic Nematodes and Their Persistence for Control of Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis*, *Nematology*, 7, 611–622.
- Blackshaw, R. P., 1988. A survey of insect parasitic nematodes in Northern Ireland. *Annals of Applied Biology* 113:561-565.
- Boag, B., Neilson, R., Gordon, S.C., 1992. Distribution and Prevalence of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae* in Scotland. *Annals of Applied Biology*, 121: 355-360.
- Boemare, N., Laumond, C., Maulon, H., 1996. The Entomopathogenic Nematode–Bacterium Complex: Biology, Life Cycle and Vertebrate Safety, *Biocontrol Science and Technology*, 6, 333–345.
- Boemare, N., 2002. Biology, Taxonomy and Systematics of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*, In *Entomopathogenic Nematology* (Editör: R. Gaugler), 35-56, CABI Publishing, MA, USA
- Bornstein - Frost, S., Kiger H., Rector, A., 2005. Impacts of fluctuating temperature on the development and infectivity of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* A10. *Journal of Invertebrate Pathology*. 88, 147-153.
- Bathon, H., 1996. Impact of Entomopathogenic Nematodes on Non-Target Hosts. *Biocontrol Science and Technology*, 6, 421–434.

- Bovien, P., 1937. Some Types of Association Between Nematodes and Insects. Videnskabelige Meddelelzer Fra Dansk Naturhistorisk Forening Bd., 101, 1-114.
- 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.
- Burnell, A. M., Stock, S. P., 2000. *Heterorhabditis*, *Steirnerema* and Their Bacterial Symbiontss-Lethal Pathogens of Insects, Nematology, 2, 1-12.
- Cabanillas, H.E., Poinar., G.O. Raulston, J.R., 1994. *Steinernema riobravus* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Texas. Fundam. Appl. Nematol., 17, 123–131.
- Campbell, J.F., Orza, G., Yoder, F., Lewis, E.,Gaugler, R., 1998. Spatial and Temporal Distribution of Endemic and Released Entomopathogenic Nematode Populations in turfgrass, Entomologia Experimentalis et Applicata, 86, 1–11.
- Chen, S.L., Li, X., Yan, A., Spiridonov, S.E. ve Moens, M., 2006. A New Entomopathogenic Nematode, *Steinernema hebeiense* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae), from North China, Nematology, 8, 563-574.
- Chen, Z. X., Chen, S. Y., Dickson, D. W., 2004. Nematology- Advanceds and Perspectives Volume I: Nematode Morphology, Physiology and Ecology. Tsinghua University Pres. Beijing, China. 636s.
- Choo, H.Y., Kaya, H.K., Stock, S.P., 1995. Isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from Korea. Japanese Journal of Nematology, 25, 44–51

- Clausi, M., Longo, A., Rappazzo, G., Tarasco, E., Vinciguerra, M.T., 2011. *Steinernema vulcanicum* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode species from Sicily (Italy), *Nematology*, 13, (4), 409-423.
- Cohen, E., Podoler, H., El-Hamalauwi, M., 1987. Effects of the Malathion-Bait Mixture Used on Citrus to Control *Ceratitis capitata* (Wiedemann) on the Florida Red Scale *Chrysomphalus aonidum* (L.) and its Parasitoid *Aphytis holoxanthus* De Bach, *Bulletin of Entomological Research*, 77, 303-307.
- Constant, P., Marchay, L., Fischer-Le Saux, M., Briand Panoma, S., Mauleon, H., 1998. Natural Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Guadeloupe islands, *Fundamental and Applied Nematology*, 21, 667-672.
- Cutler, C. G. ve Stock, S. P., 2003. *Steinernema websteri* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from China, *Nematologia Mediterranea*, 31, 215-224.
- Deacan, J.W., 1983. *Microbial control of pests and diseases*. Van Nastrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 31-41.
- Delbeke, F., Vercruyssen, P., Tirry, L., De Clercq, P., Degheele, D., 1997. Toxicity of Diflubenzuron, Pyriproxyfen, Imidacloprid and Diafenthiuron to the Predatory Bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthracoridae), *Entomophaga*, 42, 349-358.
- De Ley, P., Blaxter, M., 2002. Systematic Position and Phylogeny. (Editör: D. L., Lee) *The Biology of Nematodes*, s: 1-30, Taylor and Francis, London.
- Doane, K. M., Dahlsten, D.L., Dreistadt, S.H., 1990. Effect of Mediterranean Fruit fly Malathion Bait Spray on the Longevity and Oviposition of Parasitoids of Linden and Tuliptree Aphids, *Environmental Entomology*, 19, 1130-1134.

- Doucet, M. M. A. 1986. A New Species of *Neoaplectana Steiner*, 1929 (Nematoda: Steinernematidae) from Cordoba, Argentina, *Revue de Nématologie*, 9, 317–323.
- Doucet, M. M. A., M. E. Doucet., 1990. *Steinernema ritteri* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) with a Key to the Species of the Genus, *Nematologica* 36:257-265.
- Edgington, S., Buddie, A. G., Tymo, L., Hunt, D. J., Nguyen, K. B., France, A. I., Merino, L. M., Moore, D., 2009. *Steinernema australe* n. sp. (Panagrolaimomorpha: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Isla Magdalena, Chile, *Nematology*, Vol. 11(5), 699-717.
- Edgington, S.; Buddie, A. G.; Tymo, L. M.; France, A.; Merino, L., Hunt, D. J., 2009. *Steinernema unicornum* sp. n. (Panagrolaimomorpha: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Tierra del Fuego, Chile. *J. Nematode Morphol. Syst.*, 12 (2), 113-131.
- Edgington, S., Buddie, A.G., Moore, D., France, A., Merino, L., Hunt, D.J., 2010 . *Heterorhabditis atacamensis* n. sp. (Nematoda: Heterorhabditidae), a new entomopathogenic nematode from the Atacama Desert, Chile, *Journal of Helminthology*, (Baskıda)
- Ehlers, R.U., Deseo, K.V., Stackebrandt, E., 1991. Identification of *Steinernema* spp. (Nematoda) and their symbiotic bacteria *Xenorhabdus* spp. from Italian and German soils. *Nematologica*, 37, 360–366.
- Ehlers, R.U., H. M. T. Hokkanen., 1996. Insect Biocontrol with Non-Endemic Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.: Conclusions and Recommendations of a Combined OECD and COST

