



**TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN PATATES
BÖCEĞİ [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)]
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)]'NE KARŞI
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

GÜLER KELEŞ

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

**Haziran- 2019
Her hakkı saklıdır**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN PATATES BÖCEĞİ [*(Leptinotarsa decemlineata*
(Say)) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)]'NE KARŞI
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

GÜLER KELEŞ

TOKAT
Haziran- 2019

Her hakkı saklıdır

Güler KELEŞ tarafından hazırlanan "Tokat İlinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Patates Böceği [(*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'ne Karşı Etkinliklerinin Araştırılması" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 17 Haziran 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

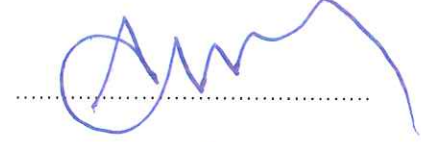
Jüri Üyeleri

İmza

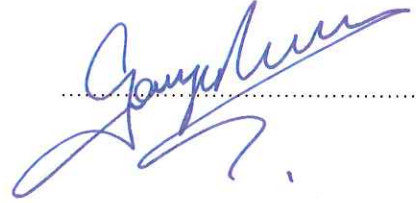
Danışman
Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Turgut ATAY
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEKBEY
Yozgat Bozok Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Cetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BEYANI

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



Güler KELEŞ
Haziran-2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT İLİNDEN ELDE EDİLEN ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN PATATES BÖCEĞİ [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] (COLEOPTERA: CHRYSOMELİDAE)]'NE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

GÜLER KELEŞ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ

Patatesten üretim ve depolama aşamalarında birçok zararlı etmeden dolayı önemli kayıplar gözlenmektedir. Bu kayıplara neden olan zararlı organizmalardan biri de patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] (PB)'dir. Bu zararlı patates bitkisinin her dönemine zararlı olabilen bir türdür. Entomopatojen nematodlar (EPN) Steinernema, Neosteinerinema (Rhabditida: Steinernematidae) ve Heterorhabditis (Rhabditida: Heterorhabditidae) cinslerine ait türler, böceklerle biyolojik mücadelede diğer nematod gruplarına göre daha önemli bir yere sahiptirler. EPN'ler, yaşamlarının bir kısmını toprakta veya gizli habitatlarda geçiren böceklere karşı etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma da, patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'ne karşı bazı türlerin EPN'lerin [*Heterorhabditis bacteriophora* TOK 20 izolatı (H.b 20), *H. bacteriophora* TOK 44 izolatı (H.b 44) ve *Steinernema caprocapsae* TOK 05 izolatı (S.c 05)] etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. In vitro çalışmalarda (laboratuvar-plate çalışmaları) 24 hücreli kültür kapları kullanılmış, hazırlanmış nematod süspansiyonları kültür kaplarındaki her bir hücre içinde bulunan filtre kağıtlarına veya toprağa 0.2 ml⁻¹ olacak şekilde 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 enfektif larva (EL) böcek⁻¹ dozunda verilmiştir. Her bir hücre içine bir adet son dönem PB larvası konularak 25±1°C'de inkübasyona alınmıştır. In vivo çalışmalar (sera-saksı çalışmaları) sera koşullarında saksılarda yürütülmüştür. Toprak uygulamalarında 25 IJs cm⁻² dozunda püskürtme şeklinde yapılmıştır. Kadavra uygulamalarında EPN'ler tarafından enfekte edilmiş *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları her bir saksıya iki adet olacak şekilde yapılmıştır. Toprak uygulamalarında en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* (TOK 20) (%71,00)'da tespit edilmiştir. Kadavra uygulamalarında da aynı izolat en yüksek ölüm oranına sahip bulunmuştur (%28,00). Laboratuvar ve sera koşullarında yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçların PB'nin mücadelesine yönelik arazi koşullarında da denemesi uygun olacaktır. Çalışmanın söz konusu zararlıya karşı ileride ortaya konulacak mücadele stratejilerine ışık tutacağı ümit edilmektedir.

2019, 51 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: Entomopatojen nematodlar, Steinernema, Heterorhabditis, Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata*, Biyolojik Mücadele

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFICENCY OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ISOLATED FROM TOKAT PROVINCE AGAINST COLORADO POTATO BEETLE [(*Leptinotarsa decemlineata* (Say))] (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)]

GÜLER KELEŞ

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

SUPERVISOR: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ

Due to many pests, serious product loss is observed in the production and storage of potato. One of the pest organisms reducing potato production is Colorado Potato Beetle [(*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) (Coleoptera: Chrysomalidae)] (CPB). CPB is a polyphagous pest that damage each period of potato. Entomopathogenetic nematodes (EPNs), the species of *Steinernema*, *Neosteinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) have a very important role than the other nematod groups in biological control of the insect pests. EPNs are efficiently used against insects spending a portion of their life in the soil and cryptic habitats. In the study was intended to be used entomopathogenic nematodes [*Heterorhabditis bacteriophora* TOK 20 isolate (H.b 20), *H. bacteriophora* TOK 44 isolate (H.b 44) and *Steinernema caprocapsae* TOK 05 isolate (S.c 05)] (EPNs) isolated from Tokat province against Colorado potato beetle [(*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)] (CPB). In vitro studies (laboratory-plate studies) were carried out in 24 wells culture plates. The nematodes in the prepared suspension were given to filter paper or soil in each well at doses of 0.2 ml⁻¹ at 5, 10, 50, 100, 250, 500 and 1000 Infected juveniles (IJs) insect⁻¹. One last instar larvae of CPB were placed in each well and incubated at 25±1°C. In vivo studies (greenhouse-pot studies) have been carried out as pot experiments in greenhouse. In soil applications were sprayed with the application of 25 IJs cm⁻². In cadaver applications, two *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae infested with EPNs were placed in each pot. The highest mortality rate of the EPNs in the soil applications was obtained in *H. bacteriophora* (TOK 20) (71,00%). Cadaver applications were similar to that of the soil applications as the highest mortality rate was seen in same isolate (TOK 20) (28,00%). It will be appropriate that the results obtained from this study made in laboratory and greenhouse conditions are also to be tried in the field conditions for the controlling of CPB. It is hoped that the study will be helpful in the control strategies of this in a future time.

2019, 51 PAGE

KEYWORDS: Entomopathogenic nematodes, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, Colorado Beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, Biological Control

ÖNSÖZ

Dünya’da entomopatojen nematodların (EPN) birçok zararlı grubuna karşı etkinliği laboratuvar ve tarla/bahçe çalışmaları ile ortaya konulmuş olmasına karşın ülkemizde patates böceği ile ilgili oldukça az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda laboratuvar koşullarında ümitvar sonuçlar elde edilmiş ve bu çalışmaların sonunda daha ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapıp doğa çalışmalarına geçilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur.

Bu çalışma kapsamında patates bitkisinin önemli bir zararlısı olan patates böceği ile mücadelede EPN’lerin etkinliği araştırılmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve fikirleriyle yol gösteren, sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden ve emek veren danışmanım Sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi)’ye, tecrübeleriye ve bilgi alışverişinde vermiş oldukları desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Turgut ATAY (TOGÜ)’a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi. Ayşe YEŞİLAYER (TOGÜ)’e, öneri ve değerlendirmelerinden dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEKBAY (Yozgat Bozok Üniversitesi)’a, laboratuvar çalışmaları konusunda beni bilgilendiren Zir.Yük.Müh. Ayşegül AKIN (TOGÜ)’a, laboratuvar ve sera çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarım Zir. Müh. Mert KILINÇ, Zir. Müh. Rukiye AKTAŞ, Zir. Müh. Doğan Şahin BUDAK ve Zir.Müh. Mehmet BAYRAM (TOGÜ)’a, yardımlarından dolayı Sayın Dr. Selda ÇALIŞKAN (Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü)’a, Zir.Yük. Müh. Onur Dura (Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü)’ya çalışmalarına destek verdiği için TÜBİTAK (Proje no: 214O420)’a teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde yanımda olan, haklarımı ödeyemeyeceğim ve bugünlere gelmemde en büyük vesile sevgili AİLEM’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

GÜLER KELEŞ

Haziran 2019

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. Patates Böceği	1
1.1.1. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın sistematığı	1
1.1.2. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın tanımı, yaşayışı, zarar şekli, ekonomik önemi ve yayılışı	2
1.1.3. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın konukçuları ve Türkiye'de tespit edilen doğal düşmanları.....	3
1.2. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler	3
1.2.1. Entomopatojen nematodlar (EPN).....	4
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Materyal	19
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Laboratuvarında kitle üretim çalışmaları	19
3.2.2. Entomopatojen nematodların (EPN) üretimi	21
3.2.3. Patates böceği (PB) popülasyonlarının elde edilmesi	22
3.3. Tek doz denemeleri.....	25
3.4. Doz-ölüm denemeleri	26
3.5. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları	26
3.5.1. Toprak uygulamaları.....	28
3.5.2. Kadavra uygulamaları.....	28
3.6. Uygulamaların Değerlendirilmesi.....	28
4. BULGULAR	29
4.1. Tek doz denemeleri.....	29
4.2. Doz ölüm denemeleri.....	32
4.3. Sera (Saksı) Etkinlik Çalışmaları.....	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	38
6. KAYNAKLAR	43
7. ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
L	Litre
ml	Mililitre
mM	Milimolar
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre

Açıklama

Kısaltmalar

AMU	Aydın Adnan Menderses Üniversitesi
Avcı EPN	Avcı Entomopatojen Nematod daha aktif nematodlardır ve konukçularını ararlar, bulurlar ve avlarlar
EPN	Entomopatojen Nematod
<i>H.b.</i>	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20 ve TOK44)
IJs	İnfektif juvenil
PB	Patates Böceği
Pusucu EPN	Pusucu Entomopatojen Nematod <i>Sterinernema carpocapsae</i> . Daha pasif nematodlardır ve konukçularını bekler ve pusu kurarlar-
<i>S.c.</i>	<i>Steinetnema carpocapsae</i> (izolat TOK 05)
TOGÜ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi	20
Şekil 3.2. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi, bakımı ve “White tuzak” metodu	22
Şekil 3.3. Patates dikimi öncesi tarla hazırlığı (üst) ve tarlada patates bitkisi üzerinde patates böceği (alt)	23
Şekil 3.4. Laboratuvar etki denemeleri ve 24 kuyucuklu kültür kapları (üst) kapaklı plastik kaplar (alt)	24
Şekil 3.5. Sera-Saksı etkinlik çalışması, patates bitkisi dikilmiş saksılar (üst) ve denemelerin kurulduğu tülbent geçirilmiş saksılar (alt).....	27
Şekil 4.1. Tek doz denemeleri (filtre kâğıdı), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerin uygulanmış tek doz (500 IJs böcek ⁻¹) denemeleri ile <i>L. decemlineata</i> ‘nın ölüm oranlarına etkileri	29
Şekil 4.2. Tek doz denemeleri (toprak), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının toprağa uygulanmış tek doz (500 IJs böcek ⁻¹) denemeleri ile <i>L. decemlineata</i> ’nın ölüm oranlarına etkileri	30
Şekil 4.3. Doz ölüm denemeleri (filtre kağıdı), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek ⁻¹ dozlarındaki uygulamaların <i>L. decemlineata</i> ’ya karşı etkinlikleri (1-7 gün)	35
Şekil 4.4. Doz ölüm denemeleri (toprak), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının toprak üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek ⁻¹ dozlarındaki uygulamaların <i>L. decemlineata</i> ’ya karşı etkinlikleri (10. gün).....	35

