T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN (Rhabditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) BAKLA ZINNI *Tropinota hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae)'YA KARŞI BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Fatma AKPINAR

Danışman
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2019
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN (Rhabditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) BAKLA ZINNI *Tropinota hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae)'YA KARŞI BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Fatma AKPINAR

Danışman
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Ağustos 2019
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Fatma AKPINAR

"Entomopatojen Nematodların (Rhapditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Bakla Zınnı *Tropinota hirta* (Coleoptera Scarabaeidae)'ya Karşı Biyolojik Etkinliğinin Belirlenmesi" adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Fatma AKPINAR

Danışman
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Bitki Koruma ABD Başkanı
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL danışmanlığında **Fatma AKPINAR** tarafından hazırlanan **"Entomopatojen Nematodların (Rhapditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Bakla Zınnı *Tropinota hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae)'ya Karşı Biyolojik Etkinliğinin Belirlenmesi"** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

02.08.2019

JÜRİ:

Danışman: Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL .....

Üye : Prof. Dr. Halil KÜTÜK .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Alper ALTINOK .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 27/08/2019 tarih ve 2019/49-14 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

27/08/2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü V.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan Bitki Koruma Bölüm başkanı aynı zamanda danışman hocam olan Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL'e teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarından dolayı Ar. Gör. Ebubekir YÜKSEL'e ve Bitki Koruma Bölümü hocalarıma ve çalışmalarım sırasında bana yol gösteren ve desteklerini esirgemeyen Melikgazi ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima maddi ve manevi olarak destekleyen, her zaman arkamda olduğunu hissettiğim kuzenim Mustafa KARATAŞ'a, her zaman desteğini esirgemeyen yanımda olan yol arkadaşım, can dostum Merve Dilara BOYNER'e, haklarını asla ödeyemeyeceğim aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Fatma AKPINAR

Ağustos 2019, Kayseri

ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN (RHAPDİTİDA: STEİNERNEMATİDAE VE HETERORHABDİTİDAE) BAKLA ZINNI, *TROPİNOTA HİRTA* (COLEOPTERA: SCARABAEİDAE)'YA KARŞI BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Fatma AKPINAR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

ÖZET

Bu çalışmada, Adana, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta yapılan sürvey çalışmalarından elde edilen 5 farklı entomopatojen nematod türünün (*Heterorhabditis indika* 216-H, *Steinernema carpocapsae* E-76, *S. feltiae* KCS-4-S, *H. bacteriophora* FLH-4-H ve *S. bicornutum* MGZ-4-S) bakla zınnı, *Tropinota hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae) erginleri üzerindeki etkinliği laboratuvar koşulları altında çalışılmıştır. Denemede, *T. hirta*'nın erginlerine karşı entomopatojen nematodlar farklı dozlarda uygulanmıştır. Entomopatojen nematodların *T. hirta* erginleri üzerinde sebep oldukları ölüm oranları, 190 ve 380 İJ/Ergin olacak şekilde 2 farklı dozda, 4 tekerrürlü olarak, iki farklı sıcaklık (25-30°C'de) ortamında belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarında, entomopatojen nematod izolatlarının 30°C'de meydana getirdikleri ölüm oranları, 25°C'ye göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında denemenin yürütüldüğü her iki sıcaklık ortamında test edilen *S. carpocapsae* E-76 izolatı, diğer izolatlara göre 190 İJ/Ergin dozunda %100 ölüm oranı ile *T. hirta* erginlerine karşı en yüksek biyolojik etkinliği göstermiştir. *Steinernema feltiae* KCS'nin *T. hirta* erginleri üzerinde 380 İJ/Ergin dozunda 25°C sıcaklıkta en az ölüm (%77) meydana getirdiği belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlara göre, test edilen beş izolatın *T. hirta* erginleri ile biyolojik mücadelede iyi bir potansiyele sahip olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, bakla zınnı, *T. hirta*, entomopatojen nematodlar, Heterorhabditidae, Steinernematidae

DETERMINATION OF BIOLOGICAL EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (RHAPDITIDA: STEINERNEMATIDAE AND HETERORHABDITIDAE) AGAINST PODS, *TROPİNOTA HİRTA* (COLEOPTERA SCARABAEİDAE)

Fatma AKPINAR
Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, July 2019
Supervisor: Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

ABSTRACT

Efficacy of 5 different entomopathogenic nematode species obtained from the surveys conducted in Adana, Kayseri and Kahramanmaraş (*Heterorhabditis indika* 216-H, *Steinernema carpocapsae* E-76, *S. feltiae* KCS-4-S, *Heterorhabditis bacteriophora* FLH-4-H, *S. bicornutum* MGZ-4-S) against *Tropinota hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae) was studied. Mortality rates of entomopathogenic nematode species on *T. hirta* adults were determined by using 2 different doses of 190 and 380 IJ/adults by 4 replicates and 2 different temperatures (25 and 30°C) in laboratory.

In the studies, the mortality rates of entomopathogenic nematode isolates at 30°C were found to be higher than 25°C. *Steinernema carpocapsae* E-76 isolate showed the highest biological activity compared to other isolates against *T. hirta* adults with 100% mortality rate at 190 IJ/adult dose at all application temperatures under laboratory conditions. *Steinernema feltiae* KCS-4-S caused the least mortality (77%) on *T. hirta* adults at 380 IJ/adult dose at 25°C temperature.

As a result of these studies, it was concluded that the five entomopathogenic nematode isolates tested have good potential in biological control of *T. hirta* adults.

Keywords: Biological control, apple blossom beetle, *T. hirta*, entomopathogenic nematodes, Heterorhabditidae, Steinernematidae.

İÇİNDEKİLER

ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN (RHAPDİTİDA: STEİNERNEMATİDAE VE HETERORHABDİTİDAE) BAKLA ZINNI, *TROPİNOTA HİRTA* (COLEOPTERA: SCARABAEİDAE)'YA KARŞI BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI ii

KABUL VE ONAY iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

KISALTMALAR VE SİMGELER .....

TABLOLAR LİSTESİ i

ŞEKİLLER LİSTESİ ii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR

1.1.Nematodlar 4

1.1.1. Entomopatojen Nematodlar 5

1.1.1.1. Entomopatojen Nematodların Taksonomisi 9

1.1.1.2. Entomopatojen Nematod – Bakteri İlişkisi 9

1.1.1.3. Entomopatojen Nematodları Etkileyen Faktörler 13

1.1.1.3.1. Abiyotik Faktörler 13

1.1.1.3.1.1. UV ışınları 13

1.1.1.3.1.2. Nem 14

1.1.1.3.1.3. Sıcaklık 14

1.1.1.3.1.4. Toprak yapısı 14

1.1.1.3.1.5. Toprak pH değeri 15

1.1.1.3.1.6. Tuzluluk 15

1.1.1.3.1.7. Oksijen 15

1.1.1.3.1.8. Kimyasallar ve Gübre kullanımı 15

1.1.1.3.2.Biyotik Faktörler 16

1.2. Bakla zınnı, *Tropinota hirta* 16

1.3. Önceki Çalışmalar 19

1.3.1.Entomopatojen Nematodlarla İlgili Yapılan Çalışmalar 19

1.3.2. Bakla Zınnı [Epicometis (=Tropinota) hirta (Coleoptera: Scarabaeidae)] ile ilgili Çalışmalar 32

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal 35

2.1.1. Yararlanılan Alet ve Cihazlar 35

2.1.2. Nematod Kültürü 35

2.1.3. *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Laboratuvar Şartlarında Üretimi 35

2.2. Entomopatojen Nematodların Üretilmesi 36

2.3. Entomopatojen nematodların Laboratuar Koşullarında *Tropinota hirta* Erginlerine Karşı Biyolojik Etkinliklerinin belirlenmesi 39

3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Entomopatojen Nematodların *Tropinota hirta* Erginleri Üzerindeki etkinliği. 41

3.1.1. Entomopatojen Nematodların Tropinota hirta Erginleri Üzerindeki 25°C'de Etkinliği 42

3.1.2. Entomopatojen Nematodların *Tropinota hirta* Erginleri Üzerindeki 30°C'de Etkinliği 44

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma 47

4.2. Sonuç ve Öneriler 50

KAYNAKLAR 51

ÖZGEÇMİŞ 68

KISALTMALAR VE SİMGELER

°C : Centigrade (Santi grad)

cm : Santimetre

cm² : Santimetre kare

dk : Dakika

EPN : Entomopatojen nematod

g : Gram

İJ : İnfektif juvenile

J2 : 2. Juvenil evre

J3 : 3. Juvenil evre

J4 : 4. Juvenil evre

kg : Kilogram

l : Litre

LC_{50} : Test hayvanlarının yarısını öldüren doz

LC_{95} : Test hayvanlarının %95'ini öldüren doz

mg : Miligram

ml : Mililitre

mm : Milimolar

pH : Hidrojen gücü

sp. : Tür

spp. : Türler

SPSS : İstatistik programı

subsp. : Alt tür

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

UV : Ultraviolet

vd. : Ve diğerleri

µl : Mikrolitre

µm : Mikrometre

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Simbiyotik bakterilerin taksonomik durumu ve ilişkili oldukları EPN türleri. 11

Tablo 3.1. Ana faktörler ve interaksiyonların, Tropinota hirta'nın erginleri üzerinde uygulama sürelerine bağlı meydana getirdiği ölüm oranlarının (%) çok yönlü varyans analizi (ANOVA) parametreleri 42

Tablo 3.2. Entomopatojen nematod izolatlarının 25°C'de Tropinota hirta erginleri üzerindeki 4., 8. ve 12. günlerde meydana getirdiği % ölüm oranları (± SH)..... 43

Tablo 3.3. Entomopatojen nematod izolatlarının 30°C Tropinota hirta erginleri üzerindeki 4., 8. ve 12. günlerde meydana getirdiği % ölüm oranları (±SH)..... 44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Entomopatojen nematodların genel hayat döngüsü 7

Şekil 1.2. Photorhabdus ve Xenorhabdus bakterilerinin nematodların İJ'lerinde kolonize oldukları bölgeler 10

Şekil 1.4. Steinernematid ile enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının (*S. carpocapse* (a) ve *S. feltia* (b)) renk değişimi 12

Şekil 1.5. Heterorhabdit ile enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının (*H. indica* (a) ve *H. bacteriaphora* (b)) renk değişimi 13

Şekil 1.6. *Tropinota hirta* ergini 20

Şekil 1.7. *Tropinota hirta* erginlerinin elma çiçekleri üzerinde oluşturduğu zarar 18

Şekil 2.1. *Galleria mellonella* larvalarının laboratuvarda 1 litrelik cam kavanozlarda üretmi 36

Şekil 2.1. *Galleria mellonella* larvalarının entomopatojen nematod ile inokulasyonu 37

Şekil 2.3. Enfekteli *Galleria mellonella* kadavralarının White Tuzağına alınması 37

Şekil 2.4. Enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının White Tuzağına yerleştirilmesi 38

Şekil 2.6. Entomopatojen nematodların 120 ml'lik flask kaplarında depolanması 39

Şekil 2.7. Hücre kültürü plakalarına alınan *Tropinota hirta* erginleri 40

Şekil 3.1. Entomopatojen nematod izolatlarının *Tropinota hirta* erginleri üzerinde 25°C'de, 4., 8. ve 12. günlerde sebep olduğu ölüm oranları (%). 43

Şekil 3.2. Entomopatojen nematod izolatlarının *Tropinota hirta* erginleri üzerinde 30°C'de, 4., 8. ve 12. günlerde sebep olduğu ölüm oranları (%) 45

GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de önemli üretim potansiyeline sahip olan meyveler ve sebzeler insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Tüketimi çok eski zamanlara dayanmakla birlikte modern anlamda meyve ve sebze yetiştiriciliği 19. yüzyılın ikinci yarısından sonra başlamıştır (Abak vd., 2010). Türkiye, domates, kuru meyveler, kayısı, fındık, kiraz, ayva ve incir üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almaktadır (Uçum vd., 2014). Dünya elma üretiminde önemli bir yerde olan ülkemiz, yaklaşık 1,7 milyon dönümlük alanda yaklaşık 2.5 milyon ton elma üretmektedir. Hemen her bölgede yetiştiriciliği yapılabilen elma, üretim miktarı bakımından yumuşak çekirdekli meyve türleri içinde ilk sırada yer almaktadır (Aras, 2015).

Tarımsal üretim süresince, ürün kayıplarına neden olan pek çok zararlı, hastalık ve yabancı ot vardır. Ülkemizde elma yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkileyebilecek birçok zararlı tür saptanmış olup, bu zararlılar içerisinde elma gövde kurdu (*Synanthedon myopaeformis*), elma ağkurdu (*Yponomeuta malinellus*), yaprak galeri güveleri (*Phyllocnistis citrella*), elma kabuklu biti (*Eriosoma lanigerum*), elma içkurdu (*Cydia pomonella*), armut kaplanı (*Stephanitis pyri*), bakla zınnı (*Tropinota* (=*Epicometis*) *hirta*) ana zararlılar konumundadır (Aras, 2015)

Bu türlerden polifag bir zararlı konumunda olan *T. hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae) kışı toprakta larva ve ergin dönemlerinde geçirir. *Tropinota hirta* larvaları meyve ağaçalarında ekonomik açıdan zararı olmayıp, ayrışmakta olan odun, tek yıllık bitki kökleri ve ölü yapraklar ile beslenir (Demir, 2005). Erginler humusça zengin topraklara yumurtalarını bıraktıktan sonra, 1-2 hafta içerisinde yumurtadan larva çıkışı olur. 6-9 hafta içerisinde gelişimlerini tamamlayan larvalar toprakta pupa olurlar. Kışı toprakta geçiren erginler bu pupalardan çıkan erginlerdir. Larvaların kuru toprakta gelişmeleri yavaş olup; l5 ºC'nin altındaki sıcaklıklarda larva gelişmesi tamamen durur. Bakla zınnı

erginleri ertesi yıl ilkbahar aylarında, kışlaklarını terk ederek meyve ağaçlarının ve diğer bitkilerin çiçeklenme döneminde çiçeklerin dişi ve erkek organlarını, genç yaprak hatta

tomurcuk ve meyvelerini yiyerek ekonomik açıdan önemli bir zarara yol açar. Fakat daha çok çiçekler ile beslenir.

Meyve ağaçlarında çiçeklenme döneminde zarar yapan bakla zınnı erginleri, bal arıları ve döllenmeye yardımcı olan diğer böcek çeşitleri ile aynı dönemde görülmeye başladığı için, mücadele yöntemlerinden kültürel önlemler ve biyolojik mücadele oldukça önemlidir. Kültürel yöntemlerden toprak işlemesi, erginlerin, larvaların ve yumurtaların doğal ortamlarının bozulmasına yol açar ve böylelikle bu zararlıya ait populasyonun düşmesini sağlar. Diğer bir yöntem ise erginlerin mekanik olarak toplanmasıdır. Bu yöntemde; sabahın erken saatlerinde ağaçların altına çarşaf açılır ve çiçekler dökülmeyecek şekilde ağaçlar silkelenir. Çarşafa düşen erginler toplanarak imha edilir. Son zamanlarda *T. hirta* erginlerine karşı en sık kullanılan kültürel yöntem, ağaçların altına veya bahçenin yakınlarına mavi hunilerin veya leğenlerin konulmasıdır. Bu mavi kabların yarısına kadar su veya su ile birlikte bazı cezbediciler ile doldurulur. *Tropinota hirta*'nın dikkatini çeken mavi renkli kaplar, erginlerin leğenlere doğru yönelmesini sağlar ve böylelikle kapların içindeki suya düşerler. Suya düşen erginler ölür vetoplanarak imha edilir. Bu zararlının diğer bir mücadele yöntemi ise kimyasal mücadeledir. Fakat bu yöntem, bakla zınnı ile aynı dönemde ortaya çıkan bal arılarının ölümüne yol açtığı için fazla tercih edilmemektedir.

Kimyasal mücadelede kullanılan insektisitlerin geniş spekturumlu olması ve uygulamalar sırasında bu kimyasalların kullanımında yapılan bir takım hatalar, çözümü pahalı ve zor sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Zararlıların kimyasallara karşı geliştirdiği direnç ve tarımsal ürünlerde rastlanan kimyasal kalıntı, bu sorunların başında gelmektedir. Son yıllarda gıda güvenirliğinin ön planda olduğu bir üretim anlayışı, kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni yöntemlerin üzerinde durulmasını ve entegre mücadele çalışmaları içinde biyolojik mücadelenin daha fazla yer almasına yol açmıştır.

Biyolojik mücadele etmenleri içerisinde entomopatojen nematodlar (EPN)'ın kllanımı giderek önem kazanmıştır. Entomopatojen nematodlar, konukçu yelpazesinin geniş olması, konukçusunu taşıdıkları bakterilerle 24-48 saat içinde öldürebilmeleri, aktif

olarak konukçu arayıp bulabilmeleri, konukçu içerisinde olmadığı durumlarda bile uzun süre canlılıklarını koruyabilmeleri, yapay ortamda üretilebilmeleri, çevreye zarar vermemeleri, insektisitler gibi preperatlar halinde kullanılabilmeleri sebebiyle biyolojik mücadele yöntemleri içerisinde önemli bir yere sahiptir (Dowds ve Peters, 2002). Entomopatojen nematodlar, bu olumlu özellikleri sebebiyle, bilim adamlarının ilgi odağı haline gelmiş ve birçok bölgede EPN sörvey çalışmaları yapılmış ve yeni EPN türlerin elde edilmesine yol açmıştır. Bugüne kadar dünyada 85 EPN türü elde edilmiştir. Bunların 17 tanesinin *Heterorhabditis* cinsine, 66 tanesinin *Steinernema* cinsine, 1 tanesinin *Neosteinernema* cinsine ve 1 tanesinin *Heterorhabditidoides* cinsine ait olduğu tespit edilmiştir (Zhang vd., 2008).

Bu tez çalışmasında, Adana, Kayseri ve Kahramanmaraş illerinde yapılan sörvey çalışmalarından (Canhilal vd. 2015) elde edilen EPN türleri; *Heterorhabditis indika* 216-H, *Steinernema carpocapsae* E-76, *S. feltiae* KCS-4-S, *H. bacteriophora* FLH-4-H ve *S. bicornutum* MGZ-4-S'un, *T. hirta* erginlerine karşı etkinlikleri, laboratuvar şartlarında ortaya konulmuştur.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR

1.1.Nematodlar

Nematodlar; boyutları 0.1 µm ile birkaç metre arasında değişiklik gösterebilen, genelde silindirik ve uzun vücut yapılarından dolayı yuvarlak solucanlar olarak da adlandırılmaktadırlar (Koppenhöfer, 2000; Hazır, 2002). Ayrıca sıcak su kaynaklarından buzullara, çöllerden tundralara, tatlı sulardan denizlere kadar oldukça geniş bir yayılım gösteren geniş habitatlara sahip olan segmentsiz canlılardır (Stock vd., 2009). Nematodlarda vücudunun dış yüzeyi hücresiz, esnek ve çok tabakalı bir yapı olan kütiküla ile kaplıdır. Hipodermal hücreler tarafından salgılanan kütiküla nematodun tüm dış yüzeyini kaplar ve stoma, rektum, vajina, amphid ve boşaltım deliği gibi vücut açıklıklarından içeri girintiler yapar. Kütiküla bir dış zar, ortada matriks ve içte ipliksi bir yapıdan oluşmaktadır. Korteksin en dışta kalan lipoidal tabakası yarı geçirgen bir zar görevi görmesi bakımından önemlidir. Bu sayede su ve çözünmüş maddeler, vücudun içine ve dışına taşınırlar (Viglierchio, 1991).

İyi gelişmiş sinir, üreme, sindirim, kas ve boşaltım sistemleri olan nematodlar özelleşmiş bir dolaşım ve solunum sistemine sahip değillerdir. Yalancı tip vücut boşluğu ile dolaşım fonksiyonlarını, nemli vücut yüzeyleri sayesinde de gaz alış verişi yaparak solunumlarını gerçekleştirmektedir (Koppenhöfer, 2007).

Çok hücreli hayvanlar arasında birey sayısı bakımından en fazla olan şubedir. Bu şube içerisinde tanımlanmış tür sayısı yaklaşık olarak 26.000 civarındadır (Chilton et al., 2003). Fakat tanımlanmamış türlerle beraber toplam sayının tahmini 400.000-10.000.000 arasında hatta 100 milyon gibi daha yüksek bir rakamda olabileceği tahmin edilmektedir (Adams et al., 2006).

Nematodlar genellikle ayrı eşeylidirler. Erkek ve dişilerin kolay ayırt edilebilmesini sağlayan, erkeklerde bulunan çiftleşme organı (spikül) gibi sekonder eşeysel yapıların bulunmasıdır. Erkeklerin bir ya da iki testisleri vardır, çiftleşme organı olarak spikülaları görev yapar. Erkeklerin, dişilere göre vücut yapıları genellikle küçüktür (Chen et al., 2004). Dişilerin erginlerinde 1 veya 2 adet ovaryum bulunur ve bunlar vücudun orta kısmının ventralinde yer alan vulva ile dışarıya açılırlar (Kaya and Stock, 1997).

Nematodlar doğada ya serbest olarak veya bitki ve hayvanlarda paraziter olarak yaşarlar. Birçok nematod türü böceklerle foretik, parazitik veya patojenik gibi farklı ilişkiler içerisindedirler (Koppenhöfer, 2007). Şimdiye kadar böceklerle parazitik ilişki içerisinde olan 30'dan fazla nematod familyası tanımlanmıştır. Bu familyaların içerisinde böcekler ile biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilecek 7 tane familya vardır. Bunlar: [(Mermithidae ve Tetradonematidae (Ordo: Stichosomida); Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae ve Sphaerulariidae (Ordo: Tylenchida); Heterorhabditidae ve Steinernematidae (Ordo: Rhabditida)]'dir. (Stock ve Hunt, 2005; Koppenhöfer, 2007). Bununla beraber günümüzde yalnızca Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait nematod türleri mikrobial insektisit olarak kullanılmakta olup, günümüzde dünya genelinde pek çok firma bu nematodların ticari ürün olarak satışı yapılmaktadır (Koppenhöfer, 2007). Bu nedenle bu iki familyada bulunan nematodlara "böcek paraziti", "böcek patojeni" veya "faydalı nematodlar" ya da "entomopatojen nematodlar " (EPN) gibi farklı isimler verilmiştir (Crow, 2002).

