



**TÜRKİYE VE KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN FASULYE
TOHUM BÖCEĞİ [*Acanthoscelides obtectus* (SAY)
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE)]'NE KARŞI
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YASEMİN AĞIM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ**

**Eylül - 2020
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE VE KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN FASULYE TOHUM BÖCEĞİ
[*Acanthoscelides obtectus* (SAY) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)]'NE
KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YASEMİN AĞIM

TOKAT
Eylül - 2020

Her hakkı saklıdır

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.

Yasemin AĞIM

Eylül-2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE VE KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN FASULYE TOHUM BÖCEĞİ [*Acanthoscelides obtectus* (SAY) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)]'NE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YASEMİN AĞIM

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ

Zararlılara karşı insektisitlerin yaygın olarak kullanılması, canlılar arasında var olan doğal dengenin bozulmasına, zamanla zararlı organizmaların dayanıklılık kazanmasına ve ürünlerde kalıntılara neden olmaktadır. Son yıllarda kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni yöntemler üzerinde durulmakta ve entegre mücadele çalışmaları içinde, biyolojik mücadele önemli bir yer tutmakta olup entomopatojen nematodlar (EPN) giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışma kapsamında Türkiye ve Kırgızistan'a ait EPN izolatlarından *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait iki izolat (11KG ve TOK20) ve *Steinernema feltiae* türüne ait iki izolatın (3KG ve Tokat-Emir), fasulye bitkisinin önemli bir depo zararlısı olan Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say. Coleoptera: Bruchidae)'ne karşı etkinliği ortaya konmuştur. Tek doz denemeleri $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de laboratuvar koşullarında, 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Tek doz denemeleri 50 infektif juvenil (IJ) böcek⁻¹ konsantrasyonunda denenmiş ve günlük kontroller yapılarak böcek ölüm oranları (%) belirlenip istatistiksel analize tabii tutulmuştur. Deneme sonucunda, en yüksek etkiyi *Steinernema feltiae*'nin her 2 izolatı (3KG ve Tokat-Emir) göstermiştir (%99,59 $\pm$ 0,65). 3 farklı doz (25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹) ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 20°C) yürütülen deneme sonucunda *Acanthoscelides obtectus*'a karşı en etkili izolatın 10°C'de 100 IJ dozunda *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatı (%73,09), 15°C'de 100 IJ dozunda *Steinernema feltiae* 3KG izolatı (%100) ve 20°C'de 100 IJ dozunda *S.feltiae* 3KG izolatı (%100) olduğu tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki denemeleri sonucu ile doz ölüm denemeleri yürütülmüştür. Doz-ölüm denemelerinde 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJ böcek⁻¹dozları fasulye tohum böceğinin erginlerine karşı uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda; *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 500 IJ böcek⁻¹ konsantrasyonunda etkili olduğu ortaya konmuştur.

2020, 56 SAYFA

ANAHTAR KELİMELE: Fasulye, Entomopatojen Nematod, *Heterorhabditis*, *Steinernema*, Fasulye Tohum Böceği, *Acanthoscelides obtectus*

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE ISOLATES FROM TURKEY AND KYRGYZSTAN AGAINST BEAN WEEVIL [*Acanthoscelides obtectus* (SAY) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)] ADULTS

YASEMİN AGIM

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

SUPERVISOR: PROF. DR. ILKER KEPENEKCI

The widespread use of insecticides against pests leads to the deterioration of the natural balance that exists among living things, the durability of harmful organisms over time and residues in products. In recent years, new methods that may be an alternative to chemical control have been focused on and biological control has taken an important place in Integrated Pest Management studies and entomopathogenic nematodes (EPN) have become increasingly important. EPN two isolates belonging to the species *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG and TOK20) and two isolates belonging to the species *Steinernema feltiae* (3KG and Tokat-Emir), belonging to Turkey and Kyrgyzstan within the scope of this study with an important storage pests of bean plants the bean seed beetle (*Acanthoscelides obtectus* Say. Coleoptera: Bruchidae) has been demonstrated activity against. Single dose trials in laboratory conditions at $25\pm1^{\circ}\text{C}$, two trials were conducted with 5 repetitions and the data were analyzed by combining due to the lack of differences between the trials. Single dose trials were tried at 50 infective juvenile (IJ) insect-1 concentration and by conducting daily checks, insect mortality rates (%) were determined and a statistical analysis table was kept. As a result of the trial, every 2 isolates (3KG and Tokat-Emir) of *Steinernema feltiae* showed the highest effect ($99.59\pm0.65\%$). As a result of 3 different doses (25, 50 and 100 IJ insect-1) and 3 different temperatures (10, 15 and 20°C), the most effective isolate against *Acanthoscelides obtectus* is *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 isolate (73.09%) at 100 IJ dose at 10°C , *Steinernema feltiae* 3KG isolate (100%) at 100 IJ dose at 15°C , and *S.feltiae* 3KG at 100 IJ dose at 20°C was found to have isolate (100%). Dose death trials were conducted as a result of laboratory effect trials at different temperatures and doses. In dose-death trials 5, 10, 50, 100, 250, 500 and 1000 IJ insect⁻¹ doses were applied against adults of the bean seed beetle. As a result of the study, *Steinernema feltiae* 3KG isolate against *Acanthoscelides obtectus* was found to be effective at 500 IJ insect⁻¹ concentration.

2020,56 PAGE

KEYWORDS: Bean, Entomopathogenic Nematodes, *Heterorhabditis*, *Steinernema*, Bean Seed Beetle, *Acanthoscelides obtectus*

ÖNSÖZ

Entomopatojenlerin biyolojik mücadelede kullanılabilmesi için öncelikli olarak ülkemizde mevcut türlerin ve yayılışlarının belirlenmesi ve belirlenen türlerin özellikle ekonomik derecede önemli tarımsal zararlılarda etkinliklerinin ortaya konması önem arz etmektedir. Biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan ülkemizde tür çeşitliliği de gün geçtikçe artmaktadır. Böylece bu çalışma ile fasulye bitkisinin önemli bir zararlısı olan fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say. Coleoptera: Bruchidae) ile mücadelede entomopatojen nematodlar (EPN)'ın kullanımı mevcut mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya konulmuştur.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde değerli zamanını, ilgi ve desteğini esirgemeyen engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim yanında çalışmaktan onur duyduğum hocam Sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, TOKAT) (TOGÜ)'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve fikirleriyle her zaman vermiş oldukları desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Turgut ATAY ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YEŞİLAYER (TOGÜ) hocalarıma, laboratuvar çalışmaları konusunda yardımlarını esirgemeyen Zir.Yük.Müh. Güler KELEŞ (TOGÜ)'e ve Zir.Yük.Müh. Onur DURA (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA) (ABKMAE)'ya teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde yanımda olan aileme özellikle de sevgili anne ve babama, kardeşlerime teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmam süresince yanımda olan sevgili eşime sonsuz teşekkür ederim.

YASEMİN AĞIM

Eylül 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Fasulye Tohum Böceği (<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.).....	3
1.2. Entomopatojen Nematodlar(EPN).....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Laboratuvar kitle üretim çalışmaları.....	19
3.2.1.1. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının yetiştirilmesi.....	19
3.2.1.2. Entomopatojen nematod(EPN)'ların üretimi).....	20
3.2.1.3. <i>Acanthoscelides obtectus</i> popülasyonlarının elde edilmesi.....	22
3.2.2. Laboratuvar etkinlik çalışmaları	23
3.2.2.1. Tek doz denemeleri.....	23
3.2.2.2. Farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki çalışmaları.....	24
3.2.2.3. Doz-ölüm denemeleri.....	24
3.2.3. Uygulamaların değerlendirilmesi.....	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. Tek Doz Denemeleri.....	25
4.2. Farklı Sıcaklıklarda ve Dozlarda Laboratuvar Etki Çalışmaları.....	26
4.3. Doz-Ölüm Denemeleri.....	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	43
6. KAYNAKLAR.....	46
7. ÖZGEÇMİŞ.....	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
da	Dekar
l	Litre
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
g	Gram
sn	Saniye

Açıklama

Kisaltmalar

EPN	Entomopatojen Nematod
IJ	İnfektif juvenil
EL	Enfektif larva
LC50	Hedef zararlı popülasyonunun yarısını öldürmek için gerekli konsatrasyon
LC90	Hedef zararlı popülasyonunun %90'ını öldürmek için gerekli doz
Oligofag	Birbirine yakın birkaç tür ile beslenebilen organizma
TOGÜ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, TOKAT
ABKMAE	Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA
ZMMAE	Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, ANKARA

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Tokat’ın ilçelerinde fasulye ekili alanlar (da).....	2
Şekil 1.2. Fasulye Tohum Böceği [<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)] ergini.....	3
Şekil 1.3. <i>Acanthoscelides obtectus</i> larvası.....	4
Şekil 1.4. Fasulye tohum böceği (<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.)’nin fasulyedeki zarar şekli.....	4
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)].....	6
Şekil 1.6. Konukçu üzerinde EPN’ler [<i>Holotrichapion pullum</i> Gyllenhal (Coleoptera: Apionidae)].....	7
Şekil 3.1. Özel besin ortamı hazırlanışı.....	19
Şekil 3.2. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera:Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi.....	20
Şekil 3.3. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi, bakımı ve “White tuzak” metodu.....	21
Şekil 3.4. Fasulye tohum böceği (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)’nin ağırlığının tartımı...	22
Şekil 3.5. Tek doz denemeleri.....	23
Şekil 3.6.Mikroskopta hazırlanan süspansiyon içindeki nematodların mikropipet aracılığıyla doz ayarlama (sayım) işlemleri.....	24

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Ülkemizde ruhsatlı entomopatojen nematodlar.....	11
Çizelge 4.1. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı <i>Steinernema feltiae</i> 3KG izolatu, <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 11KG izolatu, <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK20 izolatu ve <i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatlarının 50 IJ dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	26
Çizelge 4.2. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 10°C'de <i>Steinernema feltiae</i> 3KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	27
Çizelge 4.3. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 10°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 11KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	28
Çizelge 4.4. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 10°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK20 izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	29
Çizelge 4.5. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 10°C'de <i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	30
Çizelge 4.6. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 15°C'de <i>Steinernema feltiae</i> 3KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	31
Çizelge 4.7. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 15°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 11KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	32
Çizelge 4.8. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 15°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK20 izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	33
Çizelge 4.9. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 15°C'de <i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	34
Çizelge 4.10. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 20°C'de <i>Steinernema feltiae</i> 3KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	35
Çizelge 4.11. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 20°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 11KG izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	36
Çizelge 4.12. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 20°C'de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK20 izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.13. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı 20°C'de <i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatının 3 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	38

Çizelge 4.14. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı <i>Steinernema feltiae</i> 3KG izolatının 7 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.15. <i>Acanthoscelides obtectus</i> 'a karşı <i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatının 7 farklı dozunun etkilerinin karşılaştırılması.....	41



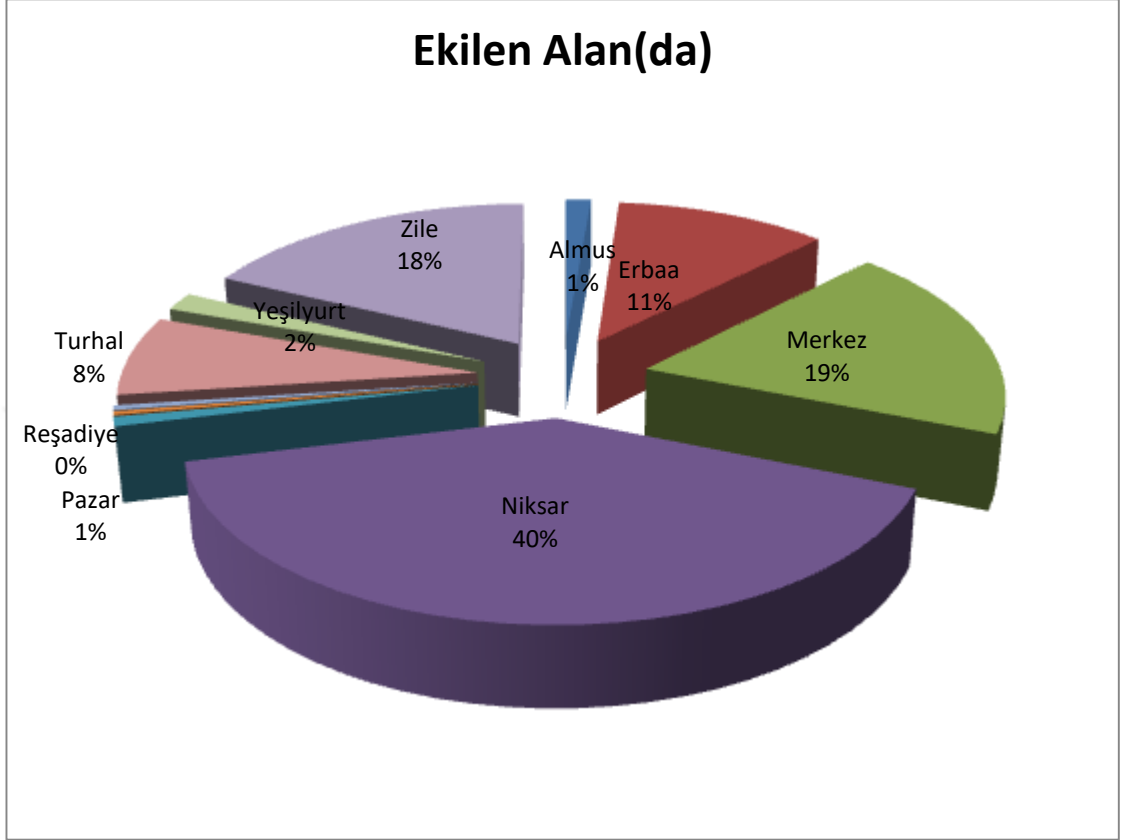
1. GİRİŞ

Dünya’da protein ihtiyacının yaklaşık %70’i bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu bakımdan yemeklik tane baklagiller binlerce yıldır insan beslenmesinde önemli bir protein kaynağı olarak yer tutmaktadır. Adak ve ark. (2010), insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22’si, karbonhidratların %7’si; hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38’i, karbonhidratların %5’i yemeklik tane baklagillerden sağlanmakta olduğunu ve azot bağlama özelliklerinden dolayı ekim nöbeti sistemlerinde kullanıldığını bildirmişlerdir. Dünya’da 126 ülkede yetiştirildiği belirtilen baklagiller içerisinde, en çok ekim alanının kuru fasulye olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2020). Dünya’da yetiştirilen yemeklik tane baklagil bitkileri içerisinde, ekim alanı ve üretim açısından ilk sırada fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yer almaktadır (Aydoğan ve ark., 2015). İnsan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan fasulye, soğuğa duyarlı bir bitki olup hemen hemen her tür toprakta yetişmekte ve dünyada yaygın olarak tarımı yapılmaktadır. Yaklaşık 80 çeşidi bulunmakta ve tohumdan yetiştirilmektedir.

2018 yılının FAO verilerine göre; Dünya kuru fasulye üretiminin %20,3’ü Hindistan, %17,4’ü Myanmar ve %9,7’si ise Brezilya tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünya kuru fasulye ticaretinde en büyük paya sahip olan ihracatçı ülkelerin Çin (%22,6), Arjantin (%21,1) ve ABD (%12,5) olduğu bildirilmiştir. Kuru fasulye ithalatında önemli ülkelerin ise Brezilya (%17,6), Meksika (%8,4) ve İtalya (%6,6) olduğu belirtilmiştir. TÜİK (2018), Türkiye’nin dünya fasulye ithalatındaki payının %1 kadar olduğunu bildirmiştir. Ülkemizin 2018 yılı itibarı ile kuru fasulye ithalatında 16. sırada, ihracatında ise 40. sırada yer aldığı bildirilmiştir (FAO, 2019).