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1. Tek doz denemeleri (filtre kâğıdı), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerin uygulanmış tek doz (500 IJs böcek ⁻¹) denemeleri ile <i>L. decemlineata</i> 'nın ölüm oranlarına etkileri	31
Çizelge 4.2. Doz ölüm denemeleri (toprak), <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20), <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) ve <i>Steinernema caprocapsae</i> (izolat TOK 05) izolatlarının toprak üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek ⁻¹ dozlarındaki uygulamaların <i>L. decemlineata</i> 'ya karşı etkinlikleri (1-7 gün).....	36
Çizelge 4.3. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> üzerine <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat TOK 20) ve <i>H. bacteriophora</i> (izolat TOK 44) izolatlarının sera-saksı koşullarında toprak ve kadavra uygulamalarının etkinliği	37

1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.) tek yıllık kültür bitkilerimizdendir, değişik iklim bölgelerine uyum sağlayarak dünyanın çoğu yerinde yetiştirilmekte ve gıda olarak da son zamanlarda öneminin arttığı görülmektedir (Öztekin, 2009). Bu açıdan bakıldığı zaman besin kaynağı olmasının yanısıra ülke ekonomisine vermiş olduğu katkıdan dolayı önemli bir bitki olduğu bilinmektedir. Dünya patates üretimine bakıldığında 390 milyon tona yakın üretim yapıldığı görülmektedir. Çin patates üretiminin ¼'ünü gerçekleştirmektedir. Ülkemiz ise patates üretiminde 2018 yılında 14. sırada yerini almıştır. Türkiye'de ki patates üretimine bakıldığı zaman, yaklaşık olarak her ilde patates üretimi yapılmaktadır. 2018 yılı TÜİK verilerine bakıldığında ülkemizin patates üretim alanı 136 bin hektar olup, üretimi ise 4 milyon 550 bin ton olduğu görülmüştür. Niğde, Konya, Afyonkarahisar, Kayseri ve İzmir ülkemizde patates üretiminin en çok yapıldığı illerdir. Tokat ilinde patates dikim alanı 24 241 dekadır. Üretim ise 61 388 tondur (Anonim, 2018a). Tokat Merkez, Niksar, Erbaa, Artova, Başçiftlik ve Pazar ilçelerinde patates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tokat'ta en çok patates üretimi yapılan ilçe 24 718 ton ile Niksar'dır (Anonim, 2018b). Patatesi üretme ve saklama sırasında, birden fazla zararlı faktör nedeni ile önemli ürün kayıpları meydana gelmektedir. Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)), patates üretimini azaltan canlı etmenlerin başında yer almaktadır (Anonim, 2016). Patates böceği ülkemiz için önemli bir zararlı olup patates bitkisinin ana zararlısıdır. Tokat ili dahil olmak üzere tüm patates ekiliş alanlarında zarar oluşturabilmektedir.

1.1. Patates Böceği

1.1.1. *Leptinotarsa decemlineata*'nın sistematigi

Alem: Animalia

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familiya: Chrysomelidae

Cins: *Leptinotarsa*

Tür: *Leptinotarsa decemlineata* (Say)

1.1.2. *Leptinotarsa decemlineata*'nın tanımı, yaşayışı, zarar şekli, ekonomik önemi ve yayılışı

Leptinotarsa decemlineata kışlamayı toprağın 5-30 cm altında ergin birey olarak yaşamını sürdürür. Kışlayan patates böceği erginleri ilkbahar döneminde sıcaklık ortalaması nisan ayında 13°C'yi geçtiği zaman çıkmaya başlar. Bu zaman aralığı bölgelere göre değişmekle birlikte Ege ve Marmara bölgelerinde çoğunlukla 15 nisandan sonraki günler olmaktadır. İç Anadolu bölgesinde topraktan çıkışlar mayıs ayının ilk haftasına kadar devam etmektedir. Kışı toprak altında geçiren patates böceği erginleri bu yerden çıkıp beslenmek için bitki aramaya başlarlar. Tam bu evrede patates yumrusu yeni sürgün vermektedir. Kışladıkları alanı terk eden patates böcekleri buldukları yerde besin bulamadıkları takdirde besin arama amacıyla başka bölgelere uçarlar. Bu şekilde *Leptinotarsa decemlineata* yayılmaktadır. Kış aylarını dişilerin bazıları döllenmiş şekilde geçirirler. Toprağın derinliklerinden çıkan dişiler kısa bir zaman beslenir ve yumurtlamaya başlarlar. Döllenmemiş erginler topraktan çıktıktan 2-3 gün sonra çiftleşirler. Yumurtalarını gruplar halinde ya da kimi zaman tek tek yaprakların alt yüzlerine bırakırlar. Bir kümede 2-57 tane yumurta bulunabilmekte iken her dişi ortalama 500-3000 yumurta bırakabilir. Ayrıca çiftleşmemiş dişiler de yumurta bırakabilmekte ama bu bıraktıkları yumurtalar 4-8 gün içerisinde bozulur. 14.7°C sıcaklıkta yumurtalar 10 günde açılır iken 21.5°C sıcaklıkta 6 günde açılabilen ve ayrıca 12°C'nin altındaki sıcaklıklarda açılma meydana gelmez. Yumurtadan çıkış yapan larvalar ilk etapta toplu şekilde beslenirler daha sonrasında patates bitkisine yayılarak obur bir şekilde beslenmeye devam ederler. Bu larvalar 4-5 gün aralıklarla toplamda 4 gömlek değiştirerek sıcaklığa da bağlı olarak 19-24 günde olgunlaşırlar. Gelişmesini tamamladıktan sonra olgun larvalar bitkiye terk edip toprağa geçerler. Toprağın 5-18 cm derinliklerinde pupa haline dönüşürler ve bu pupa süresi yaklaşık 5-14 gündür. Bir erginin yaşam süresi yaklaşık olarak erkek bireylerde 22 gün iken dişi bireylerde bu süre 33 gün olmaktadır. Ergin bireylerin hiç beslenmeden 19-62 gün yaşamını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Bu böceğin gelişme eşiği ise 10.1°C sıcaklıktır (Anonim, 2008). *Leptinotarsa decemlineata*'nın ergin bireyleri ve larvaları patlıcan ve patates bitkilerinin yapraklarında genellikle dış kısımdan içe doğru beslenmekte veya bu bitkilerin yapraklarında delik açarak bu deliği genişleterek beslenmektedir. İlk başta

yaprağın ana damarları kalacak şekilde beslenirler. Daha sonra bu damar kısmını da yiyerek bitkiyi sadece gövde kalacak şekilde beslenmeye devam ederler. Ayrıca ergin bireyler ve larvalar patlıcan ve patates bitkisinin çiçeği ile beslenmekle birlikte patlıcanın meyvesini de yemektirler. Patates böceği beslenme sırasında yaptığı zararın dışında bakteri ve virüs benzeri etmenleri de yayılmasına yol açtığı bilinmektedir.

1.1.3. *Leptinotarsa decemlineata*'nın konukçuları ve Türkiye'de tespit edilen doğal düşmanları

Patates bitkisi ve patlıcan, patates böceğinin ülkemizdeki ana konukçularıdır. Yabani *Solanaceae*'ler ve *Solanum lycopersicum* (domates) konukçuları arasında yer almaktadır.

PB'nin doğal düşmanları aşağıda verilmiştir:

Zicrona coenilea (L.); *Anthocoris sibiricus* (Rt.); *Nabis pimetatus* (C.); *Coccinula quatuordecimpustulata* (L.); *Adonia variegata* (Goeze); *Coccinella septempunctata* (L.); *Propylaea quatuordecimpustulata* (L.); *Semiadalia imdecimnotata* Schreider; *Chrysoperla* sp. (Anonim, 2008).

1.2. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler

Zararlılar ile mücadelede 1945'den sonra sentetik kimyasalların yüksek oranda kullanılmaya başlanması ile insan ve çevre sağlığını etkileyen pek çok olumsuz etki ortaya çıkmaya başlamıştır. Sentetik pestisitlerin doğada kalıcı olması, sıcakkanlılara olan zehir etkisi ve çevremizdeki herşeye olan yan etkilerinin görülmeye başlaması ile kullanımları 1960'lı yıllardan itibaren hem dünyada hem ülkemizde sınırlandırılmaya başlamış ve 2009-2011 yılları arasında Türkiye'de 158 adet aktif madde yasaklanmıştır (Anonim, 2010). Yasaklanan aktif maddeler nedeniyle üreticilerin zararlılar ile mücadelede kullanabilecekleri yeni aktif maddelere olan ihtiyacı artmış ve bu bağlamda yeni aktif madde arayışları hız kazanmıştır. Bu araştırmalar sonucunda keşfedilen yeni aktif maddelerin kullanımı hızla artmıştır (Yu, 2008).

Kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni yöntemler üzerinde son yıllar da oldukça çok kanalize olunmuş ve entegre mücadele (IPM) çalışmaları içinde bulunan biyolojik mücadele bugünlerde önemli bir yere sahiptir. Son zamanlarda biyolojik mücadele çalışmalarında EPN'ler oldukça büyük önem kazanmaktadır. Ülkemizde öncelikli olarak bu entomopatojenlerin biyolojik mücadelede kullanılabilmesi için çevremizde bulunan mevcut türleri, belirlenen türlerin etkinliklerinin ortaya konması ve yayılışlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Mikroorganizmaların kullanımı biyolojik mücadele içerisinde yer alır ve “mikrobiyal mücadele” olarak isimlendirilir. Böcekleri hastalandıran ve böceklerin ölmelerine neden olan EPN'lerin kullanılarak yapılan savaşım mikrobiyal mücadeledir. Entomopatojen nematodlar (EPN), mikrobiyel mücadelede bugünlerde ümit var nitelikte çalışma yapılan canlılar arasındadır ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1.2.1. Entomopatojen nematodlar (EPN)

Forst ve Neelson., 1996; Burnell ve Stock., 2000 yapmış oldukları çalışmalarda *Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae* familyalarında bulunan nematodların toprağın derinliklerinde hayatını sürdüren ve böceklerde hastalık oluşturan mikroorganizmalardır bu yüzden entomopatojen nematod olarak bilinirler. EPN'ler mutualistik bir ilişki içinde buldukları *Enterobacteriaceae* familyasına ait *Xenorhabdus* (Steinernematidler'de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler'de) bakterileri yardımıyla konukçularını 1-2 gün içinde septisemi (kan zehirlenmesi) ile öldürdüğünü belirtmişlerdir. Steinernematidler ve Heterorhabditlerin birbirine yakın yaşam çemberi vardır. Bir yumurta, dört değişik morfolojik larval evre ve ergin olmak üzere toplam 6 dönem geçirdikleri bilinmektedir. EPN'lerin başarısını 3. dönem enfektif larvalar sağlamaktadır. 3. Dönem enfektif larvalar toprak içerisinde konağını arayıp bularak, konağın doğal açıklıklarından (spirakıl, ağız, anüs) veya kutikulanın ince bölümlerinden (yalnızca Heterorhabditlerde) konağın hemosölüne giriş yaparlar (Bedding ve Molyneux, 1982; Wang ve Gaugler, 1998). Konak içine giriş yapan enfektif larva (EL)'lar gömlek değiştirerek, taşıdıkları simbiyotik bakterileri konak hemosölüne bırakırlar. Konaklarının dokusunu 2 gün içerisinde parçalayarak çoğalan simbiyotik bakteriler konağın ölmesini sağlamış olurlar (Constant ve Boven., 2000; Glazer ve Lewis., 2000). Ayrıca 3. dönem enfektif larva (EL)'lar birkaç yıl toprak içerisinde canlılıklarını devam ettirirler (Koppenhöfer, 2000).

Entomopatojen nematodlar (EPN)'ın önemi

Entomopatojen nematodlar; insanlar ve hedef dışı organizmalar açısından güvenilir olması, ekosistemde herhangi bir yan etkiye sebep olmayışı, birden fazla kimyasal ve farklı biyolojik pestisitlerle uyum içinde olması, konukçularını arayıp bulmaları ve kitle üretimlerinin basit olması, kullanımın dünyada izne ihtiyaç duyulmaksızın yapılması ve birden fazla zararlı böcek ile mücadele edilebiliyor olması sebebiyle avantajlıdır (Hazır ve ark., 2004). Entomopatojen nematodlar çevre dostudur ve biyolojik mücadelede kullanılmaya başlanmış ve üretimi kolaylıkla yapılmaktadır (Liu ve Glazer., 2000). Ekonomik açıdan önemli zararlılarla, biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan entomopatojen nematodların başarı gösterdikleri yapılan birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Koppenhöfer, 2000; Grewal ve ark., 2005; Shapiro-Ilan ve ark., 2005; Georgis ve ark., 2006).

Biyolojileri

Entomopatojen nematodlar ortalama 5-7 günde oda sıcaklığında hayat döngülerini tamamlarken konukçu böcek içerisinde 1-3 nesil geçirirler (Burnell ve Stock., 2000). Meydana gelecek yeni jenerasyon sayısı ve nesil sayısı, içinde buldukları konukçuya ve buldukları ortamın sıcaklık derecesine göre değişiklik gösterebilir (Finnegan ve ark., 1999; Koppenhöfer ve Kaya., 1999). İnfekteledikleri konukçuda besin azalmaya başlamasıyla birlikte 3. evre IJ'ler zayıflamış konukçu derisini (kütikalasını) parçalayıp dışarıya çıkarlar. Hemen sonrasında yeni konukçu arayışına girerler (kaya ve Gaugler., 1993). Beslenemeyen bu evre uygun bir konukçu bulana kadar toprak içerisinde aylarca bazı durumlarda yıllarca canlılığını koruyabilir (Burnell ve Stock., 2000).

Parazitoit-Entomopatojen nematod ilişkisi

Kaya ve Holchkin., 1981'in yaptığı çalışmada EPN'ler hedef aldıkları konukçuların doğal düşmanı parazitoitleri etkilediğini bildirmişler ve farklı yollardan konukçularını öldürüp indirekt olarak etkileyebildiğini belirtmişlerdir. Bazı parazitoitler, EPN'lerden önce konukçuyu bulup öldürmektedir. Yine bazı Hymenoptera pupa parazitoitleri kalın bir kokon ördüklerinden EPN'lere dayanıklıdırlar.

EPN'lerin sıcaklıkla ilişkisi

EPN'ler için sıcaklık ve nem çok önemlidir. Enfektif larvalar (IJs) 12-32°C arasında çok aktiftir. Düşük sıcaklıklarda enfektif larvalar uzun bir süre canlı kalabilmektedir. 5°C'deki az miktardaki su içinde (0,5-1 cm yükseklikte) *S. glaseri* 3 yıldan fazla canlı kalabilmektedir. *S. carpocapsae*'nin IJ'leri -10°C'de 18 saatte ölür. Toprağa gömülü olan IJ'ler -19°C ile 9°C arasında değişen kış şartlarında dahi canlılıklarını kaybetmezler (Schmiege, 1963; 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; Schmiege, 1963). EPN (IJ)'lerin en iyi muhafaza şekli 5°C'de nemli steril kum içindedir (Fan ve Hominick., 1991).

EPN'lerin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımı

İlk çalışmalar Amerika'da 1932 yılında yine Amerika'dan izole edilen entomopatojen nematodlardan *Steinernema glaseri*, *Popillia japonica* Newn. (Coleoptera:Scarabaeidae) larvalarına karşı tarla denemelerinde kullanılmasıyla başlamıştır (Filipjev 1934'e ve Bovren 1937'ye atfen Wouts, 1991).

EPN'lerin üretimi

EPN'lerin *in vitro* olarak üretimine 1981 yılında başlanmıştır. Bu kadar geç ticari üretime geçilmesini araştırmacılar iki şekilde açıklamaktadırlar. Bunlardan ilki; kimyasal mücadelenin 1970'lere kadar baskın olması, ikincisi ise; bu konuda yetişmiş yeterli sayıda araştırmacının bulunmamasıdır. 1981 yılında Bedding tarafından ilk kez *in vitro* olarak üretilmiş ve bu tarihten sonra çeşitli *in vitro* üretim teknikleri geliştirilmiştir. EPN'ler *in vivo* ya da katı veya sıvı ortamlarda *in vitro* olarak kitle halinde üretilbilirler (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis., 1998). *In vivo* üretimde en çok tercih edilen konukçu böcek *Galleria mellonella*'dır (Kaya ve Stock., 1997). *In vitro* katı ortam olarak dog food agar ve 3 parçalı ortam kullanılmaktadır (Hara ve Kaya., 1981; Bedding, 1984). *In vitro* sıvı fermantasyon yöntemi EPN'lerin en ucuz kitlesel üretimine izin verir ve bu metod endüstrileşmiş ülkelerin seçtiği bir yöntemdir (Ehlers, 1996; Shapiro ve ark., 2003). 500 ml'lik bir erlen içerisinde 2 milyar infektif dönem

nematod üretilebilmektedir (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). Bunlar *Steinernema carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. feltiae*, *S. glaseri*, *S. scapterisci*, *Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. megidis*'tir. Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Hollanda, Avustralya, ve İngiltere gibi ülkelerde ticari nematod preparasyonları kullanılmaktadır (Ehlers ve ark., 1998; Strauch ve Ehlers., 1998).

Kimyasal mücadele uygulanabilirliğinin basit olması ve çabuk sonuç alınmasının dolayı diğer mücadele yöntemlerine göre patates böceği diğer zararlıların mücadelesinde önemli bir yere sahiptir. Uygulanabilirliğinin kolay olması ve kısa zaman içerisinde sonuca varılmasından dolayı başarılı bir mücadele gibi görülmekte, istenilen dozda kullanılmadığı takdirde birçok probleme neden olduğu bilinmektedir. Zararlı böcekler zaman içerisinde pestisitlere direnç kazanmakta ve bu yüzden kimyasal kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Immaraju ve ark., 1992; Nagarkatti ve ark., 2002). Kimyasalların zararlı böcekleri öldürmesinin yanı sıra hedef olmayan yararlı böcek ve predatörleri de kötü etkilediği bilinmektedir (Belair ve ark., 2010). Son zamanlarda insan sağlığı, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması gerektiğinin farkındalığının artışı, patates böceğinin kimyasal mücadele yerine başka mücadele yöntemleri üzerine çalışılması gerektiğinden çalışmalar hız kazanmıştır. Bu açıdan bakıldığında biyolojik mücadelenin diğer mücadele yöntemlerine göre önemi gittikçe artmaktadır (Öncüer, 1995).

EPN'ler biyolojik mücadele içerisinde önemli bir yere sahiptir. Toprakta yaşamını sürdüren zararlı böceklerin yoğunluğunun azaltılması ve birden fazla zararlı böcek üzerinde başarılı olmuş mikroskobik canlılardır (Grewal ve ark., 2005). Entomopatojen nematodların meyve bahçelerinde bulunan bazı zararlı böceklerle karşı yapılan çalışmada biyolojik mücadele etmeni olarak başarılı oldukları görülmüştür (Koppenhöfer, 2000; Grewal ve ark., 2005; Georgis ve ark., 2006; Shapiro-Ilan ve ark., 2005). Zararlı böceklerin birçoğu hayat döngülerinin 1 dönemini toprakta geçirmektedirler. *Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae* familyasına bağlı EPN'lerin yaşam alanı topraktır (Klein, 1990). EPN'ler yaşamaları için optimum sıcaklık ve uygun ortamı sağlayan toprakta, birçok zararlı böceğin biyolojik kontrolünü etkin olarak sağlayabilmektedir (Grewal ve ark., 2005).

Toprak uygulamaları; toprak yüzeyine püskürtme EPN'lerin uygulanması için en sık kullanılan yöntemdir. Hem toprak tipi hem de nem nematodların hayatta kalımını ve hareketini etkiler. Genel olarak nematod aktivitesi ve hayatta kalma killi topraklarda kumlu topraklara göre daha düşüktür (Kaya, 1990). Nematodlar hareket için ince bir su film tabakasına ihtiyaç duyar, ancak fazla su koşulları altında hareketleri kısıtlanır. Toprak neminin EPN'lerin konukçularını bulması üzerindeki etkisi pusucu *S. carpocapsae*'ya göre avcı *H. bacteriophora* ve *S. glaseri*'de daha büyüktür. En uygun toprak neminin nematod uygulanmasından sonra sağlanması nematod aktivitesini ve etkinliğini artırır (Shetlar ve ark., 1988). Toprak sıcaklığı da nematod etkinliği üzerinde önemli bir faktördür. Ilık sıcaklıklar nematodun hayatta kalma süresini azaltırken daha soğuk sıcaklıklar aktiviteyi ve enfektif özelliği düşürmektedir (Grewal ve ark., 1994b). 12-28°C arasındaki toprak sıcaklıkları çoğu EPN türünün uygulanması için uygundur. Eğer toprak sıcaklığı 28°C'den yüksekse ön uygulama sulaması genellikle toprak sıcaklığını nematod uygulamasından önce düşürmek için önemlidir. Toprak faunasında bulunan doğal düşmanlar da ortama uygulanan nematodların popülasyon seviyelerini düşürmektedir (Grewal, 2002).

