



**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ SÜNE (*Eurygaster* spp.
HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) VE KİMİL (*Aelia* spp. HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) KIŞLAK ALANLARINDA ENTOMOPATOJEN
NEMATOD TÜRLERİNİN SÜRVEYİ, ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN SÜNE VE KİMİL MÜCADELESİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

AYDIN PEÇEN

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Mart - 2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ SÜNE (*Eurygaster* spp.
HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) VE KİMİL (*Aelia* spp. HEMİPTERA:
PENTATOMIDAE) KIŞLAK ALANLARINDA ENTOMOPATOJEN
NEMATOD TÜRLERİNİN SÜRVEYİ, ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN SÜNE VE KİMİL MÜCADELESİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

AYDIN PEÇEN

TOKAT
Mart - 2019

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

**Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel M¼d¼rl¼ę¼ (TAGEM) tarafından
TAGEM/BSAD/16/5/01/10 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Aydın PEÇEN tarafından hazırlanan "Güneydoğu Anadolu Bölgesi Süne (*Eurygaster* spp. Hemiptera: Scutelleridae) ve Kımlı (*Aelia* spp. Hemiptera: Pentatomidae) Kışlak Alanlarında Entomopatojen Nematod Türlerinin Sürveyi, Entomopatojen Nematodların Süne ve Kımlı Mücadelesinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 18 MART 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / ~~Oy Çokluğu~~ ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.


Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

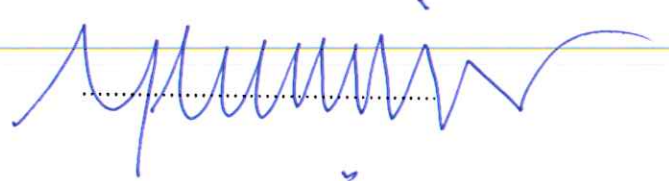


Üye
Prof. Dr. Kenan KARA
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

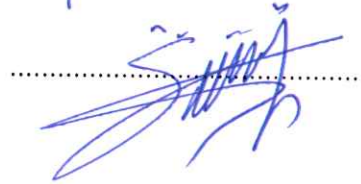


Üye
Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Mustafa İMREN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİCİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



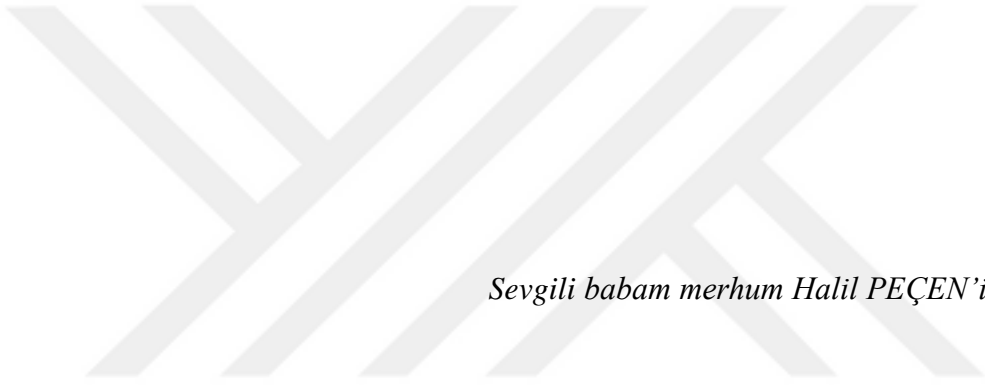
TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



AYDIN PEÇEN

18 Mart 2019



Sevgili babam merhum Halil PEÇEN'in anısına...

ÖZET

DOKTORA TEZİ

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ SÜNE (*Eurygaster* spp. HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) VE KIMIL (*Aelia* spp. HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) KIŞLAK ALANLARINDA ENTOMOPATOJEN NEMATOD TÜRLERİNİN SÜRVEYİ, ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN SÜNE VE KIMIL MÜCADELESİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

AYDIN PEÇEN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ)

Buğday (*Triticum aestivum* L.) ülkemizde en yaygın yetiştiriciliği yapılan en önemli kültür bitkilerinden birini oluşturmaktadır. Buğday üretiminde ekonomik kayıplara neden olan ana zararlılar Süne (*Eurygaster* spp. Hemiptera: Scutelleridae) ve Kıımıl (*Aelia* spp. Hemiptera: Pentatomidae)'dır. Bu çalışmada, daha önceki çalışmalarla ülkemizde tespit edilmiş üç ülkesel Entomopatojen nematod (EPN) izolatının [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] üç ayrı doz uygulamalarının farklı sıcaklıklarda laboratuvarında Süne ve Kıımıl erginleri üzerindeki ve doğal koşullarda Süne erginleri üzerindeki etkinlikleri araştırılmıştır. Etkinlik denemelerinde, enfektif larvalar (IJs) 25, 125 ve 200 IJs cm⁻² olacak şekilde plastik kaplar içerisine doldurulan toprağa uygulanarak farklı sıcaklıklarda Süne ve Kıımıl erginleri üzerindeki etkinliklerine bakılmıştır. Ayrıca EPN'lerin doğal koşullarda Süne erginleri üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi için kışlak alanında oluşturulan parsellere ve küvet içerisine uygulamalar yapılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen sonuçlara göre, EPN'lerin plastik kaplar içerisinden toprağa yapılan uygulamalarında Süne erginleri üzerinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulamalarda 15°C ve 12°C sıcaklıkta sırası ile %75 ve %70 oranlarında *S. carpocapsae* izolatında meydana gelmiştir. EPN'lerin Kıımıl erginleri üzerinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı ise 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulamalarda 15°C ve 12°C sıcaklıkta sırası ile %75 ve %70 oranlarında *S. carpocapsae* izolatında meydana gelmiştir. Doğal koşullarda Süne erginleri üzerindeki etkinliğinde ise, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* izolatlarının sırasıyla %15, %10 ve %6.25'lik ölüm oranları ile düşük etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

2019, 75 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: Entomopatojen nematodlar, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, *Eurygaster*, *Aelia*, Biyolojik mücadele

ABSTRACT

DOCTORATE THESIS

SURVEY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE SPECIES ON OVERWINTERING AREAS OF SUNN PEST (*Eurygaster* spp. HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) AND STING BUG (*Aelia* spp. HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) IN SOUTHEASTERN ANATOLIA REGION AND INVESTIGATIONS ON THE USE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN CONTROL OF SUNN PEST AND STING BUG

AYDIN PEÇEN

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ)

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most common and most important cultivation plants in our country (Turkey). The main pests that cause economic losses in wheat production are Sunn pest (*Eurygaster* spp. Hemiptera: Scutelleridae) and Sting bug (*Aelia* spp. Hemiptera: Pentatomidae). In this study, the efficacy of three different doses of Entomopathogenic nematode (EPN) isolates [*Steinernema carpocapsae* (Black sea isolate), *S. feltiae* (isolate 09-31) (Aydin isolate) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (isolate 09-43) (Aydin isolate)] in our country on the Sunn pest and Sting bug adults at different temperatures in laboratory conditions and also on the Sunn pest adults in natural conditions were investigated. In efficacy trials, infective larvae (IJs) were applied as 25, 125 and 200 IJs cm⁻² to soil filled in plastic cups and the efficacy of EPNs on Sunn pest and Sting bug adults were investigated at different temperatures. In addition, in order to determine the efficacy of EPNs on Sunn pest adults in the natural conditions, EPNs applications were made to the trial parcels and in plastic container formed in the overwintering area. According to the results of the research, in the application of EPNs to the soil in plastic cups, the highest mortality rate on Sunn pest was occurred in 200 IJs cm⁻² dose of *S. carpocapsae* isolate at 15°C and 12°C, 75% and 70% respectively. The highest mortality rate on Sting bug was also occurred in 200 IJs cm⁻² dose of *S. carpocapsae* isolate at 15°C and 12°C, 75% and 70% respectively. In the natural conditions, the efficacy of *S. carpocapsae*, *S. feltiae* and *H. bacteriophora* isolates as 15%, 10% and 6.25% were determined respectively. Mortality rates were found to be low in natural conditions.

2019, 75 PAGE

KEYWORDS: Entomopathogenic nematodes, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, The Southeastern Anatolia Region, *Eurygaster*, *Aelia*, Biological control

ÖNSÖZ

Dünya’da entomopatojen nematodların (EPN) birçok zararlı gruplarına karşı etkinliği laboratuvar ve tarla/bahçe çalışmaları ile ortaya konulmuş olmasına karşın Süne (*Eurygaster* spp. Hemiptera: Scutelleridae) ve Kımlı (*Aelia* spp. Hemiptera: Pentatomidae)’ın yer aldığı takıma ait zararlılar ile ilgili çok az çalışma yürütülmüştür. Yürütülen çalışmalar içerisinde Süne ile ilgili ilk çalışmalar ülkemizde laboratuvar çalışmaları şeklinde yapılmış ve ümitvar sonuçlar elde edilmiş olup, bu çalışmalarda ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapıp doğa çalışmalarına geçilmesi gerekliliği ortaya konmuştur. Bu çalışma ile Süne ve Kımlı’ya karşı mücadelede EPN’lerin *in vitro* (laboratuvar) ve *in vivo* (doğa-kışlak) koşullarında kullanılmasıyla EPN’lerin bu zararlıların popülasyonu üzerindeki etkinlikleri belirlenmiştir. Ülkemizde, Süne erginlerine karşı yapılan doğa uygulamaları (*in vivo*) ve Kımlı erginlerine karşı yürütülen laboratuvar çalışmaları (*in vitro*) ilk çalışma niteliğindedir.

Doktora çalışmamın oluşturulması için gerekli zemini hazırlayan, çalışmamın her safhasında bilgi ve önerileri ile daima yol gösterici olan tez danışman hocam sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ’ye, tez izleme komitesinde yer alan ve tezimin yönlendirilmesinde ve değerlendirilmesinde verdikleri katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Kenan KARA ve sayın Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN’e, tez çalışmamda kullandığım EPN türlerini kullanmama izin veren sayın Prof. Dr. Selçuk HAZIR (Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı, Aydın)’a, verilerin istatistiki analizlerinin yapılmasında katkılarından dolayı sayın Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM (Kırciler Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir)’a, çalışmalarımı yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Uygur Serkan KARAKAŞ ve Zir. Yük. Müh. Mehmet KILIÇ (Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır)’a, çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)’ne ve Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nde görevli tüm arkadaşlarıma, ayrıca çalışmalarımı yürüttüğüm süre boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme, sevgili eşim Emine PEÇEN’e ve biricik oğlum Yetkin PEÇEN’e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunuyorum.

AYDIN PEÇEN

18 Mart 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Süne [<i>Eurygaster integriceps</i> Put., <i>E. maura</i> L., <i>E. austriaca</i> (Schr.) (Hemiptera: Scutelleridae)]'nin Tanımı ve Biyolojisi.....	2
1.2. Kıımıl [<i>Aelia rostrata</i> Boh., <i>A. acuminata</i> (L.), <i>A. syriaca</i> Horv. (Hemiptera: Pentatomidae)]'in Tanımı ve Biyolojisi	3
1.3. Süne ve Kıımıl'ın Oluşturduğu Zarar Şekli	4
1.4. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler.....	5
1.4.1. Entomopatojen nematodlar (EPN) (Şekil 1.3, Şekil 1.4, Şekil 1.5 ve Şekil 1.6).....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
2.1. EPN'lerin Teşhis ve Tanılama Çalışmaları.....	16
2.2. EPN'lerle Yapılan Etkinlik Çalışmaları.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Sürvey çalışmaları	24
3.2.2. Laboratuvar çalışmaları.....	27
3.2.3. Arazi çalışmaları.....	386
3.2.4. Uygulamaların değerlendirilmesi	41
4. BULGULAR	42
4.1. Kışlak Alanlarında Belirlenen Süne ve Kıımıl Erginlerinin Yoğunlukları.....	42
4.2. Laboratuvarda Süne (<i>Eurygaster integriceps</i>)'ye Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği	44
4.3. Laboratuvarda Kıımıl (<i>Aelia rostrata</i>)'a Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği	50

4.4. Doğal Koşullarda Süne (<i>Eurygaster integriceps</i>)'ye Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği	58
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	61
6. KAYNAKLAR.....	67
7. ÖZGEÇMİŞ.....	74



SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde oranı
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekaire
da	Dekar
EPN	Entomopatojen nematod
g	Gram
ha	Hektar
<i>H.b.</i>	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)
IJs	Enfektif larva
km	Kilometre
m	Metre
m ²	Metrekare
ml	Mililitre
mm	Milimetre
<i>S.c.</i>	<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu)
<i>S.f.</i>	<i>Steinernema feltiae</i> (izolat 09-31)
SH	Standart hata
spp.	Türler
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	Ve diğlerleri

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Süne ergini [<i>Eurygaster integriceps</i> Put. (Hemiptera: Scutelleridae)]	1
Şekil 1.2. Kımlı ergini [<i>Aelia rostrata</i> Boh. (Hemiptera: Pentatomidae)]	2
Şekil 1.3. EPN'lere ait enfektif larva (IJ) dönemlerinin mikroskop altındaki çizimleri; <i>Heterorhabditis</i> (a-c), <i>Steinernema</i> (d-f); özofagus bölgesi (b, e), kuyruk bölgesi (c, d) ve genel görünüş (a, f); boşaltım deliği (BD), labial diş (LD) ve sinir halkası (SH)	6
Şekil 1.4. EPN'lere ait erkeklerin mikroskop altındaki çizimleri; <i>Heterorhabditis</i> (a-c), <i>Steinernema</i> (d-f); özofagus bölgesi (c, d), kuyruk bölgesi (b, e) ve genel görünüş (a, f); boşaltım deliği (BD), sinir halkası (SH), spicule (Spic.), gubernaculum (Gub.) ve bursa (bur.)	7
Şekil 1.5. Konukçu içinde EPN'ler [Üst: <i>Popillia japonica</i> Newman (Coleoptera: Scarabaeidae)]; Alt: Patates Güvesi [<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]	8
Şekil 1.6. Konukçu üzerinde EPN'ler [<i>Holotrichapion pullum</i> Gyllenhal (Coleoptera: Apionidae)]	9
Şekil 3.1. Kışlak alanlarında Kirpi geven bitkileri altından Süne sayımı	25
Şekil 3.2. Kışlaklardan toplanan enfekte olduğu düşünülen ölü Süne erginleri	26
Şekil 3.3. Kirpi otu ve Kirpi geven bitkileri altından toprak örneklerinin alınması ..	27
Şekil 3.4. White tuzak düzeneklerine aktarılan ölü bireyler	28
Şekil 3.5. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi	29
Şekil 3.6. Tuzak böcek yöntemi ile EPN'lerin topraktan izolasyonu	29
Şekil 3.7. White tuzak düzeneklerine aktarılan, toprakta enfekte olmuş <i>G. mellonella</i> larvaları	30
Şekil 3.8. White tuzak metodu kullanılarak enfektif EPN larvalarının (IJs) elde edilmesi	31
Şekil 3.9. Enfekteli <i>G. mellonella</i> larvalarından çıkış yapan enfektif EPN larvaları (IJs)	32
Şekil 3.10. Laboratuvar koşullarında (<i>in vitro</i>) kurulan denemelerde kullanılan 60 ml'lik kapaklı plastik kaplar	33
Şekil 3.11. EPN'lerin enfektivite testi çalışmaları [Laboratuvar koşullarında (<i>in vitro</i>) kurulan denemeler]; A: Uygulama konsantrasyonlarının hazırlanması, B: EPN'lerin küçük el pülverizatörü ile uygulanması, C: Hazırlanan kapların inkübatörde bekletilmesi	34
Şekil 3.12. White tuzak düzeneklerine aktarılan enfekteli Süne erginleri	35

Şekil 3.13. EPN'lerin enfektivite testi çalışmaları [Laboratuvar koşullarında (<i>in vitro</i>) kurulan denemeler]; A: EPN'lerin küçük pülverizatörü ile uygulanması, B: EPN'leri uygulamada kullanılan küçük el pülverizatörü, C: Hazırlanan kapların inkübatörde bekletilmesi	37
Şekil 3.14. White tuzak düzeneklerine aktarılan enfekteli Kıymıl erginleri	37
Şekil 3.15. Kışlakta deneme parsellerinin kurulması	38
Şekil 3.16. EPN'lerin sırt pülverizatörü ile deneme parsellerine uygulanması	39
Şekil 3.17. Plastik küvetler (44x29 cm) kullanılarak denemelerin kurulması.....	40
Şekil 4.1. Ölü Süne erginlerinden çıkış yapan saprofit nematodlar	43
Şekil 4.2. Entomopatojen funguslar tarafından enfekte olan <i>G. mellonella</i> larvaları ..	44
Şekil 4.3. Entomopatojen nematodlar ile enfekteli Süne erginleri; A: <i>Steinernema carpocapsae</i> , B: <i>S. feltiae</i> , C: <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	45
Şekil 4.4. Süne erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 15°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05).....	47
Şekil 4.5. Süne erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 12°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05).....	49
Şekil 4.6. White tuzak düzeneklerinde enfekteli Kıymıl erginlerinden çıkış yapan enfektif EPN larvaları (IJs)	51
Şekil 4.7. Entomopatojen nematodlar ile enfekteli Kıymıl erginleri; A: <i>Steinernema carpocapsae</i> , B: <i>S. feltiae</i> , C: <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	52
Şekil 4.8. Parçalanmış kadavra içerisindeki hermafroditik dişiler.....	52
Şekil 4.9. EPN'ler tarafından enfekte edilmiş ölü Kıymıl erginleri; A: <i>Steinernema carpocapsae</i> , B: <i>S. feltiae</i> , C: <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	53
Şekil 4.10. Kıymıl erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 15°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05).....	54
Şekil 4.11. Kıymıl erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 12°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05).....	56
Şekil 4.12. Diyarbakır Karacadağ kışlak alanında 2017 yılında kurulan deneme parsellerindeki toprak sıcaklık ve nem değerleri	58

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Diyarbakır, Adıyaman ve Elazığ illeri 2017 yılı buğday ekilen alan ve üretim miktarları ile Süne-Kımlı kışlak alanları (TÜİK).....	1
Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı kışlaklar ve alınan örnek sayıları.....	27
Çizelge 4.1. Süne sayımlarının yapıldığı kışlak alanları ve yıllara göre bitki başına düşen ortalama birey sayısı	42
Çizelge 4.2. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 15°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. Tekrar) (P<0.05)	47
Çizelge 4.3. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 15°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. Tekrar) (P<0.05)	48
Çizelge 4.4. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 12°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. Tekrar) (P<0.05)	49
Çizelge 4.5. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 12°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. Tekrar) (P<0.05)	50
Çizelge 4.6. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 15°C’de Kımlı erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. Tekrar) (P<0.05)	55
Çizelge 4.7. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 15°C’de Kımlı erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. Tekrar) (P<0.05)	55
Çizelge 4.8. EPN [<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu) (<i>S.c</i>), <i>S. feltiae</i> (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (<i>S.f</i>) ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (<i>H.b</i>)] izolatlarının 12°C’de Kımlı erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. Tekrar) (P<0.05)	57

- Çizelge 4.9. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 12°C’de Kıvılcık erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. Tekrar) (P<0.05)57
- Çizelge 4.10. EPN izolatının [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)] doğal koşullarda (*in vivo*) Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%).....59
- Çizelge 4.11. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)] izolatlarının doğal koşullarda (*in vivo*) Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (P<0.05)60



1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği en yaygın ve en önemli kültür bitkilerinden biri buğday (*Triticum aestivum* L.)'dır. Günlük beslenmemizde önemli bir yer tutan ve özellikle ekmek yapımında kullanılan buğday, hayvan beslenmesinde yem olarak kullanılmasının yanı sıra esas olarak gıda sanayisinde (makarna, irmik, nişasta, bulgur ve bisküvi üretiminde) hammadde olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde tarım alanlarının %41.6'sı ekilmekte ve bu ekili alanların %74.4'ünü tahıllar oluşturmaktadır. 2017 yılı verilerine göre ülke genelinde 7 668 879 ha alanda buğday ekimi yapılmakta ve bunun karşılığında 21 500 000 ton buğday üretilmektedir (Anonim, 2018). Güneydoğu Anadolu Bölgemizde ise; Türkiye buğday üretiminin yaklaşık 1/3'ü karşılanmaktadır.

Diyarbakır, Adıyaman ve Elazığ illeri buğday ekilen alan ve üretim miktarlarına bakıldığında, yaklaşık 3.2 milyon da alanda buğday ekiminin ve yaklaşık 1.1 milyon ton buğday üretiminin gerçekleştirildiği Diyarbakır ili bu üç il içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2018) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Diyarbakır, Adıyaman ve Elazığ illeri 2017 yılı buğday ekilen alan ve üretim miktarları ile Süne-Kımıl kışlak alanları (TÜİK)

İller	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)	Kışlak alanları
Diyarbakır	3 280 666	1 129 383	Karacadağ, Zengisor, Dızbir, List, Köz, Savucak, Hasanpaşa, Piran
Adıyaman	850 662	253 703	Kımıl, Haydaran, Nemrut, Ulubaba
Elazığ	426 782	99 169	Hazarbaba, Şebken, Master, Haştu, Kebansuv Ar, Runik, Mezgetin

Ülkemizde buğday tarlalarındaki mevcut zararlı, hastalık ve yabancı otlar; tek tek veya birlikte çok önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Günlük beslenmemizde vazgeçilmez bir kaynak olarak yer alan tahıllarda üretimi sınırlandıran faktörlerden birisi de zararlı organizmalardır ve bunlar içerisinde böcekler önemli bir konumdadır. Söz

konusu böceklerden buğday üretimini olumsuz yönde etkileyen ana zararlılar içerisinde; Süne (*Eurygaster* spp.), Kımlıl (*Aelia* spp.), Ekin Kamburböceği (*Zabrus* spp.) ve Bambul (*Anisoplia* spp.) türlerini sayabiliriz.

Bilindiği gibi Süne; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 1950'li yıllardan beri periyodik olarak, Marmara, Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri'nde ise 1990'lı yıllardan itibaren salgınlar yaparak tahılların en önemli zararlısı durumuna geçmiştir. Süne buğdayda önemli ürün kayıpları meydana getirebilmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde buğday üretimini kalite ve kantite yönünden olumsuz yönde etkileyen ve buğdayın ana zararlısı olan Süne (*Eurygaster integriceps* Put.), her defasında birkaç yılı kapsayan dönemler halinde salgınlar yapmaktadır. Süne nimf ve yeni nesil ergin yoğunluğunun fazla olduğu yer ve yıllarda mücadele yapılmadığı takdirde tahıllarda %100'e varan oranlarda zararlar oluşabilmektedir (Gözüaçık ve ark., 2010).

1.1. Süne [*Eurygaster integriceps* Put., *E. maura* L., *E. austriaca* (Schr.) (Hemiptera: Scutelleridae)]'nin Tanımı ve Biyolojisi

Dünyada, *Eurygaster* cinsine bağlı 15 tür bulunmaktadır. Türkiye'de bu cinse bağlı 7 tür saptanmış olup, bunlardan en önemlileri; *E. integriceps* Put., *E. maura* L., *E. austriaca* (Schr.)'dır. Süne erginleri; genel olarak toprak renginde, bazen tamamen siyah bazen kırmızımsı, bazen kirli beyaz, bazende bu renklerin birkaçının karışımı olan alacalı desenli renklindedir. Vücut yassıca, üst tarafı hafif tümsek olup üstten görünümü ovaldir. Bağlı buldukları familya özelliği olarak pis koku salgırlar (Anonim, 2008).