Dünya’da 2018 yılı itibarı ile kuru fasulye ekim alanı yaklaşık 34 milyon ha olup üretimi 30 milyon ton civarındadır (FAO, 2020). Ülkemizde ise 2019 yılı verilerine göre 889.385 da alanda, 225.000 ton üretim gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2020). Türkiye’de Orta Anadolu ile geçit bölgelerinde kuru fasulye yetiştirilmektedir. 2019 yılında ülkemizde, kuru fasulye üretim alanının yaklaşık %51’i İç Anadolu Bölgesi’nde yer almış olup bunu %15 ile Doğu Anadolu Bölgesi takip etmiştir. 2019 yılında kuru fasulye üretiminin %24,3’ünü Konya, %16,5’ini Niğde, %13,7’sini Karaman ve %8,9’unu Bitlis ili pay almışlardır (Anonim, 2020). Ülkemizde yılda kuru fasulye tüketim miktarı kişi başına 3-4 kg kadardır (Anonim, 2018).

Tokat'ta 2019 yılı verilerine göre 11.235 da alanda 1.392 ton kuru fasulye üretilmiş olup 4.500 da alanda 543 ton üretim miktarı ile Niksar, üretimin en fazla yapıldığı ilçedir (TÜİK, 2020) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tokat'da 2019 yılında kuru fasulye ekiliş alanlarının ilçelere göre % dağılımı (TÜİK, 2020)

Hastalık ve zararlılar fasulye üretim ve depolama aşamasında büyük verim kayıplarına sebep olmaktadır. Fasulye üretimini azaltan verim ve kalitesi üzerinde sınırlayıcı etkiye sahip olan biyotik faktörlerin başında Coleoptera takımı Bruchidae familyasına bağlı türler gelmektedir.

Bruchidae familyası, Coleoptera takımından Polyphaga alttakımının Chrysomeloidea üstfamilyasına bağlıdır. Bu familyada yer alan tohum böcekleri oligofag bir zararlı olup, yılda tek döl veren ve çok döl veren olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Tek döl veren grubunda, ergin dişi gelişmekte olan konukçusunun yeşil kapsüllerine veya tohum üzerine yumurtalarını bırakmaktadır. Bırakılan yumurtalar yaklaşık bir hafta sonra olgunlaşıp larvalar dışarı çıktıktan sonra kapsülü ve gelişmekte olan tohumu delerek içerisinde hasat dönemine kadar beslenmektedir. Tohum içerisinde pupa olmadan önce çıkış deliğini önceden hazırlar. Bu delikler tohumda yağ lekesi şeklinde kendisini belli

etmektedir. Hasattan hemen sonra ya tarlada ya da depoda ergin çıkışları gerçekleşir. Kuru tanede çoğalamadıkları için tarladaki artıklar, ağaç kabukları ya da depodaki çatlaklar arasında kışı diyapoz halinde geçirmektedir. Çok döl veren türlerde ise hem gelişmekte olan taze tohumlarda hem de kuru tanelerde gelişebilirler. Ergin tohum böceği tarlada konukçu bitki üzerine tek döl veren türler gibi yumurtalarını bırakarak gelişmesine devam eder; ancak ambarda çıkan erginler diyapoza girmez, cinsel olgunluğa erişen erginler, çiftleştikten sonra kuru tohumlara yumurtalarını bırakarak çevre koşullarına bağlı olarak birden fazla döl vermektedirler (Yücel 1986; Pehlivan 1987; Lodos 1998).

Bruchidae familyasında yer alan tohum böceklerinden fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say.) (Coleoptera: Bruchidae) çok döl vererek fasulye üzerinde önemli zarara neden olmaktadır. Bu böcek çok döl veren tür olarak hem gelişmekte olan taze tohumlarda hem de kuru tanelerde gelişebilir.

1.1. Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say.) (Coleoptera: Bruchidae)

Fasulye tohum böceğinin çoğu türlerinin erginlerinde vücut oval, hafif konveks ve silindirik formda olup, esmer, kahverengi, siyah ve bunların beyazla karışımı olan renklerde olup bazı türleri ise parlak madensel renkte olabilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Fasulye tohum böceği ergini (Schmidt, 2011)

Larvaları çoğunlukla tıknaz yapılı, silindirimsi ve kıvrık yapılıdır. Vücut beyazımsı renkte, baş küçük ve sert yapıdadır. Larvalarında hareket etmeye uygun gibi görünen ince, uzun bacaklar bulunsada hareket etmeye elverişli değildir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. *Acanthoscelides obtectus* larvası (Fotoğraf M. FELKE)

Baklagil tohum böcekleri ülkemizde ve Dünya’da, baklagil ekimi yapılan tüm bölgelerde yaygın olarak bulunmaktadır (Özer ve Yücel 1989; Abate ve Ampofo 1996; Anonim 2007). Gerek Dünya’da gerekse ülkemizde zararlı böcekler ile mücadele edilmediğinde çoğu bitkide ağırlık, çimlenme ve ürünün kalite kayıpları gibi önemli ölçüde kayıplar oluşabilmektedir.

Delinmiş, iç kısmının çoğu yenilmiş ve besin değerini yitirmiş olan fasulye taneleri, hayvanlara yemi veya gübre olarak bile tercih edilmemektedir. Ayrıca ihracat ve ithalatta verim ve kalitesinde zarar meydana gelen tanelerin piyasa değeri de olumsuz yönde etkilenmektedir (Şekil 1.4). Yemeklik tane baklagillerde zararlı böceklerin mücadelesinde kimyasal ve kültürel yöntemler uygulanmaktadır (Şehirli, 1988).



Şekil 1.4. *Acanthoscelides obtectus* Say.’ın fasulyedeki zararı (Fotoğraf M.FELKE)

Zirai mücadelede, zararlı organizmalara karşı böcek öldürücü olan insektisitlere yoğun talebin olması ile birlikte bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı halinde, canlıların doğada bir denge içinde olduğu düşünüldüğünde bu doğal dengenin bozulmasına, zararlı organizmaların duyarlılığının azalıp insektisitlerin etkisiz hale gelmesine, ürünlerde kalıntı ile ilişkili sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Sonuç olarak çözümü zor, zaman alıcı ve alım gücünü zorlayan yüksek fiyatlı tanınmayan problemler meydana gelmektedir. Olası problemler göz önünde bulundurularak pestisit kullanımı hâsıl olduğu durumlarda, selektif pestisitler veya canlılara minimum toksisite gösterenler tercih edilmelidir.

Son zamanlarda öne çıkan konuların başında gelen entegre mücadelenin en önemli elementi olan biyolojik mücadele uygulamalarında, entomopatojenler (entomopatojen nematodlar ve funguslar) giderek önem kazanmaktadır. Bu entomopatojenlerin biyolojik mücadelede kullanılabilmesi adına öncelikli olarak biyolojik mücadelede yer alan yeni bilgilerin kullanılması, ülkemizdeki mevcut türlerin tanınması ve takibi ile belirlenen türlerin etkinliklerinin ortaya konması önem arz etmektedir.

1.2. Entomopatojen Nematodlar(EPN)

Entomopatojenler içerisinde entomopatojen nematod (EPN)'ların son yıllarda önemi artmıştır. EPN'lerin geniş konukçularının bulunması, taşıdıkları bakteriler ile konukçularını 24-48 saat içinde öldürebilmeleri, öldürdükleri konukçular içerisinde üremeleri ve dışarı çıkıp yeni konukçu aramaları, yapay ortamda in vivo ve in vitro olarak üretilibilmeleri, infektif juvenil denilen dayanıklı evreleri sayesinde konukçularını aktif olarak arayıp bulabilmeleri, konukçularının bulunmaması halinde uygun koşullarda uzun süre canlı olarak kalabilmeleri, çevre ve insan sağlığı açısından güvenli olmaları, kimyasal insektisitler gibi preperatlar halinde kullanılabilmeleri nedeniyle; ülkemizde bu nematodların saptanması ve tespit edilen türlerin etkinliklerinin araştırılması biyolojik mücadele çalışmaları için büyük önem arz etmektedir. Her EPN türü her konukçu böceği aynı etkinlikle enfekte edememektedir. Hazır ve ark. (2003a), bazı nematod türlerinin oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türlerin sadece tek bir böcek takımını enfekte edebildiğini bildirmiştir. Bu koşullar altında biyolojik mücadele çalışmalarında amaç, konukçuya karşı en etkili nematod türünü bulabilmektir. Bu yüzden, alan çalışmalarına geçmeden önce hedef zararlıya karşı infektivitesi en yüksek olan nematod türünün belirlenmesi gerekmektedir (Şekil 1.5. ve 1.6).



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



Şekil 1.6. Konukçu üzerinde EPN'ler [*Holotrichapion pullum* Gyllenhal (Coleoptera: Apionidae)] (Fotoğraf T.ATAY)

Peters (1996), EPN'lerin, *Cydia pomonella* (Elma iç kurdu), *Agrotis spp.* (Bozkurtlar), *Otiorynchus sulcatus* (Bağ maymuncuğu), *Leptinotarsa decemlineata* (Patates böceği), *Plutella xylostella* (Sebze güveleri), *Sciarid spp.* (Mantar sinekleri), Tripsler, Scarabidler, *Capnodis spp.* ve *Gryllotalpa gryllotalpa* (Danaburnu) gibi önemli zararlıları içine alan takribi 250 adet zararlı böceğe karşı başarıyla kullanılmakta olduğunu bildirmiştir.

Böceklerde parazit olarak yaşayan ve genellikle böceklerin ölümüne yol açan birçok nematod türü bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, günümüzde 30'u aşkın nematod familyasına ait türün, böceklerle ilişki içinde olduğu belirtilmiştir (Poinar, 1990; Kaya ve Stock., 1997). Webster (1972), bu nematod türlerinin böcekleri ergin veya ergin öncesi dönemde öldürerek, kısırılaştırarak veya doğurganlığını azaltarak, davranışlarını değiştirip gerekli yaşam fonksiyonlarını azaltarak ve gelişimini yavaşlatarak etkili olduklarını bildirmiştir.

Doğada böceklerin üzerinde yaşayan ve onları hastalandıran ve ölümlerine neden olan kökeni bakteri, virüs, fungus, protozoa, riketsia ve nematod olan mikroorganizmaların tümüne entomopatojen adı verilmiştir (Deacon, 1983). Pek çok nematod türünün böceklerle forezisten, parazitizme ve patojenezise kadar değişen tipte ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir (Koppenhöfer, 2000). Böceklerle parazitik ilişki içerisinde olan nematodların 23 familya içerisinde tanımlandığı bu familyaların 7 tanesinin böceklere karşı potansiyel biyolojik mücadele ajanı olarak bilinen türleri içerdiği ve bunların Mermithidae ve Tetradonematidae (Ordo: Stichosomida); Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae ve Sphaerularidae (Ordo: Tylenchida); Heterorhabditidae ve Steinernematidae (Ordo: Rhabditida) familyaları olduğu tespit edilmiştir. Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarında yer alan nematodların toprak içerisinde yaşayan zorunlu böcek patojeni olduklarından EPN'ler olarak adlandırıldıkları ortaya konmuştur. Forst ve Nealson., (1996) ve Burnell ve Stock., (2000) tarafından, bu nematodların mutualistik ilişki içerisinde oldukları *Enterobacteriaceae* familyasına ait *Xenorhabdus* (Steinernematidler'de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler'de) bakterileri sayesinde konaklarını 48 saat içerisinde septisemi yoluyla öldürme yeteneğine sahip oldukları bildirilmiştir. Steinernematidler ve Heterorhabditler'in genel olarak benzer bir hayat döngüsüne sahip oldukları, bu hayat döngüsünde yumurta, 4 farklı morfolojik larval dönemi ve ergin dönem olmak üzere toplam 6 biyolojik döneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Larva dönemlerinden 3.

larva dönem (infektif juvenil (IJ) ya da dauer juvenil) toprakta bulunmakta ve konağı arayıp bulma özelliğine sahiptir. Koppenhöfer, (2000) tarafından bu larva döneminin, bir yıl ya da daha fazla toprakta canlılığını sürdürebildiği ortaya konmuştur. Bu IJ'lerin uygun bir konak bulunca konağın doğal açıklıklarından (spirakıl, ağız, anüs) ya da kutikülün ince kısımlarından (sadece Heterorhabditlerde) konak hemosölüne girdikleri tespit edilmiştir (Bedding ve Molyneux., 1982; Wang ve Gaugler, 1998). Konağa giren IJ'lerin gömlek değiştirdikleri ve taşıdıkları simbiyotik bakteriyi konak hemosölü içerisine saldıkları bulunmuştur (Constant ve Bowen., 2000; Glazer ve Lewis., 2000). Böcek dokusunu parçalayarak üreyen bakterilerin konağın 48 saat içerisinde ölmesini sağladığı ortaya konmuştur (Kepenekci, 2014b).

Burnell ve Stock (2000) tarafından, EPN'lerin oda sıcaklığında 5–7 gün içerisinde hayat dönemlerini tamamladıkları ve konukçu içerisinde 1-3 jenerasyon geçirdikleri belirlenmiştir. Jenerasyon sayısı ve oluşacak yeni nesil nematod sayısının bulundukları konukçuya ve ortamın sıcaklık derecesine bağlı olduğu ortaya konmuştur (Finnegan ve ark., 1999; Koppenhöfer ve Kaya., 1999). Kaya ve Gaugler, (1993) tarafından, 3. dönem IJ'lerin infekte ettikleri konukçuda besinin tükenmeye başlaması üzerine incelenmiş konukçu kutikülünü parçalayarak dışarı çıktığı ve yeni konukçu aramaya başladığı tespit edilmiştir. Bu beslenmeyen evrenin toprak içerisinde uygun bir konukçu bulana kadar aylarca (bazen bir yıla kadar) canlılığını sürdürebilmekte olduğu gerçeğine ulaşılmıştır (Burnell ve Stock, 2000).

Bununla beraber EPN'ler hedef konukçularının doğal düşmanı parazitoitleri etkilememekte, ancak dolaylı yoldan konukçularını öldürerek indirekt olarak etkileyebilmektedir. Kaya ve Holchkin., 1981 tarafından bazı parazitoitlerin nematodların enfeksiyonundan önce konukçuyu öldürmekte olduğu bazı Hymenoptera pupa parazitoitlerinin ise geçirgen olmayan kokon oluşturdıklarından nematoda karşı dayanıklılık göstermekte olduğu bildirilmiştir.

EPN'lerin 3. dönem larvaları aktif olup konukçularının doğal açıklıklarından giriş yapmaktadır. Ağızlarında dorsal labial dişe sahip olan 3. dönem Heterorhabditid larvaları böceğin kutikülünü geçirgen kısımlarından delerek giriş yapmaktadır. Ayrıca, aynı yaradan birden fazla nematodun giriş yapabildiği bildirilmiştir (Wouts, 1991).

Dutky ve Hough, (1955) tarafından, *Galleria mellonella* larvaları kullanılarak EPN'lerin pratik olarak üretilbildikleri belirtilmektedir. Hominick ve Briscoe (1990),

Heterorhabdit'lere nazaran Steinernematid'lerin üretiminin daha fazla olduğunu vurgulamaktadır.

EPN'ler için sıcaklık ve nem çok önemlidir. IJ'ler 12-32°C arasında çok aktiftir ve düşük sıcaklıklarda uzun bir süre canlı kalabilmektedir. Örneğin; 5°C'deki az miktardaki su içinde (0,5-1,0 cm yükseklikte) *Steinernema glaseri* 3 yıldan fazla canlı kalabilmektedir. *Steinernema 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 (Schmiede, 1963 ve Federko, 1971'e atfen Wouts, 1991). 35°C'de bir saat tutulduğunda hareketsiz hale gelen *S.carpocapsae* larvalarının tamamı 37 °C'de 16 saat içinde, 41°C'de ise bir saat içinde ölmektedir (Brian ve Welch., 1963; Schmiede, 1963). Fan ve Hominick, (1991) tarafından, EPN (IJ)'lerin 5°C'de nemli steril kum ortamı olarak bildirilmiştir.