Yeşil aksam uygulamaları; damla boyutları ve püskürtme dağılımı bitkinin yeşil aksamında bulunan zararlılara karşı nematod uygulanırken önemlidir. Standart hidrolik memelerin geniş aralıkta damla boyutları ürettiği bilinmektedir. Bunların çoğu IJ'leri taşımak için çok küçüktür. Lello ve ark., (1996) yüksek çıkışlı hidrolik memeler (standart fan ve tam koni) kullanarak yaptıkları çalışmada, bu memelerin yapraklar üzerine daha fazla nematod bıraktığını ve Çin lahanası yapraklarında zararlı olan *Plutella xylostella*'da %98 ölüm meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır. Döner diskli memelerde damlaların %90'ından fazlasında nematod bulunmamaktadır (Mason ve ark., 1998a). Genel olarak, daha yüksek akış hızı cm^2 başına düşen nematod sayısını artırmaktadır. Nematodların bitkilerin yeşil aksamlarında, özellikle yaprakları üzerinde kalması genellikle uygulama tankına yardımcı maddelerin eklenmesi ile sağlanır (Mason ve ark., 1998b). EPN'lerin yeşil aksam uygulamalarındaki başarı şanslarının düşük olmasının temel nedenleri; kuruma (Lello ve ark., 1996), sıcaklık (Grewal ve ark., 1994) ve ultraviyole radyasyon (UV) (Gaugler ve Boush, 1978, Gaugler ve ark., 1992) gibi olumsuzluklara IJ'lerinin hassasiyetidir. Çoğu EPN türü 32°C'yi aşan sıcaklıklarda etkili olmaz. EPN'lerin kuruma ve UV toleransları farklılık göstermektedir. Nickle ve Shapiro, (1992, 1994) *S. carpocapsae*'nin güneş ışığından etkin korunması

için tinopal ve Blankophor BBH kullanmıştır. Lello ve ark., (1996)'na göre güneş ışığının etkisi nematodların alacakaranlıkta uygulanması ile minimuma indirilebilir; ancak yüksek nemlilik (>%80 BN) ve bitki üzerinde serbest su sağlamak zorlaşır. Yardımcılar genellikle nematod etkinliğini artırsa da (MacVean ve ark., 1982, Eidt 1991, Glazer ve ark., 1992, Broadbent ve Olthof., 1995, Baur ve ark., 1997) bu artış seviyesi genellikle yeşil aksam uygulamalarını önermek için henüz yetersiz görülmektedir (Baur ve ark., 1997, Mason ve ark., 1998b).

Kadavra uygulamaları; son yıllarda EPN'lerin böcek popülasyonlarına karşı sulu konsantrasyonların uygulanması yerine kadavra içinde entomopatojen nematodlar kullanılmaktadır (Shapiro-Ilan ve ark., 2003; Kepenekci ve ark., 2013a).

Dünya çapında *Steinernema* cinsine ait 64, *Neosteinernema* cinsine ait 1, *Heterorhabditis* cinsine ait 21 ve toplam 86 entomopatojen nematod türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014a).

Hazır ve ark., (2003a) tarafından her entomopatojen nematod türünün her konukçu böceğe aynı etkiyi gösteremediğini ve bazı türlerin yalnızca bir böcek takımını enfekte ettiğini bildirmişlerdir.. Bazı EPN türlerinin ise geniş bir konukçu yelpazesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında biyolojik mücadele çalışmalarında en önemli faktör hedef konukçuya karşı en etkili nematod türünü seçmek ve tarla çalışmalarına geçmeden önce hedef zararlıya karşı infektivitesi en fazla olan nematod türünün belirlenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde entomopatojen nematodlarla ilgili çalışmalara son yıllarda başlanmıştır. Türkiye'de, Özer ve ark., (1995) tarafından Rize ilinden toprak örnekleri alınmış *S. feltiae*, Kepenekci ve ark., (1999) tarafından Ekecik (Aksaray) kışlaktan Kıvımlı toplanmış ve (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonunda *H. bacteriophora* tespit edilmiştir. Hazır ve ark., (2003b) tarafından 1999-2001 yıllarında Türkiye'yi kapsayan bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada *S. feltiae*, *S. afine*, *S. anatoliense* (yeni tür) ve *H. bacteriophora* türlerini izole etmişlerdir. Kepenekci (2002)'nin Akdeniz bölgesinde yürüttüğü çalışmada, 15 ayrı alandan 52 adet toprak örneği alınmış ve tespit edilen türlerden *S. carpocapsae* Türkiye faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir.

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

Entomopatojen nematodların bulunma oranları ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda; İskoçya'da %2.2 Boag ve ark., (1992), Türkiye'de %2 ve %4.72 Hazır ve ark., (2003b), Portekiz'de %3.9 Rosa ve ark., (2000), Kore'de %4.6 Choo ve ark., (1995), İtalya'da %5 Ehlers ve ark., (1991), Etiyopya'da %6.3 Nguyen ve ark., (2004), Belçika'da %8.47 Miduturi ve ark., (1997), Endonezya'da %11.7 Griffin ve ark., (2000), Kosta Rika'da %20.5 Lorio ve ark., (2005), Arizona'da (A.B.D.), %23.3 Stock ve Gress (2006), ABD'de %26.3 Stock ve ark., (1999) olarak bulunmuştur. EPN'lerin elde edilme oranının yüksek olduğu sonuçlardan biri %48.6 ile İngiltere'de Hominick ve Briscoe (1990), diğeri ise %53.8 ile Çek Cumhuriyeti'nde yürütülmüş olan çalışmalardır (Mracek, 1980). Tokat ilinde yürütülen EPN'lerin ortaya konulmasına ilişkin çalışmada bulunma oranı %3.6 olarak bildirilmektedir (Kepenekci ve ark., 2018a).

Ülkemizde tespit edilen EPN'lerin yine ülkemizde kültür bitkilerinde önemli zararlara neden olabilen zararlılar üzerindeki etkinlikleri Kepenekci (2012) tarafından liste olarak verilmiştir.

Bunun dışında, son yıllarda ülkemizde entomopatojen nematodların ekonomik açıdan önemli kayıplara neden olan zararlı böcekler üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar hız 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).

Bu çalışmaların farklı iklimler ve bölgelere sahip tür çeşitliliği fazla olan bir ülke için yeterli olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarından elde edilen ümit var sonuçların sera ve doğa çalışmalarına aktarılması son derece önemli olup önerdiğimiz tez çalışmaları içerisinde laboratuvar ve sera-saksı çalışmaları birlikte yürütülmüştür.

Çalışmada ana materyali Tokat ilinde daha önce tespit edilmiş entomopatojen nematod kültürleri [Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarı (Tokat)'nda mevcut EPN kültürleri] [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05)] oluşturmuştur.

Bu çalışmada, Tokat ilinde daha önce tespit edilmiş ve laboratuvarlar stoklarımızda mevcut olan EPN [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05)]'lerin öncelikle laboratuvar koşullarında PB'ye karşı etkinliği araştırılmış, denemeler sonucunda etkinliği yüksek izolatlar sera çalışmalarında kullanılmıştır. Bu bağlamda toprak üzerine uygulamaların (su içerisinde EPN'ler) yanında toprak içine kadavra uygulamaları (kadavra içerisinde EPN'ler) da yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilecek bulgular ve mevcut bilgiler doğrultusunda, EPN'lerin PB'ye karşı kullanılan mevcut mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya konulacak olan yeni mücadele stratejisi ile kimyasal mücadelenin olumsuzlukları ortadan kaldırılabilir. Söz konusu alanlarda daha az kimyasal ilaç kullanılması sağlanacaktır. Bunun sonucunda çevreye olumsuz etkileri aşikâr olan ilaçlı mücadele çalışmaları azaltılacaktır. PB mücadelesinde sürdürülebilir, çevre ve insan sağlığı açısından güvenilir mücadele metodu uygulamaya konulacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

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

Keşenekci ve ark., (2004) tarafından yapılan kestane meyve kurdu [*Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)] larvalarına karşı üç EPN türüne ait dört ırk [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı), *S. feltiae* (Tur-S3 ırkı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)] etkinliğini üç ayrı sıcaklık (10, 15 ve 25°C) ve üç ayrı konsantrasyonda (0, 100, 500 ve 1000) araştırılmıştır. Araştırma sonucunda *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkının, test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olduğu ortaya konmuştur.

Keşenekci 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 *Ceratitidis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) pupaları üzerindeki etkisini *in vivo* koşullarda üç değişik konsantrasyonda [25, 50 ve 100 enfektif larva (IJ)/0.2 ml steril su] ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) ortaya koymuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek etki, 25°C ve 100 IJ/0.2 ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, *R. cerasi* için %16.6 ve S3'de %23.3; *C. capitata* için %33.3 ve S3'de %40 ölüm kaydedilmiştir. Bu sonuçlar ışığında araştırmacılar, söz konusu olan EPN'lerin kiraz sineği ve akdeniz meyve sineğine karşı uygulanacak entegre mücadele çalışmalarında kullanılmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Keşenekci ve Susurluk (2006b), tarafından yapılan çalışmada, ülkemizde tespit edilen entomopatojen nematodlardan *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın unlu erik afidi erginleri üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında üç farklı konsantrasyonda [25, 50

ve 100 enfektif larva (IJ)/0.2 ml steril su] ve üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) ortaya koymuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek etki, 25°C ve 100 IJ/0.2 ml konsantrasyonunda, uygulamadan 96 saat sonra elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, All type'da %74.9 ve S3'de %83.3 ölüm kaydedilmiştir.