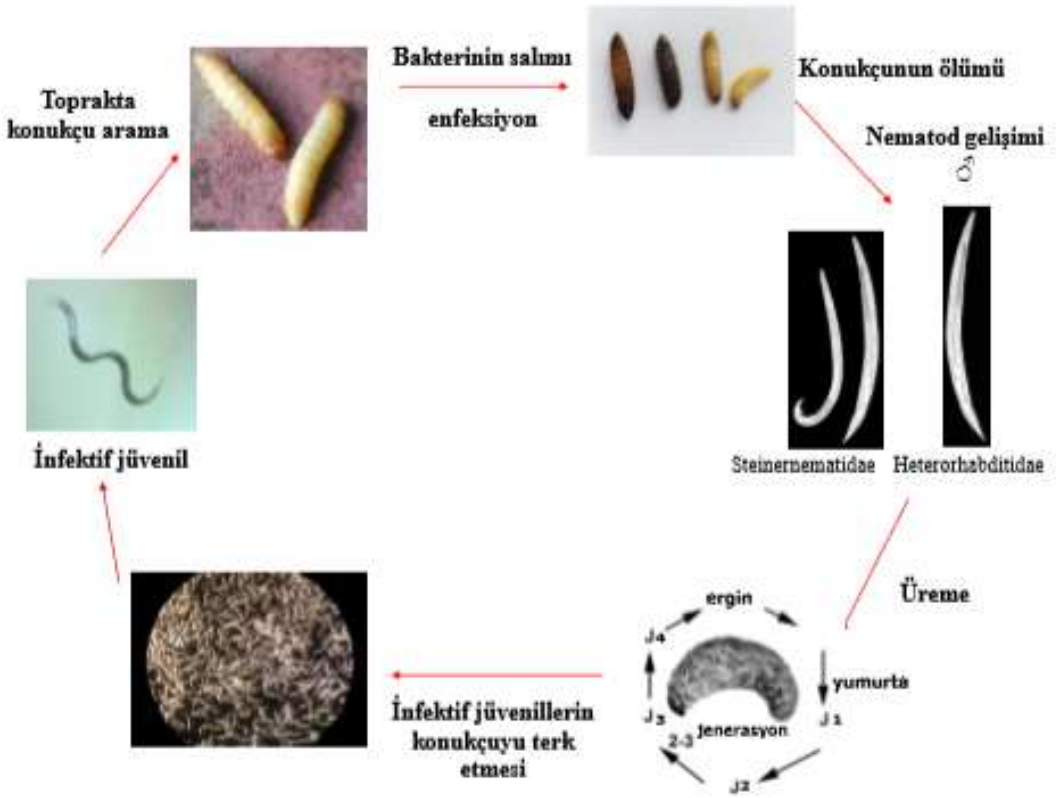
1.1.1. Entomopatojen Nematodlar

Heterorhabditidae ve Steinernematidae familyalarındaki nematodların doğal yaşam alanları toprak olan, konukçularını aktif olarak arayıp bulma özelliği olan zorunlu böcek patojenleridir ve bunlar entomopatojen nematodlar (EPN) olarak adlandırılırlar (Georgis vd., 2006). Bu nematodlar konukçularını aktif olarak arayıp bulma özelliğine sahiptirler. Sadece böceklerde zarar oluşturmaları bakımından ekonomik öneme sahip en az bir dönemini toprakta geçiren zararlıların ve birçok toprak altı zararlısının kontrolünde kullanılırlar (Kaya ve Gaugler, 1993). Bu iki nematod familyasına ait 3 cins bulunmaktadır. Bunlardan iki tanesi Steinernematidae familyasına bağlı olup *Steinernema* ve *Neosteinernema* olarak adlandırılmakta, Heterorhabditidae familyasına

ait ise sadece *Heterorhabditis* cinsi bulunmaktadır. Günümüzde *Heterorhabditis* cinsine ait 17, *Neosteinernema* cinsine ait 1 ve *Steinernema* cinsine ait ise 102 tür teşhis edilmiştir (Gülcü vd., 2017). *Steinernema* cinsine ait nematodlar *Xenorhabdus, Heterorhabditis* cinsine ait nematodlar ise *Photorhabdus* cinsi bakterilerle mutualistik ilişki içerisindedirler (Hazir vd., 2003; Boemare, 2002).

Entomopatojen nematodlar gelişimleri boyunca yumurta, juvenil (J1, J2, J3, J4) ve ergin olmak üzere başlıca üç ana evre geçirirler. Heterorhabditis'lerde bakteriler bağırsak içerisinde dağılmış halde bulunurken; Steinernematid'lerde bakteriler özofagusun kaidesinde ki özel bir kese içerisinde taşınırlar (Ciche vd., 2006). Entomopatojen nematodların toprakta serbest olarak yaşayan 3. juvenil (J3) evresi toprakta konukçuyu arayıp bulma ve enfekte etme özelliğine sahip olmasından dolayı bu evresi "infektif juvenil(İJ)" olarak adlandırılmaktadır. İnfektif juveniller toprak içindeyken ağız ve anüsleri kapalı olduğu için beslenemez, gelişemez ve üreyemezler. Çevresel şartlar (sıcaklık, toprak yapısı ve nem) uygun olduğunda 1 yıla kadar canlılıklarını koruyabilirler (Kaya ve Gaugler, 1993). İnfektif juveniller toprakta konukçularını genelde böceklerin solunumunda çıkardığı karbondioksit ve dışkılarından çıkan kokularını takip ederek bulurlar. Uygun bir konukçu bulduklarında böceğin doğal açıklıklarından (ağız, stigmaları ve anüsü gibi) hemosöl içerisine girerler. Bazı durumlarda konukçunun kütikülası inceyse kütikulayı delerek böcek hemosölüne girebilirler (Shapiro-Ilan vd. 2017). İnfektif juveniller hemosöle giriş yapınca ağız ve anüslerini açarlar ve taşıdıkları mutualistik bakterileri hemosölün içerisine salmadan önce böcek immün sistemini inaktif hale getirmek için nematodlar kemotripsin proteaz (Balasubramanian vd., 2009), serpin (Toubarro vd., 2013) ve venom proteinler salarlar (Lu vd., 2017). Böylece böcek savunma sisteminin salınacak olan mutualistik bakterileri ortadan kaldırmasını engellemiş olurlar (Lewis vd., 2015; Shapiro-Ilan vd., 2017). Daha sonra Steinernematidae familyasına ait juveniller *Xenorhabdus* bakterilerini anüsten, Heterohabditidae familyasına ait olanlar *Photorhabdus* cinsi bakterilerini ise ağızlarından hemosöl içerisine salarlar (Ciche ve Ensign,2003; Ciche ve ark., 2006). Böceğin hemosölü içerisine ulaşan infektif juveniller taşıdıkları bakterileri ortama bırakırlar ve burada hızla çoğalmaya, çeşitli enzim ve toksinler üretmeye başlarlar. Böcek bağışıklık sistemini tamamen inhibe eden bu olay sonucu konukçu böcek 24-48 saat gibi kısa süre içerisinde septisemi ve toksemi sonucu ölür (Lewis vd., 2015;

Shapiro-Ilan vd., 2017). *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterileri tarafından salınan enzimler sayesinde böcek dokularını parçalayarak nematodların beslenip ve gelişmesi için uygun hale getirir (Forst ve Clarke, 2002; Clarke ve Eberl, 2006). Konukçu içerisinde gelişen infektif juvenil nematodlar, hem böcek dokusu hem de üreyen kendi mutualistik bakterilerden oluşan karışımla beslenerek 4. evreye (J4), ardından ergin dişi veya erkek nematodlara dönüşürler. Ergin hale geldikten sonra çiftleşen dişiler döllenmiş yumurtalarını konukçu dokusuna bırakabilir veya olgun dişiler kendi uterusları içerisinde bekletebilir. Gelişimini tamamlayarak yumurtadan çıkan yeni nesil nematodlar konukçunun dokusuyla veya ergin dişi bireyin vücut dokusuyla beslenmeye başlamaktadır (Griffin vd., 2005). Dişi nematodların vücutlarının içi yeni nesil infektif juvenillerle dolu olması durumuna "Endotokia matricida" evresi adı verilmektedir.



Şekil 1.1 Entomopatojen nematodların genel hayat döngüsü

Nematodların üremesi besinleri tükenene kadar devam eder. Besin miktarına bağlı olarak genellikle 2-3 döl boyunca devam eder. Besin miktarı konukçuda önemli ölçüde azaldığında nematodlar J3 evresinde gelişimlerini durdurarak konukçuyu terk ederek toprağa geçtikten sonra kendilerine yeni konukçular aramaya başlarlar. (Hazir vd., 2003). Heterorhabditler ile Steinernematidlerin hayat döngüleri benzer olmasına rağmen

aralarındaki en önemli fark *Heterorhabditis* erginlerinin kadavra içerisindeki birinci neslinin hermafrodit bireylerden oluşmasıdır. Birinci nesilden sonraki nesillerde ise hermafroditlerle birlikte ayrı eşeyli bireyler de görülmektedir (Gaugler and Kaya, 1990). Fakat *Steinernema* erginlerinin ise bütün döllerde bireyler ayrı eşeylidir. Bir istisna olarak *Steinernema hermaphroditum* türünde birinci nesil hermafrodit bireylere rastlanılmıştır (Stock et al., 2004). Laboratuvar ortamaında bu nematodlar 4-15°C arasındaki inkübatörlerde yaklaşık 1 yıl canlı olarak saklanabilmektedir. Ancak alan uygulamalarında infektif juvenillerin canlı kalma süreleri farklı davranışsal, fizyolojik ve genetik özellikler (Gaugler, 1993) gibi iç faktörlere, ayrıca rekabet ve doğal düşmanlar gibi biyotik (Koppenhöfer ve Kaya, 1996) ve ekstrem sıcaklıklar, toprak yapısı, toprak nemi, ozmotik stres ve UV ışınları gibi abiyotik dış faktörlere bağlıdır (Glazer, 1996; Smits, 1996; Koppenhöfer, 2000). Uygulamadan kısa süre sonra canlı nematodların sayısı başlangıçtakinin ancak %1-5'i kadar olabilmektedir (Smits, 1996).

Entomopatojen nematod türlerinin laboratuvar koşullarında detaylı araştırmalar yapılmış ve pek çok böcek grubuna karşı etkili olduğu saptanmıştır. Laboratuvar şartlarında *Steinernema carpocapsae* 250'den fazla farklı ordolardan böcek türünü enfekte ettiği bilinmektedir (Poinar, 1990). *H. bacteriophora* da aynı şekilde geniş bir konukçu dağılımı gösterir. Nematod türlerinin bazıları örneğin *S. scapterisci* Orthoptera takımına ve özellikle Gryllotalpidae familyasına adapte olup, diğer böcek takımlarına, karşı düşük patojenite, gösterirler (Parkman and Smart, 1996). *Steinernema kushidai* ve *S. scarabei* ise daha fazla Scarabaeidae larvalarına özelleşmişlerdir. Diğer böcekleri enfekte, etme yetenekleri düşüktür (Koppenhöfer and Fuzy, 2003). Scarabaeidae larvalarının türüne bağlı olarak EPN'lerin etkinlikleri de farklılık göstermektedir. Örneğin *H. zealandica* ve *H. bacteriophora,* türü nematodlar *Popillia japonica,* ve *Cyclocephala borealis* larvaları, üzerinde %50'nin üzerinde, ölüm oranı gösterirken; bu zararlılar üzerinde *H. marelatus* ve *H. indica* türleri %20'den, daha az ölüm meydana getirmektedirler (Grewal vd., 2002). Entomopatojen nematodların hedef olmayan organizmalar üzerindeki negatif etkilerinin olmadığı saptanmıştır (Boemare vd., 1996). Kobay, fare ve sıçana nematodların mutualistik bakterilerinden *Xenorhabdus bovienii* ağız, deri içi, deri altı ve periton içi yollarla verilmiş ancak hiç bir patojenik ya da toksik etki görülmemiştir. Ayrıca tavşanlar üzerinde konjuktival uygulama yapılmış ve yine hiç bir patojenite belirlenmemiştir. Bunların dışında örümcekler, collembolalar, bal

arıları pseudoscorpionlar, toprak solucanları, kurbağalar, yılanlar, kertenkeleler ve bitkiler ile yapılan çalışmalar sonucunda, EPN'lar ve bunlarla, simbiyotik yaşayan bakterilerin, önemli herhangi bir zarara neden oldukları belirlenmiştir (Boemare vd., 1996). Bu nedenle EPN'ların güvenli biyolojik kontrol ajanı sıfatı eklenmiştir.

1.1.1.1. Entomopatojen Nematodların Taksonomisi

Blaxter ve arkadaşları (1998), moleküler filogenetik verileri esas alarak EPN'ları taksonomik durumuna göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır:

Şube: Nematoda

Sınıf: Secernentea

Altsınıf: Rhabditia

Takım: Rhabditida

Alttakım: Cephalobuna Alttakım: Rhabditina

Üstfamilya: Strongyloidea Üstfamilya: Rhabditoidea

Familya: Steinernematidae Familya: Heterorhabditidae

1.1.1.2. Entomopatojen Nematod – Bakteri İlişkisi

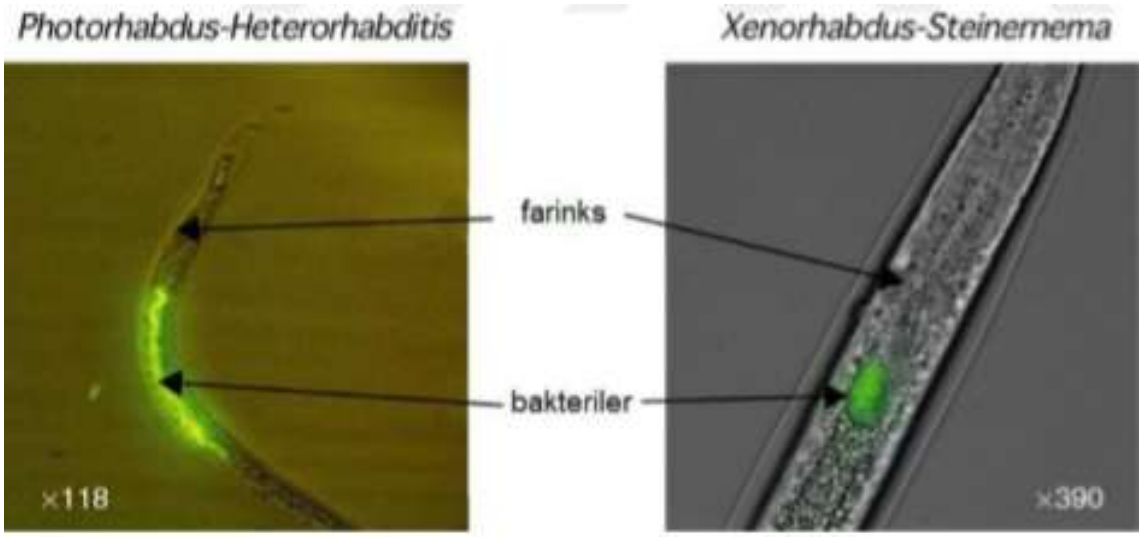
Entomopatojen nematodların İJ evresi içinde mutailistik ilişki içinde oldukları *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* spp. bakterileri Enterobacteriaceae familyasına ait fakültatif anaerobik, gram-negatif, çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, oksidaz negatif ve hareketlidirler (Boemare ve Akhurst, 1988). Toprakta ya da su kaynaklarında *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* spp. bakterilerinin serbest yaşayanları izole edilmemiştir. Böylelikle bu bulgular dahilinde bakterilerin toprakta hayatta kalabilmesi için nemotodlarla mutualistik ilişkinin gerekli olduğunu göstermektedir (Bode, 2009).

Bu bakteriler EPN'ların İJ evresinde taşınmaktadır. Mutualistik ilişki içinde olan EPN'lar konukçusunu hızlı bir biçimde öldürebilmesi, antibiyotiklerin üretilmesi ile rekabetçi mikroorganizmaların ortadan kaldırılması ve EPN'ların gelişimi için uygun ortam oluşturulması, konukçunun dokusunu parçalayarak EPN'lar için uygun besin haline dönüştürülmesi ve bakterilerin kendisininde EPN'lar için bir besin kaynağı

olması nedeniyle bakterilere bağımlı durumdadırlar. Bakteriler de ise yeni konukçular bulabilmek, dış çevre şartlarından korunmak, konukçu hemosölüne girebilmek ve konukçunun antibakteriyel proteinlerini inhibe edebilmek için EPN'lara bağlıdır (Akhurst ve Boemare, 1990; Forst ve Clarke, 2002; Hazir vd., 2003; Stock ve Goodrich-Blair, 2008).

Steinernema cinsine ait türlerde ki *Xenorhabdus* bakterileri özellikle nematod bağırsağın ön kısmındaki özel bir kesede, Heterorhabditis cinsine ait nematod türlerinde ise *Photorhabdus* bakterileri bağırsağın özellikle ilk 1/3'lük kısmında yoğun olarak taşınmaktadır (Şekil1.2.) (Martens ve Goodrich-Blair, 2005). Şimdiye kadar tanımlanan simbiyotik bakteriler ve ilişkili oldukları EPN türleri Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Xenorhabdus ve *Photorhabdus* cinsine ait bakteriler böcek içerisine salındıktan sonra bakteriyosinler, kolisin E3-tip proteinler, böcek toksini kompleksleri ve çok çeşitli sekonder metabolitler üretirler (Thaler vd., 1995; Piel, 2004; ffrenchConstant ve Waterfield, 2006; Singh ve Banerjee, 2008; Bode, 2009; Cai vd., 2017). Nematodlar, bakterilerin konukçuyu öldürmesinden ve böcek dokusunu uygun hale getirip gelişimi ve üremesi için ortam hazırlamasından yararlanırlar. Ayrıca nematodların üremekte olduğu kadavraya bakteriler ürettikleri çeşitli toksinler ile diğer mikroorganizmaların yerleşmesini engellerler (Boemare, 2002; Griffin vd., 2005)



Şekil 1.2. Photorhabdus ve Xenorhabdus bakterilerinin nematodların İJ'lerinde kolonize oldukları bölgeler (Goodrich-Blair ve Clarke, 2007).

Tablo 1.1. Simbiyotik bakterilerin taksonomik durumu ve ilişkili oldukları EPN türleri (Akhurst, 1983; Boemare ve Akhurst, 1988; Boemare vd., 1993; Brunel vd., 1997; Saux vd., 1998, 1999; Hazır vd., 2004; Sicard vd., 2004; Lengyel vd., 2005; Adams vd., 2006; Somvanshi vd., 2006).

Simbiyotik Bakteri Türü	İlişki Olduğu EPN Türleri*
Xenorhabdus beddingii	*Steinernema longicaudum*
X. bovienii	*S. affine, S. feltiae, S. intermedium, S. kraussei, S. weiseri*
X. budapestensis	*S. bicornutum, S. ceratophorum*
X. cabanillasii	*S. riobrave*
X. doucetiae	*S. diaprepesi*
X. ehlersii	*S. longicaudum*
X. griffiniae	*S. hermaphroditum*
X. hominickii	*S. karii, S. monticulum*
X. indica	*S. thermophilum, S. abbasi*
X. innexi	*S. scapterisci*
X. japonica	*S. kushidai*
X. koppenhoeferi	*S. scarabaei*
X. kozodoii	*S. arenarium, S. apuliae*
X. mauleonii	*Steinernema sp.*
X. miraniensis	*Steinernema sp.*
X. nematophila	*S. carpocapsae*
X. poinarii	*S. glaseri, S. cubanum*
X. romanii	*S. puertoricense*
X. stockiae	*S. siamkayai*
X. szentirmaii	*S. rarum*
Photorhabdus luminescens subsp. *luminescens*	*H. bacteriophora*
P. luminescens subsp. *akhurstii*	*H. indica*
P. luminescens subsp. *laumondii*	*H. bacteriophora*
P. luminescens subsp. *Kayaii*	*H. bacteriophora*
P. luminescens subsp. *thracensis*	*H. bacteriophora*
P. temperata	*H. zealveica, H. bacteriophora, H. megidis*
P. temperata subsp. Temperate	*H. megidis*

Entomopatojen nematodların enfeksiyon belirtileri pek çok şekilde tanımlanabilir. Kadavranın ölümünden sonra kadavralarda yumuşama ve renk değişimleri gözlenmektedir. Bal mumu güvesi, *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının kadavralarında nematodun türüne göre farklı renklenmeler görülür (Şekil1.3.).



Şekil 1.3. Entomopatojen nematodlar enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının renk değişimi (216, *H. indica;* KCS, *S. feltia;* E-76, *Steinernema carpocapse*; FLH, *Heterorhabditis bacteriaphora;* MGZ, *S.litorale*)

Bunlardan Steinernematid ile enfekte olanlarda ki renk değişimi tamamen siyahtan, kahverengi ve tonları veya koyu sarıya kadar değişen renkler görülmektedir (Şekil 1.4.). Heterorhabdit enfeksiyonunda ise kadavralar sarı, yeşil, turuncu, kırmızı, mor, kiremit kırmızısı renklerde görülebilmektedirler (Şekil 1.5.). Kadavralarda ki bu renk değişimleri *Photorhabdus* bakterilerinin ürettiği pigmentlerle ilişkilidir.



Şekil 1.4. Steinernematid ile enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının (*S. carpocapse* (a) ve *S. feltia* (b)) renk değişimi



Şekil 1.5. Heterorhabdit ile enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının (*H. indica* (a) ve *H. bacteriaphora* (b)) renk değişimi

Heterorhabdit ile enfekteli kadavralar nematod gelişimi sırasıda vücut içeriği jelimsi, sakızımsı bir hal alır ve sıkı bir görüntüye sahipken, Steinernematid ile enfekte olan kadavralar daha yumuşak ve gevşek bir görüntüye sahiptirler. Fakat kadavraların vücut içerikleri azalmasına rağmen vücut bütünlüğünü kaybetmezler. Böceğin kütikula yapısı saydam ise nematodlar dışardan kolaylıkla görülebilirler. Entomopatojen nematodlar enfekte olan kadavralar çürümez ve parçalandıklarında kötü bir koku yaymazlar (Koppenhöfer, 2007).

1.1.1.3. Entomopatojen Nematodları Etkileyen Faktörler

Entomopatojen nematodların laboratuvar koşullarında etkinlikleri çok fazla olmasına rağmen alan ugulamalarında aynı sonuçları başarılı bir şekilde göstermedikleri bilinmektedir. Çünkü EPN'lerin doğa şartları altında hayatta kalabilmelerini etkileyen abiyotik ve biyotik faktörler bulunmaktadır (Hazır vd., 2003).

1.1.1.3.1. Abiyotik Faktörler

Entomopatojen nematodların varlığını etkileyen abiyotik faktörler arsında sıcaklık, nem, toprak yap.ısı, oksijen, UV ışınları, tuzluluk, pH ve kimyasal faktörler sayılabilir (Kaya, 2002).