Nematodların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmesine yönelik ilk çalışmalar Amerika'da 1932 yılında başlatılmıştır. Filipjev (1934)'e ve Bovren (1937)'ye atfen Wouts, (1991), bu ülkede saptanan EPN'lerden *Steinernema glaseri*, *Popillia japonica* Newn. larvalarına karşı tarla denemelerinde kullanıldığını bildirmiştir. EPN'lerin *in vitro* olarak üretimine 1981 yılında başlanılmıştır. 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'lerin *in vivo* ya da katı veya sıvı ortamlarda *in vitro* olarak kitle halinde üretilbildikleri ortaya konulmuştur (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis., 1998). Kaya ve Stock, (1997) tarafından *in vivo* üretimde en çok tercih edilen konukçu böceğin *Galleria mellonella* olduğu bildirilmiştir. *In vitro* katı ortam olarak dog food agar ve 3 parçalı ortam kullanılmaktadır (Hara ve ark., 1982; Bedding, 1984). *In vitro* sıvı fermantasyon yöntemi EPN'lerin en ucuz kitlesel üretimine izin vermekte olup bu metod endüstrileşmiş ülkelerin seçtiği bir yöntemdir (Ehlers, 1996; Shapiro ve ark., 2003). 500 ml'lik bir erlen içerisinde 2 milyar infektif dönem nematod üretilabilmektedir (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). Üretilen bu ticari nematod preparasyonlarının *Steinernema carpocapsae*, *S.riobrave*, *S.feltiae*, *S.glaseri*, *S.scapterisci*, *Heterorhabditis*

bacteriophora ve *H.megidis* olduğu ve bunların Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Hollanda, Avusturalya ve İngiltere gibi ülkelerde kullanılmaktadır (Ehlers ve ark., 1998; Strauch ve Ehlers., 1998). Bu EPN türlerinden bazıları ülkemizde de ruhsatludur (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Ülkemizde ruhsatlı entomopatojen nematodlar

Nematod Türü	Ürünün Adı	Üretici Firma
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Larvanem	Koppert
<i>H. bacteriophora</i>	Terranem	Koppert
<i>H. bacteriophora</i>	Terranem-NAm	Koppert
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Capsanem	Koppert
<i>S. feltiae</i>	Entonem	Koppert
<i>S. feltiae</i>	Nematac	E-Nema GMBH.

Steinernematid ve Heterorhabditidlere hassas böcek sayısı sınırsız denecek kadar fazladır. Bu nematodların biyolojik aktiviteleri farklı araştırmacılar tarafından laboratuvar ve tarla denemeleri yapılarak tespit edilmiş ve bir liste hazırlanmıştır. Bu listeye göre etkinliği en yüksek olan türün *Steinernema carpocapsae* olduğu görülmektedir. Bu nematod 11 böcek takımına bağlı 75 familyadan 250'ye yakın böcek türünü parazitlemektedir (Wouts, 1991). Ülkemizde de tespit edilen EPN'lerin yine ülkemizde kültür bitkilerinde önemli zararlara neden olabilen zararlılar üzerindeki etkinlikleri Kepenekci (2012), tarafından liste olarak verilmiştir. Kepenekci (2014a), Dünya'da, *Steinernema* cinsine ait 64, *Neosteinernema* cinsine ait 1, *Heterorhabditis* cinsine ait 21 olmak üzere toplam 86 EPN türü olduğunu bildirmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir EPN surveyinin sonunda, Rize'den alınan toprak örneklerinde *Steinernema feltiae* Filipjev belirlenmiş olup Türkiye için ilk EPN kaydı olarak bildirilmiştir. Kepenekci ve ark., (1999) tarafından *Heterorhabditis* cinsine ait ilk kayıt ise Kepenekci ve ark. (1999) tarafından Ekecik (Aksaray) kışlağında toplanan Kımıl (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonunda belirlenmiş ve türün *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra EPN'lerin tespit edilmesine yönelik çalışmalar artmıştır. Bugüne kadar Türkiye'de *Steinernema feltiae* Filipjev, *Steinernema carpocapsae* Weiser, *Steinernema affine* Bovien, *Steinernema anatoliense* Hazir, *Steinernema weiseri* Mráček, *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar,

Heterorhabditis megidis Poinar ve *Heterorhabditis indica* Poinar olmak üzere toplam 8 adet EPN türünün tespit edildiği bildirilmiştir (Özer vd. 1995; Susurluk vd. 2001; Kepenekci, 2002; Hazır vd. 2003; Susurluk ve Toprak., 2006; Unlu vd. 2007; Yılmaz vd. 2009; Canhilal vd.). Bunun dışında EPN'lerin ekonomik öneme sahip zararlı grupları üzerindeki etkileriyle ilgili son yıllarda çalışmalar ivme kazanmıştır (Kepenekci ve ark., 2002; Gökçe ve ark., 2003; Kepenekci, 2004; Kepenekci ve ark., 2004; Kepenekci ve Halıcı., 2004; Kepenekci ve Susurluk., 2006a, b; Koçak, ve ark., 2007; Evlice ve ark., 2007; Kepenekci ve ark., 2007, Kepenekci ve ark., 2009).

EPN'lerle ilgili çalışmalar Türkiye gibi tür açısından çeşitliliği çok ve birbirinden farklı bölgelere sahip olan bir ülke için yeteri seviyede değildir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarından elde edilen ümitvar sonuçların sera ve doğa çalışmalarına aktarılması son derece önemlidir. Yürütülen bir proje dâhilinde önceden belirlenmiş olan alanlarda sürvey çalışmaları yapılmış, bölgelerde doğal olarak var olan EPN'leri elde etmek için toprak örnekleri alınmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen EPN'lerin tür teşhisleri yapılmıştır. Bu tez çalışmasında laboratuvar stoklarımızda mevcut olan Türkiye ve Kırgızistan'a ait izolatlardan daha önceki çalışmalarda yüksek etki gösteren (patojenisitesi yüksek) *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait iki izolat (izolat 11KG ve izolat TOK20) ile *Steinernema feltiae* türüne ait iki izolatın (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir) fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say.)'ne karşı etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Susurluk ve ark. (2003), *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H2 ve *Heterorhabditis bacteriophora* TurH1 adında iki ayrı entomopatojen nematod izolatının *Galleria mellonella* larvasına dikey yöndeki hareketlerini laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. *H.bacteriophora* Tur-H2 izolatı ile *Heterorhabditis bacteriophora* TurH1 izolatı içerisinde en yüksek nematod enfeksiyonu denemenin 3. gününde gözlenmiştir. 25°C’de 24, 48, 72, 96, 118 ve 148 saat sonunda *Galleria mellonella* larvası içine giren *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H2 ve *H.bacteriophora* Tur-H1’in IJ’leri kaydedilmiş ve larva içindeki IJ yüzdeleri verilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H2 için: %0,26, 3,20, 52,38, 12,52, 8,20 ve 3,73 ve *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H1 için ise: %0,52, 3,28, 28,16, 4,34, 3,90 ve 1,82 sonuçları elde edilmiş ve iki nematod izolatının aynı türe ait olduğu halde, aynı konukçuyu farklı etkinlikte arama davranışları gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Kepenekci (2004), süne [*Eurygaster maura* (Hemiptera: Scutelleridae)] erginlerine karşı iki EPN türüne ait üç ırkın [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı) (Rhabditida: Steinernematidae) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Heterorhabditidae)]’nın etkinliğini araştırmıştır. *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olarak bulunmuş ve süne S. *carpocapsae*, Tur-H1 ve Tur-H2’nin sırasıyla %55, %69 ve %95 ölüme neden olduğu ve zararlının mücadelesinde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Kepenekci ve ark. (2004c), kestane meyve kurdu [*Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)] larvalarına karşı üç EPN türünün [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı), *S.feltiae* (Tur-S3 ırkı) (Rhabditida: Steinernematidae) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Heterorhabditidae)] etkinliği üç ayrı sıcaklık (10, 15 ve 25°C) ve üç ayrı konsantrasyonda (0, 100, 500 ve 1000) yapılan çalışmada değerlendirilmiş ve *H.bacteriophora* Tur-H2 ırkının test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olduğu belirlenmiştir.

Ramos-Rodríguez ve ark. (2004), *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* ve *Trogoderma variabile*’nin larva, pupa ve erginleri ile *Sitophilus oryzae* ve *Rhyzopertha dominica*’nın erginlerine karşı *Steinernema*’nın türlerini değerlendirme çalışmalarında *Steinernema riobrave*’nin, *S.carpocapsae* ve *S.feltiae*’ye kıyasla daha patojenik olduğu belirlenmiştir.

Steinernema riobrave'nin 10 IJ'leri *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*, *Tribolium castaneum* ve *Oryzaephilus surinamensis*'in larvaları, *Tribolium castaneum* ve *Tenebrio molitor*'un pupaları ve *T.molitor* ve iki güve türünün erginlerine karşı ölüm oranlarının %80 veya daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. *Trogoderma variabile*'nin tüm biyolojik dönemlerinde %70 veya daha yüksek ölüm oranı tespit edildiği belirlenmiştir. *S.oryzae* ve *R.dominica* yetişkinleri sırasıyla %15 ve %35 ölüm oranları ile düşük duyarlılık sergilediği belirlenmiştir.

Kepenekci ve Susurluk (2006a), ülkemizde önceden tespit edilen entomopatojen nematodlardan *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın (All type ve S3) Kiraz Sineği (*Rhagoletis cerasi* L.) ve Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata* (Wiedmann)) (Diptera: Tephritidae) pupaları üzerinde üç değişik konsantrasyonda (25, 50 ve 100 IJ) ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) etkinliklerini denemişlerdir. Kiraz sineği için en yüksek etkinin, 25°C ve 100 IJ konsantrasyonunda olduğunu ve All type ırkının %16,6 ve S3 ırkının %23,3 ve Akdeniz meyve sineği için All type ırkının %33,3 ve S3 ırkının %40 ölüme neden olduğu tespit edilmiştir.

Kepenekci ve Susurluk (2006b), ülkemizde tespit edilen entomopatojen nematodlardan *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın Unlu erik afidi (*Hyalopterus pruni*) erginleri üzerindeki etkisini, laboratuvar koşullarında üç farklı konsantrasyon (25, 50 ve 100 IJ) ve üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) değerlendirme çalışmalarının sonucunda, en yüksek etkinin 25°C ve 100 IJ konsantrasyonunda, uygulamadan 96 saat sonra elde edildiği ortaya konmuştur. Ayrıca All type ırkının %74,9 ve S3 ırkının %83,3 ölüme neden olduğu kaydedilmiştir.

Susurluk (2006), Türkiye'den izole edilen entomopatojenik nematod *Steinernema feltiae* Tur-S3 ve *Heterorhabditis bacteriophora* Tur-H2'nin *Tenebrio molitor* L. larvalarına karşı etkinliğini farklı toprak tipi ve sıcaklık koşullarında değerlendirmeye almıştır. *Tenebrio molitor* larvalarının ölüm oranları üzerinde her iki nematod türüne karşı en büyük etkiye 12, 18 ve 24°C sıcaklık değerlerinin neden olduğu ve iki nematodun steril olmayan koşullara göre steril ve kumlu topraklarda killi topraklara göre verimliliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Steinernema feltiae*'nin, özellikle 12°C'de *Heterorhabditis bacteriophora*'dan test edilen tüm sıcaklıklarda daha verimli olduğu kaydedilmiştir.

Evlice ve ark. (2007), *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1) ve (Tur-H2)'nin elma iç kurdu [*Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae)]'nın son dönem larvalarına olan etkisini değerlendirdikleri çalışmada, larvalarda ölüm oranları uygulamadan 96 saat sonra *H.bacteriophora* (Tur-H1)'da 15°C'de 25, 50 ve 100 IJ'deki etkilerini 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 etmişlerdir.

Susurluk (2008), *Steinernema feltiae* (TUR-S3) ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın (TURH2) Türk izolatlarının konukçu böcek olan *Galleria mellonella*'nın larvalarının varlığında ve yokluğunda farklı sıcaklıklardaki dikey hareketlerini karşılaştırmıştır. Her iki türün nematodlarının bir böcek yerleştirildiğinde, sütunun dibine doğru daha hızlı hareket ettiği belirlenmiştir. *Steinernema feltiae*'nin, *Heterorhabditis bacteriophora*'dan daha fazla dikey dağılım yeteneği gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı mesafelere göç eden nematodların, *Galleria mellonella* ile enfekte olmaları açısından kıyaslamaları yapılmıştır. Sonuçta seyahat edilen mesafe ile infektivite arasındaki pozitif korelasyon, *Steinernema feltiae*'de ve daha az ölçüde *Heterorhabditis bacteriophora*'da konakçı arama davranışı ile enfeksiyon davranışı arasında bir bağlantı olduğu ortaya konulmuştur.

Susurluk ve ark. (2009), yeni bir çim zararlısı *Dorcadion pseudopreissi* Breuning (Coleoptera: Cerambycidae)'e karşı, *Steinernema carpocapsae*'nin TUR-S4 ve Nemastar ırkı, *Steinernema feltiae*'nin TUR-S3 ve Nemaplus ırkı ile *Heterorhabditis bacteriophora* Nematop ırkının etkinliğini araştırmışlardır. Patojenite testi 25°C'de sırasıyla 50, 100 ve 150 IJ dozunda uygulanılmıştır. Tüm nematodlarda en yüksek ölüm oranının (%75-92) 150 IJ dozunda olduğu tespit edilmiştir. Nematodların konukçu tercih davranışları petri kaplarında kum içerisine yerleştirilen *Dorcadion pseudopreissi* ve *Galleria mellonella* larvaları konularak denenmiştir. Tüm nematod türleri, her iki böcek türünün olduğu alanda birikmişler ve *Steinernema carpocapsae* (TUR-S4) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematop), *Steinernema feltiae*'nin iki ırkına göre daha yüksek oranda *Dorcadion pseudopreissi*'a doğru hareket etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2010), *Steinernema carpocapsae* B122, *Steinernema feltiae* B1, *Heterorhabditis bacteriophora* M3 ve *Heterorhabditis megidis* P69 adında 4 yerel entomopatojenik nematod izolatı, Avrupa mayıs böceği (*Melolontha melolontha* L.)

larvalarına karşı 3 farklı sıcaklıktaki (15, 23 ve 28°C) etkisini araştırmışlardır. En yüksek ölüm oranı 23°C’de *Heterorhabditis bacteriophora* M3 (%91,2), 15°C’de *Steinernema feltiae* (%75,7) ve 28°C’de *Heterorhabditis bacteriophora* M3 (%64,6) olarak belirtilmiştir.

Canhilal (2011), Güney Carolina (ABD)’dan elde edilen dokuz yerel (*Heterorhabditis megidis* LEX, *Heterorhabditis zealandica* EDS ve CHR ile *Heterorhabditis bacteriophora* WPS, SMP, PD, CFG, MF ve CFM) ve dışarıdan elde edilen iki *Heterorhabditis* izolatının (*Heterorhabditis bacteriophora* Hb ve HP88) biyolojik etkinliği, son dönem *Galleria mellonella* larvaları üzerinde laboratuvar koşullarında denenmiştir. Petri kaplarında yapılan denemelerde, 5, 10, 25 ve 100 IJ konsantrasyonlarında 25°C ve %75 nem içeren inkübatörde yürütülen çalışmada, en düşük dozda *Heterorhabditis bacteriophora* HP88 izolatının %81,5 ile en yüksek ölüm oranına ulaştığı ve 10, 25 ve 100 IJ konsantrasyonlarında ise %100 ölüm gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Kepenekci ve ark. (2013)’nin üç EPN izolatı olan *Steinernema carpocapsae*, *S.feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*’nın patates yumru güvesi *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)’ya karşı etkisi laboratuvar koşullarında değerlendirilmiştir. Denemeler 10, 15 ve 25 C’de farklı konsantrasyonlarda (100, 500 ve 1000 IJ) yapılmıştır. Sıcaklık ve nematod konsantrasyonunun *Phthorimaea operculella* larvasının ölüm oranında önemli bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur. Değerlendirmeye alınan 25°C ve 1000 IJ konsantrasyonunda *Steinernema carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* sırasıyla %96 ve 80 larva ölüm oranına neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, kadavra içinde EPN uygulamaları hariç *Steinernema feltiae*’nin herhangi bir zamanda %40’tan fazla ölüm oranına sahip olmadığı belirlenmiştir. Enfekte kadavra uygulamalarında ise 25°C ‘de *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora* ve *S.feltiae* için sırasıyla patates güvesinin larvasında %97, %83 ve %67 ölümüne neden olduğunu tespit edilmiştir.