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

Susurluk ve ark., (2009) tarafından yapılan EPN *Steinernema carpocapsae* (TUR-S4), *S. feltiae* (Nemaplus), *S. carpocapsae* (Nemastar), *S. feltiae* (TUR-S3) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematop)'nın yeni bir çim zararlısı *Dorcadion pseudopreissi* Breuning (1962) (Coleoptera: Cerambycidae)'a karşı kontrol potansiyeli laboratuvar koşullarında denenmiştir. Patojeniti testi 25°C'de sırasıyla 50, 100 ve 150 enfektif larva (IJs)/larva dozunda uygulanmıştır. Tüm nematodlarda en yüksek ölüm oranı (75-92%) 150 enfektif larva (IJs)/larva dozunda gözlenmiştir. Nematodların konukçu tercih davranışları içerisinde kum bulunan petri kaplarına *D. pseudopreissi* ve *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Galleriidae) larvaları konularak denenmiştir. Tüm nematod türleri, her iki böcek türünün olduğu alanda birikmişlerdir (32-53% DJs). *S. carpocapsae* (TUR-S4) (53%) ve *H. bacteriophora* (48%) (Nematop) *S. feltiae* strainine'e göre daha yüksek oranda *D. pseudopreissi*'a doğru hareket etmişlerdir.

Yılmaz ve ark., (2010)' nin yaptığı bu çalışmada, dört yerel entomopatojenik nematod izolatinin (*Steinernema carpocapsae* B122, *S. feltiae* B1, *Heterorhabditis bacteriophora* M3 ve *H. megidis* P69) laboratuvar koşullarında 3 farklı sıcaklıkta (15, 23 ve 28°C) Avrupa mayıs böceği (*Melolontha melolontha* L.) larvalarına karşı virülansı belirlenmiştir. En yüksek ölüm oranı 23°C'de *H. bacteriophora* M3 (%91.2), 15°C'de *S. feltiae* (75.7%) ve 28°C'de *H. bacteriophora* M3 (64.6%) olarak tespit edilmiştir.

Gokce ve ark., (2011), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesin'den 2009 yılında toplanan *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarından entomopatojenik nematodlar izole etmişlerdir. İzole edilen nematodların *Steinernema websteri* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Bu nematodla ilişkili simbiyotik bakteri %99 benzerlik ile *Xenorhabdus nematophila* olarak tanımlanmıştır. İzolatın *Agrotis segetum* üzerindeki etkisi plastik kaplarda test edilmiş laboratuvar koşullarında enfeksiyondan sonra 6 gün içerisinde 500 IJ/g kum konsantrasyonunda %100 ölüm oranı tespit edilmiştir.

Kepenekci ve ark., (2013a) tarafından yapılan çalışmada *L. decemlineata*'nın 4.dönem larvalarına entomopatojen nematod etkisi araştırılmış ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. Laboratuvar ortamında (*in vivo*) yapılan bu çalışmada, *L. decemlineata*'nın 4.dönem larvalarına 3 entomopatojen nematod (*Steinernema feltiae*-izolat 09-31, *S. carpocapsae*-Karadeniz izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora*-izolat 09-43)'un denemesiyle etkinlikleri ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmada 2 farklı entomopatojen nematod konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) 25 °C'deki sıcaklıkta denenmiş ve sonuç olarak, 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora*-izolat 09-43 (97.63±6.99) en yüksek etkiyi göstermiştir. *S. feltiae*-izolat 09-31 (86.05±11.72) ikinci en yüksek etkiyi gösteren türdür. En düşük etki ise *S. carpocapsae*-Karadeniz izolatu (53.34±1.34)'nda görülmüştür. Türkiye'de yapılan bu ilk çalışmalara bakıldığında patates böceğine karşı elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapılması ve doğa koşullarında (sera ve tarla) da denemesi uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Kepenekci ve Alkan (2013)'ın *L. decemlineata*'nın son evre larvalarına karşı Türkiye'de tespit edilen 3 entomopatojen nematod (*Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*)'un etkinliği laboratuvar ortamında (*in vivo*) yapılan bu çalışmada ortaya konulmuştur. Çalışmada 2 değişik entomopatojen nematod konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) 25°C'deki sıcaklıkta deneyerek çalışma sonucunda, 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora* (97.63±6.99) en yüksek etkiyi göstermiş ve bu türü *S. feltiae* (86.05±11.72) izlemiştir. En düşük etki *S. carpocapsae* (53.34±1.34)'da görülmüştür.

Kepenekci ve ark (2013b)'in Türkiye'de tespit edilmiş entomopatojen nematodlardan, *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın patates güvesi *Phthorimaea operculella* üzerindeki etkisi laboratuvar koşullarında

araştırmışlardır. Çalışmada, 100, 500 ve 1000 IJs olmak üzere, farklı konsantrasyon üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) denemişlerdir. Ayrıca çalışmada EPN tarafından enfekte edilmiş kadvralar da kullanılmıştır. Çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırasıyla %96 ve 80 larva ölümüne neden olmuştur. Kadvra içinde EPN uygulamaları hariç, *S. feltiae*'nin %40'dan yüksek ölüme sebep olmadığı ortaya konmuştur. 25°C'de kadvra uygulamalarında, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*'nin sırasıyla %97, %83 ve %67 patates güvesi larva ölümüne neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) en yüksek etkiye sahip bulunmuş ve patates güvesi mücadelesinde ümitvar bir biyolojik mücadele etmeni olduğu ortaya konmuştur.

Zerbaş ve Demirbağ (2013), Karadeniz Bölgesi'nden izole edilen (*Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae* ve *Steinernema websteri*) üç etkili entomopatojenik nematod, Türkiye'de patates (*Leptinotarsa decemlineata*) ve kıızılağaçlarda (*Agelastica alni*) ciddi zarara neden olan zararlılara (ergin ve pupa öncesi larva) karşı test edilmiştir. Deneyler her iki zararlı için laboratuvar koşullarında yapılmış ve 7 gün boyunca böceklerin ölümleri takip edilmiştir. Yedi gün sonunda, *L. decemlineata* pupa öncesi larvalarına karşı *S. websteri* ve *S. feltiae* sırasıyla %98 ve %93'lük ölüm oranı belirlenirken, *H. bacteriophora* %66 ölüm oranı göstermiştir. *A. alni* ergin ve pupa öncesi larvalarına karşı *S. websteri*'nin sırasıyla %78 ve %99 etkili olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan *H. bacteriophora*, *A. alni* ergin ve pupa öncesi larvalarına karşı sırasıyla, %47 ve %35 etki sağladığı belirlenmiştir. Sonuçlar, *S. websteri* ve *S. feltiae*'nin *L. decemlineata* ve *A. alni* pupa öncesi larvalarına karşı önemli bir biyolojik mücadele potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Gülcü ve ark., (2014), domatesin önemli zararlılarından olan Yeşil kurt'un 1. ve 2. dönem larvalarına karşı laboratuvar koşullarında entomopatojen nematodların etkinliğini araştırmışlardır. *Steinernema feltiae* (96-Bursa) izolatu, *S. feltiae* (113-Balıkesir) izolatu, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) izolatu, *Heterorhabditis bacteriophora* (44-Çanakkale) izolatu ve *H. bacteriophora* (1144-Sakarya) izolatının *H. armigera* larvaları üzerindeki etkinliği 3 farklı uygulama yoğunluğunda (10, 50 ve 100 EPN infektif larva) ve 25°C'de ortaya konulmuştur. EPN uygulamasından 72 saat sonra *H. armigera* larvaları kontrol edilerek ölüm oranları belirlenmiştir. Denemelerde *S. feltiae* (96-Bursa) 10 IJs yoğunluğunda %75, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100,

S. feltiae (113-Balıkesir) 10 IJs nematod yoğunluğunda %25, 50 IJs nematod yoğunluğunda %95.83 ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %91.66, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) 10 IJs nematod yoğunluğunda %62.5, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100, *H. bacteriophora* (44-Çanakkale) 10 IJs nematod yoğunluğunda %95.8, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100 ve *H. bacteriophora* (1144-Sakarya) uygulamasında 10 IJs nematod yoğunluğunda %91.66, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %100 ölüm meydana gelmiştir.

Güleç ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise daha önce laboratuvar çalışmalarında etkili bulunan 2 izolat (*Steinernema feltiae*-izolat 09-31 ve *H. bacteriophora*-izolat 09-43) sera-saksı denemelerine alınmış ve *S. feltiae*-izolat 09-31'in toprak uygulamalarında %65.23±4.45 ve % 77.33±2.59 oranlarıyla önemli bir etkiye neden olduğu görülmüştür. Entomopatojen nematod sera-saksıda denenmiş elde edilen verilere göre araştırmacılar *S. feltiae*-izolat 09-31'in toprak uygulamalarının arazide uygulandığı taktirde yüksek etkiye sahip sonuçlar elde edileceği kanısına varmışlardır. Ayrıca yürütülen sera-saksı çalışmaları sonucu; diğer uygulamalarda (yeşil aksam ve kadavra) yüksek etki görülmemiştir. Kadavra uygulamalarındaki ölüm oranı %40'ı geçmemiş olup en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'da %37.40±8.88 olarak belirlenmiştir. Yeşil aksam uygulamalarında da etki %30'un üzerine çıkmamış ve en yüksek etki yine *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'da 29.14±6.09 olarak bulunmuştur.

Kepenekci ve ark., (2018b) tarafından Balıkesir ve Çanakkale illerinden elde edilen EPN izolatlarının (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Canakkale izolatı) *L. decemlineata*'ya karşı etkinliklerinin laboratuvar (*in vitro*) ve sera-saksı (*in vivo*) koşullarında ortaya konulduğu çalışma sonucunda en yüksek etki *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı uygulamalarında bulunmuştur. Laboratuvar çalışmaları sonucunda; 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ konsantrasyonlarında *H. bacteriophora* (Çanakkale izolatı) %100 etki gösterirken aynı konsantrasyonlarda *S. feltiae* (Balıkesir izolatı) %86.67-100 oranında etkili olduğu ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada söz konusu izolatlar sera-saksı denemeleri kapsamına alınmış ve toprak yüzeyine yapılan uygulamalarda etki %46.25 bulunmasına karşın toprak içine kadavra uygulamalarında daha yüksek bir ölüm oranı ortaya konmuştur (50.25%).