1.1.1.3.1.1. UV ışınları

UV ışınları EPN'ların inaktive eden, hayatta kalma sürelerini azaltıp dakikalar içerisinde ölmelerine neden olan ve çoğalmalarını olumsuz şekilde etkileyen önemli bir abiyotik faktördür (Gaugler vd., 1992; Fujiie ve Yokoyoma,1998). 302 nanometre (güneş ışığına yakın dalga) UV' ye maruz kalan *H. bacterihora*'nın virülensinde

azalmanın ve üreme kapasitesinin düştüğü *S. carpocapsae*'ye göre daha hızlı sürede gerçekleştiği görülmüştür (Barbercheck ve Duncan, 2004). Bu yüzden EPN'ların toprak uygulamalarında UV'ye maruz kalmayacağı zamanlarda sabah ve akşamları yeterli su ile birlikte uygulanmalıdır (Hazır, 2002; Shapiro- Ilan vd., 2006).

1.1.1.3.1.2. Nem

Entomopatojen nematodların performansını, yaşamını etkileyen en önemli faktörlerden biride nemdir. Entomopatojen nematodlar toprak içerisinde hareket edebilmek için su filmine ihtiyaç duyaktadırlar. Uygun olmayan şartlarda (yetersiz nem gibi) hareketleri sınırlanan EPN'ların virülensliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu gibi alanlara sulama yapılarak EPN'ların dozların etkinliği arttırılabilir (Grant ve Villani, 2003).

1.1.1.3.1.3. Sıcaklık

Entomopatojen nematodlar ve diğer böcekler bulunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak vücut sıcaklıklarıda değişkenlik gösteren organizmalardır. Sıcaklık EPN'ların solunum, patojenite, üreme, gelişim, hayatta kalış, konukçu bulma, konağı öldürme zamanı, saklanması gibi birçok yaşamsal faaliyetlerini etkilediğinden dolayı önemlidir (Gouge vd., 1999; Grewal vd. 1994; Jagdale ve Gordon, 1998; Jagdale vd., 2005). Düşük sıcaklıklarda (optimum scaklık 10-15°C) durgunlaşan EPN'lar genellikle 0°C'den düşük 40°C'den yüksek sıcaklıklarda, bulunduğu süreye de bağlı olarak öldürücü olabilir (Brown ve Gaugler, 1996). Entomopatojen nematodların 37°C' den sonraki sıcaklıklarda canlılık oranlarının azaldığı belirtilmiştir (Koppenhöfer ve Kaya, 1999; Hazır, 2002; Stuart vd., 2006).

1.1.1.3.1.4. Toprak yapısı

Nematodların yayılmasında ve hayatta kalabilmeleri açısından toprağın yapısı doğrudan ilişkilidir. İnce-taneli yapıdaki topraklarda canlılıklarını korumaları ve yayılma potansiyelleri kumlu ve kumlu-tınlı topraklardan çok daha düşüktür. Fakat killi topraklarda havalandırmanın yetersiz olmasından dolayı oksijenin yetersiz kalmasıyla en düşük canlılık oranı bu toprak tipinde görülmektedir (Kaya, 1990; Alekseev vd., 2006).

1.1.1.3.1.5. Toprak pH değeri

Nematodların canlılığı üzerine toprak pH değeri önemli bir etkiye sahip değildir. Çünkü ekosistemde genel olarak toprak pH değeri 4-8 aralığında olduğu için bu aralıklarda da nematod etkinliklerinde önemli değişiklikler görülmemektedir. Ancak bu değerlerin artması durumunda yani pH'ın 10 olması halinde nematod canlılığı hızla düşmektedir (Kung ve Gaugler 1990).

1.1.1.3.1.6. Tuzluluk

16 dS/m den yüksek konsantrasyondaki sodyum klorür (NaCl) *S. glaseri* türünde canlılık açısından olumsuz bir etki göstermezken *H. bacteriophora* türü üzerinde ciddi oranda olumsuz etkisi olduğu gözlenmiştir (Graham vd., 1994). Kalsiyum klorid (CaCl2) ve potasyum klorür (KCl) gibi konsantrasyonlarda nematodların türleri üzerinde etkisi yoktur. Ancak *H. bacteriophora* türünün virülensliğini bu tuzların yoğun olmayan konsantrasyonları arttırmaktadır. NaCl'nin yüksek miktardaki konsantrasyonları ise tüm bu parametreleri olumsuz yönde etkilemektedir (Stuart vd., 2006).

1.1.1.3.1.7. Oksijen

Entomopatojen nematodlar aerobik organizmalar oldukları için oksijen yetersizliği hayatta kalış sürelerini azaltmaktadır. Killi topraklarda toprak havalandırmasının yetersizliği, organik madde miktarı yüksek ve suya doymuş topraklarda oksijen miktarı az bulunmaktadır. Entomopatojen nematodlar için bu tip topraklarda oksijen sınırlayıcı bir faktördür.

1.1.1.3.1.8. Kimyasallar ve Gübre kullanımı

Gübrelerin önerilen miktarda kullanıldığında EPN'ların etkinliği üzerine çok az miktarda etki etmektedir. Fermente olmamış çiftlik gübresi ve yüksek miktarda kimyasal gübre kulanıldığında EPN'ların hayatta kalış süresini ve etkinliğini azaltmaktadır. Dodine, methomyl (karbamat) ve parathion (organofosfat) gibi etken maddeli bazı kimyasal pestisitler entomopatojen nematodlar üzerinde toksik etki gösterir. Chlorpyrifos ve endosulfanın (organoklorin) entomopatojen nematodlarla birarada bulunabileceği, tefluthrin ve imidicloprid gibi pestisitlerinse zararlı popülasyonunun baskılanmasında entomopatojen nematodlarla birlikte sinerjistik bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Shapiro- Ilan vd., 2006).

1.1.1.3.2.Biyotik Faktörler

Toprak ekosistemi içerisinde EPN'ların uygun konukçu bulması varlıkların devamlılığı ve sürekliliği için en önemli biyotik faktördür (Mracek vd., 1999). Tarım zararlılarının %90'ı en az bir biyolojik dönemini toprakta geçirmektedir. Entomopatojen nematodların bu durumda konukçu listesinin artması ve toprakta uzun süre varlığını sürdürebilmesi açısından önemlidir (Klein, 1990). Böcek kadavrası içerisinde ki entomopatojen nematodlar çeşitli leş yiyicilerin saldırısına uğramaktadır (Stuart ve ark., 2006). Konak kadavrasında entomopatojen nematodlarla mutuailistik ilişki içeriş,nde oldukları bakterilerinin ürettiği ADF (Ant deterrent factor) maddesi bazı karınca türlerinde uzaklaştırıcı etki oluşturup, EPN'ların çoğalıp, yayılışına koruyucu bir olanak sağlamaktadır (Zhou ve ark., 2002: Gülcü vd., 2012).

Biyotik faktörlerin etkileriyle ilgili pek çok kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Bazı durumlarda bitki köklerinde antibiyozis denilen birtakım kimyasallar salınmaktadır ve bunlar entomopatojen nematodların (İJ'lerinin) konukçu aramasını olumsuz olarak etkilemektedir. Enfekte olmuş konukçu kadavrası içinde bulunan kimyasallar nematodların enfeksiyonunu ve çoğalmasını etkilemektedir. Eğer bir konukçu kadavrası içinde entomopatojen nematod türlerinden çok fazla sayıda bulunması durumunda tür içi rekabet olacağından ortamın nematodlar için uygunluğu azalabilmektedir. Rekabetin olması durumunda lokal türlerden birisinin ortadan kalkmasına sebep olabilmektedir. . Rekabetin sonucu, rekabetçilerin türüne (entomopatojenik fungus, bakteri veya virüs), enfeksiyon zamanına veya sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Koppenhöfer, 2007).

1.2. Bakla zınnı, *Tropinota hirta*

Sınıf: İnsecta

Takım: Coleoptera

Familya: Scarabeidae

Tropinota hirta erginlerinin boyu 8-13 mm arasında değişmekte olup gri-siyah mat renktedir. Vücudunun üzeri uzun sarı ve beyaz kıllarla kaplıdır. Elytra'nın üzerinde yatay beyaz lekeler bulunur. Lekesiz pronotumu uzunlamasına çatı sırtı şeklindedir (Nature Wonders, 2018)(Şekil 1.6.).



Şekil 1.6. *Tropinota hirta* ergini

Yumurtalarının çapı 2.0-2.5 mm arasında, beyaz renkte ve küreseldir. Kahverenginde olan larvaları ise kurtçuklar şeklinde manas tipindedir (Baspınar vd., 2017). Kışı toprakta larva ve ergin dönemlerinde geçirir. İlkbaharda erginler, meyve ağaçlarının ve yabancı otların çiçek açtıkları zaman daha çok çiçeklerle beslenirken yumurtadan 1-2 hafta içinde çıkan larvalar, bitki kalıntıları, ölü yaprak, tam ayrışmamış odun parçaları, tek yıllık yabancı otların bitkilerin kökleriyle beslenirler (Demir, 2005). Toprak sıcaklığı 15°C'nin üzerinde olduğunda larva gelişimi gerçekleşmektedir, düşük sıcaklıkta (l5 ºC'nin altındaki sıcaklıklarda) gelişimi tamamen durmaktadır (Anonim, 2017). Larvaları kültür bitkilerine herhangi bir zarar açmamaktadır (Yaşar ve Sağdaş, 2014; Vuts vd., 2010; Başpınar vd., 2017). Larva dönemini 6-9 hafta içinde tamamladıktan sonra toprakta pupa olur. *Tropinota hirta*'ya yıl içinde nisan-eylül dönemleri arasında rastlamak mümkündür (Wonders, 2018; Aydın, 2011). Gündüzleri havanın sıcak olduğu saatlarde aktif olup, gece boyunca toprakta gizlenmektedirler (Schmera vd., 2004). *Tropinota hirta* erginleri ilkbaharda meyve ağaçları, çilek, gül, buğdaygiller gibi bitkilerin çiçeklerinin üreme organlarını (dişi ve erkek organları) yiyerek zarar verirler. Sonuç olarak zarar gören çiçekler meyve bağlayamadığından meyve bahçelerinde ekonomik olarak büyük zararlara yol açabilen trdür. Bulgaristan'da

T. hirta üzerinde yapılan bir çalışmada kiraz ağaçlarının çiçekleriyle beslenen *T. hirta* %70'e kadar zarar yaptıklarını bildirmiştir (Kutinkova ve Andreev, 2004).



Şekil 1.7. *Tropinota hirta* erginlerinin elma çiçekleri üzerinde oluşturduğu zarar

Tropinota hirta yapılan çalışmalarda kayısı, erik, şeftali, gül, kiraz, ahududu, böğürtlen, elma, armut ve baharda çiçek açan meyve ağaçlarına ve yabancı otlara zarar verdikleri tespit edilmiştir (Schmera vd., 2004; Kutinkova ve Andreev, 2004; Güvenç ve Yaşar, 2014; Yaşar ve Uysal, 2013;Vuts vd., 2010). En çok sevdiği konukçusu elma ve armuttur. Tahıllarda da zarara yol açabilmektedir (Toth vd., 2004). Öte yandan farklı tür orman ağaçlarında da (söğüt ağacı ve kavak ağacı vb.) *Tropinota hirta* zararına rastlandığı belirtilmiştir (Subchev vd., 2011).

Bakla zınnı Doğu ve Orta Avrupa başta olmak üzere Avrupa'nın birçok yerinde hemen hemen tamamında ve Kuzey Afrika da görülmektedir. En sık görüldüğü ülkeler ise Hırvatistan, Ukrayna, Arnavutluk, Macaristan, Fransa, İsviçre, İtalya, Avusturya, Bosna Hersek, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Belarus, Yunanistan, İspanya, Litvanya, Polonya, Fas, Portekiz, Romanya, Bulgaristan, Türkiye, Kıbrıs şeklindedir (Catalogue of Life, 2018).

Sadece çiçek açma evresinde zarar vermeyen bakla zınnı erginleri tomurcuk evresinde de zararlı olmaktadır. Çiçeklerin taç yapraklarını yiyerek ve stamen ile stigmalarını

çiğneyerek bitkileri kısırlaştırmaktadır (Vuts vd., 2010). *Tropinota hirta* çiçekte zarar yaptığı için ve bu dönemde yapılacak kimyasal savaş bal arılarına ve diğer faydalı canlılara zarar vereceği için bakla zınnı savaşımında kültürel önlemler ve biyoteknik savaşım önem kazanmıştır. Günün güneşli saatlerinde erginler çok hareketli olduğu için az hareketli oldukları saatlerde sabahın erken saatlerinde ağaçların altına çarşaflar serilip, ağaçların üzerinde ki erginlerin düşmesi sağlanmalı fakat bu yöntemde ağaç dallarının zarar görmemesine çiçeklerin dökülmemesine dikkat edilmeli. Çarşafın üzerine düşen ergin böcekler toplanıp imha edilmeli. Verimli bir tuzaklama sisitemi ile bu zararlının erginlerini topluca yakalanması önem kazanmıştır. Bu zararlının toplanmasında ki diğer bir yol etkilendiği kimyasal ve görsel cezbediciler kullanılarak bu zararlıya karşı etkili bir biyoteknik savaşım uygulaması ile mücadele edilmektedir. Çiçeklenme döneminde ki ağaçların altına içi 2/3'ü kadar su ile dolu su kapları konulur, üzerine mavi huni ile beraber cezbedeci kimyasallar kullanıldığında erginlerin mavi renge yönelme eğilimi olduğu için kaplarda ki suya düşerler ve *T. hirta* erginleri kontrol altına alınmış olur. Daha sonra bu böcekler toplanarak imha edilir. Yağmurun yağması durumunda kapların içi su ile dolup taşmasına karşın su kaplarının üstten 7-8 tane küçük delikler açılır ve suyun taşması ile birlikte böceklerin dışarı çıkması önlenmiş olur (Yaşar, 2006).

1.3. Önceki Çalışmalar

1.3.1.Entomopatojen Nematodlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Özer vd. (1995), Rize'den alınan toprak örneklerinden, Türkiye'de ilk *Steinernema* cinsine ait entomopatojen nematod türü olan *S. feltiae'*yı elde etmişlerdir. Kepenekçi vd. (1999), *Heterorhabditis* cinsine ait ilk entomopatojen nematod türünü ise, Aksaray kışlağından toplanan Kımıl *(Aelia rosrata)* popülasyonundan, *H. bacteriophora* olarak teşhis etmişlerdir. Sonraki yıllarda ki çalışmalarda, *Steinernema* cinsine ait; *S. carpocapse (*Kepenekçi ve Öztürk, 2001) *S. affine* (Hazır vd., 2009), *S. weiseri* (Hazır vd., 2003), *S. littorale* (Canhilal vd., 2014), *S. bicornutum* (Canhilal vd., 2015) ile *Heterorhabditis* cinsine ait; *H. merelatus* (Kepenekçi ve Susurluk, 2000), *H. megidis* (Yılmaz vd., 2009) ve *H. indica* (Canhilal vd., 2014) türleri de tespit ve teşhis edilmiştir.

Dünyanın birçok bölgesinde de EPN sörveyleri yapılmaya ve yeni türler ve izolatlar elde edilmeye devam edilmektedir. James vd. (2018), Kuzey Afrika'da yapılan

entomopatojen nematod sörveylerinde farklı habitatlardan toplanan toprak örneklerinden toplam 15 adet entomopatojen nematod izolatı elde etmiş ve teşhislerini gerçekleştirmiştir. Foelkel vd. (2017), Güney Brezilya'da elma bahçelerinde yapılan sörveylerde aldıkları 315 toprak örneğinden 73 adet entomopatojen nematod izolatı elde etmişlerdir. De Brida vd. (2017), Brezilya'da farklı habitatlardan 201 toprak örneği almış ve bu örneklerden 16 adet entomopatojen nematod izolatı elde tespit etmiştir.

Peçen (2019) yaptığı çalışmada, buğday zararlıları süne (*Eurygaster* spp., Hemiptera: Scutelleridae) ve Kımıl (*Aelia* spp., Hemiptera: Pentatomidae) üzerinde EPN'ların etkiliğini denemiştir. Denemelerde, daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen üç ülkesel izolat kullanmıştır. Bunlar; *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (İzolat 09-31, Aydın izolatı) ve *H. bacteriophora* (İzolat 09-43, Aydın izolatı)'dır. Uygulama üç ayrı konsantrasyonda ve farklı sıcaklıklarda laboratuvar koşullarında süne ve kımıl erginleri üzerinde , doğal koşullarda ise Süne erginleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde; 25, 125 ve 200 İJ/Ergin'lik konsantrasyonlar kullanılmış, nematodlar plastik kaplar içerisine doldurulan toprağa uygulanarak, farklı sıcaklıklarda nematodların süne ve kımıl erginleri üzerindeki patojeniteleri gözlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen uygulamalarda, süne erginleri üzerinde meydana gelen en yüksek ölüm oranı, 200 İJ/Ergin konsantrasyonunda, 15℃ ve 12℃ sıcaklıkta sırayla, %75 ve %70 oranlarında *S. carpocapsae* izolatında meydana gelmiştir. EPN'ların kımıl erginleri üzerinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı ise, 200 İJ/Ergin konsantrasyonunda 15℃ ve 12℃ sıcaklıkta sırayla %75 ve %70 oranlarında *S. carpocapsae* izolatında gözlenmiştir. Doğal koşullarda süne erginleri üzerinde EPN'ların oluşturduğu ölüm oranları ise, sırayla %15, %10 ve %6 ile, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* izolatlarında meydana gelmiştir.

Nalıncı (2018) tez çalışmasında, EPN'ların insektisitlerle bir arada kullanıldığında ve kontamine böcek dokularıyla beslendiklerinde görülen etkileri incelemiştir. Denemede, *S. carpocapsae* türüne ait nematodlar ve konukçu böcek olarak, *Hyphantria cunea* ve *G. mellonella* larvaları kullanılmıştır. Cypermethrin, spinosad ve diflubenzuron aktif maddelerinin, EPN'ların canlılık oranları ve infektiviteleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Cypermethrin maddesine maruz kalan İJ'lerin canlılık oranının %83,

kontrol grupları dâhil diğer tüm gruplardaki canlılık oranının ise %93-97 arasında olduğu gözlenmiştir. Diflubenzeron ile kontamine olmuş kadavralarda, içeri giren nematod sayısının diğer gruplara göre az bulunduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, EPN'larla insektisitlerin bir arada kullanılabilecekleri bildirilmiştir.

Ali ve Wharton (2017), Yeni Zelanda'nın Güney Adası'ndaki Otago Bölgesinde yapılan entomopatojen nematod sörveylerinde, farklı habitatlardan alınan 140 toprak örneğinden 8 tane entomopatojen nematod izolatı elde etmişler ve teşhislerini gerçekleştirmişlerdir. Pozitif toprak örneği %5 oranında bulunmuştur. Elde edilen 8 adet entomopatojen nematod izolatının biri *S. kraussei* ve 7 tanesi de *S. feltiae* olarak teşhis edilmişdir.

Steyn vd. (2017), Afrika'nın Kuzeydoğusunda gerçekleştirdiği entomopatojen nematod sörveylerinde, farklı habitatlardan alınan 136 toprak örneğinden 14 tane entomopatojen nematod izolatı elde etmiş ve teşhislerini gerçekleştirmiştir. Pozitif toprak örneği %10.3 oranında bulunmuştur. Elde edilen 14 adet entomopatojen nematod izolatının ikisinin *H. taysearae*, iki tanesinin *H. bacteriophora*'ya ait olduğu, dört tanesinin *H. noenieputensi*'ye ait olduğu, dört tanesinin de *H. zealandica'*ya ve bir tanesinin de *Steinernema* sp.'ye ait olduğu tespit edilmiştir.

Yüksel (2017), çalışmasında Nevşehir ilinin farklı ilçelerinden entomopatojen nematod izolasyonu gerçekleştirilerek, bu nematodların morfolojik, morfometrik ve moleküler karakterizasyonu ve bazı depo zaralıları üzerindeki virülensliklerini araştırmıştır. Bu amaçla alınan toprak numunelerinden 20 adet entomopatojen nematod izole edilmiştir. Bu izolatların iki tanesinin *H. baceteriophora*, bir tanesinin *Steinernema* sp. ve diğer 17 izolatın ise *S. feltiae* türlerine ait olduğunu tespit edilmiştir. *Galleria mellonella* larvaları üzerinde en yüksek patojeniteyi gösteren dört izolat, depo zararlıları olan *Sitophilus granarius, Rhyzoperta dominica* ve *Ephestia kuehniella* üzerinde, farklı sıcaklıklarda (15°C, 20 °C ve 25°C) ve konsantrasyonlarda (*S. granarius* ve *R. dominica* için 250, 500 ve 1000 İJ/Ergin; *E. kuehniella* için ise 5, 10, 50 ve 100 İJ/Larva) laboratuar şartlarında denenmiştir. Denemeler incelendiğinde, test edilen dört izolatın, *S. granarius, R. dominica* ve *E. kuehniella* üzerinde biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Canhilal vd. (2016), İç Anadolunun Kuzey bölümünde gerçekleştidikleri entomopatojen nematod sörveylerinde, beş farklı habitatdan alınan 193 örnekten, 20 adet EPN izolatı elde etmiş ve teşhislerini gerçekleştirmiştir. Pozitif toprak örneği oranı %10.3 olarak bulunmuştur. Bu izolatlardan, altı tanesi *H. bacteriophora*, iki tanesi *H. indica*, altı tanesi *S. feltiae* ve iki tanesi *Steinernema* sp. olarak teşhis edilmiştir.

Taşkesen (2016), arazi koşullarında yaptığı çalışmada, *S. feltiae* (KCS izolatı), *S. carpocapsae* (E-76 izolatı), *H. bacteriophora* (FLH-4-H izolatı) ve *S. feltiae*-Ticari (Filipjev en02 izolatı)'nın patojenitelerini, *Zabrus* larvalarına karşı denemiştir. Denemelerin değerlendirilmesi, kontrol parseline göre canlı larva ve yenik bitki üzerinden yapılmıştır. Sayım sonuçları incelendiğinde, nematod uygulanan parsellerdeki *Zabrus* larvası zararının (yenik bitki) ve canlı larva sayısının, kontrol parseline göre genellikle düşük olduğu görülmüştür. Fakat, yapılan istatistikî analizlerde, kontrol parselleri ve nematod uygulanan parseller arasındaki farklar, istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumun, parsellerin canlı larva ve yenik bitki sayılarındaki varyasyonlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Zararlının arazi şartlarında düzensiz bir dağılım göstermesinin bu sonuçta etkisi olduğu kanaatine varılmıştır.