Şekil 1.1. Süne ergini [*Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae)]

Erginler, bir yıl olan yaşam süresinin yaklaşık dokuz aylık dönemini, 1000-2000 m rakıma sahip dağlarda Kirpi geven (*Astragalus* spp.) bitkisinin kökleri, Kirpi otu (*Acantholimon* spp.) bitkisinin yaprakları arasında ve farklı bitki kalıntılarının birkaç cm altında diyapoz halinde geçirirler. Bu döneme “kışlama”, kış mevsimini geçirdiği yerlere ise “kışlak” adı verilir. Kışlama döneminde diyapoz halinde yaşamının yaklaşık 3/4’ünü tamamlarlar. Kış mevsimini, yazlama döneminde tahıl danelerinden beslenerek biriktirdikleri yağ depolarını tüketerek geçirirler. Tahıllarda büyümenin başladığı ilkbahar aylarında diyapoz dönemini geçirdiği toprak katmanının 11-13°C ve hava sıcaklığının 20-22°C’ye yükselmesi ile birlikte, yaşamının kalan üç aylık aktif dönemini geçirmek için kışlaklardan çıkıp, 10-150 km uzaklıktaki tahıl olan bölgelere doğru göç etmeye başlarlar. Tahıl tarlalarına ulaşan kışlamış erginler, bir yandan beslenirken, diğer yandan da çiftleşip yumurta bırakırlar. Daha sonra 1.5-2 ay içerisinde de yaşam sürelerini tamamlar ve doğal olarak ölürlür. Bir dişi hayatta kaldığı süre içerisinde 5-6 defada ortalama 80 kadar yumurta bırakır. İlk bırakıldığında filiz yeşili renge olan yumurtalar 3-4 gün sonra kahverengi noktalar meydana getirir. Bundan yaklaşık bir hafta sonra çapa şeklinde kırmızı renkli bir leke oluşur ve yumurtanın rengi sarılaşır. Yumurtanın bu haline “çapa dönemi” denilir ve yaklaşık 5-6 gün sonra yumurtalar açılıp, nimfler çıkış yaparlar. Çıkan nimfler, genellikle 5-6 gün arayla 5 gömlek değiştirip 5 nimf dönemi geçirirler. I. dönem nimfler beslenmezler. II. dönemde beslenmeye başlar ve IV. dönemden itibaren yoğun miktarda beslenirler. V. dönemden sonra “yeni nesil erginler” meydana gelir. Yeni nesil erginler kışlama sırasında ihtiyacı olan yağı depolamak için tahılda 15-20 gün boyunca yoğun miktarda beslenirler. Beslenme süreci tamamlandıktan sonra yeni Süne erginleri kışlaklara göç ederler (Yüksel, 1969; Critchley, 1998; Kınacı ve ark., 1998; Özbek ve Hayat, 2003; Anonim, 2017).

1.2. Kıvımlı [*Aelia rostrata* Boh., *A. acuminata* (L.), *A. syriaca* Horv. (Hemiptera: Pentatomidae)]’ın Tanımı ve Biyolojisi

Kıvımlı erginleri yaklaşık 8-11 mm uzunluğunda ve 4-6 mm genişliğindedir. Baş kısmı üçgen şeklinde ve ön kısmı sivridir. Skutellumun üzerinde yan yana ve önden arkaya doğru uzanan siyah ve kirli sarı renkte çizgiler bulunur. Familya özelliği olarak pis koku salgılayıcılar (Anonim, 2008).



Şekil 1.2. Kımıl ergini [*Aelia rostrata* Boh. (Hemiptera: Pentatomidae)]

Erginler, yaklaşık 1500-2000 m yükseklikteki kışlaklara çıkarak, kışı meşe, çam, kirpi geven, kirpi otu ve ayıkulağı gibi bitkilerin yaprakları altındaki toprağın yaklaşık 4-8 cm derinliğinde diyapoz halinde geçirirler. İlkbaharda hava sıcaklığı yaklaşık 19-22°C olduğunda toplu olarak kışladıkları yerlerden ovaya doğru uçmaya başlarlar. Hava sıcaklığının en az 20°C'nin üstünde birkaç gün devam etmesi durumunda kışladıkları yerleri 3-5 günde terk ederler. Kışaktan ovaya inen Kımıl'lar başaklı ve gelişmiş tahıllarla 10-15 gün kadar beslenir ve çiftleşirler. Dişiler yumurtalarını paketler hâlinde (12-18'lik paketler) başaklara, saplara, yaprak yüzeylerine, toprak üstüne ve yabancı otlara bırakırlar. Bir dişi yaklaşık 150-180 adet yumurta bırakır. Yumurtadan çıkan nimfler beş gömlek değiştirdikten sonra ergin olurlar. Nimf dönemi ortalama 20-30 gün sürer. Yeni nesil erginler havaların ısınması ve hasat sonrası tekrar kışlaklara çıkarlar (Anonim, 2005; Anonim, 2017).

1.3. Süne ve Kımıl'ın Oluşturduğu Zarar Şekli

Süne ve Kımıl'ın zarar şekilleri birbirine benzerdir. Oluşturdukları zarar derecesi ve şekli, zararlının yoğunluğuna, biyolojik dönemlerine, ürünün çeşidine ve fenolojik durumuna, iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Süne ve Kımıl, buğdayda kurtboğazı, akbaşak ve tane zararı olmak üzere üç farklı şekilde zarara neden

olmaktadır. Süne ve Kıvılcık, kardeşlenme döneminde olan buğdayın saplarını emerek beslenmeleri sonucu “Kurtboğazi” zararını oluştururlar. Bu bitkiler sararıp kuruyarak başak bağlayamaz duruma gelirler. Başakların beyazımsı bir renk almalarına, kurumalarına ve tane bağlamasına engel olmaları sonucu “Akbaşak” zararını oluştururlar. Tanelerin süt olum döneminde, yumurtalardan çıkan nimfler taneleri sokup emmeğe başlarlar. Emilen taneler çimlenme güçlerini kaybedecekleri gibi, ekmeklik ve makarnalık özelliklerini de yitirirler. Tanelerin sertleşmesine karşılık vücutlarından salgıladığı bazı enzimlerle taneleri yumuşatıp glütenini tahrip ederler. Yoğunluklarının fazla olduğu yıllarda mücadele yapılmaması halinde %100’e varan oranlarda nicelik ve nitelik yönünden zarar meydana getirmektedirler (Anonim, 2005; Anonim, 2017).

1.4. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler

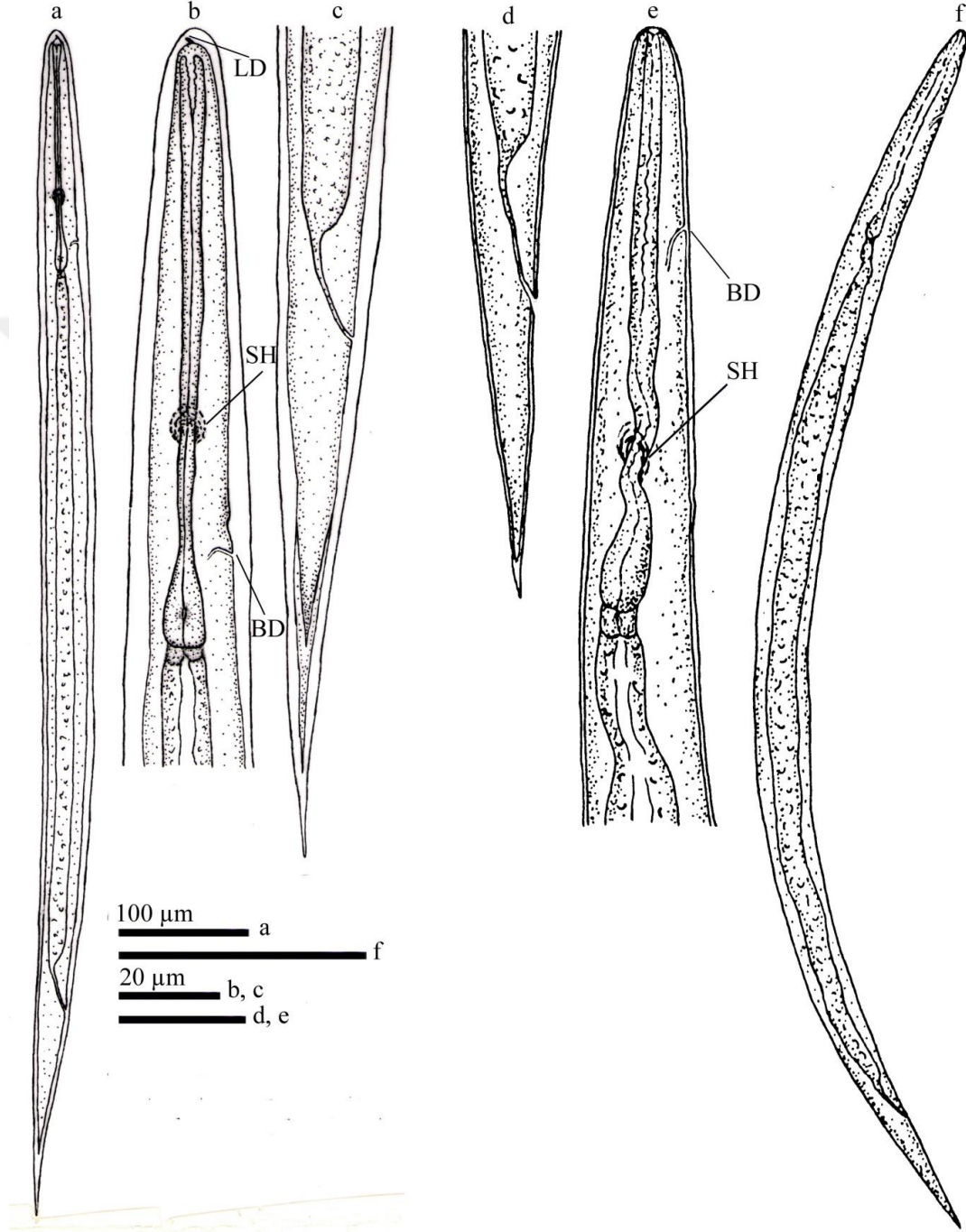
Doğada böcekler üzerinde yaşayan, onları hastalandıran ve ölümlerine neden olan kökeni bakteri, virüs, fungus, protozoa, riketsia ve nematod olan mikroorganizmaların tümüne “entomopatojen” adı verilir (Deacon, 1983).

Biyolojik mücadele içerisinde mikroorganizmaların kullanımı “mikrobiyal mücadele” olarak adlandırılmaktadır. Mikrobiyal mücadele, böceklerde hastalık oluşturan ve onların ölümüne sebep olan bakteri, virüs, protozoa ve nematodların kullanılması ile yürütülen savaşımdır. Mikrobiyal mücadele uygulamaları içerisinde son zamanlarda üzerinde en fazla durulan gruptan biri de entomopatojen nematodlar (EPN)’dir.

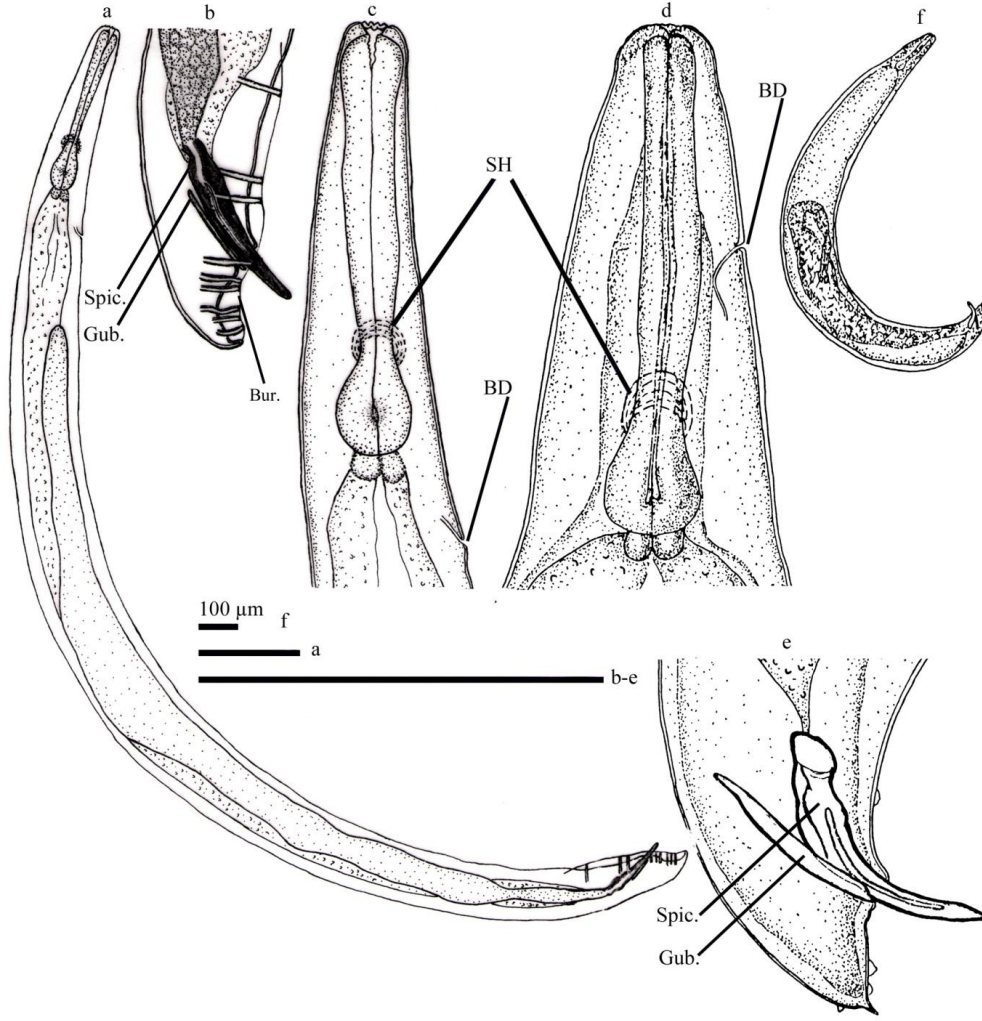
1.4.1. Entomopatojen nematodlar (EPN) (Şekil 1.3, Şekil 1.4, Şekil 1.5 ve Şekil 1.6)

EPN’ler, Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait nematodlar olup doğal yaşam alanları toprak olan zorunlu böcek patojenidirler. Bu nematodlar mutualistik ilişki içerisinde oldukları Enterobacteriaceae familyasına ait *Xenorhabdus* (Steinernematidler’de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler’de) bakterileri sayesinde

konukçularını 48 saat içerisinde septisemi yoluyla öldürme yeteneğine sahiptirler (Forst ve Neelson, 1996; Burnell ve Stock, 2000).



Şekil 1.3. EPN'lere ait enfektif larva (IJ) dönemlerinin mikroskop altındaki çizimleri; *Heterorhabditis* (a-c), *Steinernema* (d-f); özofagus bölgesi (b, e), kuyruk bölgesi (c, d) ve genel görünüş (a, f); boşaltım deliği (BD), labial diş (LD) ve sinir halkası (SH) (Çizimler İ. KEPENEKÇİ)



Şekil 1.4. EPN'lere ait erkeklerin mikroskop altındaki çizimleri; *Heterorhabditis* (a-c), *Steinernema* (d-f); özofagus bölgesi (c, d), kuyruk bölgesi (b, e) ve genel görünüş (a, f); boşaltım deliği (BD), sinir halkası (SH), spicule (Spic.), gubernaculum (Gub.) ve bursa (bur.) (Çizimler İ. KEPENEKÇİ)

Steinernematidler ve Heterorhabditler genelde benzer bir hayat döngüsüne sahiptirler. Bunlarda yumurta, 4 farklı morfolojik larval dönem ve ergin dönem olmak üzere toplam 6 evre vardır. En önemli larval dönem bu grubun başarısını sağlayan 3. evre larval dönem [(enfektif juvenil (IJ) ya da dauer juvenil)]'dir. Toprakta bulunan ve konukçusunu arayıp bulan bu evre 3. evredir. Bu evre, bir yıl ya da daha fazla toprakta canlılığını sürdürebilen evredir (Koppenhöfer, 2000). IJ'ler uygun bir konukçu bulunca, konukçunun doğal açıklıklarından (ağız, anüs, stigma) ya da kutikülün ince kısımlarından (sadece ağızlarında dorsal labial dişe sahip olan Heterorhabditler'de) konukçunun hemosölüne girerler (Bedding ve Molyneux, 1982; Wang ve Gaugler, 1998).



© I. KEPENEKCI



Şekil 1.5. Konukçu içinde EPN'ler [Üst: *Popillia japonica* Newman (Coleoptera: Scarabaeidae)]; Alt: Patates Güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]



© T. ATAY



Şekil 1.6. Konukçu üzerinde EPN'ler [*Holotrichapion pullum* Gyllenhal (Coleoptera: Apionidae)]

Konukçu böceğe giren EPN'lere ait enfektif larvalar gömlek değiştirir ve taşıdıkları simbiyotik bakteriyi konukçunun hemosölü içerisine salarlar. Böcek dokusunu ayrıştırarak çoğalan bakteriler septisemi (kan zehirlenmesi) yoluyla konukçu böceğin 48 saat içerisinde ölmesine neden olurlar (Constant ve Bowen, 2000; Glazer ve Lewis, 2000).

EPN'nin böcek vücuduna bıraktığı bakterilerin iki saat içinde böceğin kanına geçtiği belirtilmektedir. EPN'lerin sadece bakteriyi zararlı konukçusunun vücuduna şırınga eden bir vektör olmadığı, aynı zamanda konukçularını bakteri olmadan da öldürebildiği; bu nematodların, bakterinin bulunmaması halinde dört gün içinde öldüğü açıklanmaktadır. (Poinar, 1966).

EPN'ler oda sıcaklığında 5-7 gün içerisinde hayat dönemlerini tamamlarlar. Konukçu içerisinde 1-3 jenerasyon geçirirler (Burnell ve Stock, 2000). Jenerasyon sayısı ve oluşacak yeni nesil nematod sayısı buldukları konukçuya ve ortamın sıcaklık derecesine bağlıdır (Finnegan ve ark., 1999; Kaya ve Koppenhöfer, 1999). Enfekte ettikleri konukçu içerisinde besinin bitmeye başlaması üzerine 3. evre IJ'ler incelmış konukçu kütikülünden dışarı çıkarak yeni konukçu aramaya başlarlar (Kaya ve Gaugler, 1993). Bu beslenmeyen evre toprak içerisinde uygun bir konukçu bulana kadar aylarca (bazen bir yıla kadar) canlılığını sürdürebilir (Burnell ve Stock, 2000).

Bununla beraber EPN'ler hedef konukçularının doğal düşmanı parazitoitleri etkilememekte, ancak dolaylı yoldan konukçularını öldürerek indirekt olarak etkileyebilmektedir. Bazı parazitoitler nematodların enfeksiyonundan önce konukçuyu öldürmekte, bazı Hymenoptera pupa parazitoitleri ise geçirmen olmayan kokon oluşturduklarından nematoda karşı dayanıklılık göstermektedir (Kaya ve Hotchkın, 1981).

EPN'ler için sıcaklık ve nem çok önemlidir. Enfektif larvalar (IJ) 12-32°C arasında çok aktiftir. Düşük sıcaklıklarda enfektif larvalar uzun bir süre canlı kalabilmektedir. 5°C'deki az miktardaki su içinde (0.5-1 cm yükseklikte) *S. glaseri* 3 yıldan fazla canlı kalabilmektedir. *S. carpocapsae*'nin IJ'leri -10°C'de 18 saatte ölür. Toprağa gömülü olan IJ'ler -19°C ile 9°C arasında değişen kış şartlarında dahi canlılıklarını kaybetmezler

(Schmiege, 1963 ve Federko, 1971'e atfen Wouts, 1991). EPN (IJ)'lerin en iyi muhafaza şekli 5°C'de nemli steril kum içindedir (Fan ve Hominick, 1991).

EPN'lerin *in vitro* olarak üretimine 1981 yılında başlanmıştır. Bu kadar geç ticari üretime geçilmesini araştırmacılar iki şekilde açıklamaktadırlar. Bunlardan ilki; kimyasal mücadelenin 1970'lere kadar baskın olması, ikincisi ise; bu konuda yetişmiş yeterli sayıda araştırmacının bulunmamasıdır. 1981 yılında Bedding tarafından ilk kez *in vitro* olarak üretilmiş ve bu tarihten sonra çeşitli *in vitro* üretim teknikleri geliştirilmiştir. EPN'ler *in vivo* olarak üretilmelerinin yanı sıra, katı veya sıvı ortamlarda *in vitro* olarak da kitle halinde üretilbilirler (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis, 1998). *In vivo* üretimde en çok tercih edilen konukçu böcek *Galleria mellonella* (L.)'dır (Kaya ve Stock, 1997). *G. mellonella* larvaları kullanılarak EPN'ler pratik olarak üretilmektedir (Dutky ve Hough, 1955). *In vitro* katı ortam olarak dog food agar ve 3 parçalı ortam kullanılmaktadır (Hara ve Kaya, 1981; Bedding, 1984). *In vitro* sıvı fermantasyon yöntemi EPN'lerin en ucuz kitlesel üretimine izin verir ve bu metod endüstrileşmiş ülkelerin seçtiği bir yöntemdir (Ehlers, 1996; Shapiro-Ilan ve ark., 2003a, b). 500 ml'lik bir erlen içerisinde 2 milyar enfektif dönem nematod üretilmektedir (Bedding, 1981). EPN'ler türlerine bağlı olarak, 250 000 IJ/ml'ye kadar 7500-8000 litrelik fermantasyon kazanlarında başarıyla üretilmektedirler (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis, 1998). Heterorhabditid'lere nazaran Steinernematid'lerin üretiminin daha fazla olduğu belirtilmektedir (Hominick ve Briscos, 1990). Bu türler *Steinernema carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. feltiae*, *S. glaseri*, *S. scapterisci*, *Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. megidis*'dir. Üretilen bu ticari nematod preparasyonları Almanya, Hollanda, Avustralya, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde kullanılmaktadır (Ehlers ve ark., 1998; Strauch ve Ehlers, 1998).

Toprakta bulunan böceklerin biyolojik mücadelesinde toprak yüzeyine püskürtme şeklinde yapılan EPN uygulaması en sık kullanılan yöntemdir. Toprak tipi ve nem, nematodların hayatta kalmalarını ve hareketlerini etkiler. Genel olarak nematod aktivitesi ve hayatta kalma, killi topraklarda kumlu topraklara göre daha düşüktür (Kaya, 1990). Nematodlar hareket için ince bir su film tabakasına ihtiyaç duyar, ancak fazla su koşulları altında hareketleri kısıtlanır. Toprak neminin EPN'lerin konukçularını bulması üzerindeki etkisi pusucu *S. carpocapsae*'ye göre avcı *H. bacteriophora* ve *S.*

glaseri'de daha büyüktür. En uygun toprak neminin nematod uygulanmasından sonra sağlanması nematod aktivitesini ve etkinliğini artırır (Shetlar ve ark., 1988). Toprak sıcaklığı da nematod etkinliği üzerinde önemli bir faktördür. Ilık sıcaklıklar nematodun hayatta kalma süresini azaltırken, daha soğuk sıcaklıklar nematodun aktivitesini ve enfektif özelliğini düşürmektedir (Grewal ve ark., 1994a). 12-28°C arasındaki toprak sıcaklıkları çoğu EPN türünün uygulanması için uygundur. Eğer toprak sıcaklığı 28°C'den yüksekse ön uygulama sulaması genellikle toprak sıcaklığını nematod uygulamasından önce düşürmek için önemlidir (Grewal, 2002).

Ülkemizde Süne ve Kıvılcık ile mücadelede kimyasal savaşım en başta gelen mücadele yöntemidir. Yıllardan beri Süne'ye karşı devlet mücadelesi şeklinde havadan ilaçlamalarla mücadele yapılmıştır. Uzun yıllar havadan yapılan bu uygulamalar sırasında püskürtülen ilacın tamamı hedef bitki yüzeylerine ulaşamadığından, bir kısmının rüzgarla hedef dışı alanlara taşınma veya havada asılı kalma, bir kısmının da hedef dışı toprak ve su yüzeylerine düşme gibi olumsuz riskleri ortaya çıkmıştır. Daha sonraları bu mücadelede, çoğunlukla sıvı haldeki kimyasal tarım ilaçları yer aletleri ile uygulanmaya başlanmıştır. Bu şekilde yürütülen kimyasal mücadele çok pahalıya mal olması nedeniyle önce yardım mücadelesi şekline dönüştürülmüş ve birkaç yıl bu şekilde yürütüldükten sonra 2009 yılından itibaren bu destek de kaldırılmıştır. Özellikle devlet mücadelesi şeklinde yürütülen mücadele kapsamında kimyasal ilaçların kullanılması sonucu Süne ve Kıvılcık'ı baskı altında tutan doğal düşmanların olumsuz yönden etkilenerek azalmasıyla zarar gören tahıl alanları genişlemiş ve genişlemeye de devam etmektedir.

Kimyasal ilaçların insan ve çevre kirliliği oluşturması gibi olumsuz etkiler günümüzde daha iyi anlaşılır hale gelmiştir. Bunun sonucu olarak insan ve diğer canlıların sağlıkları tehlikeye girmekte ve çevre kirliliği gibi olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Zararlılara karşı bitki koruma ürünlerinin bilinçsiz bir şekilde kullanılması, canlılar arasında var olan doğal dengenin bozulmasına, zamanla zararlı organizmaların dayanıklılık kazanmasına, ürünlerde kalıntılara neden olmaktadır. Böylece uzun vadede çözümü zor ve pahalı yeni sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple bitki koruma ürünlerinin kullanılma zorunluluğu olan hallerde ya seçici olanlar ya da faydalılara yan etkileri düşük olanlar tercih edilmelidir.