Kepenekci ve ark., (2018c)'nin yapmış olduğu tek çalışmada Tokat ilinde buldukları entomopatojen nematod izolatlarını patates böceğine (*L. decemlineata*) karşı etkinliklerini ortaya koymuşlardır. Çalışmada Tokat ilinden elde edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının patates böceğine karşı etkinliklerini 3 farklı deneme ile belirlemişlerdir. Bunlar sırasıyla kadavra denemesi, filtre kağıdı ve toprakta olacak şekilde doz-ölüm ve tek doz denemeleridir. Denemeler farklı konsantrasyonlar, sıcaklıklar ve zaman aralıklarında kurulmuştur. Denemelerle patates böceğine karşı mücadele kullanılacak en uygun konsantrasyon, sıcaklık ve zaman aralığı belirlenmeye çalışılmıştır. Kadavra uygulaması ile her iki izolat için 25°C sıcaklıkta %60'dan fazla ölüm oranı tespit edilmiştir. Doz-ölüm denemelerinde de 25°C sıcaklığın etkili olduğu ve en etkili dozlara bakıldığı zaman *S. caprocapsae* GOP72 izolatı için 1000 IJs uygulaması, *S. caprocapsae* GOP81 izolatı için ise 500 IJs uygulaması olduğu saptanmıştır. Tek doz filtre kağıdı denemelerinde en yüksek ölüm oranı 7. günün sonunda *S. caprocapsae* GOP72 izolatında tespit edilmiştir. Tek doz toprak denemelerinde ise en yüksek ölüm oranı 10. Günün sonunda her iki izolat için de %100 olarak belirlenmiştir. Doz ölüm denemelerinde ise ikinci günden itibaren 1000 IJs uygulamasında *S. caprocapsae* GOP81 izolatı için % 49.29 ölüm tespit edilirken en yüksek ölüm 3. gün itibari ile 1000 IJs uygulamasında *S. caprocapsae* GOP81 izolatında saptanmıştır. %100'e varan ölümler ise 7. günün sonunda tespit edilmiştir. Ayrıca doz ölüm toprak denemelerinde *S. caprocapsae* GOP81 izolatında 10. Günün sonunda yapılan sayımlarda doza bağlı ölüm oranında artış tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma verilerine göre Tokat ilinden elde edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının patates böceğine karşı laboratuvar çalışmalarında başarılı olduğu ortaya konmuştur. Bu sonuçlar ışığında Tokat ilinden izole edilen bu izolatların saksı (sera) ve tarla koşullarında da denemeye alınmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

L. decemlineata karşı dünyanın da farklı ülkelerinde entomopatojen nematodlar kullanılarak laboratuvar ve sera çalışmaları yürütülmüştür.

Nickle ve ark., (1994) *S. carpocapsae*'yi pellet haline getirilmiş formülasyonunu toprağa uygulayarak Batı Mısır Kök Kurdunun larvasına ve PB'nin prepupasına karşı toprağa uygulamışlar ve her iki türde de % 90'nın üzerinde baskılama tespit etmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada ise toprak denemelerinde *S. carpocapsae*'nin etkinliği *H. bacteriophora*'ya göre daha düşük bulunmuştur.

Berry ve ark., (1997) 2 endemik (OH23 ve OH95) ve 3 egzotik *Heterorhabditis* strainini (ırkını) ve 2 egzotik *Steinernema* türünü PB karşı test etmişler ve egzotik *Steinernema* türlerinin PB karşı egzotik *Heterorhabditis* 'den daha az etkili olduğu belirlenmişlerdir.

Trdan ve ark., (2009) *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *H. megidis* 'in patates böceğinin larva ve erginlerine karşı 15, 20 ve 25 °C 'de 200, 1000 ve 2000 IJ dozlarında etkili EPN türünü laboratuvar koşullarında belirlemeye çalışmışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre 15°C 'de en düşük etkiyi belirlemişlerdir. EPN türlerinin hepsi 20 ve 25°C 'de patates böceğinin larva ve erginlerini öldürdüğünü belirlemişlerdir.

Adel ve Hussein (2010) laboratuvar ve tarla koşullarında PB'ye karşı *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın etkinliğini değerlendirmişlerdir. *S. feltiae* PB'nin 4. larva dönemine karşı diğer dönemlere göre daha etkili olduğunu ayrıca *H. bacteriophora*'nın düşük etkinlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise *H. bacteriophora* izolatlarının etkinliği daha başarılı bulunmuştur.

Kary ve ark., (2010) *H. bacteriophora*'nın 4 coğrafik izolatını ve 3 farklı *Steinernema* (*S. bicornutum*, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*) türünü PB'ye karşı laboratuvar ortamında test etmişlerdir. Denemeyi 5 farklı konsantrasyon (100, 200, 400, 500 ve 1000 IJ) ve 3 farklı metot (filtre kâğıdı metodu, yaprak ve toprak denemeleri) ile uygulamışlardır. Filtre kâğıdı ve yaprak denemelerinde en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* IRA10'da tespit edilmiştir. Toprak denemelerinde ise *H. bacteriophora* IRA12'da en yüksek ölüm oranı görülmüştür.

Ebrahimi ve ark., (2014) *S. carpocapsae* 'nin PB'nin 4. larva dönemine karşı etkinliğini toprak uygulaması ve böceğin hemoceline direk *S. carpocapsae*'yi enjekte ederek tespit etmişlerdir. Deneme sonucunda LC20 ve LC80 değerleri bulunmuş ve toprak uygulaması sonucunda değerler sırasıyla 7.8 (3.0-13.4) IJ ve 126.7 (91-206.7) IJ bulunmuşken, direk böcek üzerine uygulamada ise değerler sırasıyla 10.2 (8.7- 11.4) IJ ve 22.7 (19.73- 28.0) IJ olarak tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tokat ilinde önceden tespit edilmiş entomopatojen nematod türlerine ait kültürler [Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarı (Tokat)'nda mevcut EPN kültürleri] [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05)], *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları, patates böceği popülasyonları ile patates yumruları oluşturmuştur.

Tokat ili patates (*S. caprocapsae* TOK05), domates (*H. bacteriophora* TOK20) ve şeker pancarı (*H. bacteriophora* TOK44) yetiştirilen tarlalardan alınan örneklerde entomopatojen nematod türlerine ait izolatlar, moleküler olarak teşhisleri yapılarak çalışmada kullanılmıştır (Kepenekci ve ark., 2018a).

3.2. Yöntem

3.2.1. Laboratuvarda kitle üretim çalışmaları

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

Galleria mellonella son dönem larvaları, entomopatojen nematodların hayat döngüsünün devamlılığı ve entomopatojen nematod türlerine ait kültürlerin yenilenmesi için larvalara özel besin ortamı hazırlanarak *Galleria mellonella* üretimi yapılmıştır (Şekil 3.1.). Çalışmalar Entomoloji Laboratuvarında (TOGÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) yapılmıştır. Bu amaçla 890 g un, 222 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin, 500 g bal, 445 g süt tozu ve 445 g buğday kepeği kullanılarak önce un ve buğday kepeği sterilize edilmiştir. Un, kepek, süt tozu ve maya karıştırılarak daha sonra bal ile gliserin karışımı üzerine dökülmüştür (Haydak, 1936; Mohammed ve Coppel, 1983). Kapaklarına alüminyum tel geçirilmiş 300 ml'lik cam kavanozlara hazırlanan besin ortamından 1 cm yüksekliğinde konularak üzerine *Galleria mellonella* yumurta kümesi yerleştirilmiştir. Bu yumurtalardan larvaların çıkışı ve gelişmesi için kavanozlar 23-24 °C'ye ayarlı 16/8 saat aydınlatmalı böcek yetiştirme dolabına yerleştirilmiştir (Şekil 3. 1.).



Şekil 3.1. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi

3.2.2. Entomopatojen nematodların (EPN) üretimi

EPN'lerin sürekli üretilmesi ve bakımı: Çalışmalar Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarında (TOGÜ) yapılmıştır. EPN'lerin üretilmesi için son dönem *G. mellonella* larvaları kullanılmıştır. Larvaların kokon örmelerini engellemek için 55°C'deki suda 15-20 sn bekletilip 30 sn çeşme suyu altında yıkanarak hareketsiz duruma getirilmiştir (Woodring ve Kaya, 1988).

Otoklavda sterilize edilmiş 12 cm çapındaki petrilerin içerisine 6 cm çapındaki küçük petriler kapaksız olarak ters çevrilerek yerleştirilmiş, üzerine steril kurutma kağıdı konularak musluk suyu ile ıslatılmış ve larvalardan 10'ar adet kurutma kağıtları üzerine dizilmiştir. Her bir nematod kültürüne ait içinde 2. ve 3. dönem (IJs) enfektif nematod larvalarına ait konsantrasyonlardan damlalıklarla alınmış ve *G. mellonella* larvaları üzerine verilmiştir. Daha sonra büyük petrilerin kapağı kapatılarak, alüminyum folyo ile sarılmış ve siyah polietilen torbalar içine alınarak 20-23°C'deki inkübatöre konulmuştur. İnkübatörde 10 gün süreyle hergün kontrolleri yapılmıştır. EPN'ler tarafından enfekte olan *G. mellonella* larvalarından "White tuzak" metodu (White, 1927) kullanılarak enfektif EPN larvaları (EL, IJs) elde edilmiştir (Şekil 3.2.). Elde edilen larvalar 100 ml'lik kapaklı mika kutular içerisine alınmıştır. Daha sonra bu kutular tepsiler içerisine dizilerek üzerleri alüminyum folyo ile kapatılmış ve buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Nematodların havasızlıktan ölmemeleri için haftada iki kere kutuların kapakları açılacak, nematodların içinde bulunduğu su hafif karıştırılarak havalandırmaları sağlanmıştır. Nematodların aktivitelerini kaybetmemeleri için 1-2 ayda bir yeni *G. mellonella* larvalarına verilerek aynı işlem tekrarlanmış ve böylelikle kültürlerin yenilenmesi ve patojenisitelerinin düşmemesi sağlanmıştır. EPN'lerin kitle üretimi: EPN'ler laboratuvar ve sera-saksı uygulamalarında kullanılmak üzere laboratuvarında kitle üretimine alınmıştır. Bu aşamada *in vivo* yöntemle IJ'ler kullanılarak nematod üretimi yapılmıştır. EPN'lere ait IJ'lerin *G. mellonella*'nın son dönem larvalarını enfekte etmesi sağlanmıştır. Büyük boy (15 cm çaplı) petriler kullanılarak hazırlanan olan White tuzak düzeneklerinin her biri üzerine 30 adet EPN'ler tarafından enfekte edilmiş *G. mellonella* larvaları yerleştirilmiştir. Laboratuvar koşullarında (23-24°C) bekletilen olan düzeneklerden dışarı çıkan yeni nesil EPN'ler toplanmış ve denemelerde kullanılmaya kadar tetrapak kutularında buzdolabında +4°C'de depolanmıştır.