Atay vd. (2016), entomopatojen nematodların üç yerli türü olan, *S. feltiae*, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* izolatlarının laboratuvar koşullarında *Holotrichapion pullum* (Coleoptera: Apionidae) hortumlu böceğine karşı virülenslikleri incelemiştir. EPN'lar üç konsantrasyonda (500, 1000 ve 2000 İJ/ml) ve iki sıcaklıkta (15 ve 20°C) denenmiştir. 7. gün sonunda, *H. pullum* erginlerindeki ölüm oranları incelenmiştir. Nematod inokulasyonu gerçekleştirilen numunelerin, kontrol grubuna göre yüksek ölüm oranı gösterdiği görülmüştür. Bütün izolatlar sıcaklık artışıyla orantılı olarak yüksek etki göstermiştir. 20°C ve farklı konsantrasyonlarda, *S. carpocapsae*'nin sırasıyla %80.4, 83.4 ve 82.2 ölüm oranları ile en etkili nematod olduğu tespit edilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* (Ölüm oranları, sırasıyla %24.2, 27.2 ve 30.6) en düşük aktiviteyi gösterirken, *S. feltiae* nispeten yüksek aktivite (ölüm oranları, sırasıyla %30.4, 41.9 ve 35.2) göstermiştir. 15°C 'de, %25 nispi nemde daha az virülenslik görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, *H. pullum* erginlerinin EPN'lara özellikle *S. carpocapsae* (Siyah deniz ırkı) izolatına duyarlı olduğu kanatine varılmıştır.

Delgado-Gamboa vd. (2015), Meksika topraklarında bulunan *S. carpocapsae* ve *S. websteri*'nin ml'de 100, 500 ve 1000 İJ dozlarında etkinliklerini, Petri kapları içerisinde

S. acupunctatus larvalarına karşı test etmişlerdir. Entomopatojen nematodların, *S. acupunctatus* larvasına uygulanan 500 ve 1000 İJ/Larva uygulama dozlarında, %85-100 oranında ölüm oranı oluşturduğu belirlenmiştir. Larva başına LC_{90} değerleri sırasıyla 890 ve 3739 İJ, LC_{50} ise *S. carpocapsae* ve *S. websteri* için sırasıyla 147 ve 168 İJ olarak hesaplanmıştır. Deneme sonucunda EPN'lar *S. acupunctatus*'a karşı potansiyel biyolojik kontrol ajanı olarak önerilmiştir.

Rahatkhah vd. (2015), EPN olan *S. feltiae* (Strongyloidea: Steinernematidae) ve *H. bacteriophora* (Rhabiditoidea: Heterohabditidae)'ya karşı, tel kurdu *Agriotes lineatus* (Coleoptera: Elateridae) larvalarının, hücresel ve hümoral reaksiyonlarının araştırmıştır. *Heterorhabditis bacteriophora* ile inokulasyondan sonra toplam kan hücresi sayısı, ilk zamanlarda hızlı bir şekilde artmış, fakat inokulasyondan belirli bir süre sonra (12 ve 16 saatte) azaldığı gözlemlenmiştir. Kullanılan diğer izolat *S. feltiae* ile ise, inokulasyondan sonra kan hücresi sayısı erken dönemde değişmemiş, ancak inokulasyondan 16 saat sonra önemli ölçüde azalmıştır. Plazmatositler ve granülositler, diğer hemositlerle mukayese edildiğinde önemli değişiklikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Parazitlere karşı kapsülleme yanıtı, iki nematod türüne karşı önemli ölçüde farklı olmuştur. Bu araştırma sonucunda, EPN yayılması sonrası, tel kurdu larvalarının bağışıklık modülasyonu konusundaki ilk rapor olduğu bildirilmiştir.

Guo vd. (2015), Çin'de fıstık alanlarında önemli zarara neden olan beyaz tırtıl, *Holotrichia oblita*'ya karşı laboratuvar koşullarında entomopatojen nematodların etkinliğini değerlendirmiştir. Laboratuvarda *H. oblita* larvalarına karşı *Steinernema longicaudum* ve *H. bacteriophora*'nın umut verici bir kontrol sağladığı belirlenmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* ve *S. longicaudum* uygulanan alanlarda fıstık verimlerinde önemli bir fark gözlenmemiştir. *Holotrichia oblita* larvalarnın kontrolü için *S. longicaudum* ve *H. bacteriophora*'nın umut verici biyokontrol ajnı olduğu tespit edilmiştir.

Dutka vd. (2015) çalışmasında, elma bahçelerinde yaygın bir zararlı olan ve ekonomik açıdan da oldukça önemli hasarlara yol açan elma içkurdu kontrolünde kullanılan EPN'ların, *Bombus terrestris* (Bombus arısı) üzerinde patojenitesinin olup olmadığını denemiştir. *Steinernema kraussei* içeren bir preparat ile, geniş spektrumlu bir preparat olan ve bir arada bulunan, *Heterorhabditis* sp. ve *Steinernema* sp. preparatları toprağa inokule edilmiştir. *Bombus terrestris*'ler 1 cm^2 alanda 50 İJ konsantrasyonunda toprağa

maruz bırakılmıştır. 96 saat gözlem yapılan çalışma sürecinde, uygulanan her iki izolat formülasyonunda da, ≥80% ölüm oranı kayıt edilmiştir. Geniş spektrumlu olan bu preparatlar, daha geniş çevreye yayılabilme potansiyeline sahip olması ve arı kadavralarında çoğalabilmesi nedeniyle, sonuçların kaygı verici olduğu bildirilmiştir.

Goudarzi vd. (2015), İran'da önemli bir sebze zararlısı olan *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) üzerinde, iki yerli EPN'un virülensliğini incelemiştir. EPN'ların zararlının son dönem larva, prepupa ve pupaları üzerindeki etkinliği, laboratuvar ve sera şartlarında farklı İJ konsantrasyonlarında, Petri kaplarında, 12, 24 ve 48 saat sonra değerlendirilmiştir. Son dönem larvaların, laboratuvar ve şartlarında nematodlara en duyarlı dönem olduğu gözlenmiştir. Ölüm oranları, EPN'a maruz kalma zamanına bağlı olarak artmıştır. Sera uygulamalarından beş gün sonra, *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae*'nin son dönem larvalarda oluşturduğu ölüm oranları sırayla %98 ve %90 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu iki yerli EPN izolatının, *A. segetum* üzerinde infektivite yeteneğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Canhilal vd. (2015), Adana ve Kahramanmaraş'da yaptıkları sörveyden elde ettikleri 9 endemik EPN'un virülensliğini, *S. oryzae* erginleri üzerinde, laboratuvar koşullarında incelemiştir. Yapılan çalışmada, 200 İJ/Ergin konsantrasyonunda en yüksek ölüm oranı % 79.35 ile *H. bacteriophora* PBS-1-H izolatında, 400 İJ/Ergin konsantrasyonunda en yüksek ölüm oranı %87.52 ile *S. carpocapsae* 076-S izolatında, 1000 İJ/Ergin konsantrasyonunda ise en yüksek ölüm oranı %89.5 ile *S. carpocapsae* 076-S izolatında meydana gelmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, bu izolatların *S. oryzae*'ye karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Meza Garcia vd., (2014), *Heterorhabditis indica,* Meksikanın Sinaloa Bölgesinde yerli tür olarak ilk tesbittir. Bu çalışmada, beyazsinek, *Bemisia tabaci'*ye karşı dört entomopatojen nematod türü denenmiştir. *Heterohabditis bacteriophora* Poinar Guatemala ırkı, *H. bacteriophora* Chiapas ırkı, ticari bir ürün *S. feltiae* (Filipjev) (Koppert®) ve doğal ırk *H. indica* Sinaloa'nın, milimetrede 250, 500, 750 ve 1000 İJ konsantrasyonlarında, domates yapraklarına yapılan uygulamada, *B. tabaci* biyotip B nimfini %70-95 oranında öldürdüğü tesbit edilmiştir.

Ebeid vd., (2014) Mısır'da üç yerli EPN; *H. bacteriphora, H. indica* ve *S. carpocapae*'nin etkinliği, Karpuz telli böceği, *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera:

Coccinellidae) 'ya karşı laboratuvar ve yarı alan deneylerinde biyolojik kontrol ajanı olarak değerlendirilmiştir. Ölüm yüzdeleri, EPN konsantrasyonuna ve maruz kalma süresinin artmasına bağlı olarak artmaktadır. Elde edilen sonuçlar, *S. carpocapsae* cinsinin böcek erginlerine karşı, *H. bacteriphora* veya *H. indica*'ya göre daha etkili olduğunu, *H. bacteriphora*'nın ise böcek larvalarında en etkili nematod olduğunu ortaya koymuştur.

Canhilal vd., (2014), Kayseri ilinde gerçekleştirilen EPN sörveylerinde beş farklı habitatdan alınan 174 örnekten, 66 adet EPN izolatı elde edilmiş, teşhisleri gerçekleştirilmiştir. Pozitif toprak örneği oranı % 37.9 olarak bulunmuştur. Bu izolatlardan, 44 tanesi *S. feltiae,* iki tanesi *S.carpocapsae,* bir tanesi *S.bicornutum,* bir tanesi *S. littorale*, üç tanesi *Steinernema* sp. ve 15 tanesi *H. bacteriophora* olarak teşhisleri yapılmıştır.

Monteiro vd. (2014), Entomopatojen nematodlar, *H. bacteriophora* ve *H. indica*'nın farklı konsantrasyonlarda, *Dermacentor nitens* dişilerinin üreme biyolojisi üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Deneme her bir grup, 10 dişi içeren dört gruptan oluşturulmuştur ve her bir dişi, 0, 75, 300, 1200 nematod konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Bu işlem her nematod için ayrı ayrı yapılmıştır ve aşağıdaki biyolojik parametreler değerlendirilmiştir. Yumurta kitle ağırlığı, yumurta üretim endeksi, kuluçka yüzdesi ve kontrol yüzdesi. İki en yüksek konsantrasyonda (300 ve 1200 EPN/dişi), *H. bacteriophora*, yumurta kütlesi ve yumurta üretim endeksinde bir azalmaya ($p<0.05$) neden olmuştur. Tüm uygulama gruplarında yumurta yüzdesinde önemli bir azalma ($p <0.05$) tespit edilmiştir. *Heterorhabditis indica* için tüm uygulamalarda tüm parametreler için azalma ($p<0.05$) değerleri elde edilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. indica* 75, 300, 1200 İJ/dişi konsantrasyonları için meydana gelen ölüm oranları sırasıyla, %56.3, 89.3 ve 98.8 ve %77.5, 77.1 ve 95.9 olarak tespit edilmiştir. Entomopatojen nematodların, *D. nitens* dişilerinin üreme biyolojisini olumsuz etkilediği ve ölümlerine neden olduğu tespit edilmiştir.

Gümüş (2014), Yaptığı denemede, kestane ağaçlarının kabukları altına yerleşerek, iletim demetleriyle beslenip tahrip olmasına neden olan *Cossus cossus* (Lepidoptera; Cossidae) larvaları ve yoğun çim bitki örtüsüne sahip alanlarda zararlı olan *Spodoptera cilium* (Lepidoptera; Noctuidae) larvalarına karşı, yeni bir uygulama yöntemi ve farklı bakış açısı olarak, "nematodla enfekte edilmiş canlı larva salımı" veya "canlı bomba"

olarak adlandırılan metodun etkinlik çalışmaları yapılmıştır. Denemelerde izolat olarak *S. carpocapsae* türü kullanılmıştır. Nematodla enfekte canlı larva temin etmek için *G. mellonella* ve *S. cilium* larvaları 24 saat süreyle *S. carpocapsae* infektif juvenilleriyle karşı karşıya bırakılmıştır. *Cossus cossus* denemeleri için kestane kütükleri, *S. cilium* denemeleri içinse hazır rulo çim parselleri ortam olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde enfekte canlı larva salım tekniği ile kabuk altındaki *C. cossus* larvalarında %86, çim alandaki *S. cilium* larvalarında ise %91 oranında ölüm oranına neden olmuştur. Her iki deney grubunda da, denemeler sonucunda elde edilen ölüm oranlarıyla kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli görülmüştür. Kabuk altı ve benzeri kapalı habitatlardaki zararlılara karşı, EPN'ların, biyotest uygulamaları gerçekleştirilen bu yeni uygulama yöntemi sayesinde başarıyla uygulanabileceği belirlenmiştir.

Caccia vd., (2014), Laboratuvar koşullarında *H. gelotopoeon* ve *Spodoptera frugiperda*'ya karşı *S. diaprepesi*'nin infektivitesi araştırılmıştır. Denemede gerçekleşen ölümler 24 saatte bir incelenmek suretiyle, 6 gün boyunca değerlendirilmiştir. *H. gelotopoeon* larvalarında 50 ve 100 İJ'lik konsantrasyonların oluşturduğu ölüm oranı sırasıyla %87 ve 93'tür. *Spodoptera frugiperda* larvalarında ise bu oranın sırasıyla %93 ve 100 olarak gözlemlenmiştir.

Hussain vd., (2014), Bölgeden daha önce izole edilmiş olan entomopatojen nematodlardan, *S. masoodi*, *S. carpocapsae* ve *H. indica*'nın virülensliği laboratuvar ve arazi şartlarında nohut bitkisinde zararlı olan *H. armigera*'ya araştırılmıştır. Laboratuvar da gerçekleştirlen çalışmalarda, nohut baklalarına *H. armigera* larvaları salınmış, kısa süre sonra ise *S. masoodi* nohut yapraklarına 0, 1, 2 ve 3 saat sonra inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. İnokulasyondan 72 saat sonra yeşilkurt larvalarında %85 ölüm oranı görülmüştür. Yeşil kurt larvalarında meydana gelen ölüm oranına göre verimde %42 ile 47 arasında değişen oranlarda artış gözlendiği bildirilmiştir.

Guo vd., (2012), Fıstık (*Arachis hypogaea* L.) alanlarında Beyaz kurtçuk *Holotrichia parallela* (Coleoptera: Scarabaeidae)'ye karşı, EPN aktivitesi incelenmiştir. Beyaz kurtla bulaşıklığı yüksek alanlarda (m2 başına 24.65 ± 2.44 larva) yapılan ilk çalışmada, bitki başına 5.000 ve 10.000 İJ konsantrasyonunda *S. longicaudum* ve *H. bacteriophora* inokulasyonu, *H. parallela* larvalarının azalmasında yüksek potansiyel göstermiştir. İkinci çalışma ise *H. parallela* ile bulaşıklığı düşük alanlarda (m2 başına 8.07 ± 1.29

larva) yapılmıştır, bitki başına 5000 İJ konsantrasyon ile Clorpyrifos-tetraman uygulanmıştır. Entomopatojen nematod ve kimyasal uygulamaları ile fıstık veriminde görülür bir artış sağlamamıştır. Beyaz kurtçuk kontrolü için EPN'ların kimyasallara göre maliyet ve fayda olarak kıyaslanabileceği tahmin edilmiştir.

Rohde vd. (2012), Yaptıkları denemede EPN'ların patojenitesini, meyvelerin ana zararlılarından biri olan ve oldukça önemli ekonomik zararlara yol açan, Meyve sineği *Ceratitis capitata* üzerinde incelemişlerdir. EPN içeren Biyo-10 preparatı, 4 tekerrürlü gerçekleştirilen denemede; 200 İJ/larva konsantrasyonunda 1 ml'lik süspansiyon içerisinde inokulasyonu yapılmıştır. *Ceratitis capitata* larvalarına karşı, 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 İJ/larva konsantrasyonları kullanılmıştır. Bütün ırkların *C. capitata*'ya karşı patojenik olduğunun gözlemlendiği denemede, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis sp.* ırkları %85'in üzerinde ölüm oranı ile, larvalara karşı en yüksek patojenik etkiyi gösterdiği saptanmıştır.

Kepenekçi (2013), Ağ kurtları üzerinde entomopatojen nematod etkinliklerinin incelendiği bir çalışmada, *Yponomeuta mallinellus* larvalarında en yüksek virülensliği *H. bacteriophora* (Tur-H2)'nın yaptığı gözlemlenmiş, *S. feltiae* (Tur-S3) ve *H. bacteriophora* (Tur-H1) izolatları bunu takip etmiştir. En düşük etki ise *S. feltiae* (All type) izolatında görülmüştür. *Yponomeuta padella* türünde ise, en büyük etkiyi *H. bacteriophora* (Tur-H2) göstermiş olup, aynı etkiye sahip *S. feltiae* (Tur-S3) ve *H. bacteriophora* (Tur-H1) izolatlarında görülmüştür . Bu türde de en düşük virülensliğe sahip nematod *S. feltiae* (All type)'dır. Larvalardaki ölüm oranları *Y. Padella*'da daha yüksek bulunmuş olup, en yüksek etkinin *H. bacteriophora* (Tur-H2) olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda kontrol olarak kullanılan larvalarda herhangi bir ölüme rastlanmamıştır. Laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçlara bakılarak, bu çalışmanın devamında *Y. mallinellus* ve *Y. padella*'nın mücadelesine yönelik olarak etkili bulunan izolatın bahçe koşullarında, biyo-kontrol ajanı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Gözel vd. (2013), Mısır koçan kurdu *Sesamia cretica*'nın, son dönem larvalarına karşı *Steinernema carpocapsae, S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın laboratuvar koşullarında virülenslikleri araştırılmıştır. Son dönem *S. cretica* larvalarındaki ölüm oranları, izolat türüne ve uygulandığı sıcaklığa bağlı olarak değişmekle birlikte; 15°C'de, *S. carpocapsae, S. feltiae* ve *H. bacteriophora* için sırası ile %48, 56 ve 14 olarak

belirlenmiştir. 20 °C'deki ölüm oranları sırasıyla, %62, 76 ve 50, ve 25°C'de %82, 90 ve 90, denemede kullanılan en yüksek sıcaklık olan 30°C'de ise %82, 92 ve 94 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu oranlara göre, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*'nin uygulandığı tüm sıcaklıklarda birbirine yakın sonuçlar verdiğini ve sıcaklığın artması ile virülensliklerinin de arttığını, *H. bacteriophora*'nın ise düşük sıcaklıklarda oldukça düşük olan virülenslik oranının, yüksek sıcaklıklarda çok yüksek seviyelere ulaştığını ayrıca en iyi enfeksiyonun bu yüksek sıcaklık derecelerinde gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Atakan vd. (2013), *Heterorhabditis bacteriophora* Kırmızı palmiyeböceği (KPB), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionoidae)'un üzerinde, 2008-2009 yıllarında saptanan doğal enfeksiyonları değerlendirilmiştir. Entomopatojen nematod nedeniyle KPB larvalarında mevsimsel ölüm oranları, 2008 yılında yüksek (%72.37); 2009 yılında ise düşük (%22.06) bulunmuştur. Entomopatojen nematod, her iki yılda pupa popülasyonlarında %80'nin üzerinde ölüme neden olmuştur. Ergin popülasyonlarında (dişi ve erkek) ölüm oranları, her iki yılda % 10'dan daha düşük bulunmuştur. 2010 yılından bu yana çok az sayıda hurma ağacının ölmesi (toplam 4 ağaç), yürütülen tüm mücadele çalışmaları kadar, EPN enfeksiyonlarının da KPB'nin baskı altına alınmasındaki önemli rolünü gösterebilir.

Canhilal (2013), Kuzey Carolina da tespit edilen *H. bacteriophora* Hb ve HP88 izolatları ve dokuz yeni Heterorhabditis izolatının (*H. megidis* LEX, *H. zealandica* EDS ve CHR ve *H. bacteriophora* WPS, SMP, PD, CFG, MF ve CFM) pancar kurdu *Spodoptera exigua* üzerine etkisi laboratuvar koşullarında karşılaştırılmıştır. Petri kaplarında *S. exigua* larvalarına heterorhabditids etkinliğini larva başına 10, 25, 50 100 İJ konsantrasyonunda değerlendirilmiştir ve ölümler 4 gün boyunca sayılmıştır. Nihai sayımda, 10, 25, 50 ve 100 İJ/larva, konsantrasyonlarında ölümler sırasıyla %53.6-100, 72-100, 79.8-100, ve 92.9-100 arasında gerçekleşmiştir. *Heterorhabditis megidis* LEX izolatı diğer nematod türlerinden üstün ve tüm konsantrasyonlarıda %100 ölüme neden olarak diğerlerine göre farklılık göstermektedir. 10 İJ/larva uygulamasında, *H. bacteriophora* WPS, *H. zealandica* CHR, *H. bacteriophora* HP88 ve *H. zealandica* EDS izolatları en yüksek ölüm oranına sahiptir ve ölümler sırasıyla %82.1, 85.7, 89.3 ve 92.9 olarak gerçekleşmiştir.

Erbaş (2012), Trabzon İli ve İlçelerindeki tarım alanlarından EPN izolasyonu, karakterizasyonu ve *Melolontha melolontha* üzerindeki insektisidal etkisini araştırmıştır. Alınan 77 toprak numunesinden 7 tane EPN izole edilmiştir. Elde edilen izolatların tamamının, Heterorhabditis ve Steinernema cinsine ait olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, izolatların beş tanesinin *Heterorhabditis bacteriophora* (ZET02, ZET04, ZET09, ZET28, ZET35) ve iki tanesinin de *Steinernema feltiae* (ZET31, ZET76) olduğu belirlenmiştir. İzolatların *M. melolontha* üzerindeki insektisidal etkileri farklı sıcaklık (15 ℃ ve 25℃) ve konsantrasyonlarda (500, 1000 ve 2000 İJ/ml) test edilmiştir. Elde edilen sonuçlarına göre, izolatların 25 ℃′deki etkilerinin 15 ℃′dekine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm denemelerden elde edilen verilere göre, *S. feltiae* türüne ait iki suştan (ZET09 ve ZET35)'in 25℃′de %83 ile *M. melolontha* üzerindeki en yüksek ölüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Rohde vd., (2012), Yaptıkları denemede EPN'ların patojenitesini, meyvelerin ana zararlılarından biri olan ve oldukça önemli ekonomik zararlara yol açan, Meyve sineği *Ceratitis capitata* üzerinde incelemişlerdir. EPN içeren Biyo-10 preparatı, 4 tekerrürlü gerçekleştirilen denemede; 200 İJ/larva konsantrasyonunda 1 ml'lik süspansiyon içerisinde inokulasyonu yapılmıştır. *Ceratitis capitata* larvalarına karşı, 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 İJ/larva konsantrasyonları kullanılmıştır. Bütün ırkların *C. capitata*'ya karşı patojenik olduğunun gözlemlendiği denemede, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis sp.* ırkları %85'in üzerinde ölüm oranı ile, larvalara karşı en yüksek patojenik etkiyi gösterdiği saptanmıştır.