Tarımsal zararlılarla mücadelede, kimyasal mücadeleden önce doğal düşman varlığının saptanması ve zararlılar üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi biyolojik mücadele açısından önemlidir. Biyolojik mücadele uygulamalarında son yıllarda entomopatojen nematodlar (EPN) giderek önem kazanmaktadır. Bu nematodların biyolojik mücadelede kullanılabilmesi için öncelikli olarak ülkemizde mevcut türlerin ve yayılışlarının belirlenmesi ve belirlenen türlerin etkinliklerinin ortaya konması önem arz etmektedir.

EPN'lerin geniş konukçularının bulunması, taşıdıkları bakterilerle konukçularını 24-48 saat içinde öldürebilmeleri, öldürdükleri konukçular içerisinde üremeleri ve dışarı çıkıp yeni konukçu aramaları, yapay ortamda üretilibilmeleri, konukçularını aktif olarak arayıp bulabilmeleri, konukçularının bulunmaması halinde uzun süre canlı olarak kalabilmeleri, çevreye ve insanlara zarar vermemeleri, kimyasal insektisitler gibi preparatlar halinde kullanılabilmesi nedeniyle; ülkemizde bu nematodların saptanması ve tespit edilen türlerin etkinliklerinin araştırılması biyolojik mücadele çalışmaları için büyük önem arz etmektedir.

Dünya'da, *Steinernema* cinsine ait 64, *Neosteinernema* cinsine ait 1, *Heterorhabditis* cinsine ait 21 olmak üzere toplam 86 EPN türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014).

Her EPN türü her konukçu böceği aynı etkinlikle enfekte edememektedir. Bazı nematod türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türler sadece tek bir böcek takımını enfekte edebilmektedir (Hazır ve ark., 2003a). Bu durumda yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarında en önemli unsur hedef konukçuya karşı en etkili nematod türünü tespit etmektir. Bu yüzden alan çalışmalarına geçmeden önce hedef zararlıya karşı enfektivitesi en fazla olan nematod türünün belirlenmesi gerekmektedir.

Türkiye'de EPN'ler ile ilgili çalışmalara son yıllarda başlanmıştır. Ülkemizde, Özer ve ark. (1995) tarafından Rize ilinden alınan toprak örneklerinde *S. feltiae*, Kepenekci ve ark. (1999) tarafından Ekecik (Aksaray) kışlağında toplanan Kıvımlı (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonunda *H. bacteriophora* tespit edilmiştir. Hazır ve ark. (2003b) tarafından 1999-2001 yılları arasında tüm Türkiye'yi kapsayan bir araştırma yapılmış ve bu çalışmada *S. feltiae*, *S. affine*, *S. anatoliense* (yeni tür) ve *H. bacteriophora* türlerini izole etmişlerdir. Kepenekci (2002)'nin Akdeniz Bölgesi'nde yürüttüğü çalışmada, 15

ayrı alandan 52 adet toprak örneği alınmış ve tespit edilen türlerden *S. carpocapsae*'nin Türkiye nematod faunasına yeni kayıt niteliğinde olduğu belirlenmiştir.

Daha sonra yapılan bazı çalışmalarda bazı EPN türlerinin Türkiye için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir. Canhilal ve ark. (2014), Adana ve Kahramanmaraş illerinde farklı habitatlarda (ormanlık alan, çayır-mera, tarla bitkileri üretim alanı, sebze üretim alanı ve bağ-bahçe) EPN'lerin tespiti ve yaygınlıklarını belirlemişlerdir. Çalışmada *Heterorhabditis indica* ve *S. litorale* türlerinin Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir. Gökçe ve ark. (2014), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2009-2012 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları kapsamında Türkiye için ilk kayıt niteliğinde olan *S. kraussei* türünü ortaya koymuşlardır.

Bu güne kadar ekonomik öneme sahip bazı zararlı grupları üzerinde ülkemizde tespit edilen EPN'lerin etkileriyle ilgili son yıllarda çalışmalar giderek artmıştır (Kepenekci, 2004; Kepenekci ve ark., 2004a, b; Kepenekci ve Susurluk, 2006a, b; Koçak ve ark., 2007; Kepenekci ve ark., 2002; Gökçe ve ark., 2003; Kepenekci ve Halıcı, 2004; Evlice ve ark., 2007; Kepenekci ve ark., 2007; Kepenekci ve Evlice, 2009). Yapılan çalışmalar ülkemiz gibi tür çeşitliliği yüksek birbirinden farklı bölgelere sahip bir ülke için yeterli düzeyde değildir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarından elde edilen ümitvar sonuçların doğa çalışmalarına aktarılması son derece önemlidir.

EPN'lerin birçok zararlı grubuna karşı etkinliği laboratuvar ve tarla/bahçe çalışmaları ile ortaya konulmuş olmasına karşın Süne ve Kıvımlı'nın yer aldığı takıma ait zararlılar ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalar içerisinde Süne ile ilgili ilk çalışmalar ülkemizde yapılmış ve laboratuvar koşullarında ümitvar sonuçlar elde edilmiş olup devamında daha ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapılıp doğa çalışmalarına geçilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Kepenekci, 2004; Koçak ve ark., 2007; Canhilal ve ark., 2007). Gün geçtikçe yeni EPN tür ve ırklarının tespit edildiği ülkemizde bu zararlı grubuna karşı etkinlik çalışmalarının yapılıp doğa çalışmalarına geçilmesi önem arz etmektedir.

Ülkemizde Süne parazitleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Gaziantep ili kışlak alanlarında yürütülen bir çalışma sonucu 2008 ve 2009 yıllarında Süne (*E. integriceps*)'de parazitlenmenin sırayla dişi bireylerde %13.8 ve %16.0, erkek

bireylerde ise %7.5 ve %7.1 oranında olduğunu bildirmişlerdir (Tarla ve ark., 2010). Memişoğlu ve Özer (1994) tarafından Ankara ilinde Avrupa Sünesi (*E. maura* L., Hemiptera:Scutelleridae)'nin doğal düşmanlarının araştırıldığı çalışmada, parazitik nematod *Agamermis* sp. tarafından parazitlenme oranının 1983 yılında %15.45, 1984 yılında ise %7.22 olduğu ve ayrıca ilk yıl kışlaklarda inişler başladıktan sonra 26 Mayıs tarihinde kışlaklarda toplanan bireylerde %37.93 oranında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da verildiği üzere kışlaklarda inişler başladıktan sonra nematodlu bireylerin iniş yapmamaları nedeniyle kışlaklardan toplanacak olan bireylerde parazitlenme oranı yüksek olmaktadır.

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi kışlak alanlarında EPN türlerinin belirlenmesi, Süne ve Kıvıml ile mücadelede EPN'lerin kullanılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda EPN'lerin laboratuvar (*in vitro*) ve doğa koşullarında (*in vivo*) Süne ve Kıvıml popülasyonu üzerindeki etkinlikleri belirlenmiştir. Dünyada ilk defa bu zararlı grubuna karşı doğa çalışmaları yürütülmüştür. Kıvıml erginlerine karşı yürütülen laboratuvar çalışmaları da ilk çalışma niteliğindedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. EPN'lerin Teşhis ve Tanılama Çalışmaları

Poinar (1976) tarafından EPN türleri içerisinde en yaygın türlerden olan *Heterorhabditis bacteriophora* ilk olarak Güney Avustralya'da *Helicoverpa punctigera* Wallengren'da saptanmıştır.

Gaugler ve Kaya (1990), *H. bacteriophora*'nın, Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve Avrupa'da geniş bir yayılış alanı gösterdiğini, dünyanın değişik ülkelerinde çok sayıda böcek türünde ve toprakta tespit edildiğine dair kayıtlar olduğunu, 22 adet ırkının tespit edildiğini açıklamıştır.

Özer ve ark. (1995), Türkiye'de EPN'lerle ilgili ilk çalışmayı yapmışlardır. Araştırmada, birçok alandan alınan toplam 106 toprak örneğinin 5 tanesinden EPN izole edilmiştir. Çalışma sonucunda *Steinernema feltiae* türünün Rize ilinden alınan toprak örneklerinden elde edildiği bildirilmiştir.

Hominick ve ark. (1997) yaptıkları bir çalışmada, yirmi ikisi *Steinernema* cinsine ait, biri *Neosteinernema* cinsine ait, sekizi *Heterorhabditis* cinsine ait olmak üzere toplam 31 EPN türünün olduğunu belirlemişlerdir. Bu sayı günümüzde 80'e çıkmıştır (68 *Steinernema*; 1 *Neosteinernema* ve 11 *Heterorhabditis*). Bu da son yıllarda EPN'lerle ilgili çalışmaların hız kazandığını göstermektedir.

Kepenekci ve ark. (1999) tarafından Aksaray ili Ekecik kışlağında toplanan Kımıl (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonlarında *Heterorhabditis bacteriophora* saptanmış olup morfolojik ve morfometrik özellikleri belirlenerek orijinal tanımı ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada saptanan bu EPN ülkemiz açısından *Heterorhabditis* cinsine ait ilk kayıttır.

Kepenekci ve Susurluk (2000) yaptıkları çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampüs alanından alınan toprak örnekleri içerisinde *Heterorhabditis marelatus* Lui and Berry, 1996'yı tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, çalışmada saptanan *H. marelatus*'un Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğunu bildirmişlerdir.

Susurluk ve ark. (2001), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampüs alanından alınan toprak örneklerinden 2 Heterorhabditid nematod (TUR-H1 ve TUR H2) izole etmişler ve bunların *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait olduklarını belirlemişlerdir.

Keşen (2002) tarafından Akdeniz Bölgesi'nde yürütülen çalışmada, 15 ayrı alandan 52 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, üç pozitif örnekte birinde *Heterorhabditis bacteriophora* ve ikisinde *Steinernema carpocapsae* tespit edilmiş, bu türlerin morfolojik özellikleri verilmiş, tespit edilen türlerden *S. carpocapsae* Türkiye faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir.

Hazır ve ark. (2003a) tarafından yapılan bir çalışmada, Kars ilinden alınan toprak örneklerinden elde edilen yeni bir entomopatojen nematod türünün tanımlanması yapılmış, yeni türe Anadolu'ya gelen *Steinernema anatoliense* adı verilmiştir. Bu nematod Türkiye'den bildirilmiş ilk yeni EPN türüdür.

Ünlü ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Hacettepe Üniversitesi Beytepe kampüsünden (Ankara) 80 toprak örneği almışlar ve çalışma sonucunda Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod türü olan *Steinernema weiseri*'yi tespit etmişlerdir.

Gökçe ve ark. (2011), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nden 2009 yılında toplanan *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarından entomopatojen nematodları izole etmişlerdir. Çalışmada, izole edilen nematodların *Steinernema websteri* türüne ait olduğu belirlenmiş, bu nematodla ilişkili simbiyotik bakteri %99 benzerlik ile *Xenorhabdus nematophila* olarak tanımlanmıştır.

Canhilal ve ark. (2014), Adana ve Kahramanmaraş illerinde çeşitli doğal alanlarda EPN'lerin tespiti ve yaygınlıklarını belirledikleri çalışmada, 400 toprak örneğinden 36 örnekte EPN tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 36 örnekte, 14'ü *S. feltiae*, 12'si *S. littorale*, 8'i *H. bacteriophora* ve 2'si *H. indica* olarak tanımlanmıştır. *H. indica* ve *S. littorale* Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğindedir.

Gökçe ve ark. (2014), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2009-2012 yılları arasında yaptıkları arazi çalışmalarında *Galleria* tuzak yöntemi kullanarak bir *Steinernematid* türü izole etmişlerdir. Bu izolat morfolojik ve moleküler özelliklerine

göre *Steinernema kraussei* olarak tanımlanmıştır. *S. kraussei* türü Türkiye için ilk kayıttır.

Gürel (2015), Düzce ili fındık bahçelerinde yaptığı çalışmada, alınan 333 toprak örneğinden 28 adet EPN izolatu elde etmiştir. Elde edilen izolatların 22'si *H. bacteriophora*, 3'ü *S. feltiae*, 2'si *S. carpocapsae*, 1'i *S. affine* olarak belirlenmiştir.

2.2. EPN'lerle Yapılan Etkinlik Çalışmaları

Filipjev 1934'e ve Bovren 1937'e atfen Wouts (1991), nematodların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmesine yönelik ilk çalışmaların Amerika'da 1932 yılında başlatıldığını, bu ülkede saptanan EPN'lerden *S. glaseri*'nin, *Popillia japonica* Newn. larvalarına karşı tarla denemelerinde kullanıldığını belirtmiştir.

Wouts (1991), EPN'lere karşı hassas böcek sayısının sınırsız denecek kadar fazla olduğunu, bazı araştırmacılar tarafından bu nematodların biyolojik aktivitelerinin laboratuvar ve tarla denemeleri yapılarak belirlendiğini ve bir liste hazırlandığını, bu listeye göre etkinliği en yüksek olan türün *S. carpocapsae* olduğunu bildirmiştir.

Hazır ve ark. (2003b)'na göre bazı EPN türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türler sadece tek bir böcek takımını enfekte edebilmektedir. Bu durumda yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarında en önemli unsur hedef konukçuya karşı en etkili nematod türünü tespit etmektir.

Kepenekci ve ark. (2004a) tarafından yapılan Kestane meyve kurdu [*Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)] larvalarına karşı üç EPN türüne ait dört ırkın [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı), *S. feltiae* (Tur-S3 ırkı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 and Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)] etkinliği üç ayrı sıcaklık (10, 15 ve 25°C) ve üç ayrı konsantrasyonda (100, 500 ve 1000) araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkının, test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olduğu ortaya konmuştur.

Kepekci (2004), Süne [*Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Scutelleridae)] erginlerine karşı iki EPN türüne ait üç ırkın [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)] etkinliğini araştırmıştır. Araştırma sonucunda *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olarak bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda Süne erginlerinde *S. carpocapsae*, Tur-H1 ve Tur-H2'nin sırasıyla %55, %69 ve %95 ölüme neden olduğu ve zararlının mücadelesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Kepekci ve Susurluk (2006b), Türkiye'de daha önce tespit edilen EPN'lerden *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın (All type ve S3) Kiraz sineği *Rhagoletis cerasi* L. ve Akdeniz meyve sineği *Ceratitidis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) pupaları üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında üç farklı konsantrasyonda [25, 50 ve 100 enfektif larva (IJ)/0.2 ml steril su] ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) ortaya koymuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek etki, 25°C ve 100 IJ/0.2 ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, *R. cerasi* için %16.6 ve S3'de %23.3; *C. capitata* için %33.3 ve S3'de %40 ölüm kaydedilmiştir. Bu sonuçlar ışığında araştırmacılar, söz konusu olan EPN'lerin Kiraz sineği ve Akdeniz meyve sineğine karşı uygulanacak entegre mücadele çalışmalarında kullanılmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Canhilal ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Süne (*Eurygaster integriceps* Puton) erginlerine karşı Suriye'den izole edilen beş farklı *Heterorhabditis bacteriophora* (Musherphe, Tabeh-gazira, El Rattla-1, El Rattla-2 ve Ariha) izolatı ile *Steinernema riobravae* Texas, *S. carpocapsae* C3B ve *H. bacteriophora* 8-14 izolatlarının etkinliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar, laboratuvar koşullarında 25°C'de petri kapları içerisine 5 adet Süne ergini bırakıldıktan sonra her bir Süne erginine 50, 100, 200 ve 400 IJ gelecek şekilde uygulama yapmışlardır ve %30 ile %90 arasında değişen oranlarda farklı ölüm oranları elde etmişlerdir. Yapılan denemenin beşinci gün gözlemleri sonucunda, en yüksek ölüm oranının 400 IJ uygulaması ile *Steinernema riobravae* Texas izolatında (%90), en düşük ölüm oranının ise 50 IJ uygulaması ile *Heterorhabditis bacteriophora* Musherphe izolatında (%30) görüldüğü bildirilmiştir.

Evlice ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, ülkemizde daha önce tespit edilen EPN'lerden *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1) ve *H. bacteriophora* (Tur-H2)'nin Elma iç kurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]'nun son dönem larvalarına olan etkisi laboratuvar koşullarında test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Elma iç kurdu larva ölüm oranları uygulamadan 96 saat sonra *H. bacteriophora* (Tur-H1)'da 25, 50 ve 100 IJ'deki etkiler 15°C'de sırasıyla %5, %10, %10; 25°C'de sırasıyla %72.2, %92.5, %94.4 olarak; *H. bacteriophora* (Tur-H2)'da ise 15°C'de sırasıyla %5, %12.5, %20; 25°C'de ise yine sırasıyla %91.7, %100 ve %100 olarak tespit edilmiştir.

Koçak ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, Süne (*Eurygaster maura* L.) erginlerine karşı farklı *S. feltiae* ırklarının (All ve S3) etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada 25, 50 ve 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonlarında ve üç farklı sıcaklıktaki (10, 15 ve 25°C) uygulamadan 72 ve 96 saat sonra sayım yapılmıştır. *S. feltiae* (All) 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonunda ve 25°C'de %63.8 etki gösterirken, aynı konsantrasyon ve sıcaklıkta *S. feltiae* (S3) %74 etkili bulunmuştur.

Yılmaz ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, dört yerel entomopatojen nematod izolatının (*Steinernema carpocapsae* B122, *S. feltiae* B1, *Heterorhabditis bacteriophora* M3 and *H. megidis* P69) laboratuvar koşullarında 3 farklı sıcaklıkta (15, 23 ve 28°C) Avrupa mayıs böceği (*Melolontha melolontha* L.) larvalarına karşı virülansını belirlemişlerdir. Çalışmada, en yüksek ölüm oranı 23°C'de *H. bacteriophora* M3 (%91.2), 15°C'de *S. feltiae* (%75.7) ve 28°C'de *H. bacteriophora* M3 (%64.6) olarak tespit edilmiştir.

Gökçe ve ark. (2011), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nden *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarından izole ettikleri *Steinernema websteri* türünün *A. segetum* üzerindeki etkisini plastik kaplarda test etmişlerdir. Araştırma sonucunda, laboratuvar koşullarında enfeksiyondan sonra 6 gün içerisinde 500 IJ/g kum konsantrasyonunda %100 ölüm meydana geldiği belirlenmiştir.

Gözel ve Güneş (2013), Mısır koçan kurdu *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarına karşı üç farklı entomopatojen nematod izolatının farklı sıcaklıklarda olan etkinliklerini araştırdıkları deneme sonucunda larva ölüm oranlarını

15°C’de, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* için sırası ile %48, 56 ve 14 olarak tespit etmişlerdir. Bu oranı 20°C’de, %62, 76 ve 50, 25°C’de, %82, 90 ve 90, denemede kullanılan en yüksek sıcaklık olan 30°C’de ise %82, 92 ve 94 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, sıcaklığın artması ile birlikte EPN aktivitesinin de arttığını, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*’nin tüm sıcaklıklarda birbirine yakın sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır.

Kepenekci ve ark. (2013)’nin Türkiye’de tespit edilmiş entomopatojen nematodlardan, *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*’nın Patates güvesi *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. Çalışmayı, 100, 500 ve 1000 IJs olmak üzere farklı konsantrasyon, üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) yapmışlardır. Ayrıca çalışmada EPN tarafından enfekte edilmiş kadvralar da kullanılmıştır. Çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırasıyla %96 ve 80 larva ölümüne neden olmuştur. Kadavra içinde EPN uygulamaları hariç, *S. feltiae*’nin %40’dan yüksek ölüme sebep olmadığı ortaya konmuştur. 25°C’de kadavra uygulamalarında, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*’nin sırasıyla %97, %83 ve %67 Patates güvesi larva ölümüne neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) en yüksek etkiye sahip bulunmuş ve Patates güvesi mücadelesinde ümitvar bir biyolojik mücadele etmeni olduğu ortaya konmuştur.

Gökçe ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’nin Doğu Karadeniz Bölgesi’nden alınan topraklardan izole edilen *Steinernema kraussei* Türkiye izolatu’nun, *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidea) larvaları üzerindeki insektisidal aktivite çalışmaları laboratuvar koşullarında 25°C’de farklı dozlarda (100, 300 ve 500 IJ/g kum) test edilmiş, en yüksek ölüm oranı inokülasyondan 7 gün sonra %98 olarak belirlenmiştir.

Gülcü ve ark. (2014a), domatesin önemli zararlılarından olan Yeşil kurt, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)’un 1. ve 2. dönem larvalarına karşı laboratuvar koşullarında entomopatojen nematodların etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada, *Steinernema feltiae* (96-Bursa) izolatu, *S. feltiae* (113-Balıkesir) izolatu, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) izolatu, *Heterorhabditis bacteriophora* (44-Çanakkale) izolatu ve *H.*

bacteriophora (1144-Sakarya) izolatının *H. armigera* larvaları üzerindeki etkinliği 3 farklı uygulama yoğunluğunda (10, 50 ve 100 IJs) ve 25°C’de ortaya konulmuştur. EPN uygulamasından 72 saat sonra *H. armigera* larvaları kontrol edilerek ölüm oranları belirlenmiştir. Denemelerde *S. feltiae* (96-Bursa) 10 IJs yoğunluğunda %75, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100, *S. feltiae* (113-Balıkesir) 10 IJs nematod yoğunluğunda %25, 50 IJs nematod yoğunluğunda %95.83 ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %91.66, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) 10 IJs nematod yoğunluğunda %62.5, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100, *H. bacteriophora* (44-Çanakkale) 10 IJs nematod yoğunluğunda %95.8, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100 ve *H. bacteriophora* (1144-Sakarya) uygulamasında 10 IJs nematod yoğunluğunda %91.66, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %100 ölüm meydana gelmiştir.

Gülcü ve ark. (2014b), *Spodoptera ciliium* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarına karşı Türkiye’den izole edilen yerel entomopatojen nematodlardan *S. carpocapsae* (Rize), *S. feltiae* (Aydın), *S. weiseri* (Ankara), *H. bacteriophora* (Aydın) ve *H. bacteriophora* (Sarıgerme) izolatlarının etkinliklerini araştırdıkları denemede %100’e yakın ölüm oranları tespit etmişlerdir. Araştırmada, çimler üzerinde yapılan uygulamada ise *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* (Sarıgerme) izolatlarının ayrı ayrı %77 ve %29 oranında ölümlere sebep olduğu bildirilmiştir.

Atay ve Kepenekci (2015), üç yerli EPN türünün (*S. feltiae*, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora*) Tokat ilinde önemli bir yonca zararlısı olan *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae)’a karşı etkinliğini laboratuvar koşullarında ortaya koymuşlardır. EPN solüsyonlarını 3 konsantrasyon (500, 1000, 5000 IJs ml⁻¹) ve 2 sıcaklık (15 ve 20°C)’da uygulamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda *S. carpocapsae* türünün tüm konsantrasyonlarda en yüksek ölüm oranlarına (%80.43, 83.43, 82.15) sahip olduğunu ve sıcaklık artışına bağlı olarak ölüm oranlarının da arttığını belirlemişlerdir.

Gülcü (2015), Türkiye topraklarından daha önce elde edilmiş olan EPN’lerden; iki farklı *Steinernema* türü, dört farklı *S. feltiae* izolatı ve dört farklı *H. bacteriophora* izolatının *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerindeki üç farklı uygulama yoğunluğunda 25°C’de etkinliği ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Araştırmacı,

72 saat sonunda Yeşilkurt larvalarını kontrol etmiş ve *S. feltiae* (113 nolu izolat)'nin 10 IJ yoğunluğunda *H. armigera* larvalarına karşı enfektivitesi en düşük, *S. feltiae* (155 nolu izolat)'nin ise enfektivitesi en yüksek izolat olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, 50 ve 100 IJ yoğunluğundaki nematod uygulamalarında ölüm oranlarının *S. feltiae* (113 nolu izolat)'da %91.65, *S. carpocapsae*'de %100, *S. affine*'de %95.83-100 olduğu görülmüştür. *H. bacteriophora* izolatlarından 10 IJ uygulamasında, *H. bacteriophora* (17 nolu izolat)'nin *H. armigera* larvalarında düşük ölüme (%83.33) neden olduğu görülmüştür. *H. bacteriophora* (13 nolu izolat), tüm yoğunluklarında Yeşilkurt larvalarında %100 ölüme neden olmuştur. Saksı denemelerinde, EPN'lerin Plate denemelerine oranla daha düşük oranlarda etkinlik gösterdiği gözlemlenmiştir. *S. affine*'nin 100 IJ uygulamasının ise larvalarda %100 ölüme neden olduğu çalışma sonucu ortaya konmuştur.