- workshop on Scientific and Regulatory Policy Issues. *Biocontr. Sci. Technol*, 6, 295-302.
- Eidt, D.C., Thurston, G.S., 1995. Physical Deterrents to Infection by Entomopathogenic Nematodes in Wireworms (Coleoptera: Elateridae) and Other Soil Insects, *The Canadian Entomologist*, 127, 423–429
- Elawad, S., Ahmad W., Reid, A., 1997. *Steinernema abbasi* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae) from the Sultanate of Oman, *Fundamental and Applied Nematology*, 20, 433-442.
- Filipjev, I.N., 1934. Eine Neue Art der Gattung *Neoaplectana* Steiner nebst Bemerkungen Über Die Systematische Stellung der Letzteren. *Magasin de Parasitologie de l'Institut Zoologique des Sciences de l' USSR*. IV. 1934:229-240.
- Finnegan, M.M. Downes, J.D., O'Regan, M., Griffin, C.T., 1999. Effect of Salt and Temperature Stresses on the Survival and Infectivity of *Heterorhabditis* spp. Infective Juveniles, *Nematology* 1, 69–78.
- Ganguly, S., Singh, L. K., 2000. *Steinernema thermophilum* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from India, *International Journal of Nematology*, 10, 183–191.
- Georgis, R., Gaugler, R., 1991. Predictability in Biological Control Using Entomopathogenic Nematodes, *Journal of Economic Entomology*, 84, 713–720.
- Garcia del Pino, F., Palmo, A., 1996. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Spanish soils. *Journal of Invertebrate Pathology*, 68, 84–90.

- Gaugler, R., 1988. Ecological Considerations in the Biological Control of Soil-Inhabiting Insects with Entomopathogenic Nematodes, *Agriculture Ecosystems and Environment*, 24, 351-360.
- Gaugler, R., Kaya, H., 1990. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Pres, 365s., USA.
- Gaugler, R., Wang, Y., Campbell, J. F., 1994. Aggressive and Evasive Behaviors in *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae: Defenses Against Entomopathogenic Nematode Attack, *Journal of Invertebrate Pathology*, 64, 193-199.
- Glaser, R. W., 1931. The cultivation of a nematode parasite of an insect. *Science* : 73: 614-615.
- Glaser, R.W., McCoy E.E., Girth, H.B., 1940. The Biology and Economic Importance of a Nematode Parasitic in Insects, *Journal of Parasitology*, 26, 479-495.
- Glazer, I., Liran, N., Poinar G.O., Smits, P.H., 1993. Identification and Biological Activity of Newly Isolated Heterorhabditid Populations from Israel, *Fundamental and Applied Nematology*, 16, 467-472.
- Glazer, I. ve Lewis, E. E., 2000. Bioassays for Entomopathogenic Nematodes, In “*Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes*” (Editörler: A., Navon, K. R. S Ascher), 229-24 s, CAB International Publishing.
- Gökçe C., Yılmaz, H., Demir, İ., Demirbağ, Z. 2010. A survey study on entomopathogenic nematodes in East Black Sea Region of Turkey, 43th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, Karadeniz Techninal University, 11-15 july 2010, Trabzon, p. 60.
- Grewal P.S., Ehlers R.U. ve Shapiro-Ilan D.I., 2005. *Nematodes as Biocontrol Agents*. CABI Publishing 505s, Wallingford, UK.

- Griffin, C. T., 1993, Temperature responses of entomopathogenic nematodes: implications for the success of biological control programmes. (Editörler: R. Bedding, R. Akhurst, H. Kaya) "*Nematodes and the biological control of insects*". East Melbourne: Australia, CSIRO Publications. pp. 115-126.
- Griffin, C.T., Moore, J.F., Downes, M.J., 1991. Occurrence of Insect-Parasitic Nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in the Republic of Ireland, *Nematologica*, 37, 92–100.
- Griffin, C.T., Joyce, S.A., Dix, I., Burnell, A.M., Downes, M.J., 1994. Characterisation of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis* (Nematoda: Heterorhabditidae) from Ireland and Britain by molecular and cross-breeding techniques, and the occurrence of the genus in these islands. *Fundamental and Applied Nematology*, 17, 245–254.
- Griffin, C.T., Chaerani, R., Fallon, D., Reid, A.P., Downes, M.J., 2000. Occurrence and Distribution of the Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* Indica in Indonesia, *Journal of Helminthology*, 74, 143–150.
- Güneş, Ç., 2008. Marmara Bölgesi'ndeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 95 s.
- Hara, A.H., Gaugler, R., Kaya, H.K., Lebeck, L.M., 1991. Natural populations of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) from the Hawaiian islands. *Environmental Entomology*, 20, 211–216.
- Hazır, S., 2002. Türkiye'deki Entomopatojenik Nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Üzerine Faunistik Çalışmalar, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 158 s.