Canhilal vd. (2012) , Kuzey Carolina da tespit edilen *H. bacteriophora* Hb ve HP88 izolatları ve dokuz yeni *Heterorhabditis* izolatının (*H. megidis* LEX, *H. zealandica* EDS ve CHR ve *H. bacteriophora* WPS, SMP, PD, CFG, MF ve CFM) sarı un kurdu, *Tenebrio molitor* üzerine etkisi laboratuvar koşullarında karşılaştırılmıştır. Petri kaplarında *T. molitor* larvalarına heterorhabditids etkinliğini larva başına 10, 25, 50 100 İJ konsantrasyonunda değerlendirilmiş ve ölümler 4 gün boyunca kaydedilmiştir. Nihai sayımda, 10, 25, 50 ve 100 İJ/larva konsantrasyonlarında ölümler sırasıyla, %27.1-79.9, %48.7-85.2, %82-100 ve %93.8-100 arasında gerçekleşmiştir. *Heterorhabditis megidis* LEX izolatı 25 ile 100 İJ/larva nematod konsantrasyonlarda %100 ölüme neden

olarak diğerlerine göre farklılık göstermiştir. Bunu, *H. bacteriophora* HP88, WPS ve SMP ırkları, sırasıyla %70.1, 70.1 ve 64.6 ölüm oranıyla ile izlemiştir. Larvalara uygulanan nematodların LC50 değerleri *H. bacteriophora* WPS izolatı için 1.74 İJ/larva, *H. bacteriophora* Hb için 11.12 İJ/larva olarak hesaplanmıştır. LD50 değerleri ise 1.30 ile 5.31 gün arasında değişmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* WPS, SMP ve CFM, ve *H. megidis* LEX ırkların potansiyel biyo-kontrol ajanları olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir.

Kary vd. (2012), *Helioverpa armigera* larvalarına karşı, *H. bacteriophora, S. carpocopsae* ve *S. feltiae*'nin etkinliğini laboratuvarda araştırılmıştır. Çalışmada, filtre kağıdı, besin ve toprak denemesi olmak üzere üç farklı yöntem kullanılmıştır. Uygulamalar larva başına 1, 10, 50, 100 ve 500 İJ yoğunluklarında ve 22°C'de yapılmış, 72, 96 ve 120 saatte bir gözlenmiştir. Yapılan tüm uygulamalardan elde edilen sonuçlar, *H. bacteriophora* etkinliğinin *S. carpocapsae* etkinliğinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Filtre kağıdı denemesinde, *S. feltiae* ve *S. carpocapsae*, larva başına 500 İJ uygulandığında 120 saat sonra meydana gelen ölümler sırası ile %71.67 ve %30 iken, *H. bacteriophora'*dan kaynaklanan ölüm oranının %83 olduğu bildirilmiştir.

Gökçe (2011), yapılan çalışma kapsamında izole edilen 8 entomopatojen nematod ile gerçekleştirilen testlerden elde edilen sonuçlarına göre, *Agrotis segetum* türü zararlı üzerinde 5000 İJs/300µl konsantrasyon ile yapılan biyotest deneyi, beşinci gün sonunda %100 başarı sağlamıştır. *Gryllotalpa gryllotalpa* ve *Agriotes* spp. türü zararlıları üzerinde 1000 İJs/1000 µl, 3000 İJs/1000 µl ve 5000 İJs/1000 µl konsantrasyonlarında yapılan biyotestte herhangi bir virülenslik görülmemiştir. Yapılan bütün analiz ve değerlendirmeler neticesinde, 61 numaralı izolat olan *Steinernema feltiae*'nin *Agrotis segetum* zararlısına karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Divya vd. (2010), lepidoptera takımından *G. mellonella, H. armigera, S. litura* larvalarına karşı *H. indica*'nın etkinliği sera ve laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Sera koşullarında yapılan çalışmalarda, saksılardaki pamuk yaprakları üzerinde bitki başına 25 ml (1000 İJ/ml) nematod yoğunluğu, *H. armigera* ve *S. litura*'nın larva dönemlerine uygulanmıştır. Laboratuvarda yapılan çalışmalarda *H. armigera*'nın 2, 3, 4. ve son dönem larvaları kullanılmış ve larva başına 100, 200, 300 İJ verilerek 12, 18 ve 24 saat entomopatojen nematod uygulanmıştır. *Helicoverpa armigera, S. litura* ve *G.*

mellonella larvalarının tüm dönemleri, *H. indica* uygulamasından oldukça başarılı bir şekilde etkilenmiştir ancak, larva dönemlerinin duyarlılık dereceleri uygulama yoğunlukları ve sürelerine göre farklılık göstermiştir. *Heterorhabditis indica* infeksiyonu sonucu, pamuk bitkisi üzerindeki *H. armigera* ve *S. litura*'nın, 60 saat sonra larva ölüm oranları sırası ile %62.87 ve 56.75 olarak bulunmuş ve bu türün son dönem larvaları üzerindeki etkinliğinin diğer dönemlere göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir.

Susurluk vd. (2006), Türkiye'de ilk kez entomopatojen nematod *S. weiseri* Ankara, Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsünden izole edilmiştir. Türkiyede varlığı daha önceden tespit edilen *S. feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) Ankara Üniversitesi kampüsünden izole edilmiştir. Bu çalışmada her iki entomopatojen nematodun değişik koşullarda etkinlik ve üreme kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Üreme kapasiteleri Balmumu Güvesi, *G. mellonella* L. (Lep: Pyralidae) 'nın son dönem larvaları üzerine 10, 15 ve 20ºC sıcaklıklarda 10, 50 ve 100 adet İJ uygulanması ile belirlenmiştir. Konukçu larva içerisinde üreyerek kadavradan dışarı çıkan her iki nematoda ait yeni generasyon jüvenilleri sayılmıştır. Tüm deneme koşullarında *S. weiserii*'nin *S. feltiae*'ye göre daha fazla üreme kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. *G. mellonella*'nın son dönem larvaları üzerinde her iki nematodun etkinliği penetrasyondan 48 saat sonra LD_{50} olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre *S. weiseri*'nin, *S. feltiae*'ye göre daha etkili olduğu ve biyolojik mücadelede kullanımının daha yararlı olabileceği bulunmuştur.

Susurluk vd. (2006), Kanola bitkileri üzerinde lahana sineği, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae)'a karşı *S. felitae*'nin mücadele potansiyeli, bu nematodun lahana sineği larvası ile bulaşık olan alanlardaki kalıcılığı, nematodun lahana sineği larvası ve/veya kanola köklerinin bulunduğu ortamda besin arama davranışları incelenmiştir. *S. feltiae,* laboratuar denemelerinde 12 hafta kalıcılık göstermiştir. Laboratuar testleri, *D. radicum*'un son larva dönemine karşı %80 oranında etkinliğe ulaşıldığını göstermiştir. Kum ile doldurulmuş Y-olfaktometre düzeneği kullanılarak *S. feltiae*'nin *D. radicum* ve kanola köklerine doğru besin arama davranışları tek tek ve kombine edilerek 8 ve 15°C' de denenmiştir. Bu düzenekteki en fazla nematod yöneliminin her iki sıcaklık değerinde de larvaya karşı olduğu tespit edilmiştir.

İpekdal (2005), Entomopatojen nematodların Çam kese böceği üzerine etkinliklerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan çalışmada, larvalarda en fazla ölüm oranına neden olan

izolatın *H. bacteriophora* TUR-H2 olduğu ve bunu takiben *H. bacteriophora* MNS-1 ve *S. feltiae* TUR-S3 izolatlarının olduğu sonucuna varılmıştır.

Aydın ve Susurluk (2005) *Steinernema feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın Türk ırklarının etkinlikleri *Tenebrio molitor*'un son dönem larvalarına karşı değerlendirilmiştir. Her bir nematodun tek başına *T. molitor* larvalarında ortaya çıkardığı ölüm oranları bulunmuştur (Deneme 1). Daha sonra aynı yötemle türlerin rekabette birbirleri üzerine olan etkileri incelenmiştir (Deneme 2). Her iki deneme de steril kumda 12, 18 ve 25°C'de ve 5 günde gerçekleştirilmiştir. İlk denemede türlerin etkinliği 12°C'de *H. bacteriophora* için %52,5 ve *S. feltiae* için % 85; 18 °C'de *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* için sırasıyla %93,5 ve %95,6 ve 25°C'de her iki tür içinde de %97,5 olarak bulunmasına rağmen sonraki denemede *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* için sırasıyla 12°C'de %3 ve %72; 18°C'de %8 ve %85 ve 25°C'de %12,5 ve %80 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar *S. feltiae*'nin üç farklı sıcaklıkta ve her iki nematod birlikte uygulandığında *H. bacteriophora* üzerinde önemli derecede baskın bir tür olduğunu göstermektedir.

Susurluk ve Ökten (2000)in çalışmasında, entomopatojen nematodların kapalı alanlarda kullanım olanaklarına ışık tutması amacıyla, *H. marelata, H. bacteriophora* ve *S. feltiae,* 50, 75, 100 ve 125 adet İJ/2 ml Ringer solüsyonu dozunda *Blattella germanica* L. üzerine uygulanmış ve öldürücü etkileri saat olarak tespit edilmiştir. Bu işlem, populasyonun yarısını ve tamamını öldüren süre olarak iki kısımda ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; *B. germanica* populasyonunun yarısının ölümü için geçen süre; *S. feltiae ve H. maretata* için aynı, *H. bacteriophora'*da daha uzun olarak bulunurken, populasyonun tamamının ölümü için geçen süre ele alındığında ise, etkinlik sırasıyla; *S. feltiae, H. marelata ve H. bacteriophora* olarak bulunmuştur.

1.3.2. Bakla Zınnı [Epicometis (=Tropinota) hirta (Coleoptera: Scarabaeidae)] ile ilgili Çalışmalar

Dahham (2018), Williams Pride ve Red Chief elma çeşitlerinin çiçeklenme döneminde, tuzak asılı ağaçlar ile asılmayan ağaçlarda *T. hirta* yakalanma oranının ve oluşan zarara elma çeşitlerinin etkisinin karşılaştırılmasını çalışmıştır. Elma bahçelerinde deneme 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sonuç olarak tüm elma çeşitleri için, çiçek sayısının tuzak asılmayan kontrollerde, tuzak asılanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bunun sebebi olarak tuzaklardaki renk, su ve çekiciler ergin böceklerin ağaçlara doğru çekilmesi ile tuzak asılan ağaçlara daha çok zarara yol açtığı şeklinde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak asılı olan tuzakların farklı alanlara asılarak erginlerin yakalanmasında çok daha uygun olacağı belirlenmiştir.

Özpınar (2014), 11 farklı kiraz, kayısı, elma ve şeftali bahçesinde, çiçeklenme döneminde *T. hirta*'nın en çok hangi tuzakla yakalanabileceğini saptamak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Denemede, mavi renkli tuzaklar (huni+su, leğen+su, yapışkan tuzak) ve içerisinde dipropylene glycol, 1,1-oxybis, 2-propanol, cinnamyl alkol ve trans-anethol bulunan cezbediciler kullanılmıştır. 2013 yılında, şeftali bahçeleri içinde yakalanan zararlı sayısı 412 birey ile en çok Ezine-Akköy'de olurken, bunu 93 birey ile kiraz bahçesi izlemiştir. Tüm bahçelerde erginler en çok, mavi renkli huni + cezbedici madde tuzaklarında yakalanmıştır. 2014 yılındaki çalışmada ise, benzer şekilde en çok ergin (1772 adet), Ezine-Akköy'deki şeftali bahçesinde yakalanmıştır. Bunu, 569 ergin ile kiraz bahçesi izlemiştir. Tüm bahçelerde en fazla ergin, "mavi leğen + cezbedici" ve "mavi renkli huni + cezbedici" tuzaklarında yakalanmıştır.

Güvenç (2014) çalışmasında, Isparta'da kiraz bahçelerinde ağaçların çiçeklenme döneminde zarara neden olan *T. hirta*'nın farklı çekiciler kullanılarak yakalanmasını amaçlamıştır. Bu denemede, açık mavi renkli plastik huniler kullanılmıştır. Ayrıca ticari olarak kullanılan VARb3k tuzaklarda tuzak çeşidinin çalışmada kullanılan diğer tuzaklarla karşılaştırılmak için denemeye dahil edilmiştir. Trans-Cinnamyl alkol+Anethol (CA), Trans-Cinnamyl alkol+Anethol+4Methoxyphenethyl alkol (CAM), Trans-Cinnamyl alkol+Anetho+Eugenol (CAE) ve Trans-Cinnamyl alkol+Anethol+Geraniol (CAG) karışımları çekici olarak kullanılmıştır. Çalışma 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. 2013'deki çalışmada, içerisinde CA ve CAG ihtiva eden tuzaklar ile en fazla böcek (260 adet) yakalanırken, içerisinde CA çekicisi bulunan funnel tipi tuzaklarla en az böcek (24 adet) yakalanmıştır. 2014 yılında yapılan çalışmada, yerden 1.5 m yükseklikteki CAM çekicisi içeren huni tuzaklarda, 1126 adet ile en çok ergin yakalanmıştır.

Uysal (2011), erik ve armut bahçelerinde ağaçların çiçekleri üzerinde zarara neden olan *Epicometis hirta*'nın en çok hangi tuzaklarla yakalanabileceğini tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Denemede mavi renkli tuzaklar (huni+su, renkli su tuzağı+su, yapışkan tuzak) ve içeriğinde 2-propanol, 1,1-oxybis, dipropylene glycol, (E)-anethol ve

(E)-cinnamyl alkol bulunan cezbediciler kullanılmıştır. Çalışma, 4 farklı alanda ki hem erik hem armut bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, armut bahçeleri içinde yakalanan zararlı sayısı 420 birey ile en çok III nolu bahçe olurken, 247 birey sayısı ile IV nolu bahçe ikinci sırayı almıştır. Tüm armut bahçelerinde en çok zararlı, "mavi renkli huni + cezbedici madde" tuzaklarında yakalanmıştır. Erik bahçelerinde ise yakalanan zararlı sayısı 137 birey ile en çok IV nolu bahçe olurken, 57 birey sayısı ile II nolu erik bahçesi ikinci sırayı almıştır. Tüm erik bahçelerinde en çok zararlı ergini, armut bahçelerinde olduğu gibi, "mavi renkli huni + cezbedici madde" tuzaklarında yakalanmıştır. Sonuç olarak özellikle, genç yaştaki ağaçların çiçek açtığı dönemlerde, "mavi renkli huni + cezbedici" içeren tuzakların kullanılmasının, bu dönemlerde insektisit kullanılamayan zararlının kontrolü için etkili bir biyoteknik yöntem, olduğu düşünülmektedir. Kışı toprakta ergin veya larva olarak geçiren *Epicometis hirta*'nın mekaniksel savaşımın yapılmasıyla toprağın sürülmesinin de bu zararlının büyük ölçüde kontrol altına alınabimesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Sağdaş (2011), kiraz ve elma bahçelerinde ağaçların çiçekleri üzerinde zarara neden olan *Epicometis hirta*'nın en çok hangi tuzaklarla yakalanabileceğini tespit etmeye çalışmıştır. Denemede mavi renkli tuzaklar (huni+su, leğen+su, yapışkan tuzak) ve içeriğinde 2-propanol, cinnamyl alkol (%20), dipropylene glycol (%35), 1,1-oxybis (%20) ve transanethol (%14) bulunan cezbediciler kullanılmıştır. Çalışma 4 farklı alandaki kiraz ve elma bahçelerinde yürütülmüştür. Elma bahçeleri içinde yakalanan zararlı sayısı 75 birey ile en çok I nolu bahçe olurken, 57 birey sayısı ile III nolu bahçe ikinci sırayı almıştır. Tüm elma bahçelerinde en çok zararlı, "mavi renkli huni + cezbedici madde" tuzaklarında yakalanmıştır. Kiraz bahçelerinde ise yakalanan zararlı sayısı 1096 birey ile en çok III nolu bahçe olurken, 157 birey sayısı ile IV nolu kiraz bahçesi ikinci sırayı almıştır. Tüm kiraz bahçelerinde en çok zararlı ergini, "mavi renkli huni + cezbedici madde" kullanılan tuzaklarda yakalanmıştır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Yararlanılan Alet ve Cihazlar

Çalışmalarda, araştırma mikroskobu (Zeiss Primo Star), inkübatör, buzdolabı (+4), mikro pipet, pipet ucu, hassas terazi, saf su cihazı, kurutma kağıdı, Petri kabı, well plet, beher, 1lt'lik kavanoz ve plastik flasklar kullanılmıştır.

2.1.2. Nematod Kültürü

Bu çalışmada, Adana, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta yapılan sürvey çalışmalarından elde edilen EPN'lar, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. bacteriophora*, *S. bicornotum* ve *H.indica* bu tez kapsamındaki biyolojik etkinlik çalışmalarında kullanılmıştır (Canhilal vd., 2015, Canhilal 2016).

2.1.3. *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Laboratuvar Şartlarında Üretimi

Bu çalışmada kullanılan EPN'ların kitle halinde üretiminde balmumu güvesi, *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının son evreleri kullanılmıştır. *Galleria mellonella* larvaları, içerisinde mısır unu (300 g), süt tozu (200 g), soya unu (200 g), buğday kepeği (400 g), bal (400 g), gliseril (400 g) ve kuru maya (100 g) bulunan besi ortamında, 30 ± 2°C'deki inkübatörde (etüv) 1 litrelik cam kavanozlar içerisinde üretilmiştir.



Şekil 2.2. *Galleria mellonella* larvalarının laboratuvarda 1 litrelik cam kavanozlarda üretmi

2.2. Entomopatojen Nematodların Üretilmesi

Bu çalışmada EPN'lardan *S. carpocapsae, S. feltiae, H. bacteriophora, S. bicornotum* ve *H. indica* ve kültürleri kullanılmıştır. Nematod kültürleri, doku kültür flaskları içerisinde Ringer solüsyonunda, 7-9℃'de ve tamamen karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Flasklar içerisinde nematod yoğunluğu 1 ml'de yaklaşık 1500 infektif juvenil olacak şekilde ve suyun derinliği 1 cm'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde her flaskta yaklaşık olarak 75 000 kadar İJ muhafaza edilmiştir. Nematod kültürleri her ay in vivo olarak çoğaltılarak yenilenmiştir (Wooding ve Kaya, 1988). Laboratuvar koşullarında flask kaplarındaki ringer solüsyonunda, buzdolabında (6-15 °C) stok halinde muhafaza edilen bu nematod türleri, denemede kullanılmak üzere son dönem (5. dönem) *G. mellonella* larvaları üzerinde çoğaltılmıştır. Entomopatojen nematodların üretimi için, 9 cm'lik plastik Petri kabının taban kısmına ikişer adet kurutma kağıdı yerleştirildikten sonra, her bir Petri kabına 20 adet son dönem *G. mellonella* ilave edilmiş ve milimetresinde 1000 adet İJ bulunan nematod stoğundan, her Petri kabına 1 ml inokule edilmiştir.



Şekil 2.3. *Galleria mellonella* larvalarının entomopatojen nematod ile inokulasyonu

Bu Petri kapları içerisindeki *G. mellonella* larvaları 25°C'ye ayarlanmış inkübatörde 48 saat bekletilmiştir. Petri kaplarındaki nem kaybını önlemek için inkübatör içerisine küçük bir kap saf su konulmuştur. *G. mellonella* larvalarının enfekte olup olmadıklarını anlamak için, 48 saat sonra kontrol edilerek, enfekteli larvalar, White tuzağına alınmıştır. White tuzağı, 9 cm'lik Petri kabı içerisindeki 6 cm lik Petri kabı kapağı ve bunun üzerine yerleştirilen 3.5 cm çapında kurutma kağıdı ile kurutma kağıdının uçlarını ıslatacak kadar saf sudan oluşmuştur. Oluşturulan bu düzeneğe, pens yardımı ile *G. mellonella* larvalarının abdomen kısımları kurutma kağıdının suya temas eden kısmına yaklaştırılarak larvaların doğal açıklıkları yukarı gelecek şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 2.4. Enfekteli *Galleria mellonella* kadavralarının White Tuzağına alınması

Kadavra içerisinde çoğalan ve dışarı çıkan 3.dönem (J3=İJ) entomopatojen nematodlar, küçük Petri kapağının üzerindeki kurutma kağıdı yardımı ile büyük Petri kabındaki suya geçerek burada toplanmıştır. Petri kabında bulunan su içerisindeki nematoadlar, her gün suyun alınması ile hasat edilmiştir. Hasat işleminden sonra cam beherde toplanan bu nematodlar, suyun içerisindeki istenmeyen parçacıkları uzaklaştırmak için 3 kez distile su ile yıkanmıştır.



Şekil 2.5. Enfekteli *Galleria mellonella* larvalarının White Tuzağına yerleştirilmesi



Şekil 2.6. Cam beherde hasat edilen entomopatojen nematodlar

Temizlenen entomopatojen nematodlar sulu süspansiyonlar halinde mililitresinde yaklaşık 2000 infektif juvenil olacak şekilde 120 ml flask kabına 50 ml konularak 8°C'deki buzdolabında denemelerde kullanılmak üzere depolanmıştır. Bu nematodlar en fazla 15 gün içerisinde denemelerde kullanılmıştır.



Şekil 2.7. Entomopatojen nematodların 120 ml'lik flask kaplarında depolanması

2.3. Entomopatojen nematodların Laboratuar Koşullarında *Tropinota hirta* Erginlerine Karşı Biyolojik Etkinliklerinin belirlenmesi

Yürütülen çalışmalarda kullanılan *T. hirta* erginleri, Kayseri İlinde bulunan elma bahçelerinden toplanmıştır. Toplanan ergin böcekler, 1 litrelik cam kavanozlara 1/3 oranında elma çiçekleri ile beraber konulup, kavanozların ağzı paket lastiği yardımıyla tül ile kapatılarak 25°C sıcaklıkta denemeye alınıncıya kadar 24 saat kavanozda tutulmuştur. Hiçbir ergin 24 saat bekletilmeden denemeye alınmamıştır. Böylece erginlerde doğal bir hastalanma olup olmadığı gözlenmiştir.