Gülcü ve ark., (2014), *Steinernema feltiae*’nin iki izolatı (96-Bursa ve 113-Balıkesir) izolatı, *S.carpocapsae* (1133-Sakarya) izolatı, *Heterorhabditis bacteriophora*’nın iki izolatının (44-Çanakkale ve 1144-Sakarya) *Helicoverpa armigera* larvaları üzerindeki etkinliğini, 25°C’de 3 farklı konsantrasyonda (10, 50 ve 100 IJ) denemişlerdir. *Steinernema feltiae* (96-Bursa) 10 IJ %75, 50 IJ ve 100 IJ %100, *S.feltiae* (113-

Balıkesir) 10 IJ %25, 50 IJ %95,83 ve 100 IJ ise %91,66, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) 10 IJ %62,5, 50 IJ ve 100 IJ %100, *H.bacteriophora* (44-Çanakkale) 10 IJ %95,8, 50 IJ ve 100 IJ %100 ve *H.bacteriophora* (1144-Sakarya) uygulamasında 10 IJ %91,66, 50 IJ ve 100 IJ ise %100 ölüm olduğu belirtilmiştir.

Kepenekci ve ark. (2014), üç EPN izolatının (*Steinernema carpocapsae*, *S.feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*) laboratuvar koşullarında büyük ladin kabuğu böceği *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Scolytidae) larvalarına karşı etkinliğini 10, 15 ve 25 °C'de 100, 500 ve 1000 IJ konsantrasyonunda değerlendirmişlerdir. Genellikle, *Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türlerinin, artan sıcaklığa ve uygulanan IJ'lerin sayısına paralel olarak ölüm oranlarında artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Larva ölüm oranları 25 C° ve 1000 IJ konsantrasyonunda, *Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* için sırasıyla %98,04 ve %94,0'e ulaştığı ve *S.carpocapsae* için uygulanan sıcaklık konsantrasyon kombinasyonlarının hiçbirinde %40'tan fazla ölüm göstermediği belirlenmiştir. Enfekte kadavra uygulamasında, 25 °C'de *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora* ve *S.carpocapsae* için sırasıyla ölüm oranlarının %94,04, %86,93 ve %38,84 gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Atay ve ark. (2016), üç EPN (*Steinernema feltiae*, *S.carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*) izolatının laboratuvar koşullarında *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae)'a karşı etkinliğini üç farklı konsantrasyonda (500, 1000 ve 2000 IJ ml⁻¹) ve iki farklı sıcaklıkta (15 ve 20°C) araştırmışlardır. Uygulamadan bir hafta sonra *Holotrichapion pullum* erginlerinde ölüm oranı değerlendirildiğinde nematodlar sıcaklık artışına bağlı olarak daha fazla etki göstermiş ve *Steinernema carpocapsae* 20 °C'de ve tüm konsantrasyonlarda en yüksek etkiyi (%80,43 ve 83,35) gösterdiği tespit edilmiştir. Buna karşın, EPN'lerin 15°C'de, EPN'lerin %25'den daha az bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak *Holotrichapion pullum* erginlerinin özellikle *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) enfeksiyonuna duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Kepenekci ve ark. (2016), *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın üç EPN izolatı, laboratuvar koşullarında (farklı sıcaklık ve dozlarda) *Leptinotarsa decemlineata* 'ya karşı değerlendirildiği çalışmalarda *Steinernema feltiae*'nin gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kepenekci ve ark. (2018), Türkiye’den elde edilen *Steinernema feltiae* Aydın izolatu, *S.carpocapsae* Karadeniz izolatu, *Heterorhabditis bacteriophora* Aydın izolatu ve Çanakkale izolatu ile Kırgızistan’dan elde edilen *S.feltiae* 3KG izolatu ve *H.bacteriophora* 81KG izolatından oluşan üzere 6 EPN izolatını laboratuvar koşullarında, *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) kontrolü için değerlendirmişlerdir. Nematod süspansiyonları, 25°C sıcaklıkta bir konsantrasyonda (1000 IJ ml⁻¹) (200 IJ böcek⁻¹ veya yaklaşık 15 IJ cm²) uygulanmıştır. EPN izolatu *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz) ve Kırgız EPN izolatu *Steinernema feltiae* (3KG) en yüksek ölüm oranlarını (%98,66) gösteren uygulamalar olarak belirlenmiştir

Toksöz ve Saruhan (2018) tarafından Türkiye’den elde edilen *Steinernema feltiae* Aydın izolatu, *Steinernema carpocapsae* Karadeniz izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora* Aydın izolatu ile Kırgızistan’dan elde edilen *Steinernema feltiae* 3KG izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora* 81KG izolatu 500, 1000 ve 1500 IJ dozlarında, *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvasına karşı laboratuvar koşullarında test edilmiştir. Denemedeki ölüm oranları 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra kaydedilmiştir. Larva ölüm oranı %100 olan izolatların *Heterorhabditis bacteriophora* 81KG izolatu ve *Steinernema carpocapsae* Karadeniz izolatu olduğu tespit edilmiştir. Etki durumları sırasıyla *Heterorhabditis bacteriophora* Aydın izolatu (%70), *Sterinernema feltiae* 3KG (%66,67) olup en etkisiz izolatın ise %13,3 ile *Steinernema feltiae* Aydın izolatu olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini (TOGÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarları) stoklarında mevcut olan Türkiye ve Kırgızistan'a ait EPN izolatlarından daha önceki çalışmalarda yüksek etki gösteren (patojenisitesi yüksek) *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait iki izolat (izolat 11KG ve izolat TOK20) ve *Steinernema feltiae* türüne ait iki izolat (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir) ile *Galleria mellonella* kültürü; Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü (Ankara) (ZMMAE)'nde bulunan Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*) kültüründen faydalanılarak TOGÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında üretimi yapılan *A.obtectus* ile fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) taneleri oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Laboratuvar kitle üretim çalışmaları

3.2.1.1. *Galleria mellonella* larvalarının yetiştirilmesi

EPN'lerin canlılıklarını sürdürebilmesi için kültürlerin yenilenmesine yönelik olarak çalışmalar süresince *Galleria mellonella* larvaları üretimi yapılmıştır. 890 g un, 222 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin, 500 g bal, 445 g süt tozu ve 445 g buğday kepeği kullanılarak özel besin ortamı hazırlanmıştır (Haydak, 1936; Mohammed ve Coppel, 1983). İlk olarak un ve buğday kepeği sterilize edilmiş sonra un, kepek, süt tozu ve maya karıştırılıp son olarak bal ile gliserin karışımı üzerine dökülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Özel besin ortamı hazırlanışı

Alüminyum tel ile kapatılmış 300 ml'lik cam kavanozların içerisine özel besin ortamı konulduktan sonra kavanozlarda 1 cm yüksekliğe *Galleria mellonella* yumurta kümesi hazırlanmış ve 23-24 °C'de 16/8 saat (aydınlık/karanlık) aydınlatmalı böcek yetiştirme dolabında yer alan bu yumurtalardan larvaların çıkışı ve gelişmesi takip edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Galleria mellonella* larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi

3.2.1.2. Entomopatojen nematod (EPN)'ların üretimi

EPN'lerin sürekli üretilmesi ve bakımı

EPN'lerin üretilmesi amacıyla son dönem *Galleria mellonella* larvaları kullanılmıştır. Larvaların kokon örmelerini engellemek amacıyla 55°C'deki suda 15-20 sn. bekletilip 30 sn. çeşme suyu altında yıkanıp hareketsiz duruma getirilmiştir (Woodring ve Kaya, 1988). Otoklavda sterilize edilmiş 12 cm çapındaki petrilerin içerisine 6 cm çapındaki küçük petriler kapaksız olarak ters çevrilip yerleştirilerek üzerine steril kurutma kağıdı konulup musluk suyu ile ıslatılmış ve kurutma kağıtları üzerine larvalardan 10 tanesi sıralanmıştır.

Galleria mellonella larvaları üzerine her bir nematod kültürüne ait içinde 2. ve 3. dönem enfektif nematod larvalarının konsantrasyonlarından damlalıklarla alınıp verilmiştir. Daha sonra büyük petrilerin kapağı kapatılmış, alüminyum folyo ile sarılarak siyah polietilen torbalar içine alınmış ve 20-23 °C'deki inkübatöre konulmuştur. 10 gün boyunca

inkübatörde kontrolleri takip edilmiştir. Entomopatojen nematodlar tarafından enfekte olan *Galleria mellonella* larvalarından "White tuzak" metodu kullanılarak enfektif EPN larvaları elde edilmiştir (White, 1927). Tepsiler içerisine dizilen 100 ml'lik kapaklı mika kutular içerisine alınan larvaların bulunduğu kutuların üzeri alüminyum folyo ile kapatılmış ve buzdolabında +4°C'de saklanmıştır. Haftada iki kere olmak üzere nematodların havasızlıktan ölmeleri için mika kutuların kapakları açılarak nematodların içinde bulunduğu su hafif karıştırılıp havalandırmaları yapılmıştır. Nematodların aktivitelerini yitirmemeleri amacıyla 1-2 ayda bir yeni *Galleria mellonella* larvalarına verilerek aynı işlem tekrarlanarak kültürler yenilenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi, bakımı ve “White tuzak” metodu

EPN’lerin kitle üretimi

Heterorhabditis bacteriophora türüne ait iki izolat (izolat 11KG ve izolat TOK20) ile *Steinernema feltiae* türüne ait iki izolat (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir) uygulamalar için gerekli materyali sağlamak amacıyla laboratuvarında kitle üretimi yapılmıştır. İzolatlara ait IJ’lerden faydalanılarak nematod üretimi yapılmıştır. EPN’lere ait IJ’lerin *Galleria mellonella*’nın son dönem larvalarını enfekte etmesi sağlanmıştır. White tuzak metodunda büyük boy petrilerin her birinin üzerine 30 adet EPN’ler tarafından enfekte edilmiş *Galleria mellonella* larvaları konmuştur. Oda sıcaklığında (23-24°C) bekletilen düzeneklerden dışarı çıkacak olan yeni nesil EPN’ler toplanmıştır.

3.2.1.3. *Acanthoscelides obtectus* popölasyonlarının elde edilmesi

Fasulye tohum böceği, *Acanthoscelides obtectus* laboratuvar koşullarında yetiştirilebilmektedir. Bu çalışmada, fasulye taneleri daha önceden steril olan cam kavanozlara konulmuştur. Tanelerden çıkan böceklerin oksijen ihtiyaını sağlamak ve kaçışını engellemek amacıyla kavanozların ağızları birer ince tölle kapatılmıştır. Kavanozlar laboratuvar koşullarında bekletilmiş ve çalışmalarda kullanılan fasulye tohum böceği popölasyonları elde edilmiştir. Tohum böcekleri oligofag bir zararlı olup, yılda tek döl veren ve çok döl veren olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Fasulye tohum böceği çok döl veren tür olduğundan dolayı hem gelişmekte olan taze tohumlarda hem de kuru tanelerde gelişebilirler. Ergin tohum böceğinin tarlada konukçu bitki üzerine tek döl veren türler gibi yumurtalarını bırakarak gelişmesine devam ettiği; ancak ambarda çıkan erginlerin diyapoza girmediği, cinsel olgunluğa erişen erginlerin, çiftleştikten sonra kuru tohumlara yumurtalarını bırakarak evre koşullarına bağlı olarak birden fazla döl verdiği bilinmektedir (Yücel 1985; Pehlivan 1987; Lodos 1998). Çalışmada kullanılan böceklerin ağırlıkları tartılarak belirlenmiş ve ortalamalar verilmiştir (şekil 3.4).

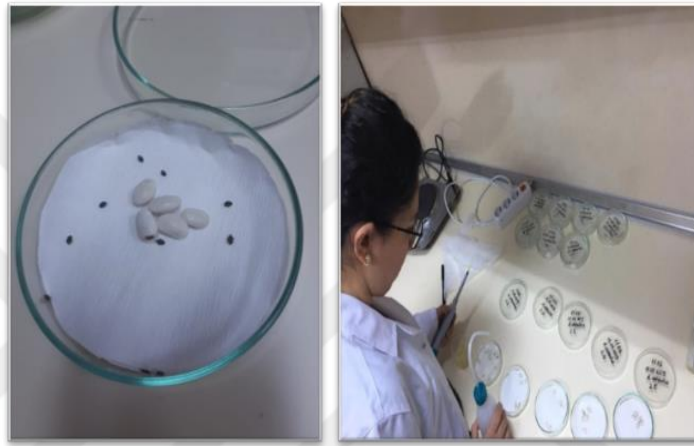


şekil 3.4. Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*)’nin ağırlığının tartımı

3.2.2. Laboratuvar etkinlik çalışmaları

3.2.2.1. Tek doz denemeleri

Tek doz çalışmasında *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20) ve *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir) izolatları fasulye tohum böceği erginlerine karşı 50 IJ böcek⁻¹ dozunda laboratuvar koşulları (*in vitro*)’nda denenmiştir. Çalışmada orta boy petriler (12 cm) kullanılmıştır. Petrilerin tabanına filtre kâğıdı (Whatman No. 1) yerleştirilmiştir ve sonra üzerine 10 adet fasulye tohum böceğinin ergini ile birlikte 5 adet fasulye tohumu konulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Tek doz denemeleri

Mikroskopta hazırlanan süspansiyon içindeki nematodlar mikropipet aracılığıyla 50 IJ 0.2 ml⁻¹ su olarak her bir petrinin dibinde bulunan filtre kağıdına emdirilerek verilmiştir. Her bir uygulamada pipet ucundaki tüm nematodların petri içerisine tam geçişini sağlamak için aynı pipet ucuyla tekrar 0.2 ml’lik su alınarak aynı petriye verilmiştir. Kontrollerde petrilerin tabanındaki filtre kâğıtlarına yalnızca su ilave edilmiştir (Şekil 3.6). Denemeler 5 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüş ve deneme aynı şartlarda farklı bir zamanda bir defada tekrarlanmıştır. Uygulamadan sonraki 10 gün boyunca böcek ölümleri kontrol edilerek veriler, kayıt altına alınmış ve sonuçlar istatistiksel analize tabii tutulmuştur.



Şekil 3.6. Mikroskopta hazırlanan süspansiyon içindeki nematodların mikropipet aracılığıyla doz ayarlama (sayım) işlemleri

3.2.2.2. Farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki çalışmaları

Tek doz denemeleri ile farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki denemeleri yürütülmüştür. Bu çalışmalar, tek doz denemelerinde olduğu gibi yapılmış fakat 3 farklı doz (25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹) denenmiştir. Denemeler 10, 15 ve 20°C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

3.2.2.3. Doz-ölüm denemeleri

Farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki denemeleri sonucu ile doz ölüm denemeleri yürütülmüştür. Bu çalışmada, EPN izolatlarının 7 farklı dozu (5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJ böcek⁻¹) fasulye tohum böceğinin erginlerine karşı uygulanmıştır. Her bir nematod izolatında her bir doz için denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur.

3.2.3. Uygulamaların Değerlendirilmesi

Çalışmalarda elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Böcek % ölüm oranlarına ait verilere açi transformasyonu yapıldıktan sonra tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir. Analizden önce %5 böcek ölüm oranlarına Arcsine transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Tek Doz Denemeleri

Heterorhabditis bacteriophora 11KG izolatu, *Steinernema feltiae* 3KG izolatu, *H.bacteriophora* TOK20 izolatu ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatının tek doz olan 50 IJ böcek⁻¹ dozunda, *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı 10 gün boyunca 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir.

Denemede kontrol grubuna, nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiş olup 10. günün sonunda ergin böcek ölüm oranı $19,48 \pm 0,34$ olarak tespit edilmiştir. Denemenin 1. gününde *Steinernema feltiae* 3KG izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında ölüm oranı $0,10 \pm 0,36$, *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında ölüm oranı $0,41 \pm 0,65$ ve *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatında ölüm oranı $1,22 \pm 1,16$ tespit edilmiştir.

Uygulamalardan sadece *Steinernema feltiae* 3KG izolatında 4. gün böcek ölüm oranları %50'yi geçerken, 5. günün sonunda ise *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında %50'nin üzerinde böcek ölümüne neden olmuştur. Buna karşın iki izolatın 5. gündeki böcek ölüm oranları arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir.