- Hazir, S., Stock S. P., Keskin, N., 2003a. A New Entomopathogenic Nematode, *Steinernema anatoliense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), from Turkey, Systematic Parasitology, 55, 211–220.
- Hazir, S., Kaya H.K., Stock S.P., Keskün N, 2003b. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pests Turkish Journal of Biology, 27, 181-202.
- Hazir, S., Keskin, N., Stock, P., Kaya, H.K., Özcan S., 2003c. Diversity and Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey, Biodiversity and Conservation, 12, 375-386.
- Hominick, W.M., Briscoe, B.R., 1990. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in British soils. Parasitology 100, 295–302.
- Hominick, W.M., Reid, A.P. ve Briscoe, B.R., 1995. Prevalence and Habitat Specificity of Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes Isolated During Soil Surveys of the UK and the Netherlands, Journal of Helminthology, 69, 27–32.
- 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., Garcia del Pino, F., Heng, J., Hunt, D.J., Kozodoy, E., Mraček, Z., Nguyen, K.B., Reid, A.P., Spiridonov, S., Stock, P., Sturhan, D., Waturu, C. ve Yoshida, M., 1997. Biosystematics of entomopathogenic nematodes: Current Status, Protocols and Definitions. Journal of Helminthology 71, 271–298

- Hominick, W.M., 2002. Biogeography. (Editör: R. Gaugler). Entomopathogenic nematology, CABI Publishing, 115-144s, Wallingford, UK
- [Http://classes.seattleu.edu/biology/biol235/hodin/nematodePriapulidGroup/nematodes/formAndFunction.htm](http://classes.seattleu.edu/biology/biol235/hodin/nematodePriapulidGroup/nematodes/formAndFunction.htm), 04.06.2011.
- Immaraju, J. A., Paine, T. D., Bethke, J. A., Robb, K. L., Newman, H., 1992. Western *Flower thrips* (Thysanoptera: Thripidae) Resistance to Insecticides in Coastal California Greenhouses, *Journal of Economic Entomology*, 85, 9-14.
- Jagdale, G. B., Grewal, P. S., Salminen, S. O., 2005. Both heat-shock and coldshock influence trehalose metabolism in an entomopathogenic nematode, *Jornal of Parasitology*, 91 (5), 988-994.
- Jian, H., Reid, A. P., Hunt, D.J., 1997. *Steinernema ceratophorum* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from North-East China, *Systematic Parasitology*, 37, 115–125
- Joyce, S. A., Burnell, A. M., Power, T. O., 1994. Characterization of *Heterorhabditis* isolates by PCR amplification of mtDNA and rDNA genes. *Journal of Nematology*, 26, 260–270.
- Kakulia, G., Mikaia, N., 1997. New species of the nematode *Heterorhabditis poinari* sp. nov. Rhabditida: Heterorhabditidae. *Parasitology and Helminthology*, 155, 457–459.
- Kaya, H.K., 1990. Soil Ecology. (Editörler: R. Gaugler, H. Kaya) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 93–115.
- Kaya, H. K., 2002, Natural enemies and other antagonists. (Editör: R. Gaugler), *Entomopathogenic Nematology*. CABI, Wallingford, UK, pp. 189- 203.
- Kaya, H.K., Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38; 181-206.

- Kaya, H. K., Stock, S. P., 1997. Techniques in Insect Nematology, In *Manuel of Techniques in Insect Pathology* (Editör: L. A., Lacey), 281-324, Academic Press, London.
- Kepenekçi, İ. 2002. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean region of Turkey. *Nematol Mediterü*, 30: 13-15.
- Kepenekçi, İ., Babaroglu, N., Öztürk, G., Halıcı S., 1999. Türkiye için Yeni Bir Entomopatojen Nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida:Heterorhabditidae). 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, Adana: 587-596.
- Kepenekçi, İ. and İ.A. Susurluk. 2000. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod türü; *Heterorhabditis marelatus* Lui and Berry, 1996 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Tarım Bilimleri Dergisi*. 6: 59-64.
- Kepenekçi, İ. and İ.A. Susurluk. 2003. Three entomopathogenic nematodes (Rhabditida) from Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 21:19-23.
- Kermarrec, A. Ve H., Mauleon., 1985. Potential Noxiousness of the Entomopathogenic Nematode *Neoaplectana carpocapsae* Weiser to the Antillan toad *Bufo marinus* L. *Med. Fac. Landbouw, University of Gent*, 50, 831-838.
- Khatri-Chhetri, H.B., Waeyenberge, L., Spiridonov, S., Manandhar, H.K., Moens, M., 2010. *Steinernema lamjungense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new species of entomopathogenic nematode from Lamjung district, Nepal, *Nematology*,(Baskıda).
- Khatri-Chhetri, H.B., Waeyenberge, L., Spiridonov, S., Manandhar, H.K., Moens, M., 2011. *Steinernema everestense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new species of entomopathogenic nematode from Pakhribas, Dhankuta, Nepal, *Nematology*,13(4), 443-462.

- Koppenhöfer A.M. ve Kaya H.K., 1999. Ecological Characterization of *Steinernema rarum*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 73, 120-128.
- Koppenhöfer, A. M., 2000. Nematodes, In “*Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* (Editörler: L. A., Lacey, H. K., Kaya) 283-301, Kluwer Academic Publishers, NL.
- Koppenhöfer, A. M., Fuzy, E. M., 2007. Soil moisture effects on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabaei*, *S. glaseri*, *Heterorhabditis zealandica*, and *H. Bacteriophora*, *Applied Soil Ecology*, 35, 128-139.
- Kung, S. P., Gaugler, R., 1990. Soil type and entomopathogenic nematode persistence. *Journal of Invertebrate Pathology*. 55, 401-406.
- Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. K., Vail, P., 2001. Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?, *Biol. Control*, 21, 230-248.
- Lee, M.M., Sicard, M., Skeie, M., ve Stock S.P., 2009. *Steinernema boemarei* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Southern France, *Systematic Parasitology*, 72 (2), 127-141.
- Lipa, J. J., 1975. *An Outline of Insect Pathology*, Warsaw, Poland.
- Liu, J., Berry, R. E., 1996a. *Steinernema oregonensis* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Oregon, USA. *Fundamental Applied Nematology*, 19, 375-380.
- Liu, J., Berry, R. E., 1996b. *Heterorhabditis marelatus* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Oregon, *Journal of Invertebrate Pathology*, 67, 48-54.
- Liu, J., Pionar, 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.