Şekil 3.2. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi, bakımı ve “White tuzak” metodu

3.2.3. Patates böceği (PB) popülasyonlarının elde edilmesi

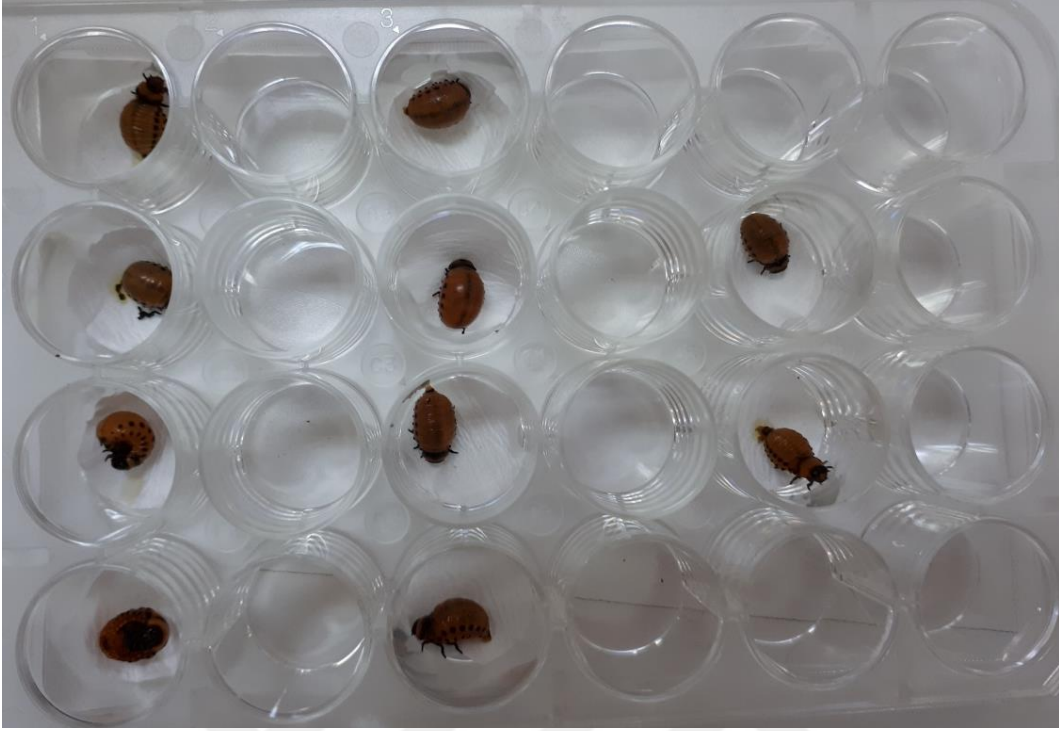
Patates böceği her zaman laboratuvar veya sera koşullarında yetiştirilebilmektedir. Özellikle araziden (doğal koşullardan) elde edilen popülasyonların kullanıldığı çalışmaların daha uygulamaya dönük sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Çünkü laboratuvar koşullarında yetiştirilen popülasyonlar tarlaya göre daha hassas olmakta ve araziye dönük çalışmalarda yanılığa götürebilmektedir.

Çalışmada, kullanılan patates böceği popülasyonları, 2015 yılında patates yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı alanlardaki bulaşık tarlalardan toplanmış ve TOGÜ uygulama tarlalarında 1.5 dekar alanda patates bitkisi yetiştirilerek bulaştırma yapılarak patates böceği popülasyonunun artması sağlanmıştır (kitle üretimi). 2016, 2017 ve 2018 yıllarında aynı tarlada patates yetiştirilerek patates böceği popülasyonları elde edilmiştir (Şekil 3.3.).

Tarlardan toplanan patates böceği popülasyonları çalışmalarında kullanılıncaya kadar $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir.



Şekil 3.3. Patates dikimi öncesi tarla hazırlığı (üst) ve tarlada patates bitkisi üzerinde patates böceği (alt)



Şekil 3.4. Denemelerde kullanılan 24 kuyucuklu kültür kapları (üst) kapaklı plastik kaplar (alt)

3.3. Tek doz denemeleri

Heterorhabditis bacteriophora (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) türleri tek doz olan 500 IJs dozunda patates böceği larvalarına $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de laboratuvar koşullarında denenmiştir (Shapiro ve ark., 1999). Negatif kontrol olarak su kullanılmıştır. Ölümler 10 gün sonra kontrol edilerek kayıt edilmiştir.

Denemeler bire bir test (One-on-one assay) yöntemine (Glazer ve Lewis 2000) göre kurulmuştur. Bu amaçla, çalışmada 24 kültür kapları kullanılmıştır (Şekil 3.4.). Her bir kuyucuğun (hücrenin) altına filtre kâğıdı yerleştirilmiştir. Mikroskop altında hazırlanan süspansiyon içindeki EPN'ler mikropipet yardımıyla 500 IJs 0.2 ml^{-1} su olarak her bir kuyucuk dibinde bulunan filtre kağıdına emdirilerek verilmiştir. Her bir uygulamada pipet ucundaki tüm nematodların kuyucuk içerisine tam geçişini sağlamak için aynı pipet ucuyla tekrar 0.2 ml 'lik su alınarak aynı kuyucuğa verilmiştir. Her bir kuyucuğa TOGÜ uygulama çiftliğindeki patates tarlasından getirilmiş 1 adet patates böceğinin son dönem larvası yerleştirilip kültür kaplarının kapağı kapatılmış ve $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatöre alınmıştır. Kontrollerde kuyucuk dibindeki filtre kâğıtlarına sadece su verilmiştir.

Aynı deney düzeneği toprak kullanılarak da yapılmıştır. Uygulamada her bir hücrenin dibine 1 adet patates böceğinin son dönem larvası konularak ve üzerine 0.2 g (yaklaşık $7\text{-}8\text{ cm}^3$) patates tarlasından alınan ve steril edilen toprak ilave edilmiştir. Nematod uygulaması toprak yüzeyine yapılmıştır.

3.4. Doz-ölüm denemeleri

Bu çalışmalar, tek doz denemelerinde olduğu gibi yapılmıştır. Denemeler kültür kaplarında kurulmuştur. Denemelerde hem filtre kâğıdı hem de toprak kullanılmıştır. EPN'lerin 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs 0.2 ml^{-1} dozları patates böceğinin son dönem larvasına karşı uygulanmıştır (Kepenekci ve ark., 2013b). Filtre kâğıdına yapılan EPN inokulasyonundan sonra 7 gün boyunca her gün ve toprağa yapılan uygulamalarda 10. günde sayımlar yapılmış ve ölen larvalar kaydedilmiştir.

3.5. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları

Çalışmalar TOGÜ serasında saksı denemeleri şeklinde sürdürülmüştür.

Toprağa yapılacak uygulamalarda toprak yüzey alanı dikkate alınarak cm^2 'ye uygulama yapılmıştır.

Kontrol olarak seçilen bitkilere entomopatojen içermeyen çeşme suyu uygulanmıştır.

Denemede kullanılan saksıların içerisine kullanılan topraklar; patates tarlasından alınmış, steril edilmiş ve daha sonra su ile nemlendirilmiştir. Her bir saksıya bir adet patates yumrusu gömülmüştür. Denemeler sonucunda toprak içerisinde ölü veya canlı PB larva, pupa ve erginlerinin rahat şekilde ve sağlıklı olarak tespit edilmesi amacıyla kullanılan topraklar uygun bir delik aralığına sahip elek kullanılarak elenmiştir.

Denemelerde her bir saksıda bir patates bitkisi olmak koşuluyla her uygulama için 5 saksı kullanılmıştır. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı kurulmuştur. Her bir saksıdaki patates bitkisine, tarladan toplanan 10 adet PB'nin son dönem larvaları suni olarak bulaştırılmıştır (Şekil 3.5.). Buradaki amaç pupa olmak için toprağa geçen larvalara uygulama yapılan EPN'lerin etkinliğini ortaya koymaktır. PB dördüncü dönemde iklime ve beslenmeye bağlı olarak bitki yüzeyinde sadece 2-3 gün kalmakta ve daha sonra toprağa inmektedir.



Şekil 3.5.Sera-Saksı etkinlik çalışması, patates bitkisi dikilmiş saksılar (üst) ve denemelerin kurulduğu tülbent geçirilmiş saksılar (alt)

3.5.1. Toprak uygulamaları

Toprağa yapılan uygulamalarda uygulama yapılan toprak yüzeyi dikkate alınarak, 25 IJs cm⁻² olacak şekilde yapılmıştır.

Toprak yüzeyine yapılan uygulamalarda amaç patates böceğinin biyolojisi gereği, son dönem larvaların pupa olmak için toprağa atlamaları ve daha önce uygulama yapılan topraktaki entomopatojenlerle karşılaşmaları sonucu ölüm oranları araştırılmıştır. Toprak yüzeyi uygulamalarında cm²'ye uygulamalar yapılmıştır (25 IJs cm⁻²) [8.5 cm (toprak yüzeyi yarı çapı)² × 3.14 = 226.865 cm²; 226.865 × 25 IJs cm⁻² = 5.670 IJs saksı⁻¹]. Yapılan kalibrasyon uygulamalarında saksı (toprak yüzeyi uygulamalarında) başına 20 ml su kullanıldığı için uygulanacak EPN'lere ait IJs'ler 20 ml su içinde püskürme yapılarak uygulanmıştır. Kontrollerde sadece su uygulanmıştır.

3.5.2. Kadavra uygulamaları

Kadavra uygulamalarında, her patates bitkisi dibine 2-3 cm derinliğine 2 adet EPN'ler tarafından enfekte edilmiş *G. mellonella* larvası (kadavra) konulmuştur (Şekil 3.2.). Beş adet *G. mellonella* larvası 9 cm'lik petri kapları içerisinde 500 IJs ile enfekte edilmiş ve 6 ila 10 gün bekletildikten sonra denemelerde kullanılmıştır (*Steinernema* türleri için 6 gün, *Heterorhabditis* türleri için 10 gün).