Denemenin 7. gününde denemeye alınan diğer iki izolatın (*Heterorhabditis bacteriophora* 11KG ve TOK20) da, *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatu ile istatistiksel olarak aynı düzeyde ve %50'nin üstünde böcek ölümüne neden olduğu saptanmış olmasına rağmen, uygulamaya alınan izolatlar içerisinde en yüksek böcek ölüm oranı %93,89 ile *S.feltiae* 3KG izolatında belirlenmiştir.

Denemenin sonunda (10.gün), *Steinernema feltiae* 3KG izolatu ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatu içinde ölüm oranı %99,59 olup *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında ölüm oranı %83,79 ve *H.bacteriophora* TOK20 izolatında ölüm oranı %91,74 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda, sonuçlar istatistiksel analize tabii tutularak böcek erginlerine karşı 50 IJ konsantrasyonunda, *Steinernema feltiae* 3KG izolatu ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatu ($99,59 \pm 0,65$) en yüksek etkiyi göstermiş olup bu türleri *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatu ($91,74 \pm 2,81$) izlemiştir. En düşük etki ise

Heterorhabditis bacteriophora 11KG izolatında (%83,79±2,91) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir izolatları) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20 izolatları)'nın tek doz uygulaması (50 IJ böcek⁻¹) ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Ergin Böcek Ölümü (%) ¹					
<i>Steinernema feltiae</i>			<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>		
Gün	3KG	Tokat-Emir	11KG	TOK20	Kontrol ²
1	0,10±0,36a	1,22±1,16a	0,10±0,36a	0,41±0,65a	0,00±0,00a
2	10,49±2,19a	6,55±2,03a	1,22±1,16	0,62±1,00a	1,27±1,68a
3	36,71±0,44a	12,13±2,40b	9,64±2,11b	3,18±2,19b	2,32±1,77b
4	55,16±0,51a	25,76±2,13b	22,52±2,39bc	13,58±2,81bc	3,68±1,73c
5	77,58±0,39a	50,72±1,67b	37,18±1,28b	29,04±2,25b	7,30±1,27c
6	87,22±1,55a	62,21±1,36ab	36,92±3,07b	40,15±2,63b	8,25±1,43c
7	93,89±1,71a	74,94±0,77b	55,42±1,93b	58,25±0,75b	10,59±0,95c
8	96,97±1,25a	86,78±0,88ab	70,75±4,32b	72,47±1,37b	15,68±0,35c
9	97,97±1,25a	95,77±1,18ab	77,26±3,61b	85,24±2,33ab	18,10±0,42c
10	99,59±0,65a	99,59±0,65a	83,79±2,91b	91,74±2,81ab	19,48±0,34c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiştir

4.2. Farklı Sıcaklıklarda ve Dozlarda Etki Çalışmaları

Çalışmalar 10, 15 ve 20°C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta ve 25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹ olmak üzere 3 farklı dozda 5 tekerrürlü iki deneme olarak yürütülmüştür. Denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilip 10 gün boyunca böcek ölüm oranları kaydedilmiştir.

Steinernema feltiae 3KG izolatının 10°C'de, 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*)'ne karşı etkileri üzerine yapılan denemenin 1. gününde, sadece 50 IJ dozunda ölümler görülmeye başlamış olsa da bu ölümlerin istatistiksel olarak fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Denemenin 2. gününde dozların tamamında ölümler görülmeye başlamıştır. Denemenin 4. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %11,69±1,62, 50 IJ dozunda %10,40±1,19 ve 100 IJ dozunda ise %8,73±1,02 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 7. gününde *Steinernema feltiae* 3KG izolatının

dozlarının tamamında tespit edilen ölüm oranları ile kontrolde tespit edilen ölüm oranı arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte, 8. günden denemenin sonuna kadar olan sürede sadece 100 IJ dozu, kontrolden istatistiksel olarak yüksek bir ölüm oranı göstermiştir. Denemenin 10. gününün sonunda en yüksek ölüm oranı rakamsal olarak 100 IJ dozunda %32,44 tespit edilmiş olmasına rağmen, bu değer 25 IJ dozunda tespit edilen ölüm oranından (%25,52) istatistiksel olarak farksızdır. İzolatın 50 IJ dozunda tespit edilen ölüm oranı (%20,52) ise 25 IJ dozundan istatistiksel olarak farksızken, 100 IJ dozundan önemli seviyede daha düşüktür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 10°C'de *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,93±0,85a	0,00±0,00a	0,29±0,61a
2	7,00±1,33a	1,65±0,97ab	0,41±0,65b	1,15±0,97ab
3	10,09±1,40a	3,03±1,25a	4,98±0,85a	1,15±0,97a
4	11,69±1,62a	10,40±1,19a	8,73±1,02a	2,57±1,09a
5	16,23±1,90a	12,02±1,41a	12,28±0,85a	10,01±0,00a
6	19,59±1,30a	12,02±1,41a	16,63±1,29a	10,01±0,00a
7	19,59±1,30a	15,02±1,01a	19,09±0,61a	10,00±0,00a
8	19,59±1,30ab	15,02±1,01ab	25,52±1,03a	10,00±0,00b
9	19,59±1,30ab	17,38±0,38ab	30,43±0,48a	10,00±0,00b
10	25,52±1,03ab	20,52±0,31b	32,44±0,53a	10,00±0,00c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiştir

Heterorhabditis bacteriophora 11KG izolatının 10°C'de, 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) *Acanthoscelides obtectus*'a karşı etkileri üzerine yapılan denemenin ilk gününde tüm konsantrasyonlarda ölüm gözlenmemiştir. 50 ve 100 IJ dozlarında, denemenin 2. gününde böcek ölüm oranı %0,10±0,36 olup 25 IJ konsantrasyonunda ise denemenin 9. gününden itibaren ölümler başlamıştır. Denemede 5. günün sonunda böcek ölüm oranı 50 IJ dozunda %0,93±0,85 ve 100 IJ dozunda %6,30±1,18 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 9. gününde böcek ölüm oranı 25 IJ dozunda %0,21±0,75, 50 IJ dozunda %8,15±0,36 ve 100 IJ dozunda ise %14,20±0,89'dur. Denemenin 10. gününde böcek ölüm oranı, kontrol grubunda %1,15±0,97, 25 IJ dozunda %9,55±1,12, 50 IJ dozunda %11,36±0,80 ve 100 IJ dozunda %16,04±0,99 olarak kaydedilmiş olup en yüksek böcek

ölüm oranı 100 IJ dozunda tespit edilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının tüm dozları ile kontrolde tespit edilen böcek ölüm oranı arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 10°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,29±0,61a
2	0,00±0,00a	0,10±0,36a	0,10±0,36a	0,29±0,61a
3	0,00±0,00b	0,10±0,36ab	2,57±1,01a	0,29±0,61ab
4	0,00±0,00b	0,93±0,85ab	2,57±1,01a	0,29±0,61ab
5	0,00±0,00b	0,93±0,85ab	6,30±1,18a	1,15±0,97ab
6	0,00±0,00b	1,65±0,97ab	7,00±1,33a	1,15±0,97ab
7	0,00±0,00c	4,99±0,85ab	11,52±0,69a	1,15±0,97bc
8	0,00±0,00c	4,99±0,85ab	12,44±0,74a	1,15±0,97bc
9	0,21±0,75c	8,15±0,36ab	14,20±0,89a	1,15±0,97bc
10	9,55±1,12ab	11,36±0,80a	16,04±0,99a	1,15±0,97b

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Heterorhabditis bacteriophora TOK20 izolatının 10°C'de 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) *Acanthoscelides obtectus*'a karşı etkileri üzerine yapılan denemede kontrol grubuna, nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiş olup denemenin sonunda (10. gün) ergin böcek ölüm oranı %1,15±0,97 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile 25 IJ dozunun (%13,22±0,88) denemenin sonunda tespit edilen ölüm oranları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Denemenin 1. gününde sadece 100 IJ dozunda ölüm tespit edilmiş olup böcek ölüm oranı %0,41±0,65 olarak kaydedilmiştir. Denemenin 3. gününde 50 IJ dozunda böcek ölüm oranı %5,33±1,63, 100 IJ dozunda %8,03±1,92 iken 25 IJ dozunda denemenin 7. gününe kadar ölüm görülmemiştir. Denemenin 7. gününde 25 IJ dozunda böcek ölüm oranı %0,93±0,85 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 8. gününde böcek ölüm oranı sırasıyla 25 IJ dozunda %4,82±1,37, 50 IJ dozunda %24,29±0,51 ve 100 IJ dozunda %50,04±1,37 olduğu tespit edilmiştir.

Denemenin sonunda (10. gün) ölüm oranı 25 IJ dozunda %13,22±0,88, 50 IJ dozunda %35,80±1,31 olup *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 100 IJ böcek⁻¹ konsantrasyonunda böcek ölüm oranının (%73,09±2,38) diğer iki konsantrasyona göre %50'den fazla böcek ölümüne neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 10°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,41±0,65a	0,00±0,00a
2	0,00±0,00a	0,41±0,65a	2,82±1,83a	0,00±0,00a
3	0,00±0,00c	5,33±1,63ab	8,03±1,92a	0,00±0,00bc
4	0,00±0,00b	5,33±1,63a	12,55±1,36a	0,00±0,00b
5	0,00±0,00c	7,47±1,64b	21,56±1,16a	0,00±0,00c
6	0,00±0,00c	12,10±0,96b	27,90±0,97a	0,00±0,00c
7	0,93±0,85c	19,30±0,48b	40,26±1,15a	0,00±0,00c
8	4,82±1,37c	24,29±0,51b	50,04±1,37a	0,00±0,00c
9	9,55±1,12c	32,89±1,06b	56,42±1,05a	0,29±0,61d
10	13,22±0,88c	35,80±1,31b	73,09±2,38a	1,15±0,97c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Acanthoscelides obtectus'a karşı 10°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri 10 gün boyunca takip edilmiştir. Ergin böcek ölüm oranı sırasıyla *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 25 IJ dozunda %0,41±0,65, 50 IJ dozunda %1,22±1,16 ve 100 IJ dozunda %3,54±1,48 olup denemenin 1. gününde dozların tamamında ölümler tespit edilmiştir. Denemenin 4. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %10,02, 50 IJ dozunda %4,83 ve 100 IJ dozunda ise %14,57 olduğu tespit edilmiştir. Denemenin 6. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %10,72±2,01, 50 IJ dozunda %9,80±2,01 ve 100 IJ dozunda %24,20±1,74 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 8. gününde 100 IJ dozunda ölüm oranı (%34,48±0,73) %30'u geçmiş olup diğer iki dozun ölüm oranı %30'un altında kalmıştır.

Denemenin sonunda (10. gün) *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 25 IJ dozunda böcek ölüm oranı %21,37±0,44, 50 IJ dozunda böcek ölüm oranı %23,21±0,58 ve 100 IJ dozunda böcek ölüm oranı %42,78±0,44 olarak kayıt altına alınmış olup her üç dozda böcek ölüm oranının %50'nin altında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 10°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,41±0,65a	1,22±1,16a	3,54±1,48a	0,00±0,00a
2	2,45±1,51ab	2,03±1,25ab	7,00±1,33a	0,00±0,00b
3	6,68±1,95ab	4,23±1,18ab	9,40±1,21a	0,00±0,00b
4	10,02±1,84a	4,83±1,37ab	14,57±1,32a	0,00±0,00b
5	10,02±1,84a	5,81±1,95ab	17,22±1,58a	0,00±0,00b
6	10,72±2,01ab	9,80±2,01ab	24,20±1,74a	0,29±0,61b
7	16,04±0,99a	14,94±1,09a	29,23±0,71a	0,29±0,61b
8	16,04±0,99b	20,22±0,53ab	34,48±0,73a	0,60±1,25c
9	19,59±0,26b	20,22±0,53b	36,60±0,62a	5,09±2,38c
10	21,37±0,44bc	23,21±0,58b	42,78±0,44a	7,70±1,97c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Acanthoscelides obtectus'a karşı 10°C'de, *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20 izolatı) izolatlarının 25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri üzerine 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüştür. Denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Denemede tüm dozlarda böcek ölüm oranı 10°C'de 100 IJ konsantrasyonunda *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında %73,09±2,38, *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatında %42,78±0,44, *S.feltiae* 3KG izolatında %32,44±0,53 ve *H.bacteriophora* 11KG izolatında %16,04±0,99 olduğu tespit edilmiştir.

Fasulye tohum böceğine karşı 15°C'de *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) etkileri üzerine 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüştür. Denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek

analiz edilmiştir. Denemede kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiş olup 10. günün sonunda, ölümler (%8,27±0,83) görülmeye başlamış olsa da bu ölümlerin istatistiksel olarak fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Denemenin 4. gününde *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 50 IJ (%58,61±1,03) ve 100 IJ (%78,66±2,87) dozunda böcek ölüm oranlarının %50'yi geçtiği tespit edilmiştir. Denemenin 5. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %34,34±0,79, 50 IJ dozunda 76,57±0,45 ve 100 IJ dozunda ise %97,55±1,51 olarak tespit edilmiştir. Denemede *Acanthoscelides obtectus*'a karşı en yüksek ölüm oranı 7. günün sonunda, 100 IJ dozunda (%100) belirlenmiş olup 50 IJ dozunda %99,90 ve 25 IJ dozunda %57 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 15°C'de *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,10±0,36a	2,57±1,01a	0,41±0,65a	0,00±0,00a
2	10,63±0,64a	14,20±0,89a	17,87±0,82a	0,29±0,61b
3	17,18±0,50b	32,57±0,47ab	48,10±3,65a	0,29±0,61c
4	22,11±0,61b	58,61±1,03a	78,66±2,87a	1,15±0,97c
5	34,34±0,79c	76,57±0,45b	97,55±1,51a	4,53±0,97d
6	45,78±0,86b	96,97±2,38a	99,90±0,36a	5,57±1,29c
7	57,31±0,60b	99,90±0,36a	100,00±0,00a	5,57±1,29c
8	59,44±0,74b	100±0,00a	100,00±0,00a	5,57±1,29c
9	68,78±0,77b	100±0,00a	100±0,00a	5,57±1,29c
10	74,71±1,77b	100±0,00a	100±0,00a	8,27±0,83c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiştir

Acanthoscelides obtectus'a karşı 15°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının 25, 50 ve 100 IJ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri 10 gün boyunca takip edilmiş olup denemenin 1. gününde tüm dozlarda ölüm gözlenmemiştir. Denemenin 4. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %2,03±1,25 50 IJ dozunda %3,98±1,77 ve 100 IJ dozunda %11,62±1,70 olarak kaydedilmiştir. Denemenin 7. gününde ölüm oran, 100 IJ dozunda olarak tespit edilmiş olup 100 IJ dozunda ölüm oranı (%59,01±3,60) %50'yi geçmiş olup 25 JJ dozunda (%13,33±1,87) ve 50 IJ dozunda ölüm oranı (%30,35±2,38) ise %50'nin altında kaldığı tespit edilmiştir.