Bu denemede toplam 5 entomopatojen nematodun (*H. indika*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. bacteriophora* ve *S. bicornutum*) *T. hirta* erginleri üzerindeki etkinliği belirlenmiştir. Erginler, içerisinde steril toprak ve beslenmeleri için elma çiçeği bulunan, 12'li hücre kültürü plakalarına yerleştirildikten sonra, nematodlar, 190, 380 İJ/Ergin dozunda hücre plakasındaki her bir kuyucuğa pipet yardımıyla inoküle edilmiştir. Bütün denemeler 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kontrol amaçlı kullanılan kablara steril toprak, elma

çiçeği ve 1 ml su konulmuştur. İnokülasyon yapıldıktan sonra kapatılan Hücre kültürü plakalarının etrafı parafilm ile sarılarak erginlerin çıkışı ve nem kaybı önlenmiştir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.8. Hücre kültürü plakalarına alınan *Tropinota hirta* erginleri

Bu şekilde hazırlanmış hücre kültürü plakaları, 25 ve 30°C'lik sıcaklıklarda ve %75-80 nisbi neme sahip karanlık inkübatöre konularak, 4., 8. ve 12. gündeki ölüm oranları sayılmıştır. Sayımlarda ölü olarak kaydedilen erginler, entomopatojen nematod çıkışı için White tuzağına alınmıştır. Nematod çıkışının olması ile, ölü bireyin ölüm sebebinin entomopatojen nematod olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.8.).



Şekil 2.9. White tuzağına alınmış *Tropinota hirta* erginleri

3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Entomopatojen Nematodların *Tropinota hirta* Erginleri Üzerindeki etkinliği

Bu çalışmada, Adana, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta yapılan sürvey çalışmalarından elde edilen 5 farklı entomopatojen nematod türünün (*H. indika, S. carpocapsae, S. feltiae, H. bacteriophora* ve *S. bicornutum*) bakla zınnı, *T. hirta* erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği laboratuvar koşulları altında araştırılmıştır. Denemede kullanılan entomopatojen nematod izolatlarının *T. hirta* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları, izolata ve doza göre birbirinden farklılık göstermiş ve ölüm oranları %100'lere kadar ulaşmıştır (Tablo 3.3). Doz ve sıcaklık artışına bağlı olarak ölüm oranlarında genellikle artış gözlenmiştir.

Tropinota hirta'nın erginlerinin ölüm oranları üzerine istatistiki anlamda uygulama süresi önemli düzeyde etkili olmuştur (Tablo 3.1.). *Tropinota hirta*'nın erginlerinin ölüm oranları üzerine, nematod, doz, sıcaklık, nematod-sıcaklık, nematod-doz, doz-sıcaklık interaksiyonları istatistiki olarak uygulamanın 4. gününde önemli bir farklılık meydana getirirken ($P \leq 0.05$), 8. günde de nematod, doz, sıcaklık, nematod-sıcaklık, nematod-doz interaksiyonları istatistiki olarak önemli bir farklılık oluşturmuştur ($P \leq 0.05$). Fakat 12. günde ise sadece nematod ve doz interaksiyonları istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3.1.). Diğer interaksiyonlarda 4. günde nematod-doz-sıcaklık interaksiyonu önemsiz bulunurken, 8. günde doz-sıcaklık ve nematod-doz-sıcaklık interaksiyonları, 12. günde ise sıcaklık, nematod-sıcaklık, nematod-doz, doz-sıcaklık, nematod-doz-sıcaklık interaksiyonları önemli bir farklılık oluşturmamıştır ve önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Tablo 3.1. Ana faktörler ve interaksiyonların, *Tropinota hirta*'nın erginleri üzerinde uygulama sürelerine bağlı meydana getirdiği ölüm oranlarının (%) çok yönlü varyans analizi (ANOVA) parametreleri.

	4. gün			**8. gün**			**12. gün**		
	df	F	P*	Df	F	P*	df	F	P*
Nematod	4	7.429	**0.000**	4	9.158	**0.000**	4	5.769	**0.000**
Doz	2	482.187	**0.000**	2	1.224.516	**0.000**	2	2.315.263	**0.000**
Sıcaklık	1	11.929	**0.001**	1	6.579	**0.012**	1	3.857	0.053
Nematod *Sıcaklık	4	3.945	**0.005**	4	2.474	**0.050**	4	0.729	0.575
Nematod *Doz	8	2.566	**0.014**	8	2.424	**0.020**	8	1.127	0.353
Doz *Sıcaklık	2	4.071	**0.020**	2	1.274	0.285	2	1.594	0.209
Nematod *Doz*Sıcaklık	8	2.015	0.053	8	1.471	0.179	8	0.973	0.462

* P≤0.05: Önemli farklılık bulunuyor, P>0.05: Önemli farklılık bulunmuyor

3.1.1. Entomopatojen Nematodların Tropinota hirta Erginleri Üzerindeki 25°C'de Etkinliği

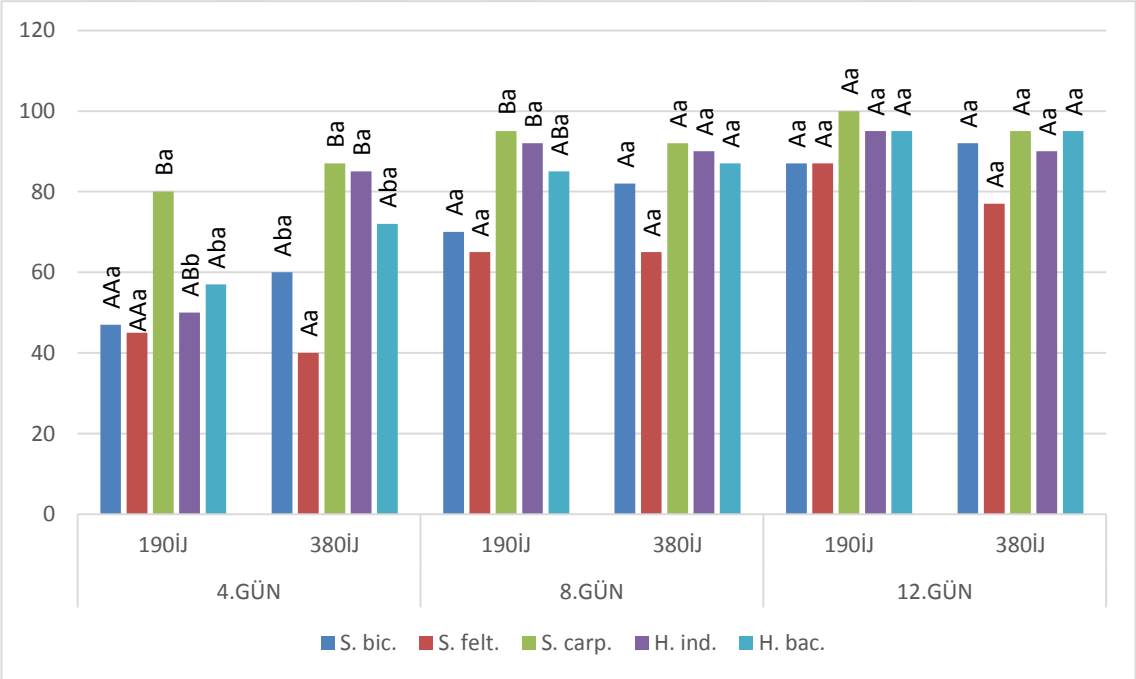
25°C'de 4., 8. ve 12. günde meydana gelen en yüksek ölüm oranı, 190 İJ/cm^2 dozunda 12. günde, %100'le *S. carpocapsae* izolatında; en düşük ölüm oranı ise, 380 İJ/cm^2 dozunda 4. günde, %40 ile *S. feltiae*'da elde edilmiştir.

Tropinota hirta erginlerinde 4. günde en yüksek ölüm oranı 380 İJ/cm^2 uygulama dozunda %88 ile *S. carpocapsae*'da gerçekleşmiştir. 8. günde en düşük ölüm oranı her iki uygulama dozunda da %65 ile *S. feltiae*'da, en yüksek ölüm oranı 190 İJ/cm^2 uygulama dozunda %95 ile *S. carpocapsae*'da gerçekleşmiştir. Bunu %92 ve %87 ölüm oranlarıyla sırasıyla *H. indika* ve *H. bacteriophora* izolatları takip etmiştir. 12. günde ise, en düşük ölüm oranı 380 İJ/cm^2 uygulama dozunda %78 ile *S. feltiae* izolatında gerçekleşirken, en yüksek ölüm oranı ise 190 İJ/cm^2 uygulama dozunda %100 ile *S. carpocapsae* izolatında gerçekleşmiştir (Tablo 3.2., Şekil 3.1.).

Tablo 3.2. Entomopatojen nematod izolatlarının 25°C'de *Tropinota hirta* erginleri üzerindeki 4., 8. ve 12. günlerde meydana getirdiği % ölüm oranları (± SH).

İZOLAT**	4. gün*		8. gün*		12. gün*	
	190İJ	380İJ	190İJ	380İJ	190İJ	380İJ
S. bicornutum	47±3 AAa	60±5 Aba	70±2 Aa	82±3 Aa	87±3 Aa	92±1 Aa
S. feltiae	45±2 AAa	40±1 Aa	65±2 Aa	65±3 Aa	87±1 Aa	77±1 Aa
S. carpocapsae	80±1 Ba	87±2 Ba	95±1 Ba	92±1 Aa	100±0 Aa	95±2 Aa
H. indika	50±2 ABb	85±2 Ba	92±1 Ba	90±1 Aa	95±2 Aa	90±1 Aa
H. bacteriophora	57±3 Aba	72±3 Aba	85±1 ABa	87±1 Aa	95±2 Aa	95±2 Aa
Kontrol	0	0	0	0	0	0

*Aynı satır içerisinde aynı büyük harfleri alan ortalamalar, aynı sütun içerisinde aynı küçük harfleri alan ortalamalar istatistiki olarak farklı değildir (P≤0.05). Her bir uygulama sıcaklığı ve her bir sayım günü için ölüm oranları kendi içerisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Entomopatojen nematod izolatlarının *Tropinota hirta* erginleri üzerinde 25°C'de, 4., 8. ve 12. günlerde sebep olduğu ölüm oranları (%). (*S. bic.=S. bicornutum, S. felt.= S. feltiae, S. carp.=S. carpocapsae, H. ind.=H. indika, H. bac.=H. bacteriophora*)

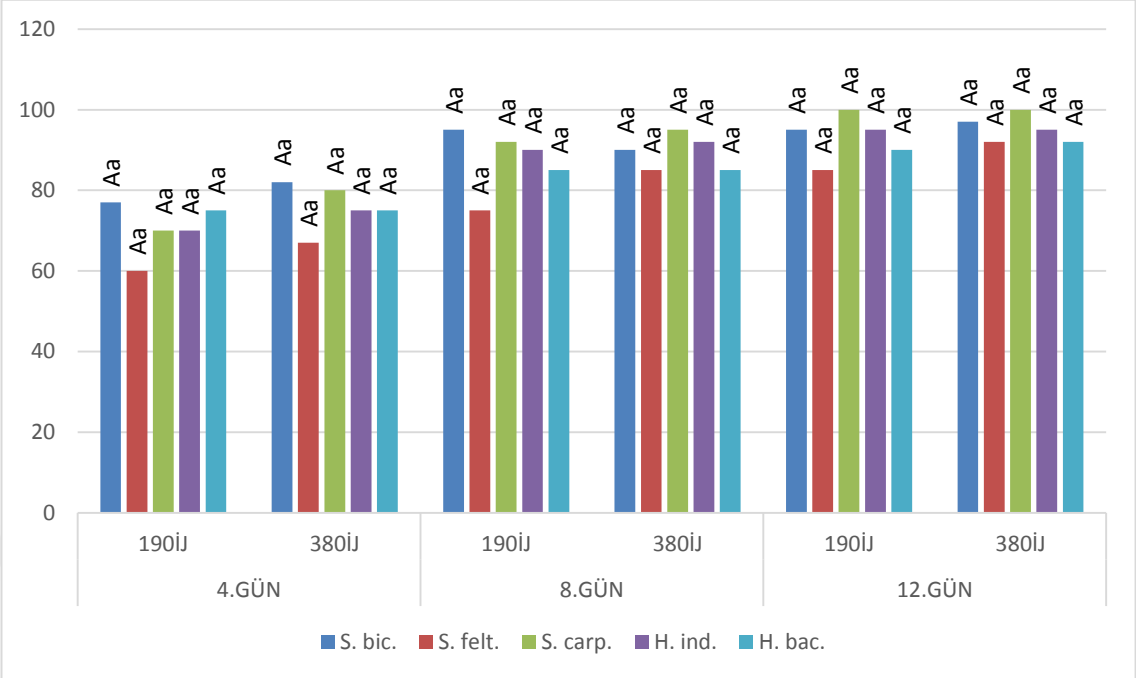
3.1.2. Entomopatojen Nematodların *Tropinota hirta* Erginleri Üzerindeki 30°C'de Etkinliği

Entomopatojen nematodların 30°C'de bakla zınnı erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları, %60 ile %100 arasında değişmiştir. *Tropinota hirta* erginlerinde 4. günde en düşük ölüm oranı 190 İJ/cm^2 uygulama dozunda %60 ile *S. feltiae* izolatında oluşurken, en yüksek ölüm oranı ise 380 İJ/cm^2 uygulama dozunda %83 ile *S. bicornutum* izolatında kaydedilmiştir. 8. günde ise; en düşük ölüm oranı %75 ile 190 İJ/cm^2 dozunda *S. feltiae*'da, en yüksek ölüm oranı %95 ile 190 İJ/cm^2 dozunda *S. bicornutum*'da ve 380 İJ/cm^2 dozunda *S. carpocapsae*'de tespit edilmiştir. 12. günde, en düşük ölüm oranı 190 İJ/cm^2 uygulama dozunda %85 ile *S. feltiae* izolatında oluşurken, en yüksek ölüm oranı her iki uygulama dozunda da %100 ile *S. carpocapsae* izolatında gerçekleşmiştir. Bunu, %97, %95 ve %92 ölüm oranlarıyla sırasıyla *S. bicornutum, H. indika* ve *H. bacteriophora* izolatları takip etmiştir (Tablo 3.3., Şekil 3.2.).

Tablo 3.3. Entomopatojen nematod izolatlarının 30°C *Tropinota hirta* erginleri üzerindeki 4., 8. ve 12. günlerde meydana getirdiği % ölüm oranları (±SH).

	4. gün*		8. gün*		12. gün*	
İZOLAT**	190İJ	380İJ	190İJ	380İJ	190İJ	380İJ
S. bicornutum	77±1 Aa	82±1 Aa	95±1 Aa	90±2 Aa	95±1 Aa	97±1 Aa
S. feltiae	60±1 Aa	67±1 Aa	75±2 Aa	85±2 Aa	85±1 Aa	92±1 Aa
S. carpocapsae	70±1 Aa	80±1 Aa	92±1 Aa	95±1 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa
H. indika	70±1 Aa	75±2 Aa	90±2 Aa	92±1 Aa	95±2 Aa	95±1 Aa
H. bacteriophora	75±2 Aa	75±2 Aa	85±1 Aa	85±2 Aa	90±1 Aa	92±1 Aa
Kontrol	0	0	0	0	0	0

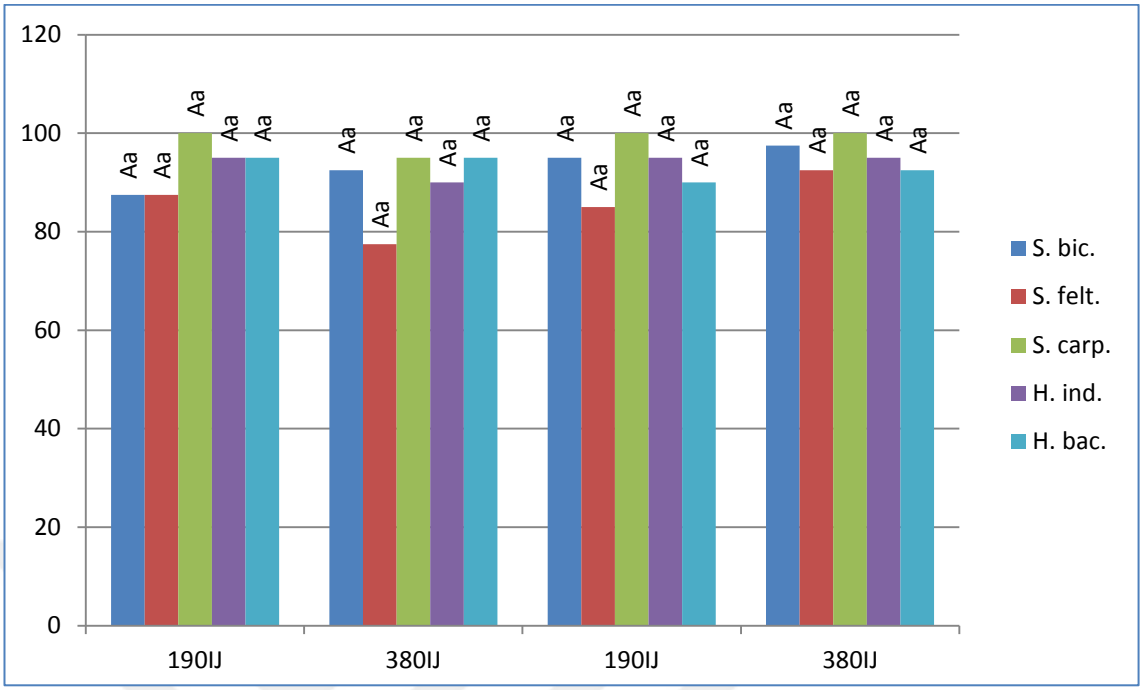
*Aynı satır içerisinde aynı büyük harfleri alan ortalamalar, aynı sütun içerisinde aynı küçük harfleri alan ortalamalar istatistiki olarak farklı değildir ($P \leq 0.05$). Her bir uygulama sıcaklığı ve her bir sayım günü için ölüm oranları kendi içerisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.2. Entomopatojen nematod izolatlarının *Tropinota hirta* erginleri üzerinde 30°C'de, 4., 8. ve 12. günlerde sebep olduğu ölüm oranları (%). (*S. bic.*=*S. bicornutum, S. felt.= S. feltia, S. carp.= S. carpocapsae, H. ind.= H. indika, H. bac.= H. bacteriophora*).

S. carpocapsae izolatı 25°C'de, diğer test edilen izolatlar arasında 190 İJ dozunda 12. günün sonunda en yüksek (%100) ölüm oranını meydana getirirken 30°C'de, diğer test edilen izolatlar arasında yine *S. carpocapsae* izolatı 12. günün sonunda uygulama dozlarının her ikisinde de en yüksek (%100) ölüm oranını meydana getirmiştir (Şekil 3.3.). *Tropinota hirta* erginlerinde meydana gelen ölüm oranları %40 ile %100 arasında değişmiştir. *Tropinota hirta* erginlerinde genel olarak en düşük ölüm oranı % 40 ile 25°C'de meydana gelirken, en yüksek ölüm oranı, her iki sıcaklıkta da (25-30°C) %100 olarak gerçekleştirmiştir.

Tropinota hirta erginlerinde 25°C'de meydana gelen ölüm oranları 30°C'de meydana gelen ölüm oranlarına göre daha düşük olmuştur fakat istatiksel olarak bir fark olmayıp aynı grupta yer almışlardır.



Şekil 3.3. Entomopatojen nematod izolatlarının *Tropinota hirta* erginleri üzerinde 12. günde 25°C ve 30°C'de sebep olduğu ölüm oranları (%) (*S. bic.*=*S. bicornutum*, *S. felt.*= *S. feltia*, *S. carp.*= *S. carpocapsae*, *H. ind.*= *H. indika*, *H. bac.*= *H. bacteriophora*).

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Günümüzde zararlı böceklerle mücadele yöntemlerinde, insektisitlerin yerine biyolojik mücadele ve diğer çevre dostu mücadele yöntemleri öne çıkmaya başlamıştır. Biyolojik mücadele içerisinde ise, entomopatojen nematodların önemi gittikçe artmaktadır. Entomopatojen nematodlar, potansiyel bir ajan olarak toprak altında ve üstünde geniş bir konukçu spektrumuna sahiptir. Özellikle hayatlarının en az bir dönemini toprakta geçiren zararlılar üzerinde entomopatojen nematodların etkisi daha fazla olmaktadır.

Entomopatojen nematodların birçok pozitif özelliğinden dolayı, Dünyada ve Ülkemizde bilim insanları tarafından, kullanım alanlarının genişletilmesi ve etkinliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bu tez çalışması, Ülkemiz elma bahçelerinde ekonomik açıdan önemli zarara sebep olan bakla zınnı (*Tropinota hirta*) üzerinde entomopatojen nematodların etkisine yönelik yapılan ilk çalışmadır. Böylece bu zararlıya karşı etkili ve güvenilir bir biyolojik mücadele ajanı tespit edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmamızda, *H. indika*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. bacteriophora* ve *S. bicornutum*'a ait izolatların etkinlikleri, 190 ve 380 İJ/cm^2 dozlarında, 25 ve 30°C'de *T. hirta* erginlerine karşı laboratuvar koşullarında belirlenmiştir.

Denemede kullanılan entomopatojen nematod izolatlarının *T. hirta* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları, izolata ve doza göre birbirinden farklılık göstermiş ve ölüm oranları %100'lere kadar ulaşmıştır (Tablo 3.3). Doz ve sıcaklık artışına bağlı olarak ölüm oranlarında genellikle artış gözlenmiştir. *Tropinota hirta* erginlerinde 25°C'de meydana gelen ölüm oranları, 30°C'de meydana gelen ölüm oranlarına göre

daha düşük olmuştur.*Tropinota squalida* larvalarına karşı, Razek ve Elgawad (2013), *H. indica* (1500 İJ/larva) ve *H. bacteriophora*'nın (1500 İJ/larva) etkinliğini belirlemek üzere arazi şartlarında deneme kurmuşlardır. Bu çalışmada 2011-2012 yıllarında bitki bulaşıklık oranında böcek popülasyonu yoğunluğunda istatistiksel olarak önemli azalmalar tespit edilmiştir. m²'de ki böcek sayımda en fazla azalma mart 2011 de *H. indika* ve *H. bacteriophora* izolatlarında meydana gelmiştir. 2012 de yapılan çalışmada zararlı popülasyonunda ki en fazla düşüş *H. indika* da ocak ayında, *H. bacteriophora* da şubat ayında olmuştur. İnsektisitlerle (Hostathion and Lannate) karşılaştırma denemesinde *H. indika* ve *H. bacteriophora* ile Lannate arasında istatiksel bir fark görülmemiştir. Her iki yılda da EPN'ların bakla zınnı popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altına indirdiği kaydedilmiştir.

Mısırdaki bu çalışmanın dışında EPN'ların *T. hirta*'ya etkinliği konusunda başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır. *Tropinota hirta* ile aynı takım ve familyada (Coleoptera: Scarabeidae) yer alan bazı zararlılara karşı EPN'ların etkinliği konusunda yapılan çalışmalardan alınan sonuçlar farklılık göstermektedir.