- Lopez-Nunez, J. C., Plichta, K., Gongora-Botero, C. E., Stock, S. P. 2008. A New Entomopathogenic Nematode, *Steinernema colombiense* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) from Colombia, *Nematology*, 10, 561–574
- Luc, P.V., Nguyen, K.B., Reid A.P., Spiridonov S.E., 2000. *Steinernema tami* sp. n. (Rhabditida:Steinernematidae) from Cat Tien Forest, Vietnam. *Russian Journal of Nematology*, 8, 33–43.
- Liu, J., 1994. A new species in the genus *Heterorhabditis* from China (Rhabditida: Heterorhabditidae), *Acta Zootaxonomica Sinica* 19, 268–272
- Liu, J., Berry, R. E., 1996a. *Steinernema oregonensis* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Oregon, USA, *Fundamental and Applied Nematology*, 19, 375-380.
- Liu, J., Berry, R. E., 1996b. *Heterorhabditis marelatus* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Oregon, *Journal of Invertebreta Pathology*, 67, 48-54.
- Maggenti, A., 1981. *General Nematology*. Springer-Verlag, 372s., New York
- Malan, A.P., Nguyen, K.B., De Waal, JY., Tiedt, L., 2008. *Heterorhabditis safricana* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae), a New Entomopathogenic Nematode from South Africa, *Nematology*, 10, 381–396.
- Mamiya, Y., 1988. *Steinernema kushidai* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae) Associated with Scarabaeid Beetle Larvae from Shizuoka, Japan, *Applied Entomology and Zoology*, 23, 313-320.
- Maneesakorn, P., Grewal, P.S., Chandrapatya, A., 2010. *Steinernema minuta* sp. nov. (Rhabditida: Steinernematidae): a new entomopathogenic nematode from Thailand, *International Journal of Nematology*, 20. : 27-42.

- Menti, H., Wright, D.J. and Perry, R.N., 1997. Desiccation survival of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* from Greece and the UK. *Journal of Helminthology*, 71, 41–46.
- Miduturi, J.S., Waeyenberge, L., Moens, M., 1997. Natural distribution of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Belgian soils. *Russian Journal of Nematology*, 5, 55–65.
- Mracek, Z., 1977. *Steinernema kraussei*, a parasite of the body cavity of the sawfly, *Cephaleia abietis*, in Czechoslovakia. *Journal of Invertebrate Pathology*, 30, 87–94.
- Mracek, Z., 1994a. *Steinernema kraussei* (Steiner 1923) (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae): redescription of its topotype from Westphalia. *Folia Parasitologica*, 41, 59–61.
- Mracek, Z. ve Webster, J.M., 1993. Survey of Heterorhabditidae and Steinernematidae (Rhabditida, Nematoda) in Western Canada. *Journal of Nematology*, 25, 710–717.
- Mracek, Z., Hernandez, E. A., Boemare, N. A., 1994b. *Steinernema cubana* sp. n. (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae) and the Preliminary Characterization of its Associated Bacterium. *Journal of Invertebrate Pathology*, 64, 123–129.
- Mracek, Z., Becvar, S., Kindlmann, P., 1999. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. *Folia Parasitologica* 46, 145–148.
- Mracek, Z., Becvar, S. 2000. Insect Aggregations and Entomopathogenic Nematode Occurrence. *Nematology*, 2, 297–301.

- Mracek, Z., Sturhan, D., Reid, A., 2003. *Steinernema weiseri* n. sp. (Rhabditida, Steinernematidae), A New Entomopathogenic Nematode from Europe, Systematic Parasitology, 56, 37–47.
- 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.
- Mracek, Z., Nguyen, K.B., Tailliez, P., Boemare, N., Chen S., 2006. *Steinernema sichuanense* n. sp. (Rhabditida, Steinernematidae), A New Species of Entomopathogenic Nematode from the Province of Sichuan, East Tibetan Mts., China, Journal of Invertebrate Pathology, 93 (3), 157-169
- Mracek, Z., Liu, Q.Z., Nguyen, K.B., 2009. *Steinernema xueshanense* n. sp (Rhabditida, Steinernematidae), a New Species of Entomopathogenic Nematode from the Province of Yunnan, Southeast Tibetan Mts., China, Journal of Invertebrate Pathology, 102, 69-78.
- Nagarkatti, S., Tobin, P.C., Muza, A.L., Saunders, M.C., 2002. Carbaryl Resistance in Populations of Grape Berry Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in New York and Pennsylvania, Journal of Economic Entomology, 95, 1027-1032.
- Nalçacıoğlu, R., Katı, H., Demir, D., Sezen, K. Ve Ertürk, Ö., 2008. *Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele.* (Editör: Z., Demirbağ), ISBN: 978-975-93278-2-8, 325 s, Trabzon.
- Nguyen, K.B., Smart, G.C., 1990. *Steinernema scapterisci* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), Journal of Nematology, 22, 187-199
- Nguyen, K.B., Smart, G.C., 1992. *Steinernema neocurtillis* n.sp.(Rhabditida: Steinernematidae) and a key to species of the genus Steinernema, Journal of Nematology, 24, 463–477.