Denemenin 10. gününde 50 IJ dozunda ölüm oranı (%54,48±3,57) %50'yi geçmiş olup en yüksek ölüm oranı 100 IJ dozunda %81,15±5,69 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 15°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,29±0,61a
2	0,10±0,36a	0,10±0,36a	0,10±0,36a	0,29±0,61a
3	0,41±0,65a	0,62±1,00a	6,17±1,27a	0,29±0,61a
4	2,03±1,25ab	3,98±1,77ab	11,62±1,70a	0,29±0,61b
5	7,27±2,17ab	9,26±2,75ab	24,07±0,76a	1,15±0,97b
6	9,03±1,86b	17,42±3,68ab	33,24±1,00a	1,15±0,97b
7	13,33±1,87bc	30,35±2,38ab	59,01±3,60a	1,15±0,97c
8	20,65±0,93bc	41,18±4,53ab	72,12±6,29a	2,57±1,09c
9	25,62±1,16bc	45,59±4,38ab	80,23±5,75a	3,36±1,52c
10	29,97±1,16bc	54,48±3,57ab	81,15±5,69a	3,36±1,52c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Denemede *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 15°C'de 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) etkilerinin takip edilmiştir. Denemenin 2. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %1,22±1,16, 50 IJ dozunda %0,93±0,85 ve 100 IJ dozunda %4,82±1,37 olup tüm dozlarda ölüm görülmeye başlamış olsa da bu ölümlerin istatistiksel olarak fark oluşturmadağı belirlenmiştir. Denemenin 4. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %2,90±1,76, 50 IJ dozunda %12,04±1,03 ve 100 IJ dozunda %25,62±1,24 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 6. gününde sadece 100 IJ dozunda ölüm oranı (%48,46±3,53) %40'ı geçmiştir. Denemenin 8. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %23,62±2,37, 50 IJ dozunda %42,73±2,09 ve 100 IJ dozunda %66,44±2,86 olduğu tespit edilmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında en yüksek ölüm oranı denemenin sonunda (10. gün) 100 IJ dozunda %87,03±2,20 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 15°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,10±0,36a	0,41±0,65a	0,00±0,00a
2	1,22±1,16a	0,93±0,85a	4,82±1,37a	0,00±0,00a
3	1,55±1,46ab	5,63±1,02ab	9,64±2,11a	0,00±0,00b
4	2,90±1,76bc	12,04±1,03ab	25,62±1,24a	0,00±0,00c
5	4,55±1,97c	18,76±0,89b	38,36±1,08a	0,00±0,00c
6	11,72±2,68bc	24,71±1,15ab	48,46±3,53a	0,29±0,61c
7	18,76±2,03b	35,28±1,53ab	60,36±3,15a	1,15±0,97c
8	23,62±2,37b	42,73±2,09ab	66,44±2,86a	1,15±0,97c
9	32,85±1,65b	53,26±3,67ab	75,90±2,95a	2,57±1,09c
10	39,54±1,82b	62,21±3,33ab	87,03±2,20a	9,62±1,01c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Fasulye tohum böceğine karşı 15°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 25, 50 ve 100 IJ olmak üzere 3 farklı dozunun etkilerinin bakıldığı denemenin 1.gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %1,65±0,97, 50 IJ dozunda %3,54±1,48 ve 100 IJ dozunda %3,03±1,25 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 5. gününde 50 ve 100 IJ dozunda ölüm oranının %50'yi geçtiği tespit edilmiş olup 100 IJ dozunda ölüm oranı %60,21±3,35'dir. En yüksek ölüm oranı 9. günün sonunda 100 IJ dozunda %100 olarak belirlenmiştir. Denemenin sonunda (10. gün) *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatında 50 IJ ve 100 IJ dozunda ölüm oranı %100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 15°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Ergin Böcek Ölümü(%) ¹				
Gün	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	1,65±0,97a	3,54±1,48a	3,03±1,25a	5,57±1,29a
2	3,68±0,97b	17,70±1,25a	12,54±1,74ab	9,62±1,01ab
3	7,61±1,55b	29,22±0,71a	27,86±1,13a	11,07±1,13ab
4	17,38±0,38b	41,89±0,56a	42,52±1,66a	11,06±1,13b
5	22,03±0,70b	53,10±0,49a	60,21±3,35a	11,07±1,13b
6	31,45±0,62b	70,43±0,46a	76,07±3,33a	12,31±1,41b
7	38,70±0,55c	81,82±0,54b	96,69±2,06a	17,00±1,62c
8	49,93±0,41b	97,63±1,58a	99,66±1,17a	17,00±1,62c
9	58,26±0,83b	99,90±0,36a	100,00±0,00a	17,00±1,62c
10	61,45±1,06b	100,00±0,00a	100,00±0,00a	18,48±1,76c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Denemelerde *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 15°C'de *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20 izolatı)'nın 25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri 10 gün boyunca takip edilmiştir. Denemenin sonunda 15°C'de 100 IJ böcek⁻¹ dozunda böcek ölüm oranı *Steinernema feltiae* 3KG ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında %100 iken, *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında %87,03 ve *H.bacteriophora* 11KG izolatında ise %81,15 olduğu tespit edilmiştir.

Denemelerde *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20 izolatı)'nın 25, 50 ve 100 IJ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri 10 gün boyunca kayıt altına alınmıştır.

Fasulye tohum böceğine karşı 20°C'de *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 3 farklı dozunun (25, 50 ve 100 IJ) etkilerine bakıldığında denemenin 2. gününde tüm dozlarda ölümler başlamış olup 3. günden itibaren üç farklı dozda ölüm oranında artış kaydedilmiştir. Denemenin 4. gününde ölüm oranının 25 IJ dozunda %30'u (%32,93±0,98) geçtiği, 50 IJ dozunda %50'ye (%49,51±1,28) yakın oranda ve son

olarak 100 IJ dozunda ise %50'yi (%60,87±2,59) geçtiği belirlenmiştir. Denemenin 6. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %65,13, 50 IJ dozunda %96 ve 100 IJ dozunda %100 tespit edilmiştir. *Steinernema feltiae* 3KG izolatında en yüksek ölüm oranı 6. günün sonunda 100 IJ dozunda %100 olarak belirlenmiştir. Denemenin sonunda ölüm oranı 25 IJ dozunda %98,78, 50 IJ dozunda %99,90 ve 100 IJ dozunda %100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Ergin Böcek Ölümü(%) ¹				
Gün	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00b	2,57±1,01a	0,10±0,36b	0,00±0,00b
2	5,45±1,55b	17,58±0,25a	14,75±1,20ab	0,00±0,00c
3	25,06±1,91a	31,50±0,54a	31,77±1,37a	0,00±0,00b
4	32,93±0,98b	49,51±1,28ab	60,87±2,59a	0,29±0,61c
5	52,27±1,43b	73,75±0,63ab	91,63±3,88a	2,57±1,09c
6	65,13±1,56b	96,00±2,83a	100,00±0,00a	5,09±2,38c
7	84,15±4,44b	98,25±1,93ab	100,00±0,00a	5,09±2,38c
8	91,83±3,20b	99,90±0,36a	100,00±0,00a	5,09±2,38c
9	96,60±1,99a	99,90±0,36a	100,00±0,00a	7,70±1,97b
10	98,78±1,16a	99,90±0,36a	100,00±0,00a	16,04±0,41b

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Denemede Fasulye tohum böceğine karşı 20°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının 25, 50 ve 100 IJ olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri takip edilmiştir. Denemenin 3. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %0,10±0,36, 50 IJ dozunda %1,65±0,97 ve 100 IJ dozunda %7,20±0,79 olarak tespiti yapılmıştır. Denemenin 7. gününde 25 IJ dozunda ölüm oranı %25,01±0,78 ve 50 IJ dozunda %27,27±0,61 olup ölüm görülmeye başlamış olsa da bu ölümünün istatistiksel olarak fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. 100 IJ dozunda ise ölüm oranı %53,78 olarak kaydedilmiştir. Denemenin sonunda *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında en yüksek ölüm oranının 100 IJ dozunda %88,48±4,36 olduğu ve diğer dozlarda ise ölüm oranı sırasıyla %47,78 ve %51,05 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,00±0,00a	0,29±0,61a
2	0,00±0,00a	0,10±0,36a	0,10±0,36a	0,29±0,61a
3	0,10±0,36b	1,65±0,97ab	7,20±0,79a	0,29±0,61b
4	2,03±1,25b	5,62±1,02ab	13,05±0,99a	0,29±0,61b
5	9,55±1,12ab	18,19±0,54a	22,20±0,64a	1,15±0,97b
6	17,70±1,25a	22,24±0,56a	32,44±0,72a	1,15±0,97b
7	25,01±0,78b	27,27±0,61b	53,78±2,52a	1,15±0,97c
8	33,24±0,80b	36,59±0,54b	69,29±5,25a	5,57±1,29c
9	39,13±1,29b	44,74±0,62b	80,23±1,29a	5,57±1,29c
10	47,78±1,41b	51,05±1,08b	88,48±4,36a	6,70±1,57c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiştir

Denemelerde *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de, *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 3 farklı dozda (25, 50 ve 100 IJ) etkileri 10 gün boyunca kayıt altına alınmıştır. Denemenin 2. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %0,10±0,36, 50 IJ dozunda %0,93±0,85 ve 100 IJ dozunda %4,82±1,37 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 3. gününde böcek ölüm oranı 25 IJ dozunda %0,93±0,85, 50 IJ dozunda %7,95±0,91 ve 100 IJ dozunda %13,76±1,20 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 5. gününde böcek ölüm oranı 25 IJ dozunda %8,88±1,95, 50 IJ dozunda %22,87±0,89 ve 100 IJ dozunda %36,40±0,96 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 7. gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %24,71±1,07, 50 IJ dozunda %40,31±1,71 ve 100 IJ dozunda %58,96±1,64 olup sadece 100 IJ dozunda ölüm oranının %50'yi geçtiği belirlenmiştir. Denemenin sonunda *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında ölüm oranı tüm dozlarda sırasıyla %44,83, %77,57 ve %97,63 olup en yüksek ölüm oranı 100 IJ dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,00±0,00a	0,10±0,36a	0,10±0,36a	0,00±0,00a
2	0,10±0,36b	0,93±0,85ab	4,82±1,37a	0,00±0,00b
3	0,93±0,85b	7,95±0,91a	13,76±1,20a	0,00±0,00b
4	5,45±1,55bc	13,76±1,20ab	25,62±1,24a	0,00±0,00c
5	8,88±1,95b	22,87±0,89ab	36,40±0,96a	0,00±0,00c
6	17,22±1,58b	32,08±1,21ab	43,73±1,11a	0,00±0,00c
7	24,71±1,07b	40,31±1,71ab	58,96±1,64a	0,00±0,00c
8	31,17±0,93b	52,58±1,92ab	72,56±2,59a	1,15±0,97c
9	37,53±1,09b	64,38±3,08ab	86,57±2,85a	2,57±1,09c
10	44,83±0,95c	77,57±3,82b	97,63±1,58a	5,57±1,29d

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Denemelerde *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 25, 50 ve 100 IJ doz olmak üzere 3 farklı dozunun etkileri takip edilerek kayıt altına alınmıştır. Denemede, kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiş olup 10. günün sonunda ergin böcek ölüm oranı %9,62±1,01 olarak tespit edilmiştir. Denemenin ilk gününde ölüm oranı 25 IJ dozunda %0,93±0,85, 50 IJ dozunda %4,23±1,18 ve 100 IJ dozunda %2,03±1,25 olarak tespit edilmiştir. Denemenin ilk gününde tüm dozlarda ölümler görülmeye başlamış olsa da bu ölümlerin istatistiksel olarak fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Denemenin 3. gününde böcek ölüm oranı 25 IJ dozunda %17,38±0,38, 50 IJ dozunda %23,21±0,58 ve 100 IJ dozunda %24,29±0,62 tespit edilmiştir. Denemenin 4. gününde böcek ölüm oranı 25 IJ dozunda %27,70, 50 IJ dozunda %33,67 ve 100 IJ dozunda %44,84 olarak tespit edilmiştir. Denemenin 5. gününde sadece 100 IJ dozunda ölüm oranının (%67,11±1,14) %50'yi geçtiği, 25 ve 50 IJ dozlarında ölüm oranlarının ise denemenin 6. gününde %50'yi geçtiği tespit edilmiştir. *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatında en yüksek ölüm oranı denemenin 8. gününde 100 IJ dozunda %100 olarak kaydedilmiştir. Denemenin sonunda (10. gün) böcek ölüm oranları tüm dozlarda sırasıyla %95,45, %99,79 ve %100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 20°C'de *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 3 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gün	Ergin Böcek Ölümü(%) ¹			
	25IJ	50IJ	100IJ	Kontrol ²
1	0,93±0,85a	4,23±1,18a	2,03±1,25a	1,70±1,50a
2	13,66±0,19a	12,27±0,85a	10,24±1,30ab	1,70±1,50b
3	17,38±0,38a	23,21±0,58a	24,29±0,62a	3,37±1,52b
4	27,70±0,27b	33,67±0,38ab	44,84±0,84a	3,37±1,52c
5	37,86±0,23b	43,69±0,70b	67,11±1,14a	4,27±1,90c
6	51,05±0,61b	59,29±0,88b	84,23±1,19a	4,27±1,90c
7	62,64±0,69b	74,06±1,00b	96,46±1,48a	4,27±1,90c
8	75,71±0,62c	92,70±3,21b	100,00±0,00a	6,70±1,57d
9	93,32±1,95b	98,45±1,46ab	100,00±0,00a	6,70±1,57c
10	95,45±1,97b	99,79±0,75ab	100,00±0,00a	9,62±1,01c

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Fasulye tohum böceğine karşı *Steinernema feltiae* (3KG ve Tokat-Emir izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (11KG ve TOK20 izolatı)'nın 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 20°C) ve 3 farklı dozda (25, 50 ve 100 IJ böcek¹) etkileri karşılaştırılmıştır.

Acanthoscelides obtectus'a karşı 10°C'de ölüm oranı 100 IJ konsantrasyonunda, *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında %16,04, *Steinernema feltiae* 3KG izolatında %32,44, *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında %42,78 ve *H.bacteriophora* TOK20 izolatında %73,09 olarak tespit edilmiştir. 15°C'de 100 IJ böcek⁻¹ dozunda ölüm oranı *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında %81,15, *H.bacteriophora* TOK20 izolatında %87,03, *Steinernema feltiae* 3KG ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında ise böcek ölüm oranı %100 olarak tespit edilmiştir. 20°C'de 100 IJ dozunda böcek ölüm oranı *Heterorhabditis bacteriophora* 11 KG izolatında %88,48, *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında %97,63, *Steinernema feltiae* 3KG izolatı ile *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında ise %100 olarak tespit edilmiştir.

4.3. Doz-Ölüm Denemeleri

Farklı sıcaklıklarda ve dozlarda laboratuvar etki denemeleri sonucu en yüksek etkiyi gösteren *Steinernema feltiae* 3KG ve Tokat-Emir izolatı ile doz ölüm denemeleri yürütülmüştür.

Denemelerde *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 7 farklı dozunun etkileri karşılaştırıldığında; denemenin 3. gününde sadece 500 ve 1000 IJ dozlarında ölüm oranının %50'yi geçtiği tespit edilirken denemenin 7. gününde ise tüm dozlarda böcek ölüm oranının %50'yi geçtiği belirlenmiştir. Denemenin sonunda (10. gün) böcek ölüm oranı 5 IJ dozunda %77,41, 10 IJ dozunda %90,20, 50 IJ dozunda %91,19, 100 IJ dozunda %92,79, 250 IJ dozunda %98,99, 500 IJ dozunda %100 ve 1000 IJ dozunda %99,90 olarak tespit edilmiştir. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 7 farklı doz arasında *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 500 IJ dozunda en etkili izolat olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

Acanthoscelides obtectus'a karşı *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 7 farklı dozunun etkileri 10 gün boyunca takip edilerek böcek ölüm oranları kaydedilmiştir. Denemenin 6. gününde sadece 5 ve 100 IJ dozunda böcek ölüm oranının %50'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Denemenin 8. gününde ise tüm dozlarda böcek ölüm oranının %50'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Denemenin sonunda ölüm oranı 5 IJ dozunda %89,98, 10 IJ dozunda % 68,78, 50 IJ dozunda %89,04, 100 IJ dozunda %97,10, 250 IJ dozunda %71,76, 500 IJ dozunda %71,15 ve 1000 IJ dozunda %93,24 olarak tespit edilmiştir. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 7 farklı doz arasında *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 100 IJ (%97,10±1,76) dozunda en etkili izolat olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 7 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Ergin Böcek Ölümü(%) ¹								
Gün	5IJ	10IJ	50IJ	100IJ	250IJ	500IJ	1000IJ	Kontrol ²
1	2,57±1,01ab	0,62±1,00ab	0,00±0,00b	0,21±0,75b	0,93±0,85ab	0,93±0,85ab	7,00±1,33a	0,00±0,00b
2	4,23±1,18ab	4,94±3,84ab	0,41±0,65ab	5,63±1,02ab	3,98±1,77ab	4,23±1,18ab	10,24±1,29a	0,00±0,00b
3	7,75±1,45b	10,79±3,12b	3,03±1,25bc	13,48±0,30b	9,86±1,94b	54,11±0,42a	67,31±0,37a	0,00±0,00c
4	12,62±1,66bc	22,52±2,63b	17,14±1,66b	17,58±0,25b	27,25±3,21b	75,74±2,67a	84,15±1,11a	0,41±0,65c
5	18,87±1,12b	38,70±0,80b	26,77±2,23b	34,23±0,89b	34,15±3,66b	87,18±2,61a	86,96±0,99a	1,65±0,97c
6	27,38±0,51c	58,34±1,07b	53,02±1,54bc	45,83±0,78bc	46,34±3,13bc	90,12±2,99a	92,06±0,91a	1,65±0,97d
7	52,01±0,95b	72,99±0,83b	72,03±1,99b	61,81±1,33b	68,97±1,18b	98,51±1,52a	96,97±1,25a	2,57±1,01c
8	55,23±0,79c	79,66±1,52bc	75,93±1,53bc	66,90±1,38bc	82,62±2,73b	98,51±1,52a	99,07±0,85a	6,48±0,65d
9	62,74±1,12c	85,24±1,20bc	84,42±2,44c	84,34±2,79c	98,41±2,47ab	100±0,00a	99,90±0,36a	6,48±0,65d
10	77,41±2,17d	90,20±2,01cd	91,19±2,02bcd	92,79±2,23abcd	98,99±1,82abc	100,00±0,00a	99,90±0,36ab	7,94±0,91e