Gürel (2015), Düzce ili fındık bahçelerinde yaptığı çalışmada elde ettiği *H. bacteriophora*, *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. affine* türlerini üç sıcaklık (10, 15, 25°C) ve bir uygulama dozunda (250 IJ/larva) Fındık kurdu, *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) larvalarına karşı uygulamıştır ve 25°C'de *H. bacteriophora*'nın Fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği %90.9 ölüm oranı ile diğer nematodlara göre daha etkili olduğunu tespit etmiştir.

Marrero ve ark. (2015), Küba (Matanzas)'da Soya fasulyesinde zararlı *Piezodorus guildinii* West ve *Nezara viridula* (L.) ergin ve nimflerine karşı *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar)'nın etkinliğinin test edildiği laboratuvar çalışmasında, 25°C sıcaklıkta 24 saat sonunda %80, 48 saat sonunda %100 ölüm meydana geldiğini belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı laboratuvarından temin edilen EPN kültürleri [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)], EPN'lerin kitle üretiminde kullanılan *Galleria mellonella* (L.) larvaları, kışlaklardan toplanan Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) ve Kımlı (*Aelia rostrata* Boh.) erginleri, kışlaklardan alınan toprak örnekleri, kapaklı plastik kaplar, pülverizatör, laboratuvar araç-gereçleri oluşturmuştur.

Kışlak alanlarında yapılan sürveyler sonucu herhangi bir EPN'ye rastlanılmadığından dolayı, önceki çalışmalarda belirlenmiş olan EPN izolatları bu çalışmada kullanılmıştır. *Steinernema feltiae* (izolat 09-31) Aydın ilinde sebze alanlarından ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) ise Aydın ilinde şeftali bahçelerinden alınan örneklerden elde edilmiştir.

Çalışmalar Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Zararlıları Bölümü, Nematoloji laboratuvarı ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sürvey çalışmaları

Kışlak alanlarında Süne ve Kımlı erginlerinin yoğunluklarının belirlenmesi ve ölü bireylerin örnekleme

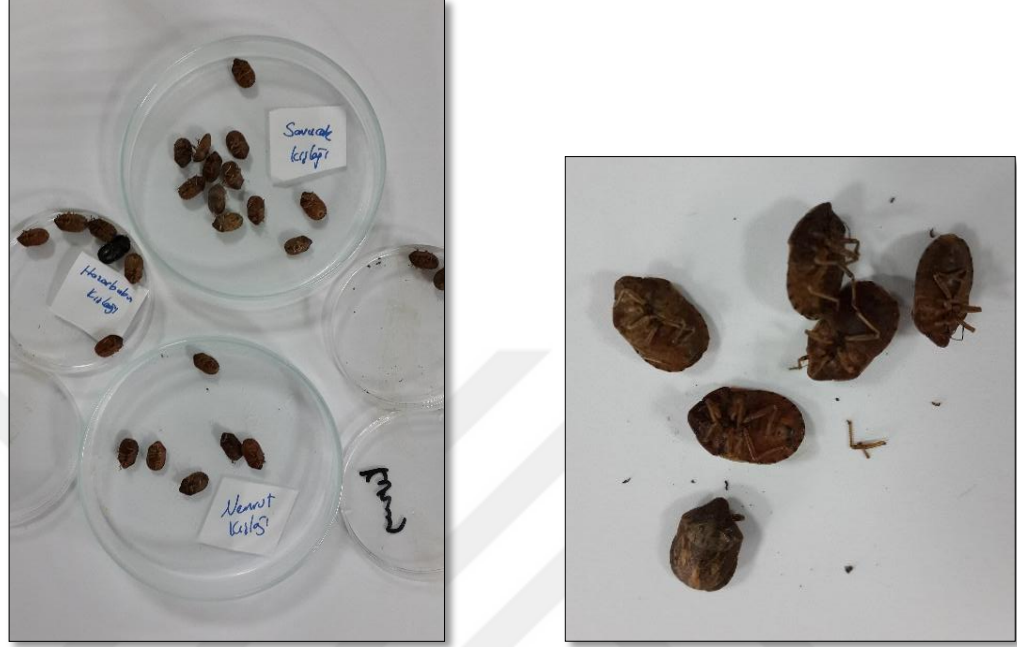
Çalışma kapsamında 2015 ve 2016 yıllarında Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün sorumluluk alanına giren 3 ilde (Diyarbakır, Adıyaman ve Elazığ) toplam 5 ayrı kışlakta (Diyarbakır Karacadağ ve Savucak kışlağı; Adıyaman Nemrut ve Ulubaba kışlağı; Elazığ Hazarbabası kışlağı) örnekleme çalışmaları yapılmıştır.

Bu amaçla Süne ve Kımlı yoğunluklarını belirlemek ve ölü bireyleri örneklemek amacıyla 2015 yılının Ekim-Kasım aylarında sonbahar kışlak sürveyi ve 2016 yılının Mart-Nisan aylarında ilkbahar kışlak sürveyi yapılmıştır. Süne ve Kımlı yoğunluklarını belirlemek için Kirpi otu (*Acantholimon* spp.) ve Kirpi geven (*Astragalus* spp.) gibi bitkilerin bulunduğu kışlaklarda 15-20 adımda bir rastgele seçilen orta boydaki bitkilerin en az 8 adedi kesilerek bitki sayısı üzerinden sayımlar yapılmıştır. Sayımlarda bitki artıkları ve toprağın 2-10 cm derinliğine kadar olan bölümde kışlayan erginlerin sayımı yapılmıştır (Şekil 3.1). Süne sayımlarının yapıldığı kışlak alanları ve yıllara göre bitki başına düşen ortalama birey sayıları kaydedilmiştir.



Şekil 3.1. Kışlak alanlarında Kirpi geven bitkileri altından Süne sayımı

Aynı zamanda kışlaklardaki sayımlar sırasında, EPN'ler tarafından enfekte edildiği düşünülen özellikle ölü ve renklerinde değişiklik görülen (sarımtırak veya kırmızı olan) Süne'ler kışlaklardan toplanarak laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kışlaklardan toplanan enfekte olduğu düşünülen ölü Süne erginleri

Kışlak alanlarından toprak örneklerinin alınması

Diyarbakır Karacadağ ve Savucak kışlağı; Adıyaman Nemrut ve Ulubaba kışlağı; Elazığ Hazarbaba kışlağında yürütülen sonbahar ve ilkbahar kışlak sürveylerinde örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Proje kapsamındaki bu kışlaklarda bulunan olası EPN'lerin elde edilmesi için toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri alınırken özel yapılmış toprak alma aleti kullanılarak, özellikle Süne'lerin kışladığı Kirpi otu ve Kirpi geven gibi bitkilerin altından yüzeyden başlanıp ilk 20 cm derinliğe kadar olan kısımdan toprak örnekleri toplanmıştır (Şekil 3.3). Polietilen torbalara bırakılan toprak örneklerinin etiket bilgileri yazılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı kışlaklar ve alınan örnek sayıları Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Kirpi otu ve Kirpi geven bitkileri altından toprak örneklerinin alınması

Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin alındığı kışlaklar ve alınan örnek sayıları

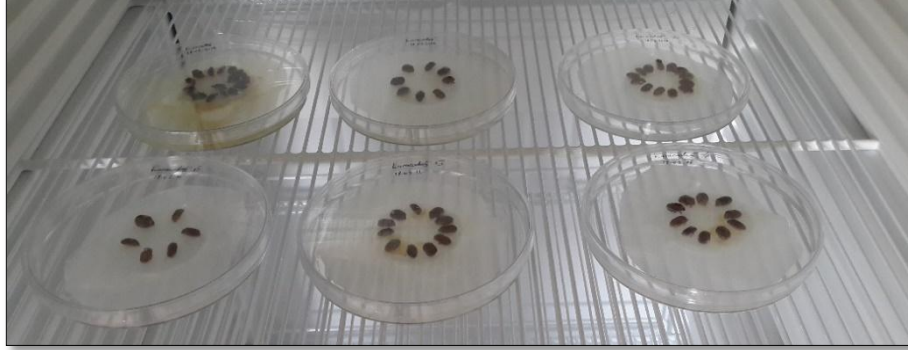
İller	Kışlak alanları	Örnek sayısı
Diyarbakır	Karacadağ kışlağı	53
	Savucak kışlağı	37
Adıyaman	Nemrut kışlağı	23
	Ulubaba kışlağı	30
Elazığ	Hazarbaba kışlağı	24
Toplam		167

3.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Kışlak alanlarından toplanan ölü bireylerden entomopatojen nematodların (EPN) izolasyonu

Kışlaklardan toplanarak laboratuvara getirilen, EPN'ler tarafından enfekte edildiği düşünülen ve rengi sarımtırak veya kırmızı olan ölü kadavralardan EPN'lerin izole edilmesi için White tuzak metodu kullanılmıştır. Ölü bireyler, EPN çıkışı gözlemlenebilmesi için White tuzak düzeneklerine aktarılmıştır (White, 1927). White tuzak, 9 cm'lik petri içerisine 6 cm'lik petrinin kapağı ters çevrilerek yerleştirilmiş ve üzerine steril kurutma kağıdı konularak oluşturulmuştur. Büyük petrinin içerisine küçük boy petri kapağı yüzecek şekilde distile su eklenmiştir. Küçük petri kapağının üzerindeki kurutma kâğıdı nemlendirilmiştir. Enfekte olduğu düşünülen kadavralar bu

ortama pensle aktarılmıştır (Şekil 3.4). Her gün yapılan kontrollerle olası EPN çıkışları takip edilmiştir.



Şekil 3.4. White tuzak düzeneklerine aktarılan ölü bireyler

Galleria mellonella (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi

Büyük balmumu güvesi olarak bilinen *G. mellonella* larvalarının son dönemleri EPN'lere hassas olduğu için uygun konukçu olarak kullanılmaktadır. EPN'leri topraktan izole etmek ve mevcut EPN kültürlerini yenilemek amacıyla EPN'lerin hassas konukçusu olan *G. mellonella* larvaları yetiştirilmiştir. Bu larvaların yetiştirilmesi için özel besin ortamı hazırlanmıştır. Bu amaçla 890 g un, 445 g buğday kepeği, 445 g süt tozu, 222 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin ve 500 g bal kullanılmıştır. Önce un ve buğday kepeği sterilize edilmiştir. Un, kepek, süt tozu ve maya karıştırıldıktan sonra bal ile gliserin bu karışım üzerine dökülerek iyice karıştırılmıştır (Haydak 1936; Mohamed ve Coppel, 1983). Kapaklarına alüminyum tel geçirilmiş 1000 ml'lik cam kavanozlara hazırlanan besin ortamından 1 cm yüksekliğinde konularak üzerine *G. mellonella* yumurta kümesi yerleştirilmiştir. Bu yumurtalardan larvaların çıkışı ve gelişmesi için kavanozlar 23-24°C'ye ayarlı 16/8 saat aydınlatmalı böcek yetiştirme dolaplarına yerleştirilmiştir (Şekil 3.5). Belli bir süre sonra elde edilen son dönem *G. mellonella* larvalarının bir kısmı laboratuvarlarımızda mevcut EPN'lerin kitle üretiminde ve kışlak alanlarından alınan toprak örneklerinden EPN'lerin elde edilmesinde kullanılırken bir kısmı ise kültürün devamı için ergin olmaya bırakılmıştır.



Şekil 3.5. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi

Kışlak alanlarından alınan toprak örneklerinden entomopatojen nematodların (EPN) izolasyonu

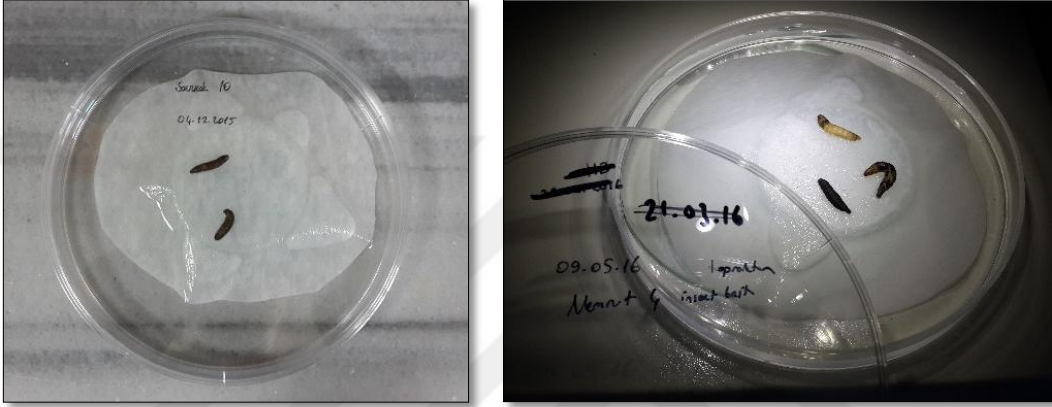
Toprakta bulunan EPN'lerin izole edilmesinde kullanılan en yaygın yöntem "tuzak böcek" adı verilen yöntemdir. Bu yöntemle, EPN'lere duyarlı bir konukçunun toprakta bekletilerek nematod tarafından enfekte olması sağlanmaktadır (Bedding ve Akhurst, 1975).

Kışlak alanlarında alınarak laboratuvara getirilen toprak örneklerinden olası EPN'leri izole etmek için tuzak böcek yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla toprak örnekleri 60 ml'lik kapaklı plastik kaplar içerisine doldurulmuş ve içerisine 2-5 adet son dönem *G. mellonella* larvaları konulmuştur (Şekil 3.6). Kapakları kapatılarak oda sıcaklığında (23-24°C) ve karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Kaplar her gün alt üst edilerek larvaların toprak ile teması sağlanmıştır.



Şekil 3.6. Tuzak böcek yöntemi ile EPN'lerin topraktan izolasyonu

Üçüncü günden sonra kaplar her gün açılarak kontrol edilmiş ve enfekte olan *G. mellonella* larvaları White tuzak düzeneklerine aktarılmıştır (White, 1927). Enfekte olan *G. mellonella* larvalarından dışarı çıkan nematodlar toplanarak yeniden *G. mellonella* larvaları üzerinde entomopatojen olup olmadıkları test edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. White tuzak düzeneklerine aktarılan, toprakta enfekte olmuş *G. mellonella* larvaları

Entomopatojen nematodların (EPN) üretimi

EPN'lerin sürekli üretilmesi ve bakımı

EPN'lerin üretilmesi için son dönem *G. mellonella* larvaları kullanılmıştır. EPN'ler tarafından enfekte olan *G. mellonella* larvalarından White tuzak metodu kullanılarak EPN'lere ait IJ (enfektif larvalar)'ler elde edilmiştir (White, 1927). EPN'lerin enfektif larvalarını elde etmek için 9 cm'lik petri kaplarının içerisine çift katlı kurutma kâğıdı yerleştirilmiş ve üzerine yaklaşık 500 IJ ml⁻¹ olacak şekilde laboratuvarımızda mevcut EPN'lere ait izolatlar verilmiştir. Bu işlemin ardından her petri kabına, kokon

örmelerini engellemek için 55°C'deki suda 15-20 saniye bekletilip 30 saniye çeşme suyu altında yıkanarak hareketsiz duruma getirilmiş, 10 adet son dönem *G. mellonella* larvası eklenmiştir. (Woodring ve Kaya, 1988). Hazırlanan petri kapları plastik poşetler içerisine konularak oda sıcaklığında (23-24°C) ve karanlık bir ortamda tutulmuştur. Larvaların enfekte olup olmadıklarını belirlemek için 2 günün sonunda kontroller yapılmış ve enfekte olan larvalar pens yardımıyla White tuzak ortamına aktarılmıştır (Koppenhöfer, 2000) (Şekil 3.8). Kadavra içerisinde üreyerek dışarı çıkan IJ'ler kadavrayı terk ederek suya geçmiştir (Şekil 3.9). Her gün kadavradan çıkış yapıp suda toplanan EPN'ler bir beherin içerisine alınarak 3 kez distile suyla yıkanmıştır. Toplanıp temizlenen nematodlar Tetrapak kutularda sulu süspansiyon halinde ve $10\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki iklim dolaplarında depolanmıştır (Gülcü ve Hazır, 2012).

Nematodların havasızlıktan ölmemeleri için haftada iki kere kutuların kapakları açılıp, nematodların içinde bulunduğu su hafif karıştırılarak havalandırılmaları sağlanmıştır. EPN'lerin aktivitelerini kaybetmemeleri için 1-2 ayda bir yeni *G. mellonella* larvalarına verilerek aynı işlem tekrarlanarak kültürler yenilenmiştir.



Şekil 3.8. White tuzak metodu kullanılarak enfektif EPN larvalarının (IJ's) elde edilmesi



Şekil 3.9. Enfekteli *G. mellonella* larvalarından çıkış yapan enfektif EPN larvaları (IJs)

EPN'lerin kitle üretimi

EPN'ler, laboratuvarında enfektivite testi çalışmalarında ve doğadaki biyolojik etki denemelerinde kullanılmak üzere, laboratuvarında kitle üretimine alınmıştır. Bu aşamada *in vivo* yöntemle IJ'ler kullanılarak nematod üretimi yapılmıştır. EPN'lere ait IJ'lerin *G. mellonella*'nın son dönem larvalarını enfekte etmesi sağlanmıştır. Büyük boy (15 cm çaplı) petriler kullanılarak hazırlanmış olan White tuzak düzeneklerinin her biri üzerine 30 adet EPN'ler tarafından enfekte edilmiş *G. mellonella* larvaları yerleştirilmiştir. Laboratuvar koşullarında (23-24°C) bekletilen düzeneklerden dışarı çıkan yeni nesil EPN'ler toplanmış ve denemelerde kullanılıncaya kadar Tetrapak kutularda 10±1°C sıcaklıktaki iklim dolaplarında depolanmıştır (Gülcü ve Hazır, 2012).

Entomopatojen nematodların (EPN) enfektivite testi çalışmaları

EPN'lerin Süne (Eurygaster integriceps) 'ye karşı etkinliğinin belirlenmesi

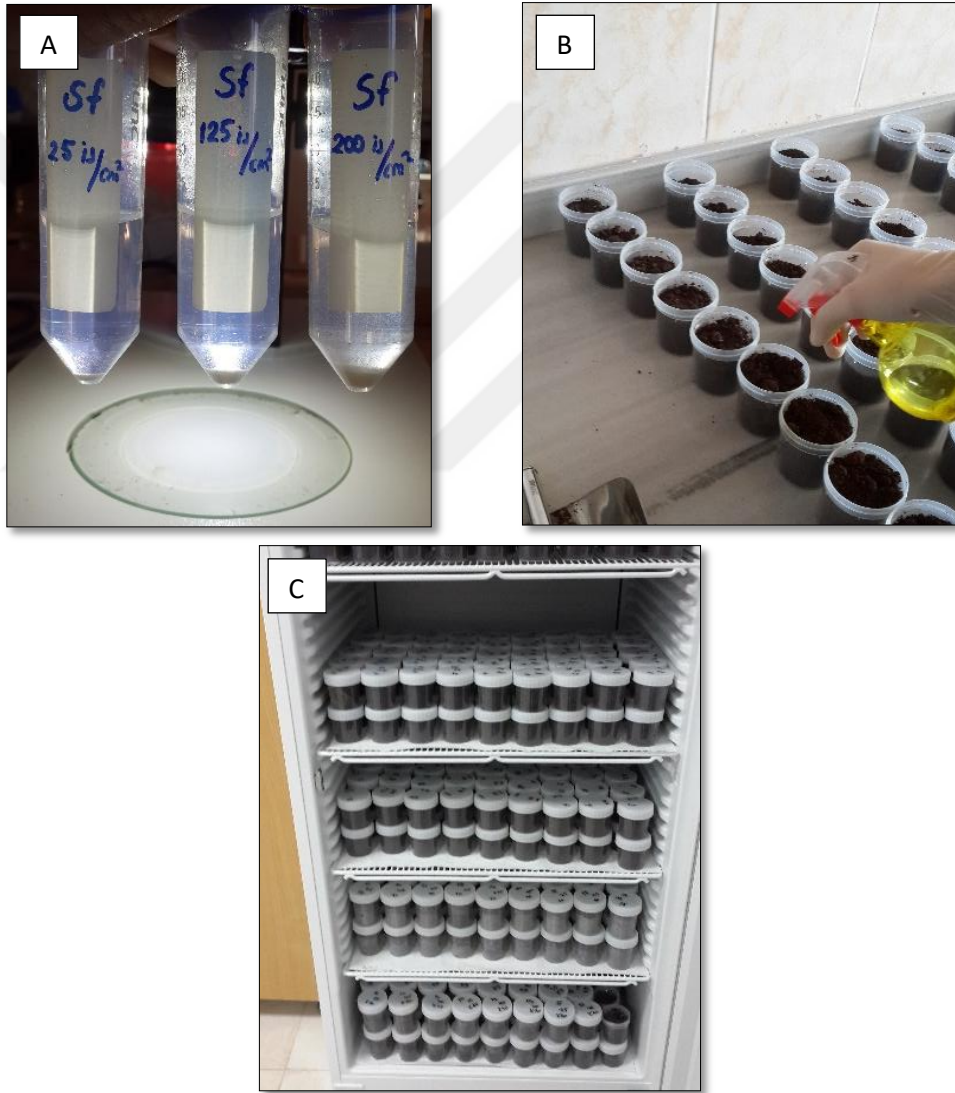
Laboratuvarda kitle üretimi yapılan entomopatojen nematod türlerinin [daha önceki çalışmalarla ülkemizde tespit edilmiş ve Süne-Kımlı dışındaki farklı zararlı gruplarına karşı etkinliği test edilmiş üç ülkesel EPN izolatı [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] Süne erginlerine karşı etkinliğinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında (*in vitro*) denemeler kurulmuştur.

Deneme öncesi, 2016 yılı sonbahar kışlak döneminde (Kasım-2016), Diyarbakır Karacadağ kışlağına çıkılarak, denemede kullanılmak üzere yeterli sayıda Süne popülasyonlarına ait erginler kışladıkları Kirpi geven bitkileri altından toplanmıştır. Deneme öncesi kışlak alanlarından alınan ve denemelerde kullanılan topraklar iki kere 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat bekletilmiştir (Smith ve Onions, 1994). 60 ml'lik kapaklı plastik kaplar [154.77 cm³ (üst taban yarıçapı=3 cm, alt taban yarıçapı=2.5 cm, yükseklik=6.5 cm)] içerisine kışlaklardan alınmış ve steril edilmiş 30 gram toprak konulmuştur (Şekil 3.10). Toprakların nem oranı %15 olarak ayarlanmıştır. Her kap içerisine 1 adet ergin Süne eklendikten sonra üzerine toprak ilave edilmiştir. Kap içerisinde böceklerin toprağın 2-3 cm derininde olması sağlanmıştır.



Şekil 3.10. Laboratuvar koşullarında (*in vitro*) kurulan denemelerde kullanılan 60 ml'lik kapaklı plastik kaplar

Deneme öncesi, kitle üretimi yapılan enfektif EPN larvalarının ışık mikroskobu altında sayımları yapılarak uygulama konsantrasyonları hazırlanmıştır. Daha sonra en etkin dozu belirlemek için 25, 125 ve 200 IJs cm^{-2} olacak şekilde nematod süspansiyonları küçük el pülverizatörü ile uygulanmıştır (Glazer ve Lewis, 2000). Uygulamalarda kapların yüzey alanı hesaplanarak cm^2 'ye düşecek nematod miktarı belirlenmiştir [3 cm (kap üst taban yarı çapı) $^2 \times 3.14 = 28.26 \text{ cm}^2$; $28.26 \times 25 \text{ IJs cm}^{-2} = 706.5 \text{ IJs}$, $28.26 \times 125 \text{ IJs cm}^{-2} = 3532.5 \text{ IJs}$, $28.26 \times 200 \text{ IJs cm}^{-2} = 5652 \text{ IJs}$]. Kontrol gruplarında ise aynı deney düzeneği kullanılmış ancak ortama sadece su verilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. EPN'lerin enfektivite testi çalışmaları [Laboratuvar koşullarında (*in vitro*) kurulan denemeler]; A: Uygulama konsantrasyonlarının hazırlanması, B: EPN'lerin küçük el pülverizatörü ile uygulanması, C: Hazırlanan kapların inkübatörde bekletilmesi

Uygulamalar yapıldıktan sonra, kaplar 15°C'lik inkübatörlerde bir hafta süreyle bekletilmiştir (Shapiro ve ark., 1999). Her nematod türü için 10 kap kullanılmış (10 tekerrürlü) ve denemeler 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Her gün yapılan kontroller sonucunda ölen bireyler White tuzak düzeneklerine alınarak olası nematod çıkışları takip edilmiştir (Şekil 3.12). On gün sonunda ölen bireylerden dışarıya EPN çıkması halinde böcek kadavraları parçalanarak ölüm nedenlerinin EPN olup olmadıkları tespit edilmiştir.