- Nguyen, K.B., Smart, G.C., 1994. *Neosteinerinema longicurvicauda* n. gen., n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a Parasite of the Termite *Reticulitermes Flavipes* (Koller), *Journal of Nematology*, 26, 162-174.
- Nguyen, K. B., Duncan, L. W., 2002. *Steinerinema diaprepesi* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a Parasite of the Citrus Root Weevil *Diaprepes abbreviatus* (L) (Coleoptera: Curculionidae), *Journal of Nematology*, 34(2), 159–170.
- Nguyen, K.B., Tesfamariam, M., Gözel, U., Gaugler, R., Adams, B. J. 2004a. *Steinerinema yirgalemense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Ethiopia, *Nematology*, 6, 839-856.
- Nguyen, K.B., Shapiro-Ilan, D.I., Stuart, R.J., McCoy, C.W., James R.R., Adams B.J., 2004b. *Heterorhabditis mexicana* n. sp. (Heterorhabditidae: Rhabditida) from Tamaulipas, Mexico with Morphological Studies of Bursa of *Heterorhabditis* spp. *Nematology*, 6, 231-244.
- Nguyen, K.B., Malan, A., Gözel, U., 2006a. *Steinerinema khoisanae* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) a New Entomopathogenic Nematode from South Africa. *Nematology*, 8, 157-175.
- Nguyen, K.B., Qiu, L., Zhou, Y., Pang, Y., 2006b. *Steinerinema leizhouense* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Southern China, *Russian Journal of Nematology*, 14, 101–118.
- Nguyen, K.B., Gozel, U., Koppenhöfer, H.S., Adams B.J., 2006c. *Heterorhabditis floridensis* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Florida, *Zootaxa*, 1177, 1 -19.
- Nguyen, K.B., Stuart, R.J., Andalo V., Gozel, U., Rogers, M.E., 2007. *Steinerinema texanum* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), A New Entomopathogenic Nematode from Texas, USA, *Nematology*, 9, 379-396

- Nguyen, K. B., Puza, V., Mracek, Z., 2008a. *Steinernema cholashanense* n. sp. (Rhabditida, Steinernematidae) a New Species of Entomopathogenic Nematode from the Province of Sichuan, Chola Shan Mountains, China, *Journal of Invertebrate Pathology*, 97, 251–264.
- Nguyen, K.B., Shapiro-Ilan, D.I., Mbata, G.B., 2008b. *Heterorhabditis georgiana* n sp (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Georgia USA, *Nematology*, 10, 433–448.
- Nguyen, K.B., Buss, E.A., 2011. *Steinernema phyllophagae* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Florida, USA , *Nematology*, 13 (4), 2011 , 425-44.
- Oğurlu, İ., 2000. *Biyolojik Mücadele*, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 8, 440 s, Isparta.
- Onstad, D.W., Guse, C.A., Buschman, L.L., Higgins, R.A., Sloderbeck, P.E., Peairs, F.B., Cronholm, N., 2002. Modeling the Development of Resistance by Stalk-Boring Lepidopteran Insects (Crambidae) in Areas with Transgenic Corn and Frequent Insecticide Use, *Journal of Economic Entomology*, 95, 1033-1043.
- Özer, N., Keskin, N., Kırbaş, Z., 1995, Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica*, 41, 639-640.
- Phan, K.L., Nguyen, N.C., Moens, M., 2001a. *Steinernema loci* sp. n. and *Steinernema thanhi* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Vietnam. *Nematology*, 3, 503-514.
- Phan, K.L., Nguyen, N.C., Moens, M., 2001b. *Steinernema sangi* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Vietnam, *Russian Journal of Nematology*, 9, 1-7.
- Phan, K.L., Subbotin, S.A., Nguyen N.C., Moens, M., 2003. *Heterorhabditis baujardi* sp. n. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Vietnam with morphometric data for *H. indica* populations, *Nematology*, 5, 367-382.

- Phan L.K., Subbotin S.A., Waeyenberge L. ve Moens M., 2005. A New Entomopathogenic Nematode, *Steinernema robustispiculum* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), from Chumomray National Park in Vietnam, *Systematic Parasitology*, 60, 23-32.
- Phan, L.K., Takemoto S., Futai K., 2006a. *Steinernema ashiuense* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Japan, *Nematology*, 8(5), 681-690
- Phan, L. K., Spiridonov, S.E., Subbotin, S.A., Moens, M., 2006b. Four New Species of *Steinernema* Travassos, 1928 with Short Infective Juveniles from Vietnam, *Russian Journal of Nematology*, 14 (1), 11 – 29.
- Plichta, K. C., Joyce, S., Waterfield, N, Clarke, D., Stock S. P., 2009. *Heterorhabditis gerrardi* n. sp. (Nematoda: Heterorhabditidae): The Hidden host of *Photorhabdus Asymbiotica* (Enterobacteriaceae: gamma-Proteobacteria), *Journal of Helminthology*, 83(4) ,309-320.
- Poinar, G. O., 1975. Description and Biology of a New Insect Parasitic Rhabditoid, *Heterorhabditis bacteriophora* n. gen., n. sp. (Rhabditida; Heterorhabditidae n. ram.), *Nematologica*, 21,463-470.
- Poinar, G. O., 1979. *Nematodes for Biological Control of Insects*, Boca Raton, Fla., CRC Press, 277.
- Poinar, G. O., 1985. *Neoaplectana intermedia* n. sp. (Steinernematidae: Nematoda) from South Carolina. *Revue Nématol* 8 , (4), 321-327.
- Poinar, G.O., 1986. Entomogenous Nematodes. (Editor: B.D. Franz) *Biological Plant and Health Protection*, Stuttgart: G. Fisher Verlag, 95-121.