Curculio elephas larvalarına karşı Kepenekci ve ark. (2004), *H. bacteriophora, S. feltiae* ve *S. carpocapsae* türü entomopatojen nematodların etkinliğini belirlemek üzere deneme kurmuşlardır. Farklı sıcaklıklarda yürütülen denemelerde (25, 24 ve 23 °C'de), ölüm oranları 20 ve 96 arasında değişmiştir. En fazla larva ölüm oranı, %96-72 ile *H. bacteriophora* izolatlarında (Tur-H2 %96 ve Tur-H1 %72) gerçekleşmiştir.

Karagöz ve ark. (2009), Türkiye topraklarında izole edilen entomopatojen nematodların (*H. bacteriophora, S. weiseri* ve *S. feltiae*) *Cydia splendana* ve *C. elephas* larvalarına karşı etkinliklerini test etmişlerdir. Bu çalışmada larva başına 50 İJ kullanılmıştır ve *C. elephas* lavalarının entomopatojen nematodlara karşı kısmen direnç gösterdiği tespit edilmiştir. 23-24°C'de *H. bacteriophora* için %48, *S. weiseri* ve *S. feltiae* için %20'nin altında ölüm oranı olduğu saptanmıştır.

Choo ve ark. (2002), Güney Kore Cumhuriyetinde, golf sahalarında bitki köklerinde zarara sebep olan iki farklı tür scarabeid larvasına (*Exomala orientalis* ve *Ectinohoplia rufipes*) karşı yürüttükleri çalışmada, *Heterorhabditis bacteriophora, S. glaseri* ve *S. carpocapsae* türlerine ait entomopatojen nematodların ve entomopatojen fungus *Beauveri brongniartii'nin* etkinliğini test etmişlerdir. Çalışmada entomopatojen

nematod türleri, tekli, ikili kombinasyonlar halinde ve nematode-fungus şeklinde kombinasyonlara ayırılarak kullanmışlardır. Nematod, fungus ve insektisitin (fenitrothion) tek başına kullanımında, *E. orientalis*'de %62.7 ile %82.8 arasında, *E. rufipes* üzerinde ise %70.2 ile %79.4 arasında ölüm oranları tespit edimiştir. İkili nematod kombinasyonunda sinerjitik etki ortaya çıkmamış, fakat *B. brogniartii* ile *S. carpocapsae* nematode-fungus kombinasyonu şeklinde kullanıldığında, %84.5 oranında ölüm elde edilmiştir. Bu oran, *B. brogniartii*'nin tek başına uygulanmasında elde edilen ölüm oranından istatisti olarak daha yüksek bulunmuştur.

Demir (2012), *P. fullo* ve *C. elephas* larvalarına karşı yapılan farklı bir çalışmada, entomopatojen nematodların etkinliğinin, *P. fullo* larvalarına karşı oldukça düşük olduğunu tespit etmiştir. Bunun, *P. fullo* larvalarının entomopatojen nematod enfeksiyonuna karşı yapısal ve davranışsal dayanıklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. *C. elephas*'a karşı uygulanan *S. weiseri+H. bacteriophora* kombinasyonu uygulanması, başarı yüzdesini arttıracak bir yöntem olarak görülmüştür. *P. fullo* larvalarına karşı mücadelede ise, ya farklı bir entomopatojen nematod türünün denenmesi veya diğer entomopatojen organizmalarla nematodların bir arada kombinasyonlar halinde uygulanması önerilmiştir.

Önceki çalışmalar incelendiğinde, entomopatojen nematodların farklı zararlılar üzerindeki virülensliğinim, böcek türüne, uygulama sıcaklığına ve izolatlara göre değiştiği görülmektedir. Bu farklılık, aynı entomopatojen nematod türüne ait farklı izolatlar arasındaki virülenslik derecesinin izolatlara göre değişmesinden ve konukçu farkındalığından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, sıcaklık, entomopatojen nematodların ve mutualistik ilişki içerisinde oldukları bakterilerin faaliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Diğer bir yandan farklı böcek türlerinin sahip olduğu bağışıklık sistemi ve entomopatojen nematodların vücut içerisinde girişini engelleyici fiziksel bariyerlere sahip olması, entomopatojen nematodların virülenslik derecesini etkilemektedir (Gaugler, 1988; Drees, 1992; Gaugler, 1994).

4.2. Sonuç ve Öneriler

Mevcut biyolojik kontrol sistemleri, tarımsal üretimde tam olarak uygulanabilir olmasa da, birçok zararlı türün kontrolünde entomopatojen nematodların büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Pestisitlerin kullanım oranını azaltmak için, bu konudaki araştırmalara ve gelişmelere gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Aksi taktirde, doğal olarak uygulanabilir alternatif kontrol metotlarının bulunmadığı durumlarda, kimyasal kontrol bir ihtiyaç ve zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde yapılan çalışmaların sonuçları, çeşitli zararlılara karşı çok sayıda EPN'un biyolojik mücadelede yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar içerisinde, bilhassa arazi şartlarında uygulanabilir çalışmalara önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca birçok ülkede kullanılan EPN preparatlarının ülkemizde de uygulanabilme potansiyelleri araştırılmalı ve kendi milli EPN preparatlarımızın geliştirilmesine çalışılmalıdır.

Bu çalışmada, Adana, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta yapılan sürvey çalışmalarından elde edilen, *S. carpocapsae, S. feltiae, H. bacteriophora, S. bicornotum* ve *H.indica* türlerine ait izolatlar kullanılmıştır. Bu izolatların *T. hirta* erginleri üzerindeki etkisi, laboratuvar ortamında; farklı sıcaklıklarda ve farklı konsantrasyonlarda test edilmiştir. Yürütülen laboratuvar çalışmaları sonucunda 30℃′de ölüm oranlarının 25℃′ye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm izolatların, kontrol grubuna göre, zararlı üzerinde daha yüksek ölüme neden olduğu tespit edilmiştir.

Steinernema carpocapsae, S. feltiae, H. bacteriophora, S.bicornotum ve *H. indica*'nın kullanıldığı denemelerde, *T. hirta* erginleri üzerinde %100 ölüm oranıyla *S. carpocapsae*'nin en yüksek etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Bunu, %97 ve %95 ölüm oranıyla, sırasıyla *S. bicornutum* ve *H. bacteriophora* ve *H. indika* takip etmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, ileride yapılacak olan arazi çalışmalarında bu izolatların değerlendirilebileceği ve bölgedeki ekonomik olarak önemli olan diğer zararlılara karşı başarılı biyo-kontrol ajanı olarak geliştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abak, K., Düzyaman, E., Şeniz, V., Gülen, H., Pekşen, A., Kaymak, H.Ç. (2010). "Sebze Üretimini Geliştirme Yöntem Ve Hedefleri", *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak 2010, Ankara: 477-492.

Adams, B. J., Fodor, A., Koppenhöfer, H.S., Stackebrandt, E., Stock, S.P., Klein, M.G., 2006. Reprint Of "Biodiversity And Systematics Of Nematode Bacterium Entomopathogens". **Biological Control**, **38:** 4-21

Alekseev, E., Glazer, I., Samish, M., Effect Of Soil Texture And Moisture On The Activity Of Entomopathogenic Nematodes Against Female *Boophilus Annulatus* Ticks. **Biocontrol**, **51:** 507–518. 2006.

Anonim, 2018. Tropinota (Epicometis) Hirta Poda, 1761. Https://Naturewonders. Piwigo.Com/Picture?/ 370/Category/ 83-Cetoniidae (Nature Wonders, 2018. Tropinota (Epicometis) Hirta Poda, 1761 24/26). (Erişim tarihi: 01.06.2018)

Anonim, 2018. Catalogue of Life, 30th April 2018. **http://www.Catalogueoflife. Org/Col/Details/Species/İd/4d2d8d6a263125a0f7708b561e2b3929**. (Erişim tarihi: 01.06.2018)

Anonim, 2017. Elma, Armut ve Ayva Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 213 s, Ankara.

Asan C., 2014. *Polyphylla Fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae) Ve *Curculio Elephas* (Coleoptera: Curculionidae) Larvaları İle Mücadelede Entomopatojen Nematod Ve Fungusların Etkinliğinin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 42s.

Atakan, E., Gözel U. Adana Kentinde Kırmızı Palmiyeböceği, *Rhynchophorus Ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionoidae: Dryophthoridae) Üzerinde Entomopatojen Nematod Türü, *Heterorhabditis Bacteriophora* (Poinar) (Nematoda: Heterorhabditidae). **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 4 (1):** 11-22. 2013.

Aydın, G., 2011. Plant Phenology-Related Shifts İn Color Preferences Of Epicometis (Tropinota) Hirta (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) Adults - Key To Effective Population Monitoring And Suppression. **Florida Entomologist**, 94(4), 832-838.

Aydın, H., Susurluk, A., 2005. Competitive Abilities Of The Entomopathogenic Nematodes, *Steinernema Feltiae* And *Heterorhabditis Bacteriophora* İn The Same Host At Different Temperatures. **Turkish Journal Of Biology, 29:** 35-39.

Balasubramanian N., Hao, Y.J., Toubarro. D, Nascimento, G., Simoes, N. 2009. Purification, Biochemical And Molecular Analysis Of A Chymotrypsin Protease With Prophenoloxidase Suppression Activity From The Entomopathogenic Nematode Steinernema Carpocapsae. **International Journal For Parasitology**, 9: 975–84.

Barbercheck, M. E. And Duncan, L., 2004. Abiotic Factors. In: Gaugler, R., And Bilgrami, A. L. (Ed.), Nematode Behaviour, 309-345, Cabı, Wallingford, Uk.

Baspinar, H., Doll, D., Rijal, J., 2017. Pest Management İn Organic Almond. Vacante, V., Kreiter, S., (Ed.), Handbook Of Pest Management İn Organic Farming, (328-347), Cabı, 559s, Oxfordshire, Boston.

Bedding, R.A., Akhurst, R.J., 1975. A Simple Technique For The Detection Of İnsect Paristic Rhabditid Nematodes İn Soil. **Nematologica**, **21 (1):** 109-110.

Bode, H.B. 2009. Entomopathogenic Bacteria As A Source Of Secondary Metabolites. **Current Opinion İn Chemical Biology**, 2: 224-230.

Boemare, N. E., Laumond, C., Mauleon, H., The Entomopathogenic Nematode-Bacterium Complex: Biology, Life Cycle And Vertebrate Safety. **Biocontrol Science And Technology**, **6:** 333-346. 1996.

Boemare, N.E. (Ed: R. Gaugler),,. Biology, Taxonomy And Systematics Of *Photorhabdus* And *Xenorhabdus* In: Entomopathogenic Nematology, Cabı Publishing, Wallingford, Uk. 2002 35-56s.

Boemare, N.E., 2002. Biology, Taxonomy And Systematics Of Photorhabdus And Xenorhabdus. In: Entomopathogenic Nematology (Gaugler, R., Ed), Cabı Publishing, Pp.35-56, Wallingford, Uk.

Boemare, N.E., Akhurst, R.J., 1988. Biochemical And Physiological Characterization Of Colony Form Variants İn Xenorhabdus Spp. (Enterobacteriaceae). **Journal Of General Microbiology**, **134:** 751–6.

Brown, I. M., Gaugler, R., 1997. Temperature And Humidity İnfluence Emergence And Survival Of Entomopathogenic Nematodes. **Nematologica**, **43:** 363-375.

Brunel, B., Givaudan, A., Lanois, A., Akhurst, R.J., Boemare, N.E., 1997. Fast And Accurate İdentification Of Xenorhabdus And Photorhabdus Species By Restriction Analysis Of Pcr-Amplified 16s Rrna Genes. **Applied And Enviromental Microbiology, 63:** 574-580.

Caccia, M.G., Del-Valle, E., Doucet, M.E., Lax, P., 2014. Susceptibility Of *Spodoptera Frugiperda* And *Helicoverpa Gelotopoeon* (Lepidoptera: Noctuidae) To The Entomopathogenic Nematode *Steinernema Diaprepesi* (Rhabditida: Steinernematidae) Under Laboratory Conditions. **Chilean Journal Agric. Res., 74(1):** 123-126.

Cai, X., Nowak, S., Wesche, F., Bischoff, I., Kaiser, M., Fürst, R , Bode, H.B. 2017. Entomopathogenic Bacteria Use Multiple Mechanisms For Bioactive Peptide Library Design. **Nature Chemistry, 9:** 379-386.

Canhilal, R., 2016. The use of entomopathogens in the controlling of insect pests of stored product. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX.

Canhilal, R., 2012. Comparison Of Efficacy Of Nine New Heterorhabditid İsolates (Rhabditida: Heterorhabditidae) İn *Tenebrio Molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Microbiology Research, 6 (7):** 1597-1602.

Canhilal, R., İmren, M., Toktay, H., Bozbuğa, R., Çetintaş, R., Kütük, H., Özdemir, Y.E., Doğan, S., 2014. Adana Ve Kahramanmaraş İllerinde Entomopatojen Nematodların Belirlenmesi. **V. Bitki Koruma Kongresi**. 3-5 Şubat 2014, Antalya, 350s.

Canhilal, R., İmren, M., Waeyenberge, L., Toktay, H., Deniz, Y., Özdemir, Y.E.,. Occurrence And Distribution Of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae And Heterorhabditidae) İn Kayseri Province, Turkey. *International Plant Protection Congress*, 24 Ağustos - 27 Aralık 2015 Berlin, Almanya, 302-302s.

Canhilal, R., Virulence Of New South Carolinian Heterorhabditid İsolates (Rhabditida: Heterorhabditidae) To The Beet Armyworm, *Spodoptera Exigua*. **African Journal Of Microbiology Research. 7**(50): 5669-5676. 2013.

Chilton, N.B., Huby-Chılton, F., And Gasser, R.B. 2003. First Complete Large Subunit Ribosomal Rna Sequence And Secondary Structure For A Parasitic Nematode: Phylogenetic And Diagnostic İmplications. **Molecular And Cellular Probes 17:** 33-39.

Ciche, T.A. , Darby, C. , Ehlers, R.-U. , Forst, S. , Goodrich-Blair, H. 2006. Dangerous Liaisons: The Symbiosis Of Entomopathogenic Nematodes And Bacteria. **Biological Control, 38:** 22-46.

Ciche, T.A., Ensign, J.C. 2003. For The İnsect Pathogen Photorhabdus Luminescens, Which End Of A Nematode İs Out? **Applied And Environmental Microbiology, 4:** 1890-1897.

Crow, W.T. 2002. Using Nematodes To Control Insects: Overview And Frequently Asked Questions. University Of Florida. **Extension On Institute Of Food And Agricultural Sciences,** 1-6.

Çimen H., 2013. Türkiye'den Elde Edilmiş Yeni Bir Entomopatojen Nematod İzolatının Ve Mutualistik Bakterisinin Tanımlanması. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 58s.

Dahham O. A., 2018. Farklı Elma Çeşitleri Üzerine Asılan Tuzakların *Tropinota Hirta* Poda (Coleoptera: Cetonıidae)'Nın Yakalaması Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 44s.

Delgado-Gamboa, J. R., Ruíz-Vega, J., Ibarra-Rendón, J. E., Aquino-Bolaños, T., Giron-Pablo, S., 2015. Isolation And İdentification Of Native Entomopathogenic Nematodes (Nematoda: Rhabditidae) And Potential For Controlling *Scyphophorus Acupunctatus* İn A Laboratory. **Southwestern Entomologist**, **40**(4):731-739.

Demir S., 2012. Entomopatojen Nematod (Steinernematidae Ve Heterorhabtidae) Tür Kombinasyonlarının *Curculio Elephas* (Col: Curculionidae) Ve *Polyphylla Fullo* (Col: Scarabaeidae) Larvalarına Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 50s.

Demir, A., 2005. Gazi Üniversitesi Zooloji Müzesindeki Cetonıidae (Coleoptera) Familyası Örneklerinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 124s.

Deviren S., 2011. Entomopatojen Nematodların Hatay İli Taş Çekirdekli Meyve Bahçelerinde Zararlı *Capnodis* Spp. Mücadelesinde Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Mustafa Kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Antakya, 35s.

Didem Ş. G., 2010. Entomopatojen Nematodlarla Simbiyotik Yaşayan Bakterilerin Tanımlanması. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 105s.

Divya, K., Sankar, M., Marulasiddesha, K.N., Efficacy Of Entomopathogenic Nematode, *Heterorhabditis İndica* Against Three Lepidopteran Insect Pests. **Asian J. Exp. Biol. Sci.**, **1 (1):** 183-188. 2010.

Dowds, B. C. A. And Peters, A. 2002. Virulence Mechanisms. In: Entomopathogenic Nematology (Gaugler, R. Ed.), Cabı Publishing, Pp. 79– 98. Wallingford, Uk.

Dutka, A., Mcnulty, A., Williamson, S.M., 2015. A New Threat To Bees? Entomopathogenic Nematodes Used İn Biological Pest Control Cause Rapid Mortality İn *Bombus Terrestris*. **Peerj, 30(1413):** 1413.

Ebeid, A. R., Abdel-Rahman, A. A., Gesraha, M. A., 2014. Laboratuvar Ve Yarı Saha Denemelerinde Karpuz Telli Böceğine, *Epilachna Chrysomelina* (F): (Coleoptera Coccinellidae) Karşı Yerli Entomopatojen Nematodların Etkinliği. **Egyptian Journal Of Biological Pest Control 24 (1):** 53-56.

Ekmen, Z.İ., 2010. Biyolojik Kontrol Ajanı Entomopatojen Nematodlar (Steınernematıdae Ve Heterorhabdıtıdae) Ve *Sancassanıa Polyphyllae* (Acarı: Acarıdae) Arasındaki Etkileşimler. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 68s.

Erbaş Z., 2012. Trabzon Yöresinden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu, Karakterizasyonu Ve Melolontha Melolontha Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 70s.

Erbaş, Z., 2012. Trabzon Yöresinden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu, Karakterizasyonu Ve *Melolontha Melolontha* Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 112s.

Erdoğan O. Ö., 2016. Armut Ağaçları Çiçeklerinde Beslenen *Tropinota (Epicometis) Hirta* (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae)'Nın Yakalanması Üzerine Farklı Tuzakların Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 23s.

Ffrench-Constant R, Waterfield N. 2006. An Abc Guide To The Bacterial Toxin Complexes. **Advances İn Applied Microbiology, 58:** 169-183.

Forst, S., Clarke, D., 2002. Bacteria–nematodes symbiosis 57–77s. In: Entomopathogenic Nematology (Ed: R. Gaugler), CABI Publishing, Wallingford, UK.

Forst, S., Dowds, B., Boemare, N.E, Stackebrandt, E., 1997. *Xenorhabdus* And *Photorhabdus* Spp.: Bugs That Kill Bugs. **Annual Review Of Microbiology**, **51:** 47-72.

Gaugler, R., 1993. Ecological genetics of entomopathogenic nematodes, 89-95s. In: Nematodes and the Biological Control of Insects (Ed: R. Beddig, R. Akhurst, H. K. Kaya) East Melbourne, Australia: CRSIO Publications.

Gaugler, R., Bousch, M.G., Effects Of Ultraviolet Radiation And Sunlight On The Entomogenous Nematode, Neoplectana Carpocapsae. **Journal Of Invertebrate Pathology, 32:** 291-296. 1978. (R. Gaugler)

Georgis, R., Koppenhöfer A. M., Lacey L. A., Belair G., Duncan L. W., Grewal P. S:, Samish M., Tan L., Torr P., Van Tol R. W. H. M. 2006. Succes And Failures İn The Use Of Parasitic Nematodes For Pest Control. **Biological Control. 38:** 103-123.

Gezer B., 2014. Çanakkale İli Meyve Alanlarında Zararlı Baklazınnı *Epicometis (=Tropinota) hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın Yakalanmasında Farklı Tuzakların Etkisinin Belirlenmesi. Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 53s.

Glazer, I., 1996. Survival Mechanisms Of Entomopathogenic Nematodes. **Biocontrol Science And Technology**, **6:** 373-378.

Glazer, I., 2002. Survival biology 169-187s. In: Entomopathogenic Nematology (Gaugler, R., Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Goudarzi, M., Moosavi, M. R., Asadi, R., 2015. Effects Of Entomopathogenic Nematodes, *Heterorhabditis Bacteriophora* (Poinar) And *Steinernema Carpocapsae* (Weiser), İn Biological Control Of *Agrotis Segetum* (Denis &Schiffermüller) (Lepidoptera: Noctuidae). **Türkiye Entomoloji Dergisi 39(3):** 239-250.

Gouge, D. H., Lee, L. L., And Henneberry, T. J., 1999. Effect Of Temperature And Lepidopteran Host Species On Entomopathogenic Nematode (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) İnfection. **Environmental Entomology, 28, 5,** 876-883.

Gökçe C., 2011. Çeşitli Toprak Örneklerinden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu, Tanımlanması Ve Patojenitelerinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 71s.

Gökçe, C., 2011. Çeşitli toprak örneklerinden entomopatojen nematodların izolasyonu, tanımlanması ve patojenitelerinin araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 117s.

Gözel Ç., 2016. Domates Güvesi *Tuta Absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'Nin Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları. Onsekiz Mart Üniversitesi, Doktora Tezi, Çanakkale, 70s.

Gözel, U., Güneş, Ç., 2013. Effect Of Entomopathogenic Nematode Species On The Corn Stalk Borer (*Sesamia Cretica* Led., Lepidoptera: Noctuidae) At Different Temperatures. **Türkiye Entomoloji Dergisi**, **37 (1):** 65-72.

Grant, J. A And Villani, M. G., 2003. Soil Moisture Effects On Entomopathogenic Nematodes. **Environmental Entomology, 32, 1,** 80-87.

Grewal, P.S., 2002. Formulation and application technology. In: Entomopathogenic Nematology, (Gaugler, R., Ed.) CABI Publishing, pp. 265-287. Wallingford, UK.

Grewal, P.S., Selvan, S., Gaugler, R., 1994. Thermal Adaptation Of Entomopathogenic Nematodes: Niche Breadth For İnfection, Estabilshment, And Reproduction. **Journal Of Thermal Biology**, **19:** 245-253.

Griffin, C.T., Boemare, N.E., Lewis, E.E., 2005. Biology And Behavior, 47-64s. In: Nematodes As Biocontrol Agents (Ed: P. S. Grewal, R-U. Ehlers, D.I. Shapiro-Ian) CABI International, Wallingford, Uk.

Griffin, C.T., Finnegan, M. M., Downes, M.J., 1994. Environmental Tolarences And The Dispersal Of *Heterorhabditis*: Survival And İnfectivity Of European *Heterorhabditis* Following Prolonged İmmersion İn Sea Water. **Fundamental And Applied Nematology**, **17:** 415-421.