Şekil 3.12. White tuzak düzeneklerine aktarılan enfekteli Süne erginleri

15°C'de yürütülen bu çalışmalardan sonra özellikle kışlak sıcaklığına yakın üç farklı sıcaklıklarda (8-10-12°C), paralel çalışmalar aynı yöntem kullanılarak yürütülmüş ve ölüm oranları kaydedilmiştir.

EPN'lerin Kıvım (Aelia rostrata)'a karşı etkinliğinin belirlenmesi

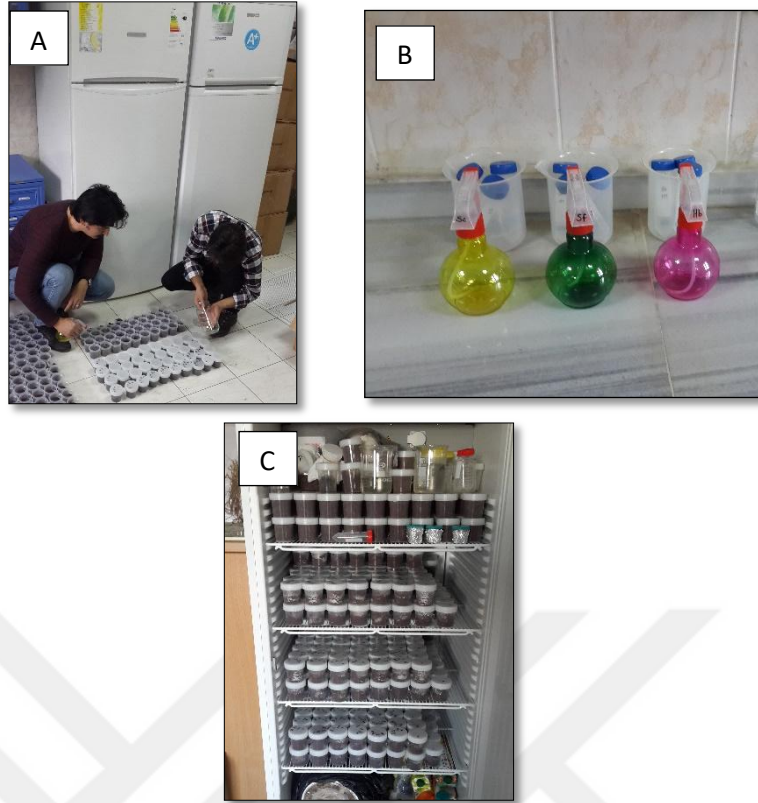
Süne popülasyonlarına karşı laboratuvar koşullarında (*in vitro*) kurulan denemelerin aynısı, Kıvım popülasyonları kullanılarak aynı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kışlak alanlarında Süne ve Kıvım erginlerinin yoğunluklarının belirlenmesi çalışmaları kapsamında, 2015 ve 2016 yıllarında survey yapılan kışlaklarda Kıvım popülasyonlarına

rastlanılmadığından dolayı; Kıymıl popülasyonları etkinlik (*in vitro*) çalışmalarında kullanılmak üzere Ankara ili Beynam kışlak alanlarından getirilmiştir.

Deneme öncesi, 2018 yılı sonbahar kışlak (Kasım-2018) döneminde, Ankara ili Beynam kışlağına çıkılarak, denemede kullanılmak üzere yeterli sayıda Kıymıl erginleri kışladıkları meşelik alanlardan toplanmıştır. Deneme öncesi kışlak alanlarından alınan ve denemelerde kullanılan topraklar iki kere 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat bekletilmiştir (Smith ve Onions, 1994). 60 ml'lik kapaklı plastik kaplar [154.77 cm³ (üst taban yarıçapı=3 cm, alt taban yarıçapı=2.5 cm, yükseklik=6.5 cm)] içerisine kışlaklardan alınmış ve steril edilmiş 30 gram toprak konulmuştur.

Toprakların nem oranı %15 olarak ayarlanmıştır. Her kap içerisine 1 adet ergin Kıymıl eklendikten sonra üzerine biraz toprak bırakılmıştır. Daha sonra en etkin dozu belirlemek için 25, 125 ve 200 IJs cm⁻² olacak şekilde nematod süspansiyonları küçük el pülverizatörü ile uygulanmıştır (Glazer ve Lewis, 2000). Uygulamalarda kapların yüzey alanı hesaplanarak cm²'ye düşecek nematod miktarı belirlenmiştir [3 cm (kap üst taban yarı çapı)² × 3.14 = 28.26 cm²; 28.26 × 25 IJs cm⁻² = 706.5 IJs, 28.26 × 125 IJs cm⁻² = 3532.5 IJs, 28.26 × 200 IJs cm⁻² = 5652 IJs]. Kontrol gruplarında ise aynı deney düzeneği kullanılmış ancak ortama sadece su verilmiştir. Hazırlanan kaplar 15°C'lik inkübatörlerde bir hafta süreyle bekletilmiştir (Shapiro ve ark., 1999). Her nematod türü için 10 kap kullanılmış (10 tekerrürlü) ve denemeler 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. EPN'lerin enfektivite testi çalışmaları [Laboratuvar koşullarında (*in vitro*) kurulan denemeler]; A: EPN'lerin küçük el pülverizatörü ile uygulanması, B: EPN'leri uygulamada kullanılan küçük el pülverizatörü, C: Hazırlanan kapların inkübatörde bekletilmesi

Her gün yapılan kontroller sonucunda ölen bireyler White tuzak düzeneklerine alınarak olası nematod çıkışları takip edilmiştir (Şekil 3.14). On gün sonunda ölen bireylerden dışarıya EPN çıkmaması halinde böcek kadavraları parçalanarak ölüm nedenlerinin EPN olup olmadıkları tespit edilmiştir.



Şekil 3.14. White tuzak düzeneklerine aktarılan enfekteli Kımıl erginleri

15°C’de yürütülen bu çalışmalardan sonra özellikle kışlak sıcaklığına yakın üç farklı sıcaklıklarda (8-10-12°C), paralel çalışmalar aynı yöntem kullanılarak yürütülmüş ve ölüm oranları kaydedilmiştir.

3.2.3. Arazi çalışmaları

Doğadaki biyolojik etki denemeleri

Laboratuvarda yürütülen çalışmalarda Süne’ye karşı etkinliği ve konsantrasyonu belirlenmiş olan EPN türünün kışlak alanlarında ve doğa koşullarında (*in vivo*) etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kışlakta biyolojik etki denemeleri yürütülmüştür.

Bu amaçla, Parsel denemeleri ve Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemeleri olarak iki farklı deneme planlanmıştır. Parsel denemelerinde laboratuvar koşullarında (*in vitro*) etkinliği en yüksek olan tür, *S. carpocapsae* deneme kapsamına alınmıştır. Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemelerinde ise her 3 EPN türü de deneme kapsamına alınarak birlikte etkileri kıyaslanmıştır.

Parsel denemeleri

Bu kapsamda Diyarbakır, Adıyaman ve Elazığ illerindeki kışlaklarda daha önce yapılan sürveyler sonucu Süne popülasyon yoğunluğunun en yüksek tespit edildiği Diyarbakır Karacadağ kışlağında, 2017 yılı sonbahar kışlak döneminde (Ekim-Kasım-2017) deneme kurulmuştur. Deneme parselleri, kışlak alanında tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir tekerrür en az 25 m² (5×5m) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.15). Seçilen alanlarda Süne popülasyonu kontrol edilerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.15. Kışlakta deneme parsellerinin kurulması

Deneme parsellerine laboratuvar denemelerinde etkinliği en yüksek bulunan EPN türü [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)] uygulanmıştır, kontrolde ise seçilen alana sadece su uygulanmıştır. EPN türünün laboratuvar ortamında ışık mikroskobu altında sayımları yapılarak hazırlanan konsantrasyonu, sırt pülverizatörü ile parsellere uygulanmıştır (şekil 3.16). Kışlak alanında deneme parsellerinden birisi içerisine, toprak nemi ve sıcaklığını kaydetmek için hobo cihazı (sıcaklık ve nem kaydedici) kurulmuştur.



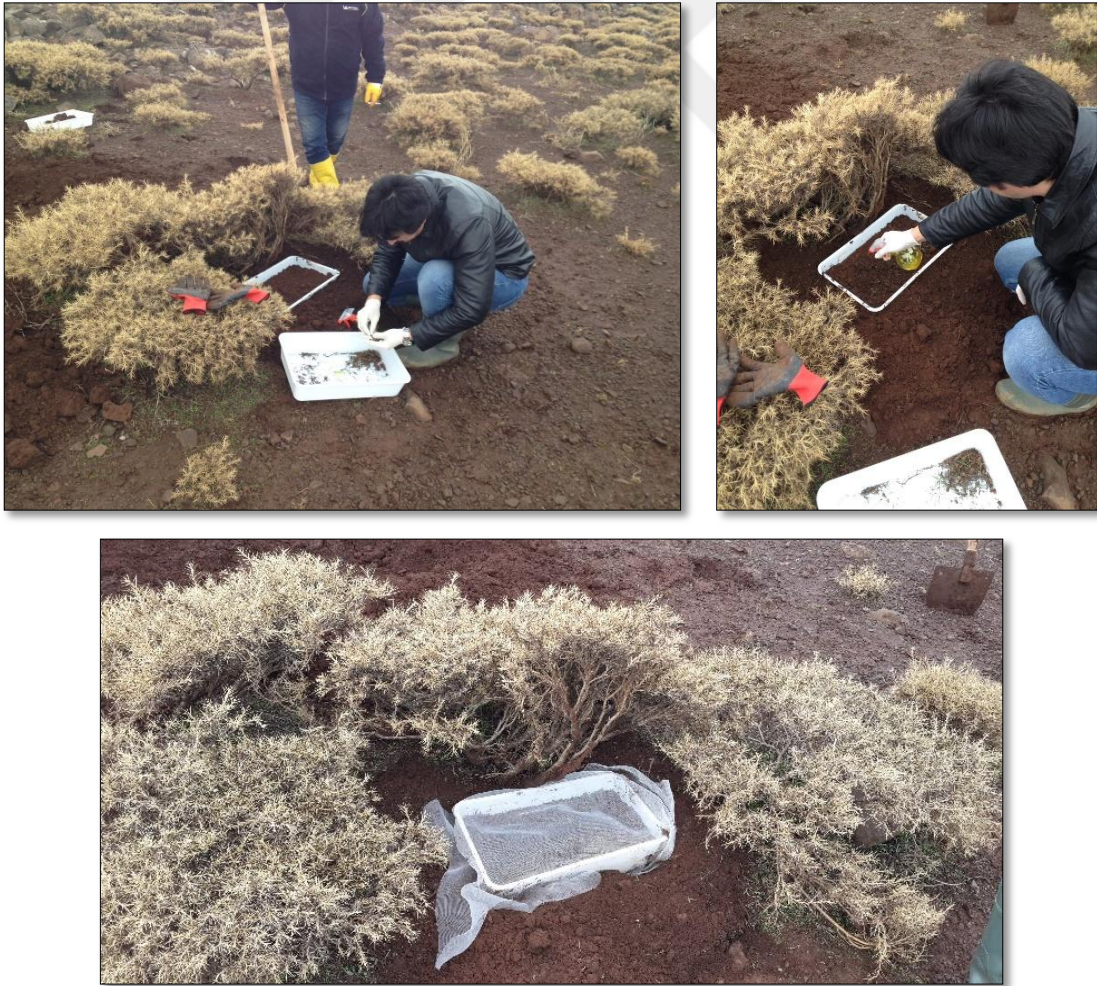
şekil 3.16. EPN'lerin sırt pülverizatörü ile deneme parsellerine uygulanması

Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemeleri

Diyarbakır Karacadağ kışlağında, 2018 yılı sonbahar kışlak döneminde (Ekim-Kasım-2018) laboratuvarda kitle üretimi yapılan tüm EPN türleri [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis*

bacteriophora (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] kullanılarak 4 tekerrürlü olarak denemeler kurulmuştur. Bu kapsamda her EPN türü için 44×29 cm ebatlarında plastik küvetler kullanılmıştır.

Uygulama öncesi EPN türlerine ait enfektif larvaların (IJs) laboratuvar ortamında ışık mikroskobu altında sayımları yapılarak uygulama dozları hazırlanmıştır. Denemede kullanılan plastik küvetin yüzey alanı hesaplanarak cm^2 'ye düşecek nematod miktarı belirlenmiştir ($44 \times 29 = 1276 \text{ cm}^2$; $1276 \times 200 \text{ IJs cm}^{-2} = 255\,200 \text{ IJs}$). Kirpi geven bitkileri yanına yerleştirilen bu plastik küvetler kışlak toprağı ile doldurulup her küvete 20 Süne ergini bırakıldıktan sonra 200 IJs cm^{-2} olacak şekilde nematod süspansiyonları küçük el pülverizatörü ile uygulanmıştır ve daha sonra üzerleri tül ile örtülmüştür (Şekil 3.17). Kontrolde ise sadece su uygulanmıştır. 7-10 günlük süre sonunda küvetlere bırakılan Süne'lerdeki ölüm oranları kaydedilmiştir.



Şekil 3.17. Plastik küvetler (44x29 cm) kullanılarak denemelerin kurulması

3.2.4. Uygulamaların değerlendirilmesi

Çalışmalarda elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Verilere ANOVA uygulanmış ve Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre karşılaştırılmıştır. Veriler SPSS istatistik yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Kışlak Alanlarında Belirlenen Süne ve Kımlı Erginlerinin Yoğunlukları

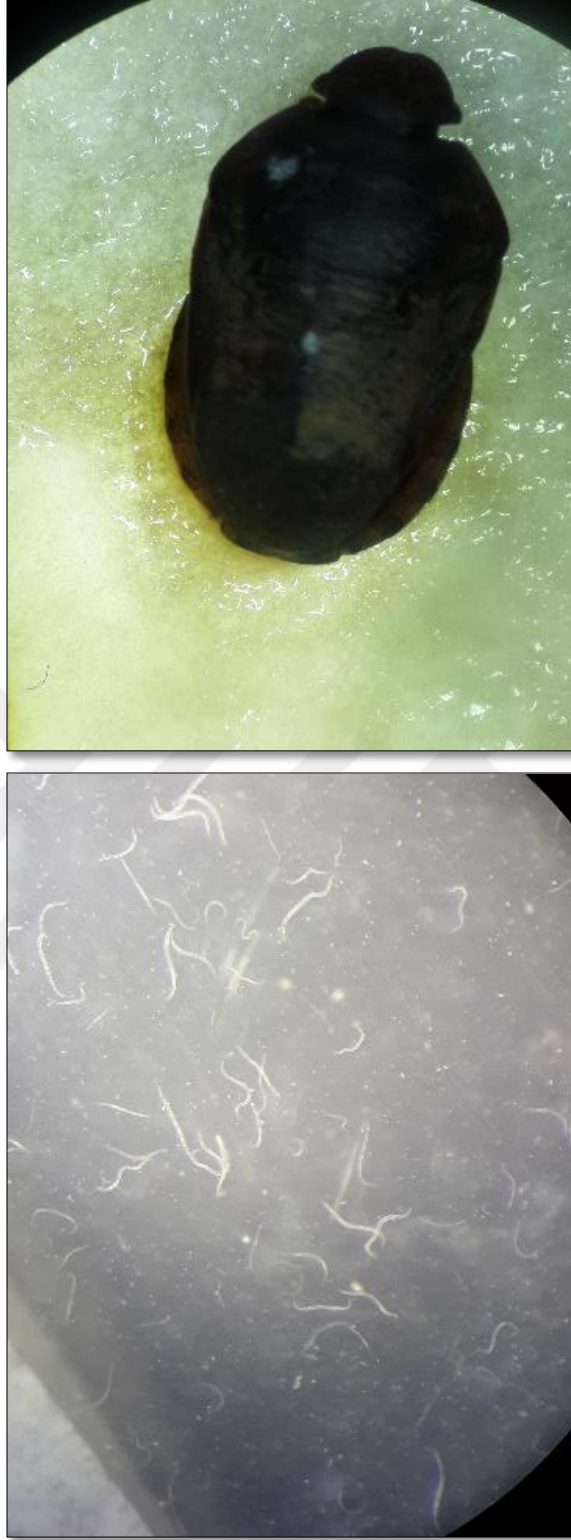
Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün sorumluluk alanına giren 3 ilde ve 5 ayrı kışlakta yapılan Süne sayımları sonucu, yıllara göre bitki başına düşen ortalama birey sayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Süne sayımlarının yapıldığı kışlak alanları ve yıllara göre bitki başına düşen ortalama birey sayısı

İller	Kışlak alanları	Bitki başına düşen ortalama birey sayısı	
		2015	2016
Diyarbakır	Karacadağ kışlağı	25.5	49.5
	Savucak kışlağı	35.5	53
Adıyaman	Nemrut kışlağı	143.7	83.7
	Ulubaba kışlağı	68.9	36.4
Elazığ	Hazarbaba kışlağı	17.8	10.3

Kışlak sürveyi çalışmaları sonuçlarına göre, 2016 yılındaki bitki başına düşen birey sayılarında 2015 yılına göre Diyarbakır Karacadağ ve Savucak kışlaklarında artışların olduğu; Adıyaman Nemrut ve Ulubaba kışlakları ile Elazığ Hazarbaba kışlağında azalışların olduğu gözlemlenmiştir. Sürvey yapılan kışlaklarda Kımlı popülasyonlarına rastlanılmamıştır. Bu nedenle EPN'lerin Kımlı'a karşı etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülen laboratuvar etkinlik (*in vitro*) çalışmalarında kullanılmak üzere Kımlı popülasyonları Ankara ili Beynam kışlak alanlarından toplanmıştır.

Sürveyler sonucu kışlaklardan toplanan ve White tuzak düzeneklerine aktarılan ölü Süne popülasyonlarından saprofit nematod çıkışlarının olduğu görülmüştür (Şekil 4.1). Toplanan ölü Süne'lerden herhangi bir EPN çıkışına rastlanılmamıştır.



Şekil 4.1. Ölü Süne erginlerinden çıkış yapan saprofit nematodlar

Kışlaklardaki EPN'lerin elde edilmesi için kışlak alanlarından toplam 167 adet toprak örneği alınmıştır. Kışlaklardan alınarak laboratuvara getirilen toprak örneklerinden tuzak böcek yöntemi kullanılarak nematod izole edilmeye çalışılmıştır, ancak toprak içerisine bırakılan *G. mellonella* larvalarında ölümlerin EPN'ler tarafından değil,

entomopatojen funguslar tarafından meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.2). Yapılan çalışmalar sonucu çalışma kapsamına giren kışlak alanlarından herhangi bir EPN elde edilememiştir.



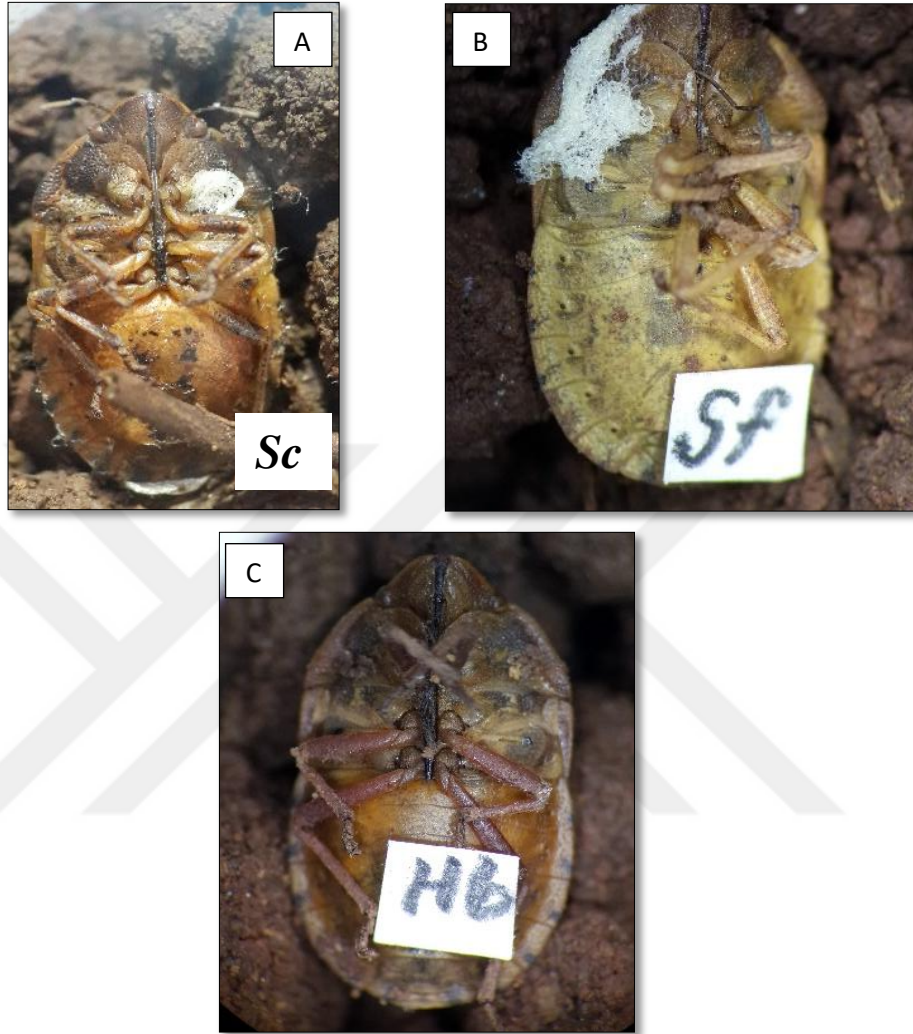
Şekil 4.2. Entomopatojen funguslar tarafından enfekte olan *G. mellonella* larvaları

4.2. Laboratuvarda Süne (*Eurygaster integriceps*)'ye Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği

EPN'lerin laboratuvar koşullarında (*in vitro*) Süne erginlerine karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Daha önceki çalışmalarla ülkemizde tespit edilmiş üç ülkesel EPN izolatının [Süne ve Kımlı dışındaki farklı zararlı gruplarına karşı etkinliği test edilmiş üç ülkesel EPN izolatı, *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] üç ayrı doz (25, 125 ve 200 IJ cm⁻²) uygulamalarının Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Süne'ye karşı EPN'lerin etkinlik denemeleri 8, 10, 12 ve 15°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta yürütülmüş ve elde edilen veriler istatistiki analizlerle değerlendirilmiştir.

Laboratuvar denemelerinde en etkili olan EPN izolatı ve uygulama konsantrasyonu belirlenmiş ve bu izolat ile doğa koşullarında (*in vivo*) denemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.3. Entomopatojen nematodlar ile enfekteli Süne erginleri; A: *Steinernema carpocapsae*, B: *S. feltiae*, C: *Heterorhabditis bacteriophora*

EPN'lerin Süne erginlerini enfekte etmesi sonucunda 8, 10, 12 ve 15°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta ve her bir EPN izolatının üç ayrı doz uygulamalarında farklı ölüm oranları meydana gelmiştir. Süne erginlerinde ortaya çıkan en yüksek ölüm oranları 15°C'de, en düşük ölüm oranları ise 10°C'de yürütülen denemelerde görülmüştür. 8°C'de yürütülen denemelerde ise hiç ölüm meydana gelmemiştir.