- Poinar, G. O., 1990. Taxonomy and Biology of Steinernematidae and Heterorhabtidae, In "Entomopathogenic Nematodes in Biological Control" (Editors: R., Gaugler, H. K., Kaya), 23-61, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Poinar, G. O., 1991. Nematoda and Nematomorpha, In: Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates.
- Poinar, G. O., T, Jackson., Klein, M., 1987. *Heterorhabditis megidis* sp. n. (Heterorhabditidae: Rhabditida), Parasitic in the Japanese beetle *Popilla japonica* in Ohio, Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 54,53-59.
- Poinar, G.O., Karunakar, G.K., David H., 1992. *Heterorhabditis indica* n. sp. (Rhabditida: Nematoda) from India: Separation of *Heterorhabditis* spp. by Infective Juveniles, *Fundamental and Applied Nematology*, 15, 467-472.
- Peter, G., 1984. *Plant Pests and Their Control*, Fenemore, London.
- Peters, A., 1996. The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and Their Impact on Insect Populations, *Biocontrol Science and Technology*, 6, 389-402.
- Qiu, L., Fang, Y., Zhou, Y., Pang, Y., Nguyen, K. B., 2004. *Steinernema guangdongense* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Southern China with a Note on *S. serratum* (nomen nudum), *Zootaxa*, 704, 1-20.
- Qiu, L., Yan, X., Zhou, Y., Nguyen, K. B., Pang, Y., 2005a. *Steinernema aciari* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Guangdong, China, *Journal of Invertebrate Pathology*, 88, 58-69.

- Qiu, L., Hu, X., Zhou Y., Mei, S., Nguyen, K.B., Pang, Y., 2005b. *Steinernema akhursti* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae) from Yunnan, China, *Journal of Invertebrate Pathology*, 90 , 151–160.
- Qiu, L., Hu, X., Zhou, Y., Pang, Y., Nguyen, K.B., 2005c. *Steinernema beddingi* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Yunnan, China, *Nematology*, 7(5), 737-749.
- Qiu, L., Zhao, J., Wu, Z., LV, Z., Pang Y. 2011. *Steinernema pui* sp. n. (Rhabditida, Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Yunnan, China. *Zootaxa*, 2767: 1–13.
- Raifer, K.H., Glazer, I., 2000. Environmental Factors Affecting Sexual Differentiation in the Entomopathogenic Nematode *Heterorhabditis bacteriophora*, *Journal of Experimental Zoology*, 287, 158–166.
- Roman, J., Figueroa, W., 1994. *Steinernema puertoricensis* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Puerto Rico. *Journal of Agriculture, University of Puerto Rico*, 78, 167-175.
- 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, 215–222.
- Seinhorst, J.W. 1959. A rapid methods for transfer of nematodes from fixtative to anhydrous glycerince. *Nematologica*, 4, 67-69.
- Sturhan, D., Liskova, M., 1999. Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in the Slovak Republic. *Nematology*, 1, 273–277.
- Shahina, F., Anis, M., Reid, A.P., Rowe, J., Maqbool, M.A. 2001. *Steinernema pakistanense* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Pakistan. *International Journal of Nematology*, 11, 124-133

- Shamseldean, M.M., Abou El-Sooud, A.B., Abd-Elgawad, M.M., Saleh, M.M.E., 1996. Identification of a New Heterorhabditid species from Egypt, *Heterorhabditis taysearae*, n. sp. (Rhabditia: Heterorhabditidae), Egypt, Journal Of Biological Pest Control, 6, 15–24.
- Shapiro-Ilan, D.I., Gouge, D.H., Koppenhöfer A.M., 2002. Factors Affecting Commercial Success: Case Studies in Cotton, Turf and Citrus. In: (Editör: R., Gaugler) *Entomopathogenic Nematology*, CABI Publishing, 333-356s, Wallingford, UK.
- Shapiro- Ilan, D. I., Gouge, D. H., Piggott, S. J., Fife, J. P., 2006, Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biological Control*. 38, 124-133. SPSS, 1999, SPSS for Windows, Release 10.0.1 SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Shen, C.P., Wang, G.H., 1991. Description and Study of an Entomopathogenic Nematode: *Steinernema longicaudum* sp.nov. Proceedings of the First National Academy Symposium. Young and Middle Aged Science and Technology Works, Plant Protection.Chinese Science and Technology Press, Beijing, 220–231.
- Shishiniova M., Budurova L., Gradinarov D. 1998. Contribution to the fauna of the entomopathogenic nematodes/ rhabditida: *Steinernematidae*, *Heterorhabditidae* from Bulgaria II. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 12: 104–108.
- Smart, G.C., 1995. Entomopathogenic nematodes for the Biological Control of Insect, *Journal of Nematology*, 27, 529-534.
- Simoes N., Caldas C., Rosa J.S., Bonifassi E.,Laumond C., 2000. Pathogenicity Caused by High Virulent and Low Virulent Strains of *Steinernema carpocapsae* to *Galleria mellonella*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 75: 47-54.