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatı yerine aynı miktarda su verilmiştir

Çizelge 4.15. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının 7 farklı doz uygulamasında ergin böcek ölüm oranlarının karşılaştırılması

Ergin Böcek Ölümü(%) ¹								
Gün	5IJ	10IJ	50IJ	100IJ	250IJ	500IJ	1000IJ	Kontrol ²
1	0,10±0,36a	0,00±0,00a	0,00±0,00a	1,22±1,16a	0,93±0,85a	0,00±0,00a	1,55±1,46a	0,93±0,85a
2	0,21±0,75a	0,41±0,65a	0,41±0,65a	5,62±1,02a	0,93±0,85a	0,41±0,65a	2,82±1,83a	1,65±0,97a
3	7,75±1,45ab	3,54±1,48b	4,98±0,85ab	19,38±0,39b	2,57±1,01b	1,55±1,46b	5,87±1,88ab	1,65±0,97b
4	16,16±1,98ab	6,29±1,18abc	11,93±2,63abc	24,83±0,91a	8,94±0,47abc	5,98±1,80bc	16,32±0,41ab	1,65±0,97c
5	31,59±0,44ab	10,89±1,54bc	28,47±2,14ab	49,74±2,11a	24,20±0,60ab	12,13±2,40bc	22,42±0,39bc	4,98±0,85c
6	58,66±0,94a	24,97±2,07a	45,83±1,50ab	58,03±2,20a	33,28±1,05ab	30,88±1,02b	34,63±0,47ab	5,63±1,02c
7	74,58±1,60ab	39,91±0,97c	63,23±1,38abc	76,19±1,06a	52,25±0,75bc	47,75±0,75c	59,70±0,99abc	5,62±1,02d
8	82,30±1,25a	55,75±2,71b	74,80±1,74ab	84,42±1,31a	56,30±0,70b	55,23±0,54b	76,57±1,48ab	7,20±0,79c
9	84,69±1,88ab	64,92±2,21b	82,99±2,07ab	92,39±1,55a	64,80±0,97b	65,73±0,73b	77,54±1,46ab	7,94±0,91c
10	89,98±1,47abc	68,78±1,99c	89,04±1,46abc	97,10±1,76a	71,76±1,95bc	71,15±1,03bc	93,24±2,93ab	9,78±0,56d

¹Denemeler 5 tekerrürlü olarak iki deneme yürütülmüş olup denemeler arasında farklılık olmamasından dolayı veriler birleştirilerek analiz edilmiştir. Veriler tekerrürlerin ortalaması±standart hata olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı satırdaki farklı küçük harflere ait veriler istatistiksel olarak farklıdır

²Kontrol grubuna nematod izolatu yerine aynı miktarda su verilmiştir

Doz-ölüm denemeleri laboratuvar çalışmaları sonucunda, *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatının en yüksek ölüm oranı sırasıyla 100 IJ dozunda $97,10 \pm 1,76$ ve 1.000 IJ dozunda $93,24 \pm 2,93$ olduğu saptanmıştır. *Steinernema feltiae* 3KG izolatında ise en yüksek böcek ölüm oranı sırasıyla 500 IJ böcek⁻¹ konsantrasyonunda %100 ve 1.000 IJ konsantrasyonunda $99,90 \pm 0,36$ olduğu tespit edilmiştir.

Kırgızistan ve Türkiye (Tokat ilinden daha önce tespit edilmiş)'den elde edilen entomopatojen nematod kültürlerinin [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 11KG ve izolat TOK20) ile *Steinernema feltiae* (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir)] *Acanthoscelides obtectus*'a karşı etkinliklerinin laboratuvar koşullarında ortaya konulduğu bu çalışma sonucunda, en yüksek etkiye sahip izolatın 500 IJ dozunda *Steinernema feltiae* 3KG izolatı (%100) olduğu ortaya konmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, fasulye bitkisinin önemli bir zararlısı olan fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*) ile mücadelede entomopatojen nematodların kullanımı ile birlikte mevcut mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla etkinlik denemesi yapılmıştır. Türkiye ve Kırgızistan'dan izole edilen ve daha önceki çalışmalarda yüksek etki gösteren (patojenisitesi yüksek) *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait iki izolat (izolat 11KG ve izolat TOK20) ve *Steinernema feltiae* türüne ait iki izolat (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir)'in *Acanthoscelides obtectus*'a karşı mücadelede kullanılabilme başarısını değerlendirmek için etkinlikleri araştırılmıştır

EPN'lerin konukçuya girerek enfekte etmesi ve akabinde konukçuyu öldürmesindeki başarısında en önemli faktörlerden birinin sıcaklık olduğu bilinmektedir (Kaya, 1990; Grewal ve ark., 1994b; Gouge ve ark., 1999). Grewal ve ark. (1994a), yüksek sıcaklıkların nematodun hayatta kalma süresini azaltırken, düşük sıcaklıkların ise nematodun aktivitesini ve enfektif özelliğini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Molyneux (1986)'nın, *Heterorhabditis* ve *Steinernema* cinslerine ait birçok farklı izolat ile sürdürdüğü çalışmalarında, Steinernematid'lerin düşük sıcaklıklarda konukçularını enfekte etmede *Heterorhabditid*'lere göre daha aktif olduklarını tespit etmiştir. Selvan ve ark., 1993 ve Koppenhöfer ve ark., 2004'e göre *Heterorhabditis bacteriophora*'nın özellikle yüksek sıcaklıklarda etkinliğinin arttığı ve zararlı böceklerin biyolojik mücadelesinde kullanılan çok başarılı bir etmen olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada değerlendirmeye alınan *Steinernema feltiae* (İzolat 3KG ve Tokat-Emir) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (İzolat 11KG ve TOK20) izolatlarının Fasulye tohum böceği'ne karşı etkileri 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 20°C) ve 3 farklı dozda (25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹) araştırılmıştır. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 10°C'de ölüm oranı 100 IJ konsantrasyonunda, *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında %16,04, *Steinernema feltiae* 3KG izolatında %32,44, *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında %42,78 ve *H.bacteriophora* TOK20 izolatında %73,09 olarak tespit edilmiştir. 15°C'de 100 IJ böcek⁻¹ dozunda ölüm oranı *Heterorhabditis bacteriophora* 11KG izolatında %81,15, *H.bacteriophora* TOK20 izolatında %87,03, *Steinernema feltiae* 3KG ve *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında ise böcek ölüm oranı %100 olarak tespit edilmiştir. 20°C'de 100 IJ dozunda böcek ölüm oranı *Heterorhabditis bacteriophora* 11 KG izolatında %88,48, *Heterorhabditis bacteriophora* TOK20 izolatında %97,63, *Steinernema feltiae* 3KG

izolatı ile *S.feltiae* Tokat-Emir izolatında ise %100 olarak tespit edilmiştir. Sonuçta *Acanthoscelides obtectus*'a karşı en yüksek ölüm oranı 20°C sıcaklıkta 100 IJ dozunda *Steinernema feltiae* 3KG izolatında tespit edildiği ortaya konmuştur.

Kepenekci ve ark. (2013), patates bitkisinin önemli zararlılarından olan patates güvesi, *Phthorimaea operculella* (Zeller)'ya karşı 25°C ve 1000 IJ konsantrasyonunda uygulanan *Steinernema carpocapsae* Karadeniz izolatının ölüm oranı %96 ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Aydın izolatı) izolatının %80, *Steinernema feltiae* Aydın izolatının ise %40 olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşın, bu çalışmada denemeye alınan *Steinernema feltiae* türüne ait her iki izolat da fasulye tohum böceğine karşı laboratuvar çalışmalarında aynı doz ve sıcaklıkta % 93 ve % 99 olarak belirlenen yüksek ölüm oranlarına neden olmuştur.

Coleoptera türü olan orman zararlısı *Dendroctonus micans* (Kugelann)'a karşı yürütülen bir çalışmada, aynı sıcaklık ve konsantrasyonda, *Steinernema feltiae* (Aydın izolatı) izolatı için ölüm oranı %98 tespit edilirken *Steinernema carpocapse* izolatı etkisiz (%40) bulunmuştur (Kepenekci ve Atay, 2014). Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, *Steinernema feltiae*'nin Coleoptera takımına ait türlerde daha etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşın Tülek ve ark. (2015), aynı takımdaki bir depo zararlısı olan *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya karşı *Steinernema feltiae* (Aydın izolatı) türünün %28 ölüm oranıyla düşük etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kepenekci ve diğerleri (2016), patates bitkisinin en önemli zararlısı olan *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomalidae)'nın son dönem larvalarına karşı gerçekleştirdikleri çalışmada, *Steinernema feltiae* (Aydın izolatı) izolatı için %94 ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Aydın izolatı) izolatı için %83 etki ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlar yürütülen bu tez çalışmasını destekler nitelikte olup *Steinernema feltiae* türü yine yüksek etki göstermiştir.

Bu tez çalışmasında alınan sonuçlarda ise *Steinernema feltiae* izolatlarının yüksek etkili tespit edilmesi, EPN türlerine ait izolatların farklı patojenisiteye sahip olmasıyla açıklanabilir. *Acanthoscelides obtectus*'a karşı *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı), *Steinernema feltiae* (Aydın izolatı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Aydın izolatı) izolatlarının farklı sıcaklıklardaki etkinlikleri araştıran Atay ve ark. (2015), *S.feltiae* (Aydın izolatı) izolatının etkisinin %60'ı geçmediğini tespit etmişlerdir. Bu

nedenle, aynı EPN türüne ait izolatlar, zararlı bir böceğe karşı farklı etkiler gösterebilmektedir. Bu da söz konusu izolatların elde edildiği bölge, iklim koşulları, elde edildiği alanlardaki bitki deseni ve bu bitkilerde zararlı böcek gruplarına göre değiştiği, dolayısıyla EPN'lerin bölgeye adaptasyon yeteneğine göre farklılık gösterebildiği söylenebilir.

Zararlılarla mücadelede başarılı ve etkili bir sonuç alınabilmesi için en önemli unsurlardan biri zararlı böcek türleri üzerinde en etkili olabilecek EPN türünün uygulanması gerekliliğidir (Gözel, 2016). Çünkü bazı nematod türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türler sadece tek bir böcek takımını enfekte edebilmektedir. Sonuç olarak EPN türlerinin zararlı böcekler üzerindeki etkinlikleri farklılık gösterebilmektedir (Hazır ve ark., 2003a). Her EPN türü her konukçu böceği aynı etkinlikle enfekte edememektedir. EPN türlerinin aynı zararlı böcek üzerinde farklı etkinlik gösterebildiği gibi aynı türe ait farklı izolatların da aynı zararlı böcek üzerinde farklı etkinlik gösterebildiği kanısı; yapmış olduğumuz çalışma sonucunu destekler niteliktedir (Kepenekci, 2004; Koçak ve ark., 2004; Canhilal ve ark., 2007). Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlara göre Kırgızistan ve Türkiye'den elde edilen EPN kültürlerinin [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 11KG ve izolat TOK20) ve *Steinernema feltiae* (izolat 3KG ve izolat Tokat-Emir) türleri] *Acanthoscelides obtectus*'a karşı etkinliklerinin laboratuvar koşullarında ortaya konulduğu bu çalışma sonucunda, *Steinernema feltiae* 3KG izolatının 500 IJ böcek⁻¹ konsantrasyonunda %100 oranında etkili olduğu tespit edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abate, T. ve Ampofo, J. K. O. 1996. Insect pests of beans in Africa. Annual Review of Entomology, 41, 45–73.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Adak, M.S., Güler, M. ve Kayan, N. 2010, Yemeklik baklagillerin üretimini artırma olanakları, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi 2010, Ankara, 329341.
- Anonim. 2007. Zirai Mücadele Teknik Talimatı. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Yemeklik Baklagil Hastalık ve Zararlıları.
- Anonim, 2008. “Zirai Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 3)”, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ankara, 332s.
- Anonim, 2015. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(12): 962-968, 2015
- Anonim, 2019. Tarım Ürünleri Piyasaları Kuru Fasulye. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Ürün No:06, Ankara.
- Anonim, 2020. Tarım Ürünleri Piyasaları Kuru Fasulye. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Ürün No: BÜ-11, Ankara.
- Anonim, 2020. Baklagil Tohum Böcekleri. Muğla, <https://mugla.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Baklagil%20Tohum%20B%C3%B6cekleri%20B%C4%9Fi.pdf> (07.03.2020).
- 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, 108.
- Atay, T. ve Kepenekci, I. (2016). Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against *Holotrichapion pullum* Gyllenhal Coleoptera Apionidae. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 26, 7-10.
- Aydoğan, M., Demiryürek, K. ve Abacı, N.İ., 2015. Türkiye’de Kuru Fasulye Üretiminin Mevcut Durumu ve Gelecek Dönemler Üretiminin Tahmin Edilmesi. Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(12), 962-968.
- Bauer, M.E., Kaya, H.K., Gaugler, R. ve Tabashnik, B. 1997. Effects of adjuvants on entomopathogenic nematode persistence and efficacy against *Plutella xylostella*. Biocontrol Science and Technology, 7, 513-525.
- Bedding, R.A., 1981. Low costin vitromass production of *Neoaplectana* 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. , Molyneux, A.S. ve Akhurst, R.J.,1983. “*Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and *Steinernema kraussei*, interspecific and intraspecific differences in infectivity to insects”, *Experimental Parasitology* 55, 248-257.
- Bedding, R. A., 1984. “Large scale production, storage and transport of the insect parasitic nematodes *Neoaplectana* spp. and *Heterorhabditis* spp.”, *Annals Applied Biology*, 104, 117–120.
- Belair, G.,Koppenhöfer, A. M., Dionne, J. ve Simard, L., 2010. “Current and potential use of pathogens in the management of turfgrass insects as affected by new pesticide regulations in North America”, *International Journal of Pest Management*, 56, 51-60.
- Boag, B., Neilson, R. ve Gordon, S.C. 1992. Distribution and prevalence of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* in Scotland. *Annals of Applied Biology*, 121, 355-360.
- Bovren, P., 1937. Sometypes of association between nematodes and insects. *Videnskabelige Meddeleser fra Dansk Naturhistorisk Forening Kobenhavn* 101, 1-114.
- Bolat, M. 2016. Türkiye’de Yemelik Tane Baklagillerin Gelecek Eğilimlerinin Belirlenmesi Doktora Semineri (Yayımlanmamış) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Broadbent, A.B. ve Olthof, Th.H.A., 1995. Foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to control *Liriomyza zatrifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae in chrysanthemums. *Environmental Entomology* 24, 431-435.
- Burnell, A.M. ve Stock, S.P., 2000. “*Heterorhabditis*, *Steinernema* and Their Bacterial Symbionts Lethal Pathogens of Insect”. *Nematology*, 2, 31-42.
- Canhilal, R., 2011. Heterorhabdit Nematodların (Rhabditida: Heterorhabditidae) Biyolojik Etkinliklerinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerinde Karşılaştırılması. VI. Bitki Koruma Kongresi, Kahramanmaraş, Bildiri Özetleri, 471 s.
- Canhilal, R., M. İmren, H. Toktay, R. Bozbuğa, R. Çetintaş, H. Kütük, Y.E. Özdemir ve S. Doğan, 2014. Adana ve Kahramanmaraş İllerinde Entomopatogen Nematodların Belirlenmesi, Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, s350.
- Choo, H.Y., Kaya, H.K. ve Stock, P., 1995. Isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from Korea. *Japanese Journal of Nematology*, 25, 44-51.
- Deacon, J. W., 1983. “Microbial control of pests and diseases”, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 31-41pp.
- 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., Stoessel, S. ve Wyss, U., 1990. The influence of phase variants of *Xenorhabdus* spp. and *Escherichia coli* (Enterobacteriaceae) on the