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; uygulanan her bir EPN izolatının üç ayrı dozunun yüzde ölüm oranlarına bakıldığında, 15°C'de yürütülen denemelerde

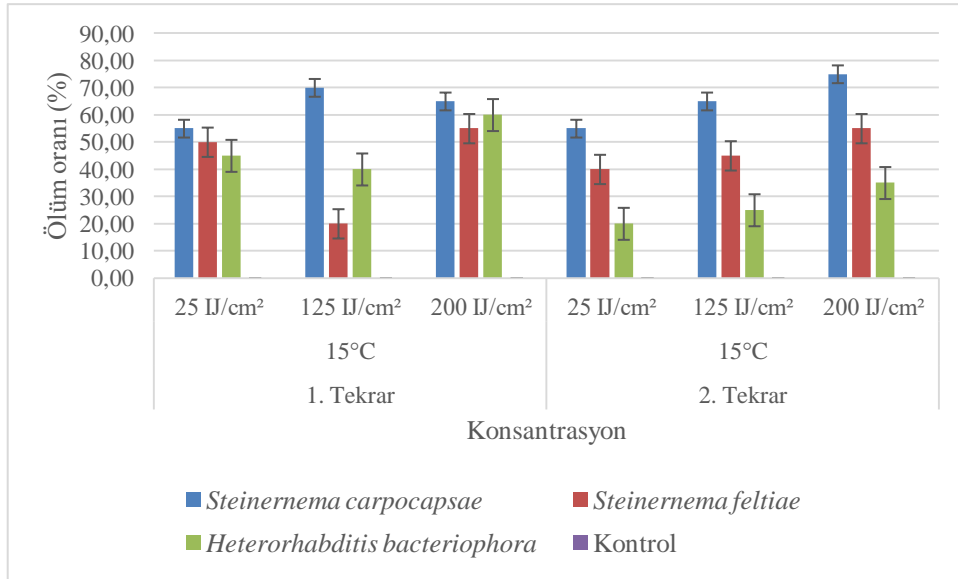
125 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%70) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%60) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%55) izlemiştir [F (1.83) 7.677 P<0.05]. 12°C’de yürütülen denemelerde ise 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%65) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%50) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%45) izlemiştir [F (1.83) 6.227 P<0.05].

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; uygulanan her bir EPN izolatının üç ayrı dozunun yüzde ölüm oranlarına bakıldığında, 15°C’de yürütülen denemelerde 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%75) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%55) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%35) izlemiştir [F (1.83) 7.8 P<0.05]. 12°C’de yürütülen denemelerde ise 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%70) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%45) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%40) izlemiştir [F (1.83) 6.475 P<0.05].

Laboratuvarda 15°C’de yürütülen denemelerde Süne’ye karşı EPN’lerin etkinliği

Üç farklı EPN izolatının [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] üç ayrı dozunun (25, 125 ve 200 IJ cm⁻²) uygulandığı 15°C’de yürütülen denemeler sonucunda; EPN’lerin Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları Abbott formülüne göre (Abbott, 1925) her bir doz için ayrı ayrı hesaplanıp varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%55.00±11.42), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%70.00±10.52), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 6.546 P<0.05; F (2.76) 11.109 P<0.05; F (2.76) 9.744 P<0.05] (Çizelge 4.2).



Şekil 4.4. Süne erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 15°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05)

Çizelge 4.2. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı) (*H.b*)] izolatlarının 15°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ⁻²)	55.00±11.42 a*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ⁻²)	70.00±10.52 a
<i>S.c</i> (200 IJ cm ⁻²)	65.00±10.95 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 a
<i>S.f</i> (125 IJ cm ⁻²)	20.00±9.18 bc
<i>S.f</i> (200 IJ cm ⁻²)	55.00±11.42 a
<i>H.b</i> (25 IJ cm ⁻²)	45.00±11.42 ab
<i>H.b</i> (125 IJ cm ⁻²)	40.00±11.24 ab
<i>H.b</i> (200 IJ cm ⁻²)	60.00±11.24 a
Kontrol (25 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c
Kontrol (125 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c
Kontrol (200 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c

*Aynı sütündeki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada ise 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%55.00±11.42), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%75.00±9.94) gözlemlenmiştir

[sırasıyla F (2.76) 6.725 P<0.05; F (2.76) 8.867 P<0.05; F (2.76) 11.735 P<0.05] (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 15°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

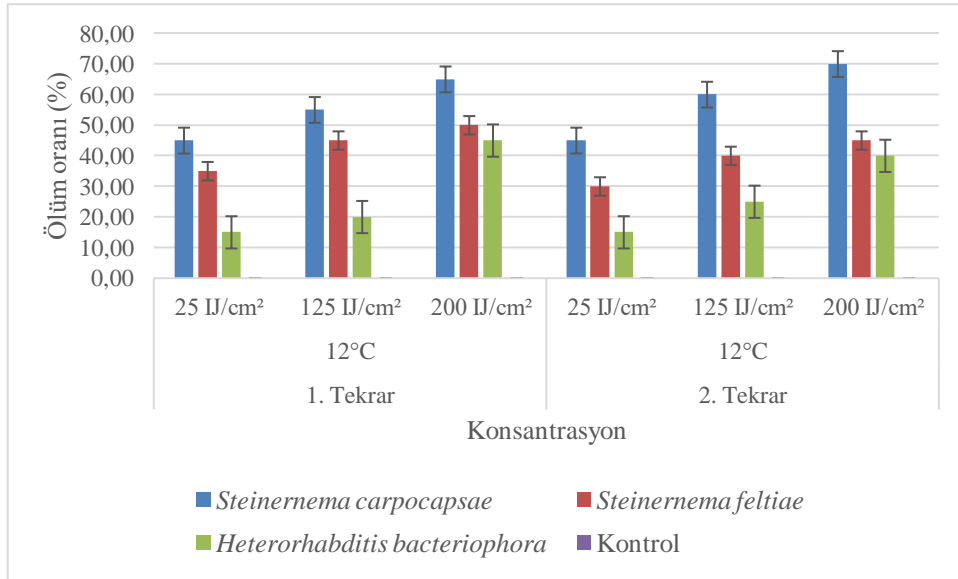
Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ²)	55.00±11.42 abc*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ²)	65.00±10.95 ab
<i>S.c</i> (200 IJ cm ²)	75.00±9.94 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ²)	40.00±11.24 bcd
<i>S.f</i> (125 IJ cm ²)	45.00±11.42 bcd
<i>S.f</i> (200 IJ cm ²)	55.00±11.42 abc
<i>H.b</i> (25 IJ cm ²)	20.00±9.18 de
<i>H.b</i> (125 IJ cm ²)	25.00±9.94 de
<i>H.b</i> (200 IJ cm ²)	35.00±10.95 cd
Kontrol (25 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (125 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (200 IJ cm ²)	0.00±0.00 e

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvarda 12°C’de yürütülen denemelerde Süne’ye karşı EPN’lerin etkinliği

Söz konusu olan EPN izolatlarının üç ayrı dozunun (25, 125 ve 200 IJ cm⁻²) uygulandığı 12°C’de yürütülen denemeler sonucunda; EPN’lerin Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları Abbott formülüne göre (Abbott, 1925) her bir doz için ayrı ayrı hesaplanıp varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Şekil 4.5).

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%45.00±11.42), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%55.00±11.42), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 5.124 P<0.05; F (2.76) 7.155 P<0.05; F (2.76) 8.211 P<0.05] (Çizelge 4.4).



Şekil 4.5. Süne erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 12°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05)

Çizelge 4.4. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı) (*H.b*)] izolatlarının 12°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ⁻²)	45.00±11.42 abc*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ⁻²)	55.00±11.42 ab
<i>S.c</i> (200 IJ cm ⁻²)	65.00±10.95 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ⁻²)	35.00±10.95 bcd
<i>S.f</i> (125 IJ cm ⁻²)	45.00±11.42 abc
<i>S.f</i> (200 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 ab
<i>H.b</i> (25 IJ cm ⁻²)	15.00±8.20 de
<i>H.b</i> (125 IJ cm ⁻²)	20.00±9.18 cde
<i>H.b</i> (200 IJ cm ⁻²)	45.00±11.42 abc
Kontrol (25 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 e
Kontrol (125 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 e
Kontrol (200 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 e

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada ise 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%45.00±11.42), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%60.00±11.24), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%70.00±10.52) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 4.872 P<0.05; F (2.76) 7.282 P<0.05; F (2.76) 9.148 P<0.05] (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 12°C’de Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ²)	45.00±11.42 abc*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ²)	60.00±11.24 ab
<i>S.c</i> (200 IJ cm ²)	70.00±10.52 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ²)	30.00±10.52 cd
<i>S.f</i> (125 IJ cm ²)	40.00±11.24 bcd
<i>S.f</i> (200 IJ cm ²)	45.00±11.42 abc
<i>H.b</i> (25 IJ cm ²)	15.00±8.20 de
<i>H.b</i> (125 IJ cm ²)	25.00±9.94 cde
<i>H.b</i> (200 IJ cm ²)	40.00±11.24 bcd
Kontrol (25 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (125 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (200 IJ cm ²)	0.00±0.00 e

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

4.3. Laboratuvarda Kımlı (*Aelia rostrata*)’a Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği

EPN’lerin laboratuvar koşullarında Kımlı erginlerine karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Daha önceki çalışmalarla ülkemizde tespit edilmiş üç ülkesel EPN izolatuının [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)] üç ayrı doz (25, 125 ve 200 IJ cm²) uygulamalarının Kımlı erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları belirlenmiştir. Kımlı’a karşı EPN’lerin etkinlik denemeleri 8, 10, 12 ve 15°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta yürütölmüş ve elde edilen veriler istatistiki analizlerle değerlendirilmiştir. Laboratuvar denemelerinde en etkili olan EPN izolatu ve konsantrasyonu belirlenmiştir. Deneme sonrası her gün yapılan kontroller sonucunda ölen bireyler White tuzak düzeneklerine alınarak olası nematod çıkışları takip edilmiş ve ölü bireyler kaydedilmiştir (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7).

Enfekteli bireylerden nematod çıkışları gözlemlendiğinde, nematod çıkışlarının farklı zamanlarda olduğu görölmüştür. Kadavralardan en erken sürede (7-10 gün) *S. feltiae* ve *S. carpocapsae* türlerinin 3. dönem enfektif larvaları çıkış yaparken, *H. bacteriophora* türünün 3. dönem enfektif larvalarının ise daha geç zamanda (10 ≤ gün) çıkış yaptığı görölmüştür. Ayrıca ölü böcek kadavraları 7-10 gün sonra bir pens ve bistüri yardımıyla

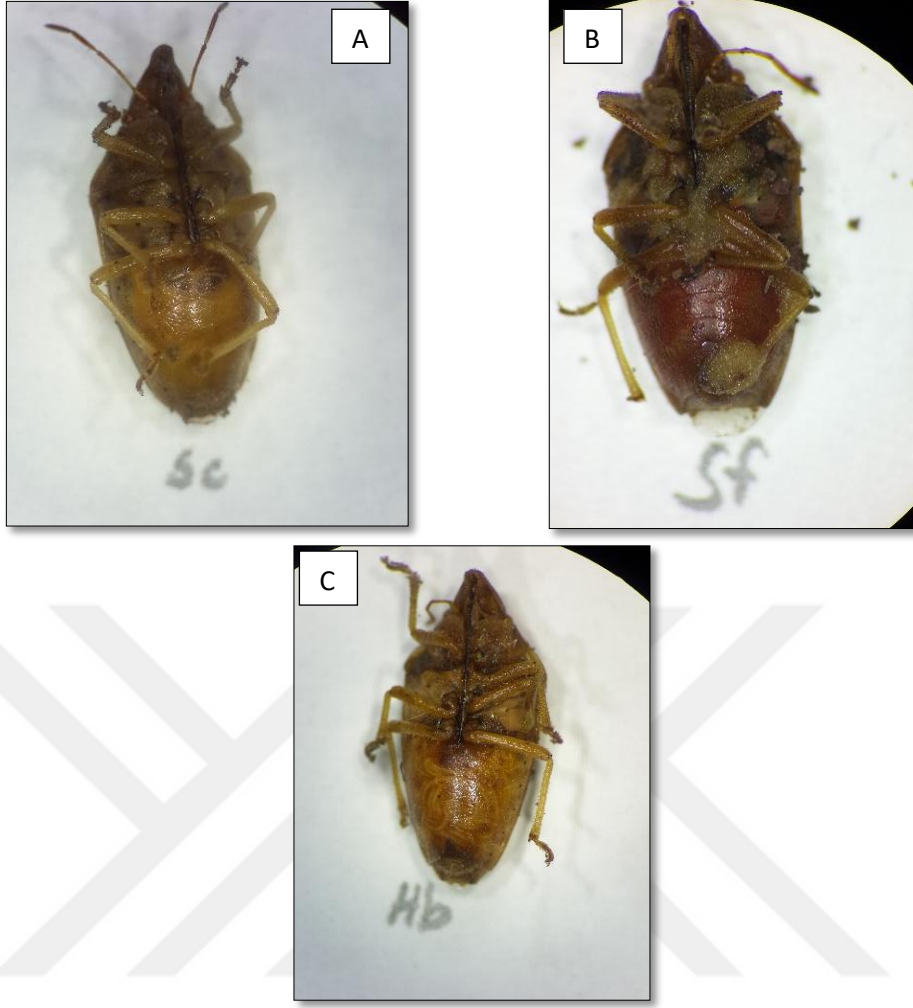
parçalanarak stereo mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 4.8). Böcek kadavrası içerisinde entomopatojen nematod varlığının saptanması halinde söz konusu bireylerin ölüm nedeni olarak ilgili nematod türü kaydedilmiştir.

Uygulama sonrası yapılan gözlemlerde, EPN'ler ile enfekteli Kırmızı erginlerinde ölümden kısa bir süre sonra renk değişiminin olduğu gözlenmiştir. *S. carpocapsae* ve *S. feltiae* türleri ile enfekteli olan kadavraların rengi kahverengimsi, koyu sarı ya da tamamen siyaha kadar değişen renklerde, *H.bacteriophora* ile enfekteli olan kadavraların rengi daha koyu renklerde, kiremit kırmızısı ya da koyu kahverengi renkte olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.6. White tuzak düzeneklerinde enfekteli Kırmızı erginlerinden çıkış yapan enfektif EPN larvaları (IJs)

EPN'lerin Kırmızı erginlerine enfekte etmesi sonucunda 8, 10, 12 ve 15°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta ve her bir EPN izolatının üç ayrı doz uygulamalarında farklı ölüm oranları meydana gelmiştir. Kırmızı erginlerinde ortaya çıkan en yüksek ölüm oranları 15°C'de, en düşük ölüm oranları ise 10°C'de yürütülen denemelerde görülmüştür. 8°C'de yürütülen denemelerde hiç ölüm meydana gelmemiştir.

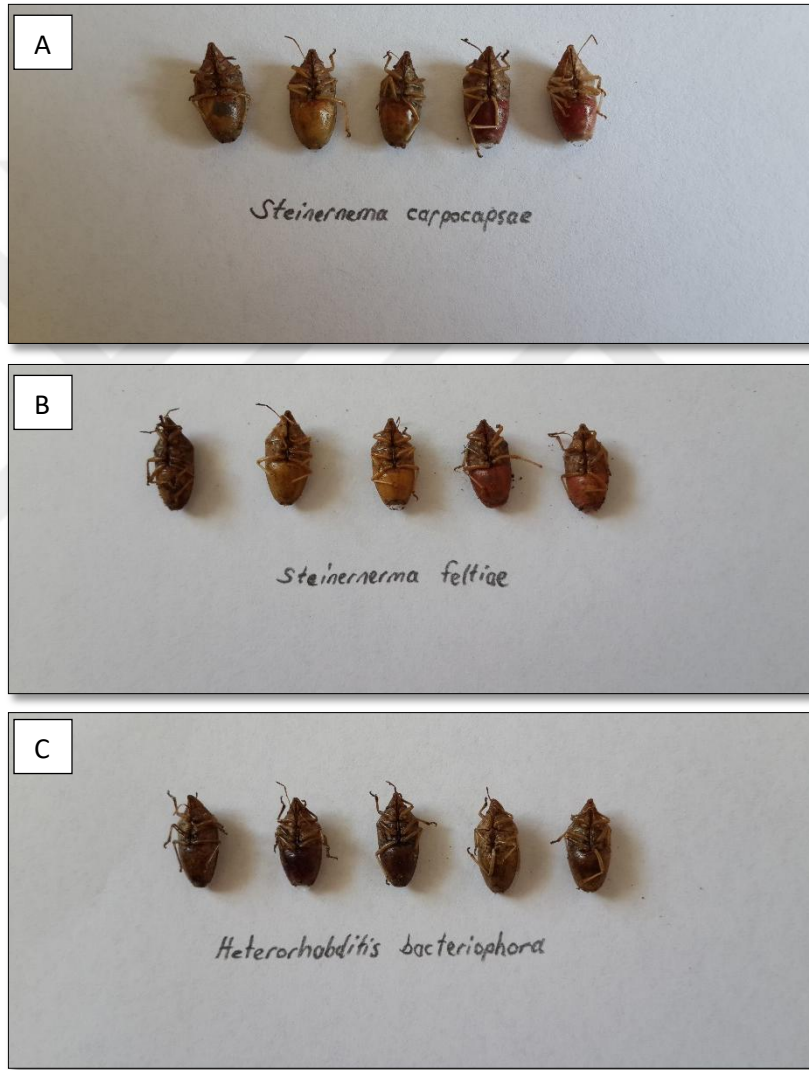


Şekil 4.7. Entomopatojen nematodlar ile enfekteli Kımıl erginleri; A: *Steinernema carpocapsae*, B: *S. feltiae*, C: *Heterorhabditis bacteriophora*



Şekil 4.8. Parçalanmış kadavra içerisindeki hermafroditik dişiler

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; uygulanan her bir EPN izolatının üç ayrı dozunun yüzde ölüm oranlarına bakıldığında, 15°C’de yürütülen denemelerde 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%75) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%65) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%35) izlemiştir [F (1.83) 9.915 P<0.05]. 12°C’de yürütülen denemelerde ise 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%65) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%55) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%25) izlemiştir [F (1.83) 7.383 P<0.05].



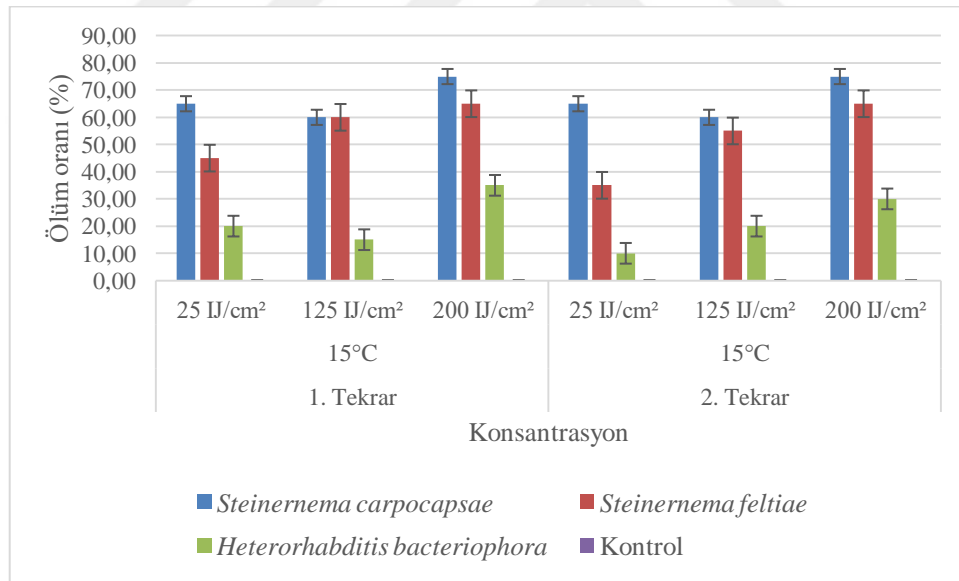
Şekil 4.9. EPN’ler tarafından enfekte edilmiş ölü Kıvılcık erginleri; A: *Steinerma carpocapsae*, B: *S. feltiae*, C: *Heterorhabditis bacteriophora*

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; uygulanan her bir EPN izolatının üç ayrı dozunun yüzde ölüm oranlarına bakıldığında, 15°C’de yürütülen denemelerde

200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%75) ilk sırada yer alırken, onu 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%65) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%30) izlemiştir [F (1.83) 10.233 P<0.05]. 12°C’de yürütülen denemelerde ise 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. carpocapsae* (%70) ilk sırada yer alırken, onu 125 ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *S. feltiae* (%50) ve 200 IJs cm⁻² dozu ile *H. bacteriophora* (%25) izlemiştir [F (1.83) 8.051 P<0.05].

Laboratuvarda 15°C’de yürütülen denemelerde Kıymıl’a karşı EPN’lerin etkinliği

Söz konusu üç farklı ülkesel EPN izolatının üç ayrı dozunun (25, 125 ve 200 IJ cm⁻²) uygulandığı 15°C’de yürütülen denemeler sonucunda; EPN’lerin Kıymıl erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları Abbott formülüne göre (Abbott, 1925) her bir doz için ayrı ayrı hesaplanıp varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Kıymıl erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 15°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. Tekrar) (P<0.05)

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%60.00±11.24), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%75.00±9.94) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 9.675 P<0.05; F (2.76) 11.963 P<0.05; F (2.76) 13.48 P<0.05] (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 15°C’de Kimil erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ²)	65.00±10.95 ab*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ²)	60.00±11.24 abc
<i>S.c</i> (200 IJ cm ²)	75.00±9.94 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ²)	45.00±11.42 bcd
<i>S.f</i> (125 IJ cm ²)	60.00±11.24 abc
<i>S.f</i> (200 IJ cm ²)	65.00±10.95 ab
<i>H.b</i> (25 IJ cm ²)	20.00±9.18 def
<i>H.b</i> (125 IJ cm ²)	15.00±8.20 ef
<i>H.b</i> (200 IJ cm ²)	35.00±10.95 cde
Kontrol (25 IJ cm ²)	0.00±0.00 f
Kontrol (125 IJ cm ²)	0.00±0.00 f
Kontrol (200 IJ cm ²)	0.00±0.00 f

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada ise 25 IJs cm² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95), 125 IJs cm² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%60.00±11.24), 200 IJs cm² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%75.00±9.94) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 11.737 P<0.05; F (2.76) 9.659 P<0.05; F (2.76) 14.288 P<0.05] (Çizelge 4.7).