- Spiridonov, S.E. Moens, M., 1999. Two Previously Unreported species of Steinernematids from Woodlands in Belgium, *Russian Journal of Nematology*, 7, 39–42.
- Spiridonov, S. E., Karasomil-Osterfeld, K., Moens, M., 2004a. *Steinernema jolietii* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae), a New entomopathogenic Nematode from American Midwest, *Russian Journal of Nematology*, 12, 85-95.
- Spiridonov, S.E., Reid, A.P., Prodrucka, K., Subbotin, S.A., Moens, M., 2004b. Phylogenetic relationships within the genus *Steinernema* (Nematoda: Rhabditida) as inferred from analyses of the sequences of the ITS1-5. 8S-ITS2 region of rDNA and morphological features. *Nematology* 6, 547–566
- Steiner, G., 1923. *Aplectana kraussei* n. sp., Eine in der Blattwespe *Lyda* sp. Parasitierende Nematodenform, Nebst Bemerkungen Über das Seitenorgan der Parasitischen Nematoden. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, Abteilung 2, 14-18.
- Steiner, G., 1929. *Neoaplectana glaseri*, n. g., n. sp. (Oxyuridae), a New Nemic Parasite of the Japanese Beetle (*Popillia japonica* Newm.), *Journal of The Washington Academy of Sciences*, 19, 436-440.
- Steiner, W.A., 1996. Distribution of Entomopathogenic Nematodes in the Swiss Alps, *Revue Suisse de Zoologie*, 103, 439–452.
- Stock, S. P., 2005. Insect parasitic nematodes: From lab curiosities to model organisms. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89, 57-66.
- Stock, S.P., Choo, H.Y., Kaya, H.K., 1997. *Steinernema monticolum* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae), An Entomopathogenic Nematode from Korea with a Key to Other Species, *Nematologica*, 43, 15-29.

- Stock, S.P., Somsook, V., Reid, A.P., 1998. *Steinernema siamkayai* n.sp.(Rhabditida: Steinernematidae), an Entomopathogenic Nematode from Thailand, Systematic Parasitology, 41, 105–113.
- Stock, S.P., Pryor, B.M., Kaya, H.K., 1999. Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in Natural Habitats in California, Biodiversity and Conservation, 8, 339–345.
- Stock, S.P., Mracek, Z., Webster, J.M., 2000. Morphological variation between allopatric populations of *Steinernema kraussei* (Steiner, 1923) (Rhabditida: Steinernematidae). Nematology, 2, 143–152.
- Stock, S.P., Pryor, B.M., Kaya, H.K., 1999. Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in Natural Habitats in California, Biodiversity and Conservation, 8, 339–345.
- Stock, S.P., Griffin, C.T., Burnell, A.M., 2002. Morphological characterisation of three isolates of *Heterorhabditis* Poinar, 1976 from the 'Irish group' (Nematoda: Rhabditida: Heterorhabditidae) and Additional Evidence Supporting Their Recognition as a Distinct Species, *H. Downesi* n. sp. Systematic Parasitology, 51, 95–106.
- Stock, S.P., Koppenhöfer, A.M., 2003. *Steinernema scarabaei* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a Natural Pathogen of Scarab Larvae (Coleoptera: Scarabaeidae) from New Jersey, Nematology, 5, 191–204.
- Stock, S.P., Griffin, C.T., Chaerani R., 2004. Morphological and Molecular Characterization of *Steinernema hermaphroditum* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), an Entomopathogenic Nematode from Indonesia, and its Phylogenetic Relationships with Other Members of the Genus, Nematology, 6, 401–412.
- Stock S.P., Gress J.C., 2006. Diversity and Phylogenetic Relationships of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from

- the Sky Islands of Southern Arizona. *Journal of Invertebrate Pathology*, 92: 66-72.
- Stock, S.P., Rivera, O. B., Flores, L. Y., 2009. *Heterorhabditis sonorensis* n. sp. (Nematoda: Heterorhabditidae), a Natural Pathogen of the Seasonal Cicada *Diceroprocta ornea* (Walker) (Homoptera: Cicadidae) in the Sonoran desert, *Journal of Invertebrate Pathology*, 100, 175–184.
- Stokwe, N. F., Malan . A.P., Nguyen , K.B., Knoetze, R., Tiedt, L., 2010. *Steinernema citrae* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from South Africa, *Nematology* (Baskıda).
- Stuart, R. J., Barbercheck, M. E., Grewal, P. S., Taylor, R. A. J., Hoy, C. W., 2006, Population biology of entomopathogenic nematodes: Concepts, issues, and models. *Biological Control*. 38, 80-102.
- Sturhan, D., Spiridonov, S.E., Mracek, Z., 2005. *Steinernema silvaticum* sp.n. (Rhabditida: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Europe, *Nematology*, 7(2), 227-241.
- Susurluk, A., Dix, I., Stackebrandt, E., Strauch, O., Wyss, U., Ehlers, R.U., 2001. Identification and ecological characterization of three entomopathogenic nematode-bacterium complexes from Turkey. *Nematology*, 3: 833-841.
- Susurluk, A., Hollmer, S., Mehta, U.K., Han, R., Tarasco, E., Triggiani, O., Peters, A., Ehlers R.U., 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. In: 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, Schloss Salzau, Germany.
- Tallosi, B., Peters, A., Ehlers, R.U., 1995. *Steinernema bicornutum* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Vojvodina, Yugoslavia, *Russian Journal of Nematology*. 3, 71–80.