- propagation of entomopathogenic nematodes of the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis*. *Revue de Nématologie* 13, 417-424.
- Ehlers, R.-U., Deseö, K.V. ve Stackebrandt, E., 1991. Identification of *Steinernema* spp. (Nematoda) and their symbiotic bacterial *Xenorhabdus* spp. from Italian and German soils. *Nematologica* 37, 360-366.
- Ehlers, R. -U., 1996. "Current ve 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.
- Eidt, D.C., 1991. Control of sprucebudmoth, *Zeiraphera canadensis* in White spruce plantations with entomopathogenic nematodes, *Steinernema* spp. *Canadian Entomologist* 123, 379-385.
- Evlice, E., Kepenekci, İ. ve Zeki, C., 2007. İki Entomopatojen Nematodun Elma İçkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) Üzerindeki Etkileri. Entomopatojenler & Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Trabzon, 53 s.
- FAO, 2020. "Resources, Production, Crops", <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 02.02.2019.
- Fan, X. ve Hominick, W.M., 1991. Effects of low storage temperature on survival and infectivity of two *Steinernema* species (Nematoda: Steinernematidae) *Revue Nematology*. 14:407–412.
- 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, J.D., O'Regan, M. ve Griffin, C.T., 1999. "Effect of Salt and Temperature Stresses on the Survival and Infectivity of *Heterorhabditis* spp. Infective Juveniles". *Nematology* 1, 69–78.
- Forst, S. ve Nealson, K., 1996. "Molecular Biology of the Symbiotic-Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp.", *Microbiological Review.*, 60, 21-43.
- Gaugler, R. ve Boush, G.M., 1978. Effects of ultraviolet radiation and sunlight on the entomogenous nematode, *Neoaplectana carpocapsae*. *Journal of Invertebrate Pathology* 32, 291-296.
- Gaugler, R., Bednarek, A. ve Campbell, J.F., 1992a. Ultraviolet inactivation of heterorhabditids and steinernematids. *Journal of Invertebrate Pathology* 59, 155-160.
- Georgis, R., Koppenhöfer, A. M., Lacey, L. A., Belair, G., Duncan, L. W., Grewal, P. S., Samish, M., Tan, L., Torr P. ve Van Tol, R. W. H. M., 2006. "Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control". *Biological Control*, 38, 103–123.
- 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, Wallingford, UK, 229-238 pp.

- 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 Salza, Germany.
- Gökçe, C., Erbaş, Z., Yılmaz, H., Demir, İ. ve Demirbag, Z., 2011. Etkili Bir Patojen Nematod Olan *Steinernema websteri*'nin Türkiye'de *Agrotis segetum*(Lepidoptera: Noctuidae)'dan İlk İzolasyonu. *IV. Bitki Koruma Kongresi*, Kahramanmaraş, Bildiri Özetleri, 102s.
- Gokce, C., Yılmaz H., Erbas Z. ve Demirbag Z., 2014. Demir I. First Record of *Steinernema kraussei* (Rhabditida: Steinernematidae) from Turkey and Its Virulence against *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Nematology*, 45 (4), 253-259.
- Grewal, P.S., Lewis, E.E., Gaugler, R. ve Campbell, J.F., 1994a. Host finding behavior as a predictor of foraging strategy in entomopathogenic nematodes. *Parasitology*, 108, 207-215.
- Grewal, P.S., Selvan, S. ve Gaugler, R., 1994b. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology* 19, 245-253.
- 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*, Totowa, New Jersey, pp. 271–299.
- Grewal, P.S., 2002. "Formulation and Application Technology", In: Gaugler, R.(ed) *Entomopathogenic Nematology*. CAB International, pp. 265-287.
- Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. ve Shapiro-Ilan, D.I., 2005. *Nematodes as biocontrol agents. CABI*, New York.
- Griffin, C.T., Chaerani, R., Fallen, D., Reid, A.P. ve Downes, M.J., 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *Journal of Helminthology*, 74, 143-150.
- Gülcü, N., Gözel, Ç. ve Gözel U., 2014. Laboratuvarı Entomopatogen Nematodların *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvaları Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi. *V. Bitki Koruma Kongresi*, Antalya.
- Hara, A.H. ve Kaya, H.K., 1982. "Effects of selected insecticides and nematicides on the *in vitro* development of the entomogenous nematode *Neoplectana 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 species *Steinernema anatoliense* (Steinernematidae) from Turkey. *Systematic Parasitology* 55, 211-220.

- Hazır, S. Stock, S.P. ve Keskin, N., 2003b. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditia: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. *Biodiver. Conserv.* 12, 375-386.
- Hazır, S., Kaya, H.K., Stock, S.P. ve Keskin, N., 2003c. "Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology* 27, 181-202.
- Hazır, S., Stackebrandt, E., Lang, E., Ehlers, R.U. ve Keskin, N., 2004. Two new subspecies of *Photorhabdus luminescens*, isolated from *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae): *Photorhabdus luminescens* subsp. *Kayaii* subsp. nov. and *Photorhabdus luminescens* subsp. *thraciaensis* subsp. nov. *Systematic and Applied Microbiology* 27, 36-42.
- Hominick, W.M. ve Briscoe, B.R., 1990. "Survey of 15 Sites over 28 Months for Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae)", *Parasitology* 100, 289-294.
- Hominick, W.M. ve Briscoe, B.R., 1990. "Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in British soil. *Parasitology* 100, 295-302.
- Hominick, W.M. ve Reid, A.P., 1990. "Perspectives on Entomopathogenic Nematology. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K. (eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, 327-345 pp.
- Immaraju, J.A., Paine, T.D., Bethke, J. A., Robb K.L. ve Newman J.P., 1992. Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J. Econ. Entomol.*, 85:9-14.
- Kaplan, E., Sabancı BAL, S. ve Ayçiçek, M., 2018. Bingöl İlinde Yetiştirilen Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Çeşitlerinde Tespit Edilen Böcek Populasyonları ve *Acanthoscelides obtectus*'a Tepkileri. *Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27 (1), 47-54.
- Karagöz M., Gülen B., Hazır C., Kaya H.K., Hazır S., 2009. Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Phytoparasitica* 37, 153-159.
- Karagöz M., Gülcü B., Hazır S., 2009. Laboratory evaluation of Turkish entomopathogenic nematodes for suppression of the chestnut pests, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Biocontrol Science and Technology* 19, 755-768.
- Kaya, H.K. ve Hotchkiss, P.G., 1981. "The nematode *Neoplectana carpocapsae* Weiser and its effect on selected Ichneumonid and Braconid parasites", *Env. Entomol.*, 10: 474-478.
- Kaya, H.K., 1990. Soil ecology. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K. (eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp. 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, Manual of Techniques in Insect Pathology", L. Lacey, (ed.). Academic Press, San Diego, CA, 281-324 pp.

- Kaynaş, Ş., 2014. Hüyük (Konya) İlçesinde Bruchidae Familyası (Baklagil Tohum Böcekleri) (Coleoptera) Türleri, Yayılışları Ve Baklagil Ürünlerindeki Zararı. (Y.Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya.
- Kepenekci, İ., Babaroğlu, N.E., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). Türkiye 4. Biolojik Mücadele Kongresi, Adana, Türkiye Entomoloji Dergisi Yayınları 9, 587-596.
- 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. ve Öztürk, G., 2001. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod türü; *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) (Rhabditida: Steinernematidae). Türkiye Entomoloji Dergisi 25(1), 23-31.
- Kepenekci, İ. 2002. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean Region of Turkey. Nematologia Mediterranea 30, 13-15.
- Kepenekci, İ., Zeki, C., Özdem, A. ve Öztürk, G., 2002. Üç Entomopatojen nematodun Akdeniz meyve sineği [*Ceratitiscapitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae)] pupalarına etkileri. Türkiye 5. Biolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 279-286.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, İ. A., 2003. Three entomopathogenic nematodes (Rhabditida) from Turkey. Pakistan Journal of Nematology 21(1), 19-23.
- 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, 56 s.
- Kepenekci, İ., Gokce, A. ve Gaugler, R., 2004a. Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnutweevil, *Curculioelephas* (Coleoptera: Curculionidae). Nematropica 34, 199-204.
- Kepenekci, İ., 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 37 s.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006a. Infectivity of two Turkish isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) against *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitis capitata*. Nematologia Mediterranea 34 (1), 95-97.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006b. Susceptibility of the Mealy PlumAphid, *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., Evlice, E. ve Özer, N., 2007. Dört Entomopatojen Nematod Türünün Laboratuvar Koşullarında Ağ Kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell.

- Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] Larvalarına Etkileri. II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, 185 s.
- Kepenekci, İ. ve Evlice, E., 2009. *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın İki Irkının Laboratuvar Koşullarında *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) Larvaları Üzerindeki Etkileri. III. Bitki Koruma Kongresi, Van, 24s.
- Kepenekci, İ., 2012. "Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] [Nematology (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Volume-I) (Taxonomic Nematology, Volume-II) pp.1155.]", Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, İ., 2014a. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae: Rhabditida) of Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 32, 59-65.
- Kepenekci, İ. 2014b. Nematolojik Çalışmalar için Arazi ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu, Nematoloji El Kitabı. ISBN: 978-605-4627-71-9, Siyasal Kitabevi, XXII+455 sayfa.
- 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, 335-339.
- Kepenekci, İ., Toksöz, S., Atay, T. ve Saruhan, I. 2018. Efficacy of entomopathogenic nematode isolates from Turkey and Kyrgyzstan against black timber bark beetle, *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) adults. Pakistan Journal of Nematology (2018) 36 (1):65-70.
- Koçak, E., Gökçe, A. ve Kepenekci, İ., 2004. Infectivity of Two Isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) in Relation *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae) Adults. *Second International Conference on Sunn Pest*, Aleppo, Syria, Abstract, 32 p.
- Koçak, E., Gökçe, A. ve Kepenekci, İ., 2007. Infectivity of *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) to *Eurygaster maura* L. Pp. 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, Parker, B.L., Skinner, M., Bouhssini, M.E., Kumari S.G. (eds). The Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon, 432 pp.
- Koppenhöfer, A. M. ve Kaya, H. K., 1999. "Ecological Characterization of *Steinernema rarum*", *Journal of Invertebrate Pathology*, 73, 120–128.
- Koppenhöfer, A.M., 2000. "Nematodes Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology", In: Lacey L.A. and Kaya H.K. (eds). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer, 283-301 pp.
- Mergen, O., 1999. *Bruchus* L. (Coleoptera, Bruchidae) türlerinin dişi genital organ yapısı üzerine çalışmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 23 (1): 63-74. Mergen, O. ve N. Çağatay, 1990, *Bruchus* türleri üzerine sistematik çalışmalar (Bruchidae, Coleoptera). *Türkiye Entomoloji Dergisi* 14 (4): 195-206.

- Mohammed, 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.
- Özer, M. ve A. Yücel, 1989, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde baklagillerde zararlı baklagil tohum böcekleri, yayılışları, en önemli türün biyo-ökolojisi ve savaş yöntemleri, *Doğa*, 13(2): 361-381.
- Özer, N., Keskin, N. ve Kırbaş, Z., 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica* 41, 639-640.
- Pehlivan, E., 1987, Depolanmış ürün zararlıları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Ders Tezsiri No: 33-1, 35 s.
- Peters A. 1996. "The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations", *Biocontr. Sci. Technol.* 6, 389-402.
- Poinar, G.O.Jr. (1990) Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In: Gaugler, R. And Kaya, H. (EDS) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp. 23-61.
- Ramos-Rodríguez, O., Campbell, J.F. ve Ramaswamy S.B.. 2006. Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research* 42, 241-252.
- Schmiede, D.C., 1963. "The feasibility of using a neoaplectanid nematode for control of forest insect Pest", *Journal of Economic Entomology*, 56(4):427-431.
- Shapiro-Ilan, D., Lewis, E.E. ve Tedders, W.L., 2003. Superior efficacy observed in entomopathogenic nematodes applied in infected-host cadavers compared with application in aqueous suspension. *J. Inverteb. Pathol.* 83, 270-272.
- Stock, S.P., Pryor, B.M. ve Kaya, H.K., 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation* 8, 535-549.
- Stock, S.P. ve Gress, J.C., 2006. Diversity and phylogenetic relationships of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. *Biodiversity and Conservation* 8, 535-549.
- 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., I. Ünlü ve I. Kepenekci, 2003. Host finding behaviour of two different Turkish isolates of entomopathogenic nematode species, *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Turk. J. of Biol.*, 27, 203-207.
- Susurluk, A., 2006. Effectiveness of the entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema feltiae* against *Tenebrio molitor* (yellow mealworm) larvae at different temperature and soil types. *Turk. J. of Biol.*, 30, 199-205.
- Susurluk, I.A., 2008. Influence of temperature on the vertical movement of the entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* (TUR-S3) and

- Heterorhabditis bacteriophora* (TUR-H2) and infectivity of the moving nematodes. *Nematology*, 10, 137–141.
- Susurluk, I. A., Kumral N.A., Peters, A., Bilgili, U. ve Açıkgöz E., 2009. “Pathogenicity, reproduction and foraging behaviours of some entomopathogenic nematodes on a new turf pest, *Dorcadionpseudo preissi* (Coleoptera: Cerambycidae). *Biocontrol Science and Technology* 19 (6), 585-594.
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ankara.
- Toksöz, Ş. ve Saruhan, I., 2018. Efficacy of entomopathogenic nematode isolates from Turkey and Kyrgyzstan against the larvae of the mosquito species *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 835(1), 28.
- Turanlı, D. ve Ş. Kısmalı, 2009, Denizli ve Uşak İllerinde Depolanmış Baklagillerde Bulunan Bruchidae Familyası Türleri Ve Zararları Üzerinde Araştırmalar, Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi (15-18 Temmuz 2009, Van) Bildiri Özetleri Kitabı, s. 74
- TUİK, 2020. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (07.03.2020).
- Ünlü, İ., Ehlers, R.U. ve Susurluk, İ.A., 2007. Additional data and first record of the entomopathogenic nematodes *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. Inverteb. Pathol.* 72, 313-318.
- Webster, J.M., 1972. *Economic Nematology*. Webster, J.M. (ed.). Academic Press, London, New York, 536 pp.
- 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: A Handbook of Techniques*. Southern Cooperative Series Bulletin No. 331, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, AR, 30 pp.
- Wouts, W.M., 1991. “*Steinernema (Neoaplectana)* and *Heterorhabditis* species”, In: Nickle, W.R. and Dekker, M. (eds.). *Manual of Agricultural Nematology* New York, 1016-1035 pp.
- Yılmaz, H., Waeyenberg, L., Demir, I., Moens, M. ve Demirbağ, Z., 2009. A new entomopathogenic nematode species for Turkey, *Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson and Kellin 1987 (Rhabditia: Heterorhabditidae). *Tur. J. Agric. For.* 33, 358-391.
- Yılmaz, H., Gökçe, C., Demir, I. ve Demirbağ, 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, p. 61.
- Yu, S., 2008. “The Toxicology and Biochemistry of Insecticides”, CRC Press, USA, 296p.

Yücel, A., 1985. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde baklagillerde zararlı baklagil tohum böcekleri, yayılışları, en önemli türün biyo-ökolojisi ve savaş yöntemleri. Doktora Tezi, Diyarbakır Bölge Zırai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Diyarbakır, 106 s.



7. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Yasemin AĞIM
Uyruğu: T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri: 27.10.1989 Tarsus
E-mail: yilmaz.yasemin@tarimorman.gov.tr

EĞİTİM

Yüksek Lisans: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisanüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Mezuniyet: 2020
Lisans: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Mezuniyet: 08.06.2012

İŞ DENEYİMLERİ

2020-2016 Kangal İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü (SİVAS) Zir.Müh.

2020 Bozyazı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü (MERSİN) Zir.Müh.