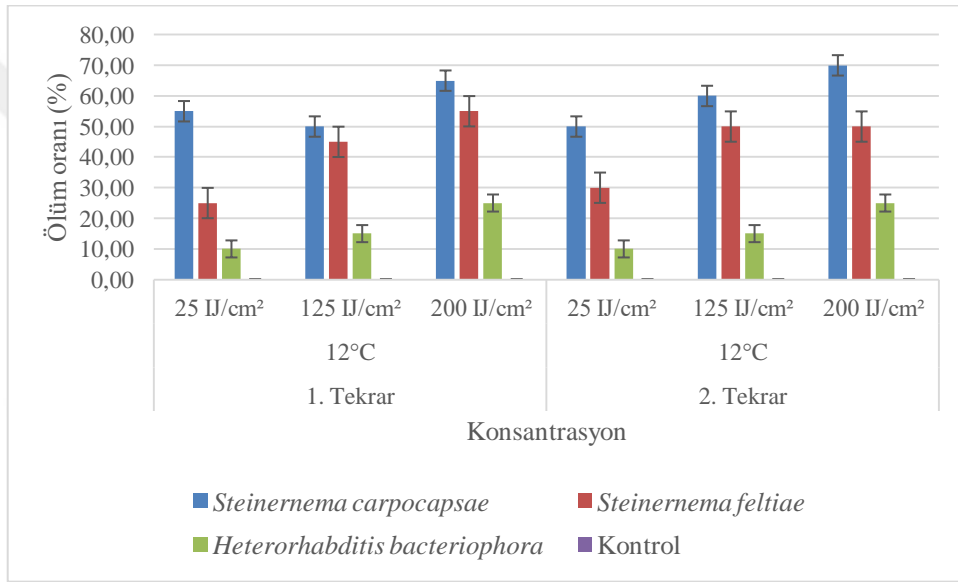
Çizelge 4.7. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 15°C’de Kimil erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. Tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ²)	65.00±10.95 a*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ²)	60.00±11.24 ab
<i>S.c</i> (200 IJ cm ²)	75.00±9.94 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ²)	35.00±10.95 bcd
<i>S.f</i> (125 IJ cm ²)	55.00±11.42 abc
<i>S.f</i> (200 IJ cm ²)	65.00±10.95 a
<i>H.b</i> (25 IJ cm ²)	10.00±6.89 de
<i>H.b</i> (125 IJ cm ²)	20.00±9.18 de
<i>H.b</i> (200 IJ cm ²)	30.00±10.52 cd
Kontrol (25 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (125 IJ cm ²)	0.00±0.00 e
Kontrol (200 IJ cm ²)	0.00±0.00 e

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvarda 12°C’de yürütülen denemelerde Kıvıml’a karşı EPN’lerin etkinliği

Denemelerde kullanılan EPN izolatının üç ayrı dozunun (25, 125 ve 200 IJ cm⁻²) uygulandığı 12°C’de yürütülen denemeler sonucunda; EPN’lerin Kıvıml erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları Abbott formülüne göre (Abbott, 1925) her bir doz için ayrı ayrı hesaplanıp varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Kıvıml erginleri üzerine EPN izolatlarının üç ayrı dozunun 12°C sıcaklıktaki etkinlikleri (1. ve 2. tekrar) (P<0.05)

Laboratuvar denemelerinin 1. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%55.00±11.42), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%50.00±11.48), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%65.00±10.95) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 8.324 P<0.05; F (2.76) 6.992 P<0.05; F (2.76) 10.014 P<0.05] (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 12°C’de Kimil erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ⁻²)	55.00±11.42 a*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 ab
<i>S.c</i> (200 IJ cm ⁻²)	65.00±10.95 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ⁻²)	25.00±9.94 bc
<i>S.f</i> (125 IJ cm ⁻²)	45.00±11.42 ab
<i>S.f</i> (200 IJ cm ⁻²)	55.00±11.42 a
<i>H.b</i> (25 IJ cm ⁻²)	10.00±6.89 c
<i>H.b</i> (125 IJ cm ⁻²)	15.00±8.20 c
<i>H.b</i> (200 IJ cm ⁻²)	25.00±9.94 bc
Kontrol (25 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c
Kontrol (125 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c
Kontrol (200 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 c

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Laboratuvar denemelerinin 2. tekrar sonuçlarına göre; yapılan uygulamada ise 25 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%50.00±11.48), 125 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%60.00±11.24), 200 IJs cm⁻² dozundaki en yüksek ölüm oranı *S. carpocapsae*’de (%70.00±10.52) gözlemlenmiştir [sırasıyla F (2.76) 6.794 P<0.05; F (2.76) 9.923 P<0.05; F (2.76) 10.833 P<0.05] (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu) (*S.c*), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) (*S.f*) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) (*H.b*)] izolatlarının 12°C’de Kimil erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

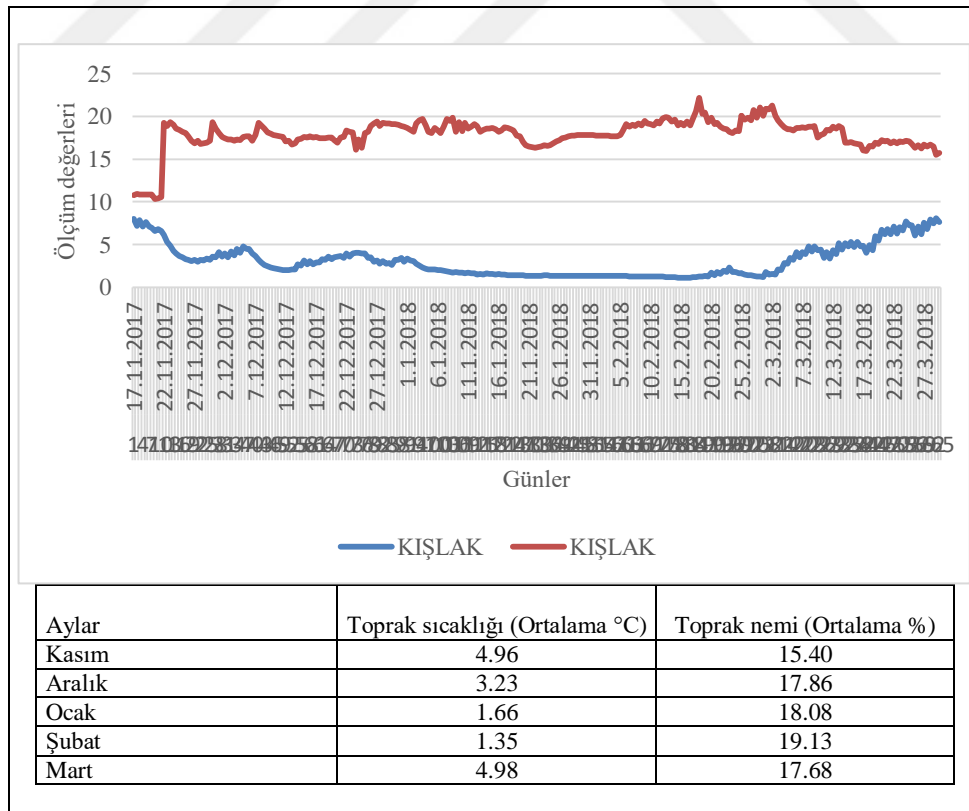
Türler ve Dozlar	Ölüm oranı (%)
<i>S.c</i> (25 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 ab*
<i>S.c</i> (125 IJ cm ⁻²)	60.00±11.24 a
<i>S.c</i> (200 IJ cm ⁻²)	70.00±10.52 a
<i>S.f</i> (25 IJ cm ⁻²)	30.00±10.52 bc
<i>S.f</i> (125 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 ab
<i>S.f</i> (200 IJ cm ⁻²)	50.00±11.48 ab
<i>H.b</i> (25 IJ cm ⁻²)	10.00±6.89 cd
<i>H.b</i> (125 IJ cm ⁻²)	15.00±8.20 cd
<i>H.b</i> (200 IJ cm ⁻²)	25.00±9.94 bcd
Kontrol (25 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 d
Kontrol (125 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 d
Kontrol (200 IJ cm ⁻²)	0.00±0.00 d

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

4.4. Doğal Koşullarda Süne (*Eurygaster integriceps*)'ye Karşı Entomopatojen Nematodların Etkinliği

Diyarbakır Karacadağ kışlağında, 2017 ve 2018 yılları sonbahar kışlak dönemlerinde (Ekim-Kasım 2017-2018) denemeler kurulmuştur. Bu amaçla, Parsel denemeleri ve Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemeleri olarak iki farklı deneme planlanmıştır (*in vivo*). Parsel denemelerinde laboratuvar koşullarında (*in vitro*) etkinliği en yüksek olan tür, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) deneme kapsamına alınmıştır. Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemelerinde ise her 3 EPN türü [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)]'de deneme kapsamına alınarak birlikte etkileri kıyaslanmıştır.

Denemelerin kurulduğu kışlak alanının toprak sıcaklık ve nem değerleri deneme süresince (on iki saatte bir olmak üzere günde iki ölçüm) kaydedilmiştir. Deneme parsellerinde toprağın yüzeyden 10-15 cm altındaki toprak sıcaklık ve nem değerlerinin aylara göre ortalaması Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Diyarbakır Karacadağ kışlak alanında 2017 yılında kurulan deneme parsellerindeki toprak sıcaklık ve nem değerleri

Laboratuvar koşullarında (*in vitro*) etkinliği belirlenen EPN izolatının [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)] doğal koşullarda (*in vivo*) Süne'ye karşı etkinliği parsel denemeleri ile araştırılmıştır. Diyarbakır Karacadağ kışlağında, 2017 yılı sonbahar kışlak döneminde (Ekim-Kasım-2017) kurulan deneme parsellerinde uygulama öncesi (canlı) ve uygulama sonrası (canlı-ölü) Süne sayımları yapılmış ve bitki başına düşen ortalama birey sayıları kaydedilerek ölüm oranları belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. EPN izolatının [*S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)] doğal koşullarda (*in vivo*) Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)

Tür	Tekerrür	Ölüm oranı (%)
<i>S. carpocapsae</i>	1	5.00
<i>S. carpocapsae</i>	2	16.00
<i>S. carpocapsae</i>	3	4.17
<i>S. carpocapsae</i>	4	10.71
<i>S. carpocapsae</i>	5	9.09

Yapılan deneme sonucuna göre EPN izolatı, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)'nın doğal koşullarda (*in vivo*) Süne erginleri üzerine etkinliğine bakıldığında, deneme parsellerinde yapılan gözlemlerde en yüksek ölüm oranı %16 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre *S. carpocapsae* izolatının doğal koşullarda Süne erginleri üzerine etkinliğine bakıldığında, bu oranın laboratuvar koşullarındaki (*in vitro*) etkinliğe göre oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Parsel içine yerleştirilmiş küvet denemeleri kapsamında, Diyarbakır Karacadağ kışlağında, 2018 yılı sonbahar kışlak döneminde (Ekim-Kasım 2018) laboratuvar çalışmalarında kullanılan tüm EPN izolatlarının uygulandığı denemelerde, bu izolatların doğal koşullarda (*in vivo*) Süne'ye karşı etkinliği araştırılmıştır. Uygulama öncesi kışlak alanına yerleştirilmiş küvetlere eşit miktarda (20 adet) Süne erginleri bırakılmış ve her bir EPN izolatı ayrı ayrı 4 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Denemeden 10 gün sonra ölü bireyler kaydedilerek ölüm oranları belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Yapılan deneme sonucuna göre üç farklı EPN izolatının doğal koşullarda Süne erginleri üzerine etkinliğine bakıldığında, %15 ölüm oranı ile *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)

ilk sırada yer alırken bunu %10 ölüm oranı ile *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve %6,25 ölüm oranı ile *H. bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu) izlemiştir.

Çizelge 4.11. EPN [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)] izolatlarının doğal koşullarda (*in vivo*) Süne erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları [(X±SH)] (P<0.05)

Türler	Ölüm oranı (%)
<i>S. carpocapsae</i>	15.00±2.04 a*
<i>S. feltiae</i>	10.00±2.04 b
<i>H. bacteriophora</i>	6.25±1.25 b
Kontrol	0.00±0.00 c

*Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Deneme sonucuna göre, her üç EPN izolatuının doğal koşullarda (*in vivo*) Süne üzerine etkinliği laboratuvar koşullarındaki (*in vitro*) etkinliğine göre düşük olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan EPN izolatları içerisinde en etkili olan *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) izolatuının 12°C ve 15°C sıcaklıklarda yürütülen laboratuvar denemelerinde de etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca 2017 yılı sonbahar kışlak döneminde (Ekim-Kasım-2017) kışlakta doğal koşullarda yürütülen deneme sonucunda da benzer oranlarda ölüm oranları elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Süne (*Eurygaster* spp. Hemiptera: Scutelleridae) ve Kıvılcık (*Aelia* spp. Hemiptera: Pentatomidae) kışlak alanlarında entomopatojen nematod (EPN) türlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar sonucu çalışma kapsamına giren kışlak alanlarından herhangi bir EPN elde edilememiştir. Herhangi bir EPN türünün elde edilememesinin nedeni olarak; toprak örneklerinin alındığı bu kışlakların, 1500-2000 m rakımı olan dağların eteklerinde bulunması ve bu rakımlarda bitki örtüsü olarak sadece kirpi geven, kirpi otu gibi bitkilerin olmasından dolayı kışlak toprağının humus ve organik madde yönünden yetersiz olduğu görüşüne varılabilir. Benzer şekilde, Moyle ve Kaya (1981) tarafından EPN'lerin organik maddece zengin humuslu toprakları tercih ettikleri ve ağır killi toprakları sevmedikleri bildirilmiştir.

Çalışmanın diğer aşamasında, buğdayda önemli ürün kayıplarına neden olan Süne ve Kıvılcık erginlerinin mücadelesinde EPN'lerin kullanım olanakları belirlenmiştir. Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarla tespit edilmiş ve ülkemizde farklı zararlılara karşı etkinlik çalışmalarında etkili bulunan üç ülkesel EPN izolatının [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)] laboratuvar koşullarında (*in vitro*) dört farklı sıcaklıkta (8, 10, 12 ve 15°C) yürütülen denemeler sonucunda, Süne ve Kıvılcık erginleri üzerine, doğal koşullarda (*in vivo*) ise Süne erginleri üzerine etkinlikleri ortaya konulmuştur.

Araştırma sonucu elde edilen sonuçlara göre, EPN'lerin Süne erginleri üzerinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı 15°C'de 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile *S. carpocapsae* (75.00±9.94)'de ve 12°C'de 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile yine *S. carpocapsae* (70.00±10.52)'de elde edilmiştir. EPN'lerin Kıvılcık erginleri üzerinde meydana getirdiği en yüksek ölüm oranı ise 15°C'de 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile *S. carpocapsae* (75.00±9.94)'de ve 12°C'de 200 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile yine *S. carpocapsae* (70.00±10.52)'de elde edilmiştir. EPN'lerin Süne erginleri üzerinde meydana getirdiği en düşük ölüm oranına bakıldığında, 15°C'de 25 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile *H. bacteriophora* (20.00±9.18)'de ve 12°C'de 25 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile yine *H. bacteriophora* (15.00±8.20)'de elde edilmiştir. EPN'lerin Kıvılcık

erginleri üzerinde meydana getirdiği en düşük ölüm oranına bakıldığında ise 15°C’de 25 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile *H. bacteriophora* (10.00±6.89)’de ve 12°C’de 25 IJs cm⁻² dozundaki uygulama ile yine *H. bacteriophora* (10.00±6.89)’de elde edilmiştir. Her iki böceğe karşı yürütülen denemelerde 10°C’de çok az ölüm gözlenirken 8°C’de ise hiçbir ölüm meydana gelmemiştir.

Uygulama sonucunda her üç EPN izolatının uygulama dozlarının (25, 125 ve 200 IJs cm⁻²) artmasına paralel olarak Süne ve Kıvımlı üzerinde meydana getirdikleri ölüm oranlarında artışların olduğu, aynı zamanda sıcaklığın (15, 12, 10, 8°C) düşmesiyle birlikte ölüm oranlarında da düşüşlerin olduğu görülmüştür. EPN’lerin konukçuya girme, enfekte etme ve öldürmedeki başarısı açısından en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır (Kaya, 1990; Grewal ve ark., 1994b; Gouge ve ark., 1999). Yüksek sıcaklıklar nematodun hayatta kalma süresini azaltırken, düşük sıcaklıklar nematodun aktivitesini ve enfektif özelliğini düşürmektedir (Grewal ve ark., 1994a). Çoğu EPN türünün uygulanması için 12-28°C arasındaki toprak sıcaklıklarının uygun olduğu bildirilmiştir (Grewal, 2002). Molyneux (1986), *Heterorhabditis* ve *Steinernema* cinslerine ait birçok farklı izolat ile yapmış olduğu çalışmalarda, Steinernematid’lerin düşük sıcaklıklarda konukçularını enfekte etmede Heterorhabditid’lere göre daha aktif olduklarını tespit etmiştir. Ancak *H. bacteriophora*’nın özellikle yüksek sıcaklıklarda etkinliğinin arttığı ve zararlı böceklerin biyolojik mücadelesinde kullanılan çok başarılı bir biyolojik mücadele etmeni olduğu yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir (Selvan ve ark., 1993; Koppenhöfer ve ark., 2004). Yapılan bu çalışmada düşük sıcaklıklarda *Steinernema* cinslerine ait izolatların *Heterorhabditis bacteriophora* izolatına göre yüksek oranda etkili olması Molyneux (1986)’un çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Doğal koşullarda yapılan deneme sonucuna göre, üç farklı EPN izolatı [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatı)]’nın doğal koşullarda Süne erginleri üzerine etkinliğine bakıldığında, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *S. feltiae* (Aydın izolatı) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatı) izolatlarının sırasıyla %15, %10 ve %6.25’lik ölüm oranları ile düşük etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan *S. carpocapsae* izolatı laboratuvarında yüksek etkinlik göstermesine rağmen kışlak alanlarındaki doğal koşullarda daha düşük etkinlik göstermiştir. Laboratuvarında konukçu enfeksiyonu ve EPN aktivitesi için gerekli optimum koşulların var olmasına

rağmen bu ortamın doğa koşullarındaki değişen iklim koşulları nedeniyle sağlanamaması bu durumu açıklar niteliktedir.

Çalışmada kullanılan, Türkiye topraklarından elde edilmiş olan EPN izolatlarından *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Aydın izolatu) oldukça etkili izolatlardır. Bu izolatlar kullanılarak farklı zararlı gruplarına karşı daha önce yapılan etkinlik çalışmaları incelendiğinde; orman zararlısı olan *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Scolytidae)'a karşı yürütölen bir çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. feltiae* (Aydın izolatu) için %98.04 ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) için %94.04 etki ortaya konulmasına rağmen aynı çalışmada *S. carpocapsae*'nin etkisi %40'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci ve Atay 2014). Aynı familyadan diğeri bir zararlı olan Dalkıran [(*Xyleborus dispar* (F.))] ile yapılan laboratuvar çalışmasında ise *S. carpocapsae*'nin yüksek bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Yayınlanmamış veri). Başka bir çalışmada, önemli bir depo zararlısı olan *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera: Bruchidae)'a karşı *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (Aydın izolatu) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) izolatlarının farklı sıcaklıklarda etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın %89 oran ile diğeri izolatlara göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da *S. feltiae* (Aydın izolatu)'nın etkisi %60'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Atay ve ark., 2015). Benzer şekilde Dalkıran ile yapılan çalışmada da *S. feltiae* (Aydın izolatu) aynı yönde düşük bir etkiye sahip olduğu ve etkinin %75'i geçmediği belirlenmiştir (Yayınlanmamış veri). Kepenekci (2016) tarafından *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomalidae)'nın son dönem larvalarına karşı gerçekleştirilen çalışmada, *S. feltiae* (Aydın izolatu) için %94 ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) için %83 etki ortaya koyulmuştur. Diğeri bir çalışmada, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda uygulanan *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın %96 ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu)'nın %80 oranında ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Fakat, aynı çalışmada *S. feltiae* (Aydın izolatu)'nın etkisi %40'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci ve ark., 2013). EPN'lerin *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan başka bir çalışmada, en yüksek ölüme %54'lük bir oranla *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nin neden olduğu, *S. feltiae* (Aydın izolatu) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu)'nın ise

sırasıyla %28 ve %12'lik bir etkiye sebep oldukları bildirilmiştir (Tülek ve ark., 2015). Atay ve Kepenekci (2015)'nin *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın Tokat ilinde önemli bir yonca zararlısı olan *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae)'a karşı etkinliğini laboratuvar koşullarında ortaya koydukları çalışmada, EPN solüsyonlarını üç konsantrasyon (500, 1000, 5000 IJs ml⁻¹) ve iki sıcaklık (15, 20° C)'ta uygulamışlardır. Çalışma sonucunda 20°C'de *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nin tüm konsantrasyonlarda en yüksek ölüm oranlarına (%80, %83, %82) sahip olduğu ve bunu *S. feltiae* (Aydın izolatu) (%30, %41, %35) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) (%24, %27, %30) izolatlarının takip ettiği belirtilmiştir. Daha önce yapılmış bu çalışmalarda, her ne kadar farklı zararlılara karşı aynı izolatlar (*Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*) kullanılmış olsa da, ortaya çıkan etkinlik değerleri, bu çalışmada elde edilen etkinlik değerleri ile oldukça benzerlik göstermektedir.

EPN türleri aynı zararlı böcek üzerinde farklı etkinlik gösterebildiği gibi aynı türe ait farklı izolatların da aynı zararlı böcek üzerinde farklı etkinlik gösterebildiği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Kepenekci, 2004; Koçak ve ark., 2007; Canhilal ve ark., 2007). Daha önce Süne erginlerine karşı *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerine ait farklı izolatların kullanıldığı çalışmalarda, bu çalışmada elde edilen ölüm oranlarına göre farklılıkların olduğu görülmektedir. Canhilal ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Süne (*E. integriceps* Puton) erginlerine karşı Suriye'den izole edilen beş farklı *H. bacteriophora* (Musherphe, Tabeh-gazira, El Rattla-1, El Rattla-2 ve Ariha) izolatu ile *S. riobravae* Texas, *S. carpocapsae* C3B ve *H. bacteriophora* 8-14 izolatlarının etkinliğini araştırmışlardır. Laboratuvar koşullarında (25°C) yapılan çalışma sonucunda, en yüksek ölüm oranının 400 IJ uygulaması ile *S. riobravae* Texas izolatında (%90), en düşük ölüm oranının ise 50 IJ uygulaması ile *H. bacteriophora* Musherphe izolatında (%30) görüldüğü belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, bu çalışmada kullanılan *Steinernema* cinsine ait izolatların, *Heterorhabditis* cinsine ait izolata göre laboratuvarında yüksek etkinlik göstermesi benzerlik göstermektedir. Bir diğer çalışmada Kepenekci (2004) Süne [*E. maura* (Hemiptera: Scutelleridae)] erginlerine karşı iki EPN türüne ait üç ırkın [*S. carpocapsae* (Anamur ırkı) ve *H. bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)] etkinliğini araştırmıştır. Araştırma sonucunda *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olarak bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda Süne erginlerinde *S.*

carpocapsae, Tur-H1 ve Tur-H2'nin sırasıyla %55, %69 ve % 95 ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlardan farklı olarak bu çalışmada kullanılan *Heterorhabditis* cinsine ait izolatın *Steinernema* cinsine ait izolatlara göre laboratuvarında düşük etkinlik göstermesi çalışmalar arasında farklılık olduğunu göstermektedir. Çalışmalarda aynı EPN türüne ait farklı izolatların olması, bu izolatların farklı bölgelerden izole edilmesi ve Süne'nin farklı bir türünde (*E. maura*) denenmiş olması çalışmalar arasındaki farklılığı açıklar niteliktedir. Koçak ve ark. (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise Süne (*E. maura* L.) erginlerine karşı farklı *S. feltiae* ırklarının (All ve S3) etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada 25, 50 ve 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonlarında ve üç farklı sıcaklıktaki (10, 15 ve 25°C) uygulamadan 72 ve 96 saat sonra sayım yapılmıştır. *S. feltiae* (All) 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonunda ve 25°C'de %63.8 etki gösterirken, aynı konsantrasyon ve sıcaklıkta *S. feltiae* (S3) %74 etkili bulunmuştur. Çalışmada *S. feltiae* türünün farklı iki ırkının farklı sonuçlar meydana getirdiği görülmektedir.

EPN türlerinin zararlı böcekler üzerindeki etkinlikleri farklılık gösterebilmektedir. Her EPN türü her konukçu böceği aynı etkinlikle enfekte edememektedir. Bazı nematod türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türler sadece tek bir böcek takımını enfekte edebilmektedir (Hazır ve ark., 2003a). Bu durumda yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarında en önemli unsur hedef konukçuya karşı en etkili nematod türünü tespit etmektir. Bu yüzden alan çalışmalarına geçmeden önce hedef zararlıya karşı enfektivitesi en fazla olan nematod türünün belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle zararlılarla mücadelede başarılı ve etkili bir sonuç alabilmek için göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsurlardan biri zararlı böcek türleri üzerinde en etkili olabilecek EPN türünün uygulanması gerekliliğidir (Gözel, 2016).