- Tarasco, E., Mracek, Z., Nguyen, K. B., Triggiani, O., 2008. *Steinernema ichnusae* sp. n. (Nematoda: Steinernematidae) a New Entomopathogenic Nematode from Sardinia Island (Italy), *Journal of Invertebrate Pathology*, 99 , 173–185.
- Thurston, G.S., Kaya, H.K., Gaugler, R., 1994. Characterizing the Enhanced Susceptibility of Milky Disease-Infected Scarabaeid Grubs to Entomopathogenic Nematodes, *Biological Control*, 4, 67–73.
- Travassos, L., 1927. Sobre of Genera Oxysomatium, *Boletim Biologico*, 5, 20-21.
- Triggiani O., Mracek Z., Reid A., 2004. *Steinernema apuliae* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae): a New Entomopathogenic Nematode from Southern Italy, *Zootaxa*, 460, 1–12.
- Uribe-Lorio, L., Mora, M., Stock, S.P., 2005. First record of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Costa Rica. *Journal of Invertebrate Pathology*, 88; 226–231.
- Uribe-Lorio, L., Mora, M., Stock S.P., 2007. *Steinernema costaricense* n. sp. and *S. puntauvense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), Two New Entomopathogenic Nematodes from Costa Rica, *Systematic Parasitology*, 68(3),167-182.
- Vrain, T.C., Wakarchuk, D.A., Levesque, A.C., Hamilton, R.I., 1992. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphisms in the *Xiphinema americanum* group. *Fundam. Appl. Nematol.* 15, 563–574.
- Ünlü, I.O., Ehlers, R.U., Susurluk, A., 2007. Additional data and first record of entomopathogenic nematode *Steinernema weiseri* from Turkey. *Nematology*. 9: 739-741.
- Wang, J. X., Liu, Z. M., 1983. The safety of the nematode, *Neoaplectana glaseri* Steiner, to Vertebrates. II. A test on rabbits, *Natural Enemies of Insects*, 5 (4), 240-242.

- Wang, J. X., Qiu, L. H., Liu, Z. M., 1983. The Safety of the Nematode *Neoaplectana glaseri* Steiner to vertebrates. I. A test on rats. *Natural Enemies of Insects*, 5 (1), 39-41.
- Wang, J. X., Huang, J. T., Chen, Q. S., 1984. The Safety of the Nematode *Neoaplectana glaseri* Steiner, to vertebrates, III. A test on monkeys, *Macaca mulatta*, *Natural Enemies of Insects*, 6,41–42
- Waterhouse, D. F., Norris, K. R., 1987. Biological control Pacific prospects, Avustralian Centre for International Journal of Agricultural Research, p. 454.
- Waturu, C.N., Hunt, D.J, Reid, A.P., 1997. *Steinernema kari* sp.n.(Nematoda: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Kenya, *International Journal of Nematology*, 7, 68–75.
- Weiser, J., 1955. *Neoaplectana carpocapsae* n. sp. (Anguillulata, Steinernematidae) nový cizopasník housenik obalece jablečného, *Carpocapsa pomonella* L., *Vestník Československé Zoologické Společnosti*, 19, 44-52.
- Weisner, A., 1993, Die Induktion der Immunabwehr eines Insekts (*Galleria mellonella*, L.) durch Synthetische Materialien und Arteigene Haemolymphfaktoren, PhD thesis, FU Berlin.
- Wee K.E., Yonan C.R., Chang F.N., 2000. A New Broad-Spectrum Protease Inhibitor from the Entomopathogenic Bacterium *Photorhabdus luminescens*. *Microbiology*, 146, 3141-3147.
- White G.F., 1927. A Method for Obtaining Infective Nematode Larvae from Culture. *Science*, 66: 302-303.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp. 315-322.

In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, eds. Innis, M. A., D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White. Academic Press, Inc., New York.

- Woodring, J.L., Kaya, H.K., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid nematodes: a handbook of biology and techniques. Southern cooperative series bulletin 331, a publication of the Nematode subcommittee of the Southern regional project S-135 Entomopathogens for Use in Pest- Management Systems. Arkansas Agricultural Experiment Station, Arkansas, pp. 11-12
- Wright P.J., 1992. Cool Temperature Reproduction of Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 60: 148-151.
- Xu, Z., Wang, G., Li, X., 1991. A New Species of the Genus *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae). *Zoological Research*, 12, 17-20.
- Yılmaz, H., Waeyenberge, L., Demir, I., Demirbag, Z., Moens, M. 2008. Distribution of Entomopathogenic Nematodes from the Eastern Black Sea Region of Turkey. Book of Abstracts of 60th International Symposium on Crop Protection, May 20, Gent, Belgium. pp 199.
- Yılmaz, H., Waeyenberge, L., Demir, İ., Moens, M., Demirbag, Z. 2009. A new entomopathogenic nematode species for Turkey, *Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson & Klein 1987 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 385-391.
- Yoshida, M. 2003. Intraspecific variation in RFLP patterns and morphological studies on *Steinernema feltiae* and *S. kraussei* (Rhabditida: Steinernematidae) from Hokkaido, Japan. *Nematology* 5, 735-746.
- Yoshida, M., 2004. *Steinernema litorale* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a New Entomopathogenic Nematode from Japan, *Nematology*, 6(6), 819- 838.

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. *Heterorhabditoides chongmingensis* gen. nov., sp. nov. (Rhabditida: Rhabditidae), A Novel Member of the Entomopathogenic Nematodes, *Journal of Invertebrate Pathology*, 98, 153-168.

7.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fikret USTAOĞLU

Doğum Yeri : TERME

Doğum Tarihi : 1973

Medeni Hali : EVLİ

Bildiği Yabancı Diller: İNGİLİZCE

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : KASTAMONU GÖL ÖĞRETMEN LİSESİ – 1990

Lisans : ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ – BİYOLOJİ ÖĞRT.- 1994

Yüksek Lisans: ORDU ÜNİVERSİTESİ – 2011

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

HAKKARİ ÇUKURCA LİSESİ – BİYOLOJİ ÖĞRT. – 1994/1997

SİNOP MERKEZ İMAM HATİP LİSESİ - BİYOLOJİ ÖĞRT. – 1997/2000

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ – FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ – ÖĞR. GÖR.
2000/2003

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ – EĞİTİM FAKÜLTESİ – ÖĞR. GÖR. 2003'den beri

İletişim Bilgileri:

fikret.ustaoglu@giresun.edu.tr