Guo, W., Yan, X., Zhao, G., Han, R., 2013. Efficacy Of Entomopathogenic *Steinernema* And *Heterorhabditis* Nematodes Against White Grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) İn Peanut Fields. **Journal Of Economic Entomology**, **106:** 1112-1117.

Guo, W.X., Yan, X., Zhao, G.Y., Chen, J,H., Han, R.C., 2015. Efficacy Of Entomopathogenic *Steinernema* And *Heterorhabditis* Nematodes Against *Holotrichia Oblita.* **Journal Of Pest Science 88(2): 359-368** (W.X. Guo)

Gülcü B., 2010. Biyolojik Mücadele Ajanı Entomopatojenik Nematodlar Üzerine Araştırmalar. Adnan Menderes Üniversitesi, Doktora Tezi, Aydın, 104s.

Gülcü N., 2015. Yeşilkurt *Helicoverpa Armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'Nın Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları. Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 33s.

Gülcü, B., Çimen, H., Ramalingam, K. R., Hazır, S. 2017. Entomopathogenic Nematodes And Their Mutualistic Bacteria: Their: Ecology And Application As Microbial Control Agents. **Biopesticides International, 13(2):** 79-112.

Gümüş, A., 2014. Zararlı Böceklerle Mücadelede Yeni Bir Yaklaşım; Entomopatojen Nematodla Enfekte Canlı Böcek Salımı. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yükseklisans Tezi, Aydın, 59s.

Güvenç C., 2014. Farklı Çekicilerin Kiraz Ağaçları Çiçeklerinde Beslenen *Tropinota Hirta* (Poda)'Nın Yakalanması Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 26s.

Hazır, S., Stock, S.P., Kaya, H.K., Koppenhofer, A.M., Keskin, N., 2001. Developmental Temperature Effects On Five Geografic İsolates Of The Entomopathogenic Nematode *Steinernema Feltiae* (Nematoda: Steinernematidae). **Journal Of Invertebrate Pathology**, **77:** 243-250.

Hazır, S., Stock, S.P., Keskin, N., 2003. "Diversity And Distribution Of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae And Heterorhabditidae) İn Turkey". **Biodiversity Conservation, 12,** 375-386.

Hazır, S., Stock, S.P., Keskin, N., 2003. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod; *Steinernema Anatolinense N.Sp.* (Steinernematidae). **Sistemik Parazitoloji, 55:** 211-220.

Hussain, M.A., Prasad, C.S., Ahmad, R., Ahmad, W., Singh, R., 2014. Foliar Application Of Entomopathogenic Nematodes, *Steinernema Masoodi*, *S. Carpocapsae* And *Heterorhabditis İndica* For Management Of Legume Pod Borer, *Helicoverpa Armigera* Infesting Chickpea. **Vegetos-An International Journal Of Plant Research, 27(1):** 195-199.

İpekdal, K., 2005. Çam Kese Böceği *Thaumetopoea Pıtyocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepıdoptera: Thaumetopoeıdae)'Nın Biyoekolojisi Ve Mücadelesi Üzerine Araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 135s.

Jagdale, G. B. And Gordon, R., 1998. Effects Of Propagation Temperatures On Temperature Tolerance Of Entomopathogenic Nematodes, **Fundam. Appl. Nematol., 21 (2):** 177-183.

Jagdale, G. B., Grewal, P. S. And Salminen, S. O., 2005. Both Heat-Shock And Coldshock İnfluence Trehalose Metabolism İn An Entomopathogenic Nematode **J.Parasitol. 91(5):** 988-994.

Karagöz, M., Gulcu, B., Hazir, S., Kaya, H.K., 2009. "Laboratory Evaluation Of Turkish Entomopathogenic Nematodes For Supression Of Chestnut Pests, Curculio *Elephas* (Coleoptera: Curculionidae) And *Cydia Splendana* (Lepidoptera: Tortricidae)". **Biocontrol Science And Technology**, **19 (7):** 755-768.

Kary N.E., Golizadeh, A., Dastjerdi, H.R., Mohammadi, D., Afghahi, S., Omrani, M., Morshedloo, M.R., Shirzad, A., 2012. A Laboratory Study of Susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Hübner) to Three Species of Entomopathogenic Nematodes. **Munis Entomology & Zoology Journal**, **7 (1):** 372-379.

Kaya, H.K., 2000. Field manual of techniques in invertebrata pathology 557-576s. In: Natural Enemies of Nematodes, (Ed: L. Lacey, H. K. Kaya), Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.

Kaya, H.K., 1990. Soil ecology, 93-115s. In: Entomopathogenic Nematodes in Biological Control, (Ed: R. Gaugler, H. K. Kaya), CRC Press, Boca Raton.

Kaya, H.K., Gaugler, R., 1993. "Entomopathogenic Nematodes". **Annual Review Of Entomology, 38:** 181-206.

Kaya, H.K., 2002. Natural enemies and other antogonists 189-205s. In: Entomopathogenic Nematology, (Gaugler, R., Ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK.

Kaya, H.K., Stock, P., 1997. Techniques İn Insect Nematology, 282-324s. Manual Of Tecniques İn İnsect Pathology. (Ed: L. Lacey) Academic Press, San Diego.

Kaya, H.K., Thurston, G.S., 1993. "Soil Microorganisms Affecting Entomopathogenic Nematodes". Nematodes And The Biological Control Of İnsect Pests. R. Bedding, R. R. Akhurst And H. Kaya. **East Melbourne**, Csıro: 97-104.

Kepenekçi, İ., Babaroğlu, N.E., Öztürk, G., Halıcı, S., 1999. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod; *Heterorhabditis Bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). Türkiye 4. Bijolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Ocak 1999, Adana, Türkiye Entomoloji Derneği Yayınları, 9: 587-596.

Kepenekçi, İ., Evlice, E., Özer, N., 2013. Entomopatojen Nematodların Ağ Kurdu [*Yponomeuta Mallinellus* Zell. Ve *Yponomeuta Padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] Larvalarına Etkileri. **Bitki Koruma Bülteni, 53 (4):** 199-206.

Kepenekçi, İ., Öztürk, G., 2001. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod; *Steinernema Carpocapsae* (Weiser, 1955) (Rhabditida: Steinernematidae). **Türkiye Entomoloji Dergisi, 25 (1):** 23-31.

Kepenekçi, İ., Susurluk, A., 2000. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod Türü; *Heterorhabditis Merelatus* Lui And Berry, 1996 (Rhabditia: Heterorhabditiae). **Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2):** 59-64.

Koppenhöfer, A.M., 2007. Nematodes İn Field, 249-264s. Manual Of Techniques İn Invertebrate Pathology (Ed: L. Lacey, H. K. Kaya). Springer, Germany.

Koppenhöfer, A.M., Fuzy, E.M., 2003. Ecological Characterization Of *Steinernema Scarabaei*: A Natural Pathogen Of Scarab Larvae. **Journal Of Invertebrate Pathology, 83:** 139-148.

Koppenhöfer, A.M., Grewal, P.S., Kaya, H.K., 2000. Synergism Of Entomopathogenic Nematodes And İmidacloprid Against White Grubs: Greenhouse And Field Evaluation. **Biological Control, 19 (3):** 245-251.

Koppenhöfer, A.M., Kaya, H.K., 1996. Coexistence Of Entomopathogenic Nematode Species (Steinernematidae And Heterorhabditidae) With Different Foraging Behavior. **Fundamental And Applied Nematology**, **19 (2):** 175-183.

Kung, S.P., Gaugler, R., Kaya H.K., 1990. Influence Of Soil Ph And Oxygen On Persistence Of *Steinernema* Spp. **Journal of Nematology**, **22:** 440-445.

Kung, S.P., Gaugler, R., Kaya, H.K., 1991. Effects Of Soil Temperature, Moisture And Relative Humidity On Entomopathogenic Nematode Persistence. **Journal Of Invertebrate Pathology**, **57:** 242-249.

Kutinkova, H., Andreev, R., 2004. Integrated Pest Management İn Sweet Cherry (Prunus Avium L.) Orchards İn Bulgaria. **Journal Of Fruit And Ornamental Plant Research, 12(Spec. Ed.)**, 41-47.

Lengyel, K., Lang, E., Fodor, A., Szallas, E., Schumann, P., Stackebrandt, E., 2005. Description Of Four Novel Species Of Xenorhabdus, Family Enterobacteriaceae: Xenorhabdus Budapestensis Sp Nov., Xenorhabdus Ehlersii Sp Nov., Xenorhabdus İnnexi Sp Nov., And Xenorhabdus Szentirmaii Sp Nov. **Systematic And Applied Microbiology, 28 (2):** 115-122.

Lewis, E.E., Hazir, S., Hodson, A. And Gulcu, B. (2015) Trophic Relationships Of Entomopathogenic Nematodes İn Agricultural Habitats. In R. Campos- Herrera (Ed.), Nematode Pathogenesis Of Insects And Other Pests: Ecology And Applied Technologies For Sustainable Plant And Crop Protection, Springer International Publishing, Pp. 139–163, Switzerland.

Lu, D., Macchietto, M., Chang, D., Barros, M.M., Baldwin, J., Mortazavi, A., And Dillman, A.R. 2017. Activated Entomopathogenic Nematode İnfective Juveniles Release Lethal Venom Proteins. Plos Pathogens, E1006302.

Martens, E.C., Goodrich-Blair, H. 2005. The Steinernema Carpocapsae İntestinal Vesicle Contains A Subcellular Structure With Which Xenorhabdus Nematophila Associates During Colonization İnitiation. **Cell Microbiology, 7:** 1723-1735.

Meza-García, J. L., Elías-Santos, M., Cortez-Mondaca, E., Guerrero-Olazarán, M., Viader-Salvadó, J. M., Luna-Olvera, H. A., Maldonado-Blanco, M. G., Zapata, I. Q., Pereyra-Alférez, B., 2014. Evaluation of *Heterorhabditis indica* (Rhabditida: Heterorhabditidae) Nematode Strain from Sinaloa, Mexico, Against *Bemisia tabaci* Immatures Under Laboratory Conditions. **Southwestern Entomologist, 39(4):**727-738.

Molyneux, A.S., Bedding, R.A., 1984. Infuence of soil texture and moisture on the infectivity of *Heterorhabditis* sp. D1 and *Steinernema glaseri* for larvae of the sheep blowly, *Lucilia cuprina*. **Nematologica**, **30:** 358-365.

Monteiro, C.M.O., Matos, R.S., Araújo, L.X., Perinotto, W.M.S., Bittencourt, V.R.E.P., Dolinski, C., Prata M.C.A., 2014. Heterorhabditis takımı entomopatojen nematodların Dermacentor nitens (Ixodidae: Acari) dişilerine karşı etkinliğinin ilk raporu. **Biological Control 69:**78-81

Nalcı E., 2018. Farklı Grup İnsektisitlerle Kontamine Olmuş Böcek Dokularının Entomopatojen Nematodlar Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 40s.

Özer, N., Keskin, N., Kırbaş, Z., 1995. Occurence Of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) İn Turkey. **Nematologica**, **41:** 639-640.

Parkman, J.P., Frank, J.H., Walker, T.J., Schuster, D.J., 1996. Classical Biological Of Scapteriscus Spp. (Orthoptera: Gryllotalpidae) İn Florida. **Biological Control, 25:**1415–1420.

Parkman, J.P., Smart, G.C.Jr., 1996. Entomopathogenic Nematodes, A Case Study: İntroduction Of *S. Scapterisci* İn Florida. **Biocontrol Science And Technology**, **6:** 423-429.

Piel, J. 2004. Secondary Metabolites From Symbiotic Bacteria. **Natural Product Reports, 21:** 519-538.

Poinar, G.O.Jr., 1979. Nematodes For Biological Control Of Insects,. Crc Press Inc, Boca Raton, Fl. 277s

Rahatkhah, Z., Karimi, J., Ghadamyari, M., Brivio, M.F., 2015. Immune Defenses Of *Agriotes Lineatus* Larvae Against Entomopathogenic Nematodes. **Biocontrol Science, 60(5): 641-653.** (Z. Rahatkhah)

Razek A., Elgawad A., 2013. Effects of Entomopathogenic Nematodes on Suppressing Hairy Rose Beetle, Tropinota squalida Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae) Population in Cauliflower Field in Egypt. **World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 7**(7): 517-521.

Rohde, C., Moino Junior, A., Carvalho, F.D., Silva M.A.T., 2012. Meyve Sineği *Ceratitis Capitata* (Tephritidae: Diptera) Mücadelesi İçin Entomopatojen Nematod Seçimi. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias, 7:** 797-802.

Sağdaş A., 2011. Farklı Tuzakların Afyonkarahisar İli Sultandağı İlçesinde Kiraz Ve Elmalarda Zarar Yapan Baklazınnı (*Epıcometıs (=Tropınota*) Hırta (Poda) (Coleoptera: Scarabaeıdae))'Nın Yakalanması Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 129s.

Salari, E., Karimi, J., Sadeghi-Nameghi, H., Hosseini, M., 2015. Efficacy Of Two Entomopathogenic Nematodes *Heterorhabditis Bacteriophora* And *Steinernema Carpocapsae* For Control Of The Leopard Moth Borer *Zeuzera Pyrina* (Lepidoptera: Cossidae) Larvae Under Laboratory Conditions. **Biocontrol Science And Technology 25 (3):** 260-275.

Saux, F. M., Arteaga-Hernandez, E., Mracek, Z., Boemare, N.E., 1999. The Bacterial Symbiont Xenorhabdus Poinarii (Enterobacteriaceae) İs Harbored By Two Phylogenetic Related Host Nematodes: The Entomopathogenic Species Steinernema Cubanum And Steinernema Glaseri (Nematoda : Steinernematidae). **Fems Microbiology Ecology, 29 (2):**149-157.

Schmera, D., Toth, M., Subchev, M., Sredkovc, I., Szarukán, I., Jermy, T., Szentesi, A., 2004. Importance Of Visual And Chemical Cues İn The Development Of An Attractant Trap For Epicometis (Tropinota) Hirta Poda (Coleoptera: Scarabaeidae). **Crop Protection - Elsevier, 23,** 939-944.

Shapiro-Ilan, D.I., Hazır, S., Glazer, I. 2017. Basic And Applied Research: Entomopathogenic Nematodes In: Microbiol Control Of Insect And Mite Pests. (Lacey, L.A. Ed.), Academic Press, Pp.91-105.

Sicard, M., Ferdy, J.B, Pages, S., Le Brun, N., Godelle, B., Boemare, N., Moulia, C., 2004. When Mutualists Are Pathogens: An Experimental Study Of The Symbioses Between Steinernema (Entomopathogenic Nematodes) And Xenorhabdus (Bacteria). **Journal Of Evolutionary Biology, 17 (5):** 985-993.

Singh, J., Banerjee, N. 2008. Transcriptional Analysis And Functional Characterization Of A Gene Pair Encoding İron-Regulated Xenocin And İmmunity Proteins Of Xenorhabdus Nematophila. **Journal Of Bacteriology, 190:** 3877-3885.

Smits, P., 1996. Post-Application Persistence Of Entomopathogenic Nematodes. **Biocontrol Science And Technology**, **6:** 379-387.

Somvanshi, V.S., Lang, E., Ganguly, S., Swiderski, J., Saxena, A.K., Stackebrandt, E., 2006. A Novel Species Of Xenorhabdus, Family Enterobacteriaceae: Xenorhabdus İndica Sp. Nov., Symbiotically Associated With Entomopathogenic Nematode Steinernema Thermophilum Ganguly And Singh, 2000. **Systematic And Applied Microbiology, 29** (7): 519-525.

Stock, S. P. And Hunt D. J. 2005. Morphology And Systematic Of Nematodes Used İn Biocontrol. In: Nematodes As Biocontrol Agents. (Grewal P. S., Ehlers Ru., Shapiro-Ian D. I. Eds.). CABI Publishing. Pp 3-43 Wallingford, UK.

Stock, S.P., Griffin, C.T., Chaerani, R., 2004. Morphological And Molecular Characterisation Of *Steinernema Hermaphroditum* N. Sp. (Nematoda: Steinernematidae), An Entomopathogenic Nematode From Indonesia, And İts Phylogenetic Relationships With Other Members Of The Genus. **Nematology**, **6:** 401-412.

Stock, S.P., Pryor, B.M., Kaya, H.K., 1999. Distribution Of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae And Heterorhabditidae) İn Natural Habitats İn California. **Biodiversity Conservation**. **8:** 535-549.

Stock, S.P., Rivera-Orduño, B., Flores-Lara, Y., 2009. *Heterorhabditis Sonorensis* N. Sp. (Nematoda: Heterorhabditidae), A Natural Pathogen Of The Seasonal Cicada, *Diceroprocta Ornea* (Walker) (Homoptera: Cicadidae) İn The Sonoran Desert. **Journal Of Invertebrate Pathology**, **100:** 175-184.

Susurluk, A., 2006. Türkiye'den İzole Edilen Entomopatojen Nematodlar, *Steinernema Weiseri* Ve *S. Feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae)'Nin Bazı Biyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. **Tarim Bilimleri Dergisi**, **12 (4):** 340-344.

Susurluk, A., 2010. Potential Of *Steinernema Feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) As A Biological Control Agent Against The Cabbage Maggot *Delia Radicum* (Diptera: Anthomyiidae) İn Oilseed Rape. **Turk Journal Agricultural Forestry**, **35:** 413-419.

Susurluk, A., Ökten, M.E., 2000. Bazı Entomopatojen Nematodların *Blattella Germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) Üzerindeki Etkileri. **Tarım Bilimleri Dergisi**, **6 (4):** 111-114.

Taşkesen, Y., 2016. Entomopatojen Nematodların (Rhabditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Tarla Şartlarında *Zabrus* spp. (Coleoptera: Carabidae) Larvalarına Karşı Biyolojik Etkinliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 69s.

Thaler, J. O., Baghdiguian, S., And N. Boemare. 1995. Purification And Characterization Of Xenorhabdicin, A Phage Tail-Like Bacteriocin, From The Lysogenic Strain F1 Of Xenorhabdus Nematophilus. **Applied And Environmental Microbiology, 61:** 2049-2052.

Toubarro, D., Avila, M.M, Hao, Y.J., Balasubramanian, N., Jing, Y.J., Montiel, R. 2013. A Serpin Released By An Entomopathogen İmpairs Clot Formation İn İnsect Defense System. Plos One, 7:E69161. Https:// Doi.Org/10.1371/Journal. Pone.0069161 Pmıd: 23874900

Türköz S., 2015. Bazı Entomopatojen Nematodların *Tuta Absoluta* (Meyrick 1917) (Lep: Gelechıidae)'Ya Karşı Etkilerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 41s.

Uçum, İ., Gülçubuk, B., Berk, A., Korkut, L. Ve Saçtı, H., 2014. Kırsal Alanda Tarımda Kalkınmanın Sağlanmasında Kümelenme Yaklaşımı, **XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi.** 3-5 Eylül 2014, Samsun, 282-289.

Uluğ D., 2018. Entomopatojen Nematodlar Ve Yağmacı Uzaklaştırıcı Faktör Üzerine Araştırmalar. Adnan Menderes Üniversitesi, Doktora Tezi, Aydın,70 S. (Uluğ)

Uysal O., 2011. Farklı Tuzakların Isparta İli Yalvaç İlçesinde Armut Ve Eriklerde Zarar Yapan Baklazınnı (*Epıcometıs (=Tropınota*) Hırta (Poda) (Coleoptera: Scarabaeıdae))'Nın Yakalanması Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 132s.

Ünlü, İ. O., Ehlers, R-U., Susurluk, A., 2007. Additional Data And First Record Of The Entomopathogenic Nematode, *Steinernema Weiseri* From Turkey. **Nematology**, **9:** 739-741.

Vıglıerchıo, D.R. 1991. The World Of Nematodes. University Of California, Davis, Sacramento, Usa. 266p.

Vuts, J., Szarukan, I., Subchev, M., Toshova, T., Toth, M., 2010. Improving The Floral Attractant To Lure Epicometis Hirta Poda (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae). **Journal Of Pest Science, 83 (1):** 15-20.

White, G.F., 1927. “A Method For Obtaining İnfective Nematode Larvae From Cultures”. **Science, 66:** 302-303.

Yaşar, B., Sağdaş, A., 2014. The Capturing Of The Apple Blossom Beetle, Tropinota Hirta (Poda)(Coleoptera: Scarabaeidae), By Different Traps İn Afyonkarahisar. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1(1):** 29-34.

Yaşar, B., Uysal, O. 2013. Evaluation Of The Efficacy Of Different Traps İn Capturing Apple Blossom Beetle (Tropinota Hirta (Poda, 1761)) (Coleoptera: Scarabaeidae). **Türkiye Entomoloji Dergisi, 37(2):** 169-177.

Yılmaz, H., Waenberg, L., Demir, I., Moens, M., Demirbağ, Z., 2009. A New Entomopatogenic Nematode Species For Turkey, *Heterorhabditis Megidis* Poinar, Jackson And Klein 1987 (Rhabditia: Heterorhabditiae). **Turkish Journal Of Agriculture And Forestry**, **33:** 385-391.

Yüksel E., 2017. Nevşehir İlinde Entomopatojen Nematodların Tespiti Ve Laboratuvar Şartlarında Bazı Depo Zararlılarına Karşı Biyolojik Etkinliklerinin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 81s.

Zhang, C., Liu, J., Xu M., Sun, J., Yang, S., An, X., Gao, G., Lin M., Lai R., He, Z., Wub Y., Zhang K. 2008. Heterorhabditidoides Chongmingensis Gen. Nov., Sp. Nov. (Rhabditida: Rhabditidae), A Novel Member Of The Entomopathogenic Nematodes. **Journal Of Invertebrate Pathology 98:** 153–168.

Zhou, X., Kaya, H. K., Heungens, K. And Goodrich-Blair, H., 2002. Response Of Ants To A Deterrent Factor(S) Produced By The Symbiotic Bacteria Of The Entomopathogenic Nematodes, Applied And Environmental Miicrobiology, 68, 6202-6209.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:** Fatma AKPINAR
Uyruğu	**:** Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri	**:** 24.01.1994 – Sivas
Medeni Durum	**:** Bekâr
e-mail	**:** fatma5838@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	ERÜ Fen Bilimleri Enstitüsü	2019
Lisans	ERÜ, Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü	2016
Lise	Türk Telekom Ç.P. Lisesi	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2017	Konya/Ereğli Halk Eğitim Merkezi	Uzman Öğretici
2014	Kayseri Şeker Fabrikası	Stajyer Mühendis

YABANCI DİL

İngilizce