Türkiye'de EPN'lerin Süne'ye karşı kullanımı ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır (Kepenekci, 2004; Koçak ve ark., 2007; Canhilal ve ark., 2007). Yapılan bu çalışmalarda, EPN'lerin Süne erginlerine karşı etkinlikleri laboratuvar koşullarında yapılan denemelerde ortaya konularak laboratuvar çalışmalarından elde edilen ümitvar sonuçların doğa çalışmalarına aktarılmasının son derece önemli olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmalardan sonra ülkemizde EPN'lerin doğal koşullarda (*in vivo*) Süne mücadelesinde kullanımı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile laboratuvar çalışmalarından sonra ilk defa Süne'ye karşı doğa çalışmaları

yürütülmüştür. Her ne kadar kışlak alanında doğal koşullarda yapılan bu çalışmada uygulanan EPN izolatlarının kışlak alanındaki düşük sıcaklıklarda Süne popülasyonu üzerindeki etkinlikleri düşük çıksa da Süne'ye karşı yapılan bu doğa çalışmaları ilk çalışma niteliğindedir. İleriki çalışmalarda, farklı bitki örtüsüne (çam, meşe vd.) sahip farklı bölgelerdeki kışlaklarda farklı EPN izolatlarının tespit edilmesi ve bu zararlı grubuna karşı etkinliğinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye'de Aksaray Ekecik kışlağından toplanan enfekteli Kıımıl erginlerinden *Heterorhabditis* cinsine ait ilk tür olan *H. bacteriophora*'nın elde edildiği çalışma, Kıımıl erginlerinde EPN'lerin saptandığı ilk çalışma niteliğindedir (Kepenekci ve ark., 1999). Bu çalışmadan sonra ülkemizde EPN'lerin Kıımıl mücadelesinde kullanımı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kıımıl erginlerine karşı laboratuvar ortamında (*in vitro*) yapılan bu çalışma dünya için ilk çalışma niteliğindedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, çalışma kapsamına giren kışlak alanlarında Kıımıl popülasyonlarına rastlanılmadığından dolayı, bu zararlıya karşı doğa çalışmaları yapılarak EPN'lerin etkinlikleri ortaya konulamamıştır. Buna rağmen, Ankara ili Beynam kışlak alanlarından toplanan Kıımıl popülasyonları ile yapılan laboratuvar etkinlik (*in vitro*) çalışmaları sonucu, EPN izolatlarının Kıımıl popülasyonu üzerindeki etkinliklerinde elde edilen ümitvar sonuçların ileriki doğa çalışmalarına aktarılması gerektiği düşünülmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular ve mevcut bilgiler doğrultusunda elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak, Süne ve Kıımıl'a karşı kullanılan mevcut mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla, Entomopatojen nematodların bu zararlılara karşı etkinliklerinin ortaya konulması sonucu oluşturulan bu yeni mücadele stratejisi ile mücadele alanları daraltılarak kimyasal mücadelenin bazı olumsuz yanlarının ortadan kaldırılması düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Anonim, 2005. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Hizmetleri Daire Başkanlığı, 84 s, Ankara.
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Cilt 1, 283 s, Ankara.
- Anonim, 2017. Buğday Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 138 s, Ankara.
- Anonim, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. [http://tuik.gov.tr/Start.do-\(18.12.2018\)](http://tuik.gov.tr/Start.do-(18.12.2018)).
- Atay, T. ve Kepenekci, İ., 2015. Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae). *Egyptian Journal Biological Pest Control*, 26 (1), 7-10.
- Atay, T., Güleç, N., Kara, K., Tülek, A. ve Kepenekci, İ., 2015. Efficacy of three entomopathogenic nematodes against Bean Weevil *Acanthoscelides obtectus* Say Coleoptera Bruchidae adults, 5th International Participated Entomopathogens and Microbial Control Symposium, Ankara.
- Bedding, R.A. ve Akhurst, R.J., 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic Rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21, 109-110.
- Bedding, R.A., 1981. Low cost *in vitro* mass production of *Neoplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. *Nematologica*, 27, 109-114.
- Bedding, R.A. ve Molyneux, A.S., 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica*, 28, 354-359.
- Bedding, R.A., 1984. Large scale production, storage and transport of the insect-parasitic nematodes *Neoplectana* spp and *Heterorhabditis* spp., *Ann Appl Biol*, 104, 117-120.
- Burnell, A.M. ve Stock, S.P., 2000. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts lethal pathogens of insects. *Nematology*, 2, 31-42.
- Canhilal, R., Reid, W., Kutuk, H. ve El-Bouhssini, M., 2007. Susceptibility of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae), to various entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae). *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 24 (1), 19-27.
- Canhilal, R., İmren, M., Toktay, H., Bozbuğa, R., Çetintaş, R., Kütük, H., Özdemir, Y.E. ve Doğan, S., 2014. Adana ve Kahramanmaraş illerinde entomopatojen nematodların belirlenmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.
- Constant, R.H.F. ve Bowen, D.J., 2000. Novel insecticidal toxins from nematode symbiotic bacteria. *Cell. Mol. Life Sci*, 57, 828-833.
- Critchley, B.R., 1998. Literature Review of sunn pest *Eurygaster Integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop Protection*, 17 (4), 271-287.
- Deacon, J.W., 1983. Microbial control of pests and diseases. Van Nastrand Reinhold Co. Ltd., 31-41 p, UK.
- Dutky, S.R. ve Hough, W.S., 1955. Note on a parasitic nematode from codling moth larvae *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera, Olethreutidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 57 (5), 244.

- Ehlers, R.-U., 1996. Current and future use of nematodes in biocontrol: practice and commercial aspects with regard to regulatory policy issues. *Biocontrol Science and Technology*, 6, 303-316.
- Ehlers, R.-U., Lunau, S., Krasomil-Osterfeld, K. ve Osterfeld, K.H., 1998. Liquid culture of the entomopathogenic nematode-bacterium complex *Heterorhabditis megidis/Photorhabdus luminescens*. *Biocontrol*, 43, 77- 86.
- Evlice, E., Kepenekci, İ. ve Zeki, C., 2007. İki entomopatojen nematodun elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) üzerindeki etkileri. Entomopatojenler & Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Trabzon.
- Fan, X. ve Hominick, W.H., 1991. Effect of low storage temperature on survival and infectivity of two *Steinernema* species (Nematoda: Steinernematidae). *Revue Nematol*, 14 (3), 407-412.
- Filipjev, I.N., 1934. The classification of the freeliving nematodes and their relation to the parasitic nematodes. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, Washington, 89 (6), 1-63.
- Finnegan, M.M., Downes, M.J., O'Regan, M. ve Griffin, C.T., 1999. Effect of salt and temperature stresses on survival and infectivity of *Heterorhabditis* spp. infective juveniles. *Nematology*, 1, 69-76.
- Forst, S. ve Neilson, K., 1996. Molecular biology of the symbiotic-pathogenic bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp. *Microbiological Review*, 60: 21-43.
- Gaugler, R. ve Kaya, H.K., 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton Ann Arbor, 349 p, Boston.
- Glazer, I. ve Lewis, E.E., 2000. Bioassays for Entomopathogenic Nematodes”, In: Navon A. and Ascher K.R.S. (eds) *Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes*. CAB International, 229-247 p, USA.
- Gouge, D.H., Lee, L.L. ve Henneberry, T.J., 1999. Effect of temperature Lepidopteran host species on entomopathogenic nematode (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) infection. *Environmental Entomology*, 28 (5), 876-883.
- Gökçe, A., Kepenekci, İ., Özdem, A., Kara, K. ve Susurluk, A.İ., 2003. Infectivity of three entomopathogenic nematodes to European Cherry Fruit Fly. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, Schloss Salzau, Germany.
- Gökçe, C., Erbas, Z., Yilmaz, H., Demir, I. ve Demirbag, Z., 2011. A highly pathogenic *Steinernema websteri* isolated for the first time in *Agrotis segetum* in Turkey. *Proceedings of the 13th European Meeting Biological Control in IPM Systems. Insect Pathogens and Entomopathogenic Nematodes*, IOBC/wprs Bulletin 66, 371.
- Gökçe, C., Yilmaz, H., Erbas, Z., Demirbag, Z. ve Demir, I., 2014. First record of *Steinernema kraussei* (Rhabditida: Steinernematidae) from Turkey and its virulence against *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Nematology* (in press).
- Gözel, U. ve Güneş, Ç., 2013. Effect of entomopathogenic nematode species on the corn stalk borer (*Sesamia cretica* Led. Lepidoptera: Noctuidae) at different temperatures. *Turkish Journal of Entomology*, 37 (1), 65-72.
- Gözel, Ç., 2016. Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları. (Doktora Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Gözüaçık, C., Kara, K., Karaca, V., Duman, M., Mutlu, Ç. ve Melan, K., 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera:

- Scutelleridae)'nin ergin parazitöitleri ve etkinlikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1), 1-8.
- Grewal, P.S., Selvan, S. ve Gaugler, R., 1994a. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 19, 245-253.
- Grewal, P.S., Lewis, E.E., Gaugler, R. ve Campbell, J.F., 1994b. Host finding behaviour as a predictor of foraging strategy in entomopathogenic nematodes. *Parasitology*, 108, 207-215.
- Grewal, P.S. ve Georgis, R., 1998. Entomopathogenic Nematodes, In: Hall, F.R. and Menn, J. (eds) *Methods in Biotechnology: Biopesticides: Use and Delivery*. Humana Press, 271-299 p, Totowa, New Jersey.
- Grewal, P.S., 2002. Formulation and Application Technology, In: Gaugler, R.(ed) *Entomopathogenic Nematology*. CAB International, 265-287 p, USA.
- Gülcü, B. ve Hazır, S., 2012. An alternative storage method for entomopathogenic nematodes. *Turkish Journal of Zoology*, 36, 562-565.
- Gülcü, N., Gözel, Ç. ve Gözel, U., 2014a. Laboratuvarında entomopatojen nematodların *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerinde etkinliklerinin belirlenmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.
- Gülcü, B., Uluğ, D., Hazır, C., Karagöz, M. ve Hazır, S., 2014b. Biological control potential of native entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) against *Spodoptera ciliium* (Lepidoptera: Noctuidae) in turfgrass, *Biocontrol Science and Technology*, 24 (8), 965-970.
- Gülcü, N., 2015. Yeşilkurt *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Gürel, S., 2015. Düzce İli Fındık Bahçelerindeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi ve Fındık Kurdu'na (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) Karşı Laboratuvarında Etkinliklerinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Hara, A.H. ve Kaya, H.K., 1981. Effects of selected insecticides and nematicides on the *in vitro* development of the entomogenous nematode *Neoaplectana carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Environmental Entomology*, 12, 496-501.
- Haydak, M.H., 1936. A food for rearing laboratory insect. *J. Econ. Ent.*, 29 (5): 1026.
- Hazır S., Stock S.P. ve Keskin N., 2003a. A new entomopathogenic nematode species *Steinernema anatoliense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) from Turkey. *Systematic Parasitology*, 55, 211-220.
- Hazır, S., Kaya, H.K., Stock, S.P. ve Keskin, N., 2003b. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*, 27, 181-202.
- Hominick, W.M. ve Briscos, B.R., 1990. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida:Steinernematidae and Heterorhabditidae) British soils. *Parasitology*, 295-302.
- Hominick, W.M., Briscos, B.R., del Pino, F.G., Jian Heng, Hunt, D.J., Kozodoy, E., Mracek, Z., Nguyen, K.B., Reid, A.P., Spiridonov, S., Stock, P., Sturhan, D., Waturu, C. ve Yoshida, M., 1997. Biosystematics of entomopathogenic nematodes: current status, protocols and definitions. *Journal of Helminthology*, 71, 271-298.

- Kaya, H.K. ve Hotchkin, P.G., 1981. The nematode *Neoaplectana carpocapsae* Weiser and its effect on selected Ichneumonid and Braconid parasites. *Environmental Entomology*, 10 (4), 474-478.
- Kaya H.K., 1990. Soil Ecology. In *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. In: Gaugler, R., Kaya, H.K. Eds. CRC Press, Boca Raton, FL. 93-115.
- Kaya, H.K. ve Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes, *Annual Review of Entomology*, 38, 181-206.
- Kaya, H.K. ve Stock, S.P., 1997. Techniques in Insect Nematology, in: *Manual of Techniques in Insect Pathology*. L. A. Lacey, ed Academic Press, 281-324 p, London.
- Kaya, H.K. ve Koppenhöfer, A.M., 1999. Biology and Ecology of Insecticidal nematodes. *Optimal Use of Insecticidal Nematodes in Pest Management*. S. Polavarapu (ed.). New Brunswick, 1-8 p, New Jersey, USA.
- Kepenekci, İ., Babaroğlu, N., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, Adana.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, İ.A., 2000. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod türü; *Heterorhabditis marelatus* Lui and Berry, 1996 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 59-64.
- Kepenekci, İ., 2002. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean Region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 30, 13-16.
- Kepenekci, İ., Zeki, C., Özdem, A. ve Öztürk, G., 2002. Üç Entomopatojen nematodun Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae)] pupalarına etkileri. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum.
- Kepenekci, İ., 2004. Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes to *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Russian Journal of Nematology*, 12 (2), 157-160.
- Kepenekci, İ. ve Halıcı, S., 2004. İki Entomopatojen Nematodun *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerindeki Etkileri. I. Bitki Koruma Kongresi, Samsun.
- Kepenekci, İ., Gokce, A. ve Gaugler, R., 2004a. "Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)", *Nematropica*, 34, 199-204.
- Kepenekci, İ., Özdemir, I., Evlice, E. ve Ökten, M.E., 2004b. Üç Entomopatojen nematodun Unlu erik afidi [*Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Homoptera: Aphididae)] erginlerine etkileri ve diğer entomopatojen nematodların ülkemizdeki yayılışları. I. Bitki Koruma Kongresi, Samsun.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006a. Susceptibility of the Mealy Plum Aphid, *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) of two isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) under Laboratory conditions. *Pakistan Journal of Nematology*, 24 (1), 49-55.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006b. Infectivity of two Turkish isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) against *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitis capitata*. *Nematologia Mediterranea*, 34 (1), 95-97.
- Kepenekci, İ., Evlice, E. ve Özer, N. 2007., Dört entomopatojen nematod türünün laboratuvar koşullarında ağ kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] larvalarına etkileri. II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta.
- Kepenekci, İ. ve Evlice, E., 2009. *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın iki Irkının laboratuvar koşullarında *Helicoverpa armigera*

- (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvaları üzerindeki etkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Van.
- Kepenekci, İ., Tülek, A., Alkan, M. ve Hazır, S., 2013. Biological Control Potential of Native Entomopathogenic Nematodes against the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 45 (5), 1415-1422.
- Kepenekci, İ. 2014. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae Heterorhabditidae: Rhabditida) of Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 32 (1), 59-65.
- Kepenekci, İ. ve Atay, T., 2014. Evaluation of aqueous suspension and entomopathogenic nematodes infected cadaver applications against the great Spruce Bark Beetle *Dendroctonus micans* Kugelann Coleoptera Scolytidae. Egyptian Journal Of Biological Pest Control, 24 (2), 335-339.
- Kepenekci, İ., 2016. infectivity of native entomopathogenic nematodes applied as infected host cadavers against The Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)". Egyptian Journal of Biological Pest Control, 26 (1), 173-174.
- Kınacı, E., Kınacı, G., Yıldırım, A.F. ve Atlı, A., 1998. sunn pest problems in central anatolia and the role of wheat varieties in integrated control. Euphytica, 100, 63-67.
- Koçak, E., Gökçe, A. ve Kepenekci, İ., 2007. Infectivity of *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) to *Eurygaster maura* L. 245-250. *Proceedings of Second International Conference on Sunn Pest (19-22 July 2004, Aleppo, Syria)* In: Sunn Pest Management, A Decade of Progress, 1994-2004 (Eds: B. L. Parker, M. Skinner, M. E. Bouhssini, S. G. Kumari). The Arab Society for Plant Protection, 432 p, Beirut, Lebanon.
- Koppenhöfer, A.M., 2000. Nematodes Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology,. In: Lacey L.A. and Kaya H.K. (eds). Dordrecht, Kluwer, 283-301 p, The Netherlands.
- Koppenhöfer, A.M., Fuzy, E.M., Crocker, R., Gelernter, W. ve Polavarapu, S., 2004. Pathogenicity of *Steinernema scarabaei*, *Heterorhabditis bacteriophora* and *S. glaseri* to Twelve White Grub Species. Biocontrol Science and Technology, 14 (1), 87-92.
- Marrero, L., Suárez, Y., O'Relly, J., Fernández, M., Acosta, J. ve Torren, J., 2015. Pathogenicity of *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) on the soybean stink bugs *Piezodorus guildinii* West and *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). Fitosanidad, 19 (3), 227-232.
- Memişoğlu, H. ve Özer, M., 1994. Ankara ilinde Avrupa sünesi (*Eurygaster maura* L., Hemiptera:Scutelleridae)'nin doğal düşmanları ve etkinlikleri. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, İzmir.
- Mohamed, M.A. ve Coppel, H.C., 1983. Mass rearing of the greater wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) for small-scale laboratory studies. Great Lakes Entomol., 16 (4), 139-141.
- Molyneux, A.S., 1986. Heterorhabditis and Steinernema (Neoaplectana) spp.: temperature, and aspects of behavior and infectivity. Experimental Parasitology, 62, 169-180.
- Moyle, P.L. ve Kaya, H.K., 1981. Dispersal and infectivity of the entomogenous nematode *Neoplectana carpocopsae* (Rhabditida:Steinernematidae) in sand. J. Nematol., 13 (3), 295-300.

- Özbek, H. ve Hayat, R., 2003. Tahıl, Sebze, Yem ve Endüstri Bitki Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Yayınları no:930, Ziraat Fakültesi Yayınları no:340, Ders Kitapları Serisi no:87, Erzurum.
- Özer, N., Keskin, N. ve Kırbaş, Z., 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica*, 41, 639-640.
- Poinar, G.O.Jr., 1966. The presence of *Achromobacter nematophilus* in the infective stage of a *Neoaplectana* species (Steinernematidae: Nematoda). *Nematologia*, 12 (1), 105-108.
- Poinar, G.O.Jr., 1976. Description and biology of a new insect parasitic rhabditoid, *Heterorhabditis bacteriophora* n. Gen. N. Sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae N.Fam.), *Nematologica*, 21, 463.
- Schmiege, D.C., 1963. The feasibility of using a neoaplectanid nematode for control of forest insect Pest. *J.Econ.Entomol.*, 56 (4), 427-431.
- Selvan, S., Gaugler, R. ve Campbell, J.F., 1993. Efficacy of Entomopathogenic Nematode Strains against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae. *Journal of Economic Entomology*, 86, 353-359.
- Shapiro, D.I., Cate, J.R., Pena, J., Hunsberger, A. ve McCoy, C.W., 1999. Effects of temperature and host age on suppression of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) by entomopathogenic nematodes. *Journal of Economic Entomology*, 92 (5), 1086-1092.
- Shapiro-Ilan, D.I., Lewis, E.E., Son, Y. ve Tedders, W.L., 2003a. Superior efficacy observed in entomopathogenic nematodes applied in infected-host cadavers compared with application in aqueous suspension. *Journal of Invertebrate Pathology*, 83 (3), 270-272.
- Shapiro-Ilan, D.I., Stuart, R. ve McCoy, C.W., 2003b. Comparison of beneficial traits among strains of the entomopathogenic nematode, *Steinernema carppocapsae*, for control of *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological Control* 28 (1), 129-136.
- Shetlar, D.J., Suleman, P.E. ve Georgis, R., 1988. Irrigation and use of entomopathogenic nematodes, *Neoaplectana* spp. and *Heterorhabditis heliothidis* (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae), for control of Japanese beetle (Coleoptera: Scaraboidea) grubs in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 81, 1318-1322.
- Smith, D. ve Onions, A.H.S., 1994. The Preservation and Maintenance of Living Fungi. CAB International Bakeham Lane Egham, 122 p, England.
- Strauch, O. ve Ehlers, R.-U., 1998. Food signal production of *Photorhabdus luminescens* inducing the recovery of entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* spp. in liquid culture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 50, 369-374.
- Susurluk, I.A., Dix, I., Stackebrandt, E., Strauch, O., Wyss, U. ve Ehlers, R.U., 2001. Identification and ecological characterization on three entomopathogenic nematode- bacterium complexes from Turkey. *Nematology*, 3, 833-841.
- Tarla, G., Tarla, Ş., Islamoglu, M. ve Gun, G., 2010. Parasitism of *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera: Scutelleridae) by *Hexamermis* sp. (Nematoda: Mermithidae). In: Proceedings of the 43th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, 11-15 July 2010, Trabzon.
- Tülek, A., Ertürk, S., Kepenekci, İ., ve Atay, T., 2015. Efficacy of native entomopathogenic nematodes against the stored grain insect pest, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) Adults. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25 (1), 251.

- Ünlü, I., Ehlers, R.U. ve Susurluk, İ.A., 2007. Additional data and first record of the entomopathogenic nematode *Steinernema weiseri* from Turkey. *Nematology*, 9 (5), 739-741.
- Wang, Y. ve Gaugler, R., 1998. Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. *J. Invertebr. Pathol.* 72, 313-318.
- White, G.F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, 66, 302-303.
- Woodring, J.L. ve Kaya, H.K., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes. Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, A.K., A hand Book of Techniques Southern Cooperative Series Bulletin, 331, 30.
- Wouts, W.M., 1991. *Steinernema (Neoaplectana)* and *Heterorhabditis* species, In: Ed. W.R.Nickle, M. Dekker. *Manual of Agricultural Nematology*, 1016-1035 p, New York.
- Yılmaz H., Gokce, C., Demir, I. ve Demirbag, Z., 2010. Laboratory screening of the pathogenicity of some local entomopathogenic nematode isolates against the European Cockchafer, *Melolontha melolontha* (Col.: Scarabaeidae). 43th Annual Meeting of Society for Invertebrate Pathology, 61 p.
- Yüksel, M., 1969. Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) Zararı ve Kımıl (*Aelia rostrata* Boh.) Zararıyla Mukayesesi Üzerine Araştırmalar. Yenidesen Matbaası, 65 s, Ankara.

6. ÖZGEÇMİŞ

Aydın PEÇEN

Tire (İzmir)'de 1985 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tire'de tamamladı. 2005-2009 yılları arasında Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü (Van)'nde lisans öğrenimini; 2009-2013 yılları arasında Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Entomoloji Bilim Dalı (İzmir)'nda yüksek lisans öğrenimini tamamlayarak mezun oldu. 2013 yılında Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Diyarbakır)'ne araştırmacı olarak atandı. Halen aynı kurumda Bitki Zararlıları Bölümü Nematoloji laboratuvarında görev yapmaktadır ve Nematoloji (Bitki paraziti nematodlar ve Entomopatojen nematodlar) konusunda çalışmalarına devam etmektedir. Ulusal ve Uluslararası kongrelerde sunulmuş 10 bildirisi ile birlikte toplam 13 adet yayını vardır. Evli ve 1 çocuk babasıdır.

Yayımlar:

- Duran, H., Kaşkavalcı, G. ve **Peçen, A.**, 2011. Organik domates yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı savaşta solarizasyon ile diğer bazı uygulamaların birlikte kullanım olanakları. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011, 12 s, Kahramanmaraş.
- Peçen, A.**, Kaskavalci, G. ve Mistanoglu, İ., 2012. Efficacy of several organic and microbial fertilizers against Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic agriculture. 31th International symposium of the European society of nematologists, September 23-27, 2012, 264 s, Adana.
- Duran Akkurt, H., Kaşkavalcı, G. ve **Peçen, A.**, 2013. Organik domates yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı savaşta solarizasyon ile diğer bazı uygulamaların birlikte kullanım olanakları. Turkish Journal of Entomology, 37 (1), 81-92.
- Peçen, A.**, Kaşkavalcı, G. ve Mıstanoğlu, İ., 2013. Organik domates yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı bazı organik ve mikrobiyal gübrelerin nematisidal etkinlikleri. Turkish Journal of Entomology, 37 (4), 513-522.
- Peçen, A.**, Kaşkavalcı, G. ve Mıstanoğlu, İ., 2014. Organik domates yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı bazı organik ve mikrobiyal gübrelerin etkinliklerinin belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 2014, 158 s, Antalya.
- Mıstanoğlu, İ., Emre, E., **Peçen, A.**, Elmacı, A., Demirci, M. ve Kaşkavalcı, G., 2014. *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson (Eurotiales: Trichocomaceae)'un farklı

- bitki paraziti nematod türleri üzerindeki etkisinin araştırılması. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 2014, 168 s, Antalya.
- Birişik, N., Bayram, Y., Kılıç, M., Mutlu, Ç., Öğreten, A., Eren, S., Kaplan, M., Süer, İ., E., Baran, B., Duman, K., Karaca, V., Duman, M., Çiftçi, O., Türkölmez, Ş., **Peçen, A.**, Sağır, P., Yatkın, G., Güler, B., Kaya, C., Çelik, Y., Orak, A., B., Yaman, B. ve Ateş, E., 2015. Teoriden Pratiğe Kültürel Mücadele, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı, Ankara 2015, 288 s., ISBN: 978-605-9175-21-0s.
- Kepenekci, İ., Hazır, S., Alkan, M. ve **Peçen, A.**, 2016. Entomopatojen nematodların *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Curculionidae) larvalarına karşı etkinliğinde farklı parametrelerin değerlendirilmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 5-8 Eylül 2016, 453 s, Konya.
- Kepenekci, İ., Yeşilayer, A., Atay, T. ve **Peçen, A.**, 2017. Plant parasitic nematodes of Tylenchida (Nematoda) associated with vegetable (Tomato, Cucumber, Pepper and Eggplant) growing areas in Tokat (Turkey). International Symposium of Ecology 2017, May 11-13, 2017, 264 s, Kayseri.
- Peçen, A.**, Kepenekci, İ. ve Kara, K., 2017. Efficacy of entomopathogenic nematodes against Sunn Pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) under laboratory conditions. 6th Entomopathogens and Microbial Control Congress, September 14-16, 2017, 86 s, Tokat.
- Peçen, A.**, Karakaş, U. S., Kılıç, M., Kepenekci, İ. ve Çetintaş, R., 2018. Plant parasitic nematodes of Tylenchida (Nematoda) associated with vegetable (Tomato, Pepper and Cucumber) growing areas in Bingol (Turkey). International Agricultural Science Congress, May 9-12, 2018, 531 s, Van.
- Karakaş, U. S., Çetintaş, R., Kepenekci, İ., **Peçen, A.** ve Kılıç, M., 2018. Determination of plant parasitic nematode species of Tylenchida (Nematoda) in Apple (*Pyrus malus* L.) orchards in Elazığ province of Turkey. International Agricultural Science Congress, May 9-12, 2018, 597 s, Van.
- Kepenekci, İ., **Peçen, A.**, Karakaş, U. S., Yeşilayer, A. ve Erdoğan, F. D., 2018. Plant parasitic nematodes of Onion (*Allium cepa* L.) planting area in Tokat. International Symposium of Ecology 2018, June 19-23, 2018, 1110 s, Kastamonu.