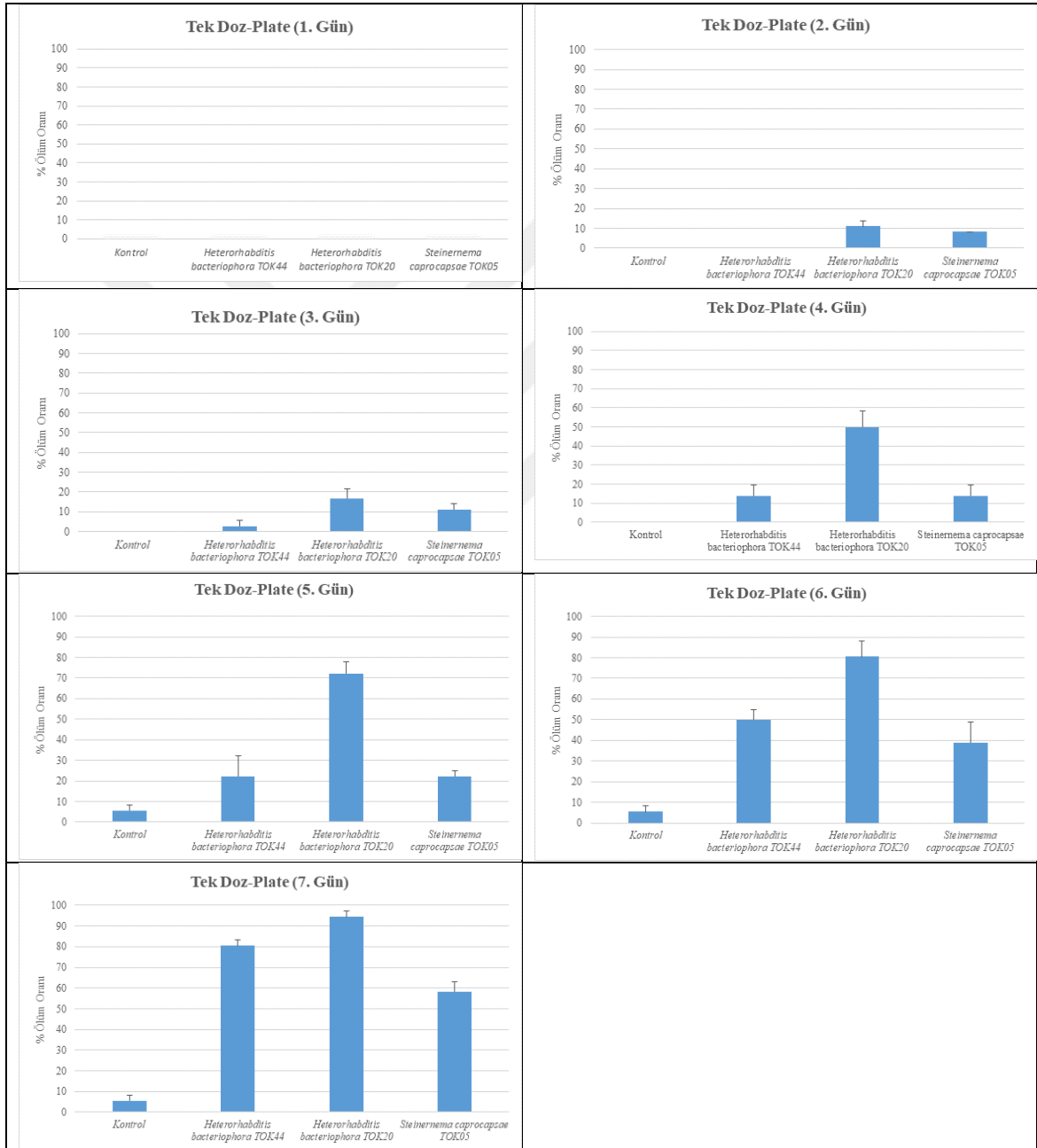
3. 6. Uygulamaların Değerlendirilmesi

Çalışmalarda elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Verilere ANOVA uygulanmış ve Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Tek doz denemeleri

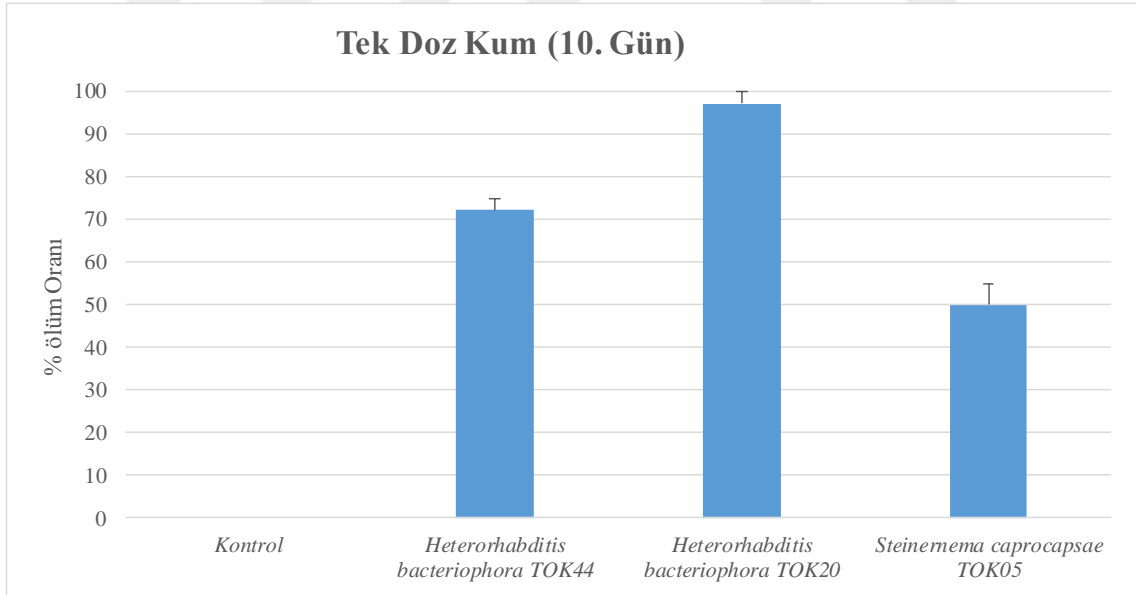
TOK 44, TOK 20 ve TOK 05 izolatlarının tek doz denemeleri ile *L. decemlineata*'nın ölüm oranına etkileri zamana bağlı olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Tek doz denemeleri (filtre kâğıdı), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerin uygulanmış tek doz (500 IJs böcek⁻¹) denemeleri ile *L. decemlineata* 'nın ölüm oranlarına etkileri

Deneme sonucunda 1. gün herhangi bir ölüm görülmemiştir. 2. günde TOK 20 ve TOK 05’de ölümler görülmeye başlanmıştır. Ancak ölüm oranı arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. 3. gün itibari ile ölüm oranında her üç izolat içinde ölüm oranında artış görülmektedir. 4. gün sonunda ölüm oranları %50’yi geçmemiş, 6. gün sonunda ise TOK 20’de ölüm oranı 72.22 ± 5.56 olup diğer izolatlarda (TOK 44 ve TOK 05) ise 22.22 olarak tespit edilmiştir [F(4.07) 22.74 P<0.05]. 7. gün sonunda TOK 20’de ölüm oranı 94.45 ± 2.78 , TOK 44’te 80.55 ± 2.78 ve TOK 05 izolatında ise 58.33 ± 4.82 [F(4.07) 131.81 P<0.05] olarak tespit edilmiştir. *L.decemlineata*’ya TOK 20 izolatının daha etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1 ;Çizelge 4.1.).

TOK 44, TOK 20 ve TOK 05 izolatlarının tek doz toprak ortamında uygulamalardan 10 gün sonra *L. decemlineata*’nın ölüm oranlarına bakılmıştır. En yüksek ölüm oranı TOK 20 izolatında 97.22 ± 2.77 ; diğer izolatlarda TOK 44 için 72.22 ± 2.77 ve TOK 05 için 50.00 ± 4.81 olarak tespit edilmiştir. Kontrollerde herhangi bir ölüm tespit edilmemiştir [F(4.07) 177.41 P<0.05] (Şekil 4.2.).



Şekil 4.7. Tek doz denemeleri (toprak), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının toprağa uygulanmış tek doz (500 IJs böcek⁻¹) denemeleri ile *L. decemlineata*’nın ölüm oranlarına etkileri

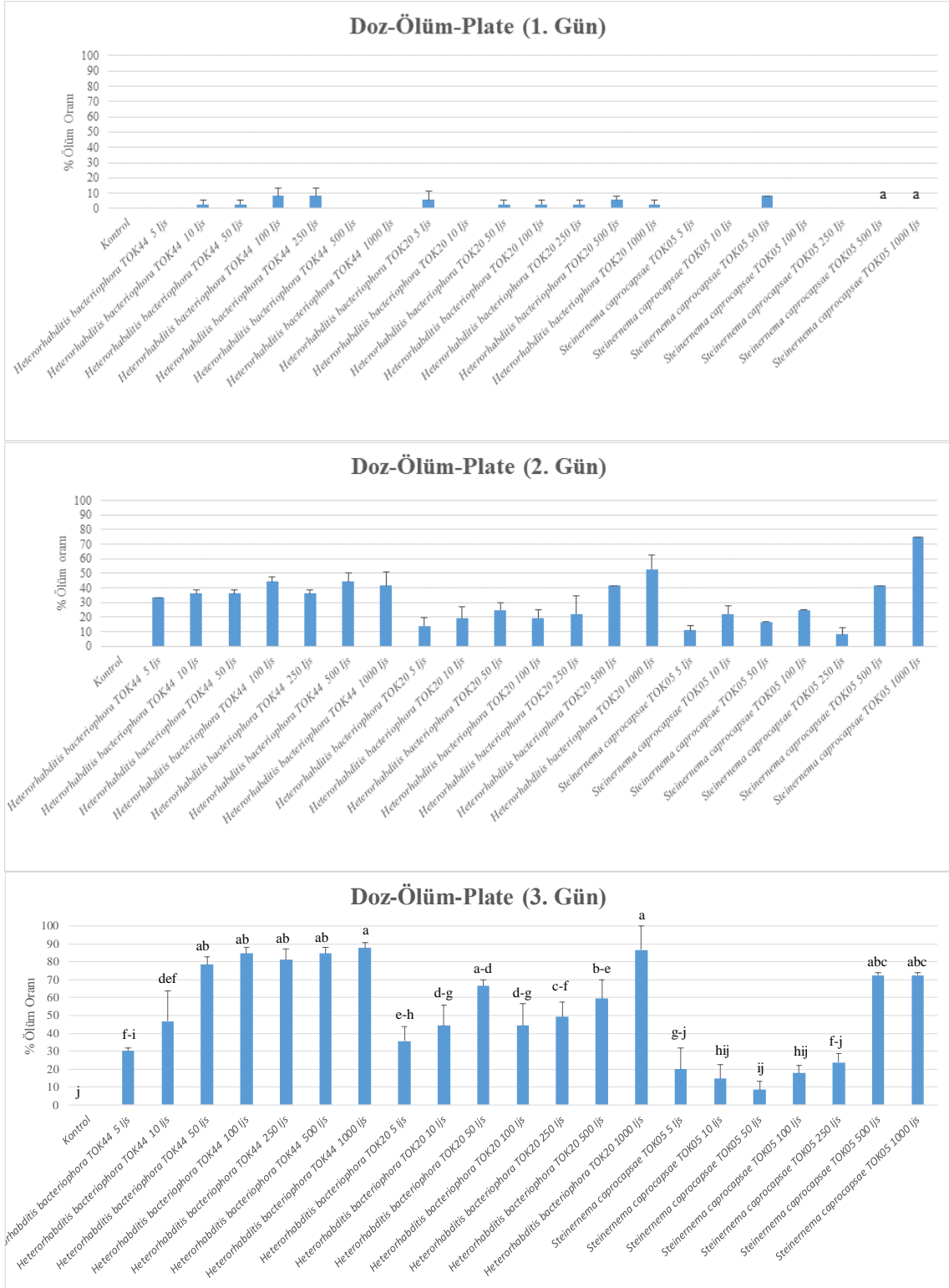
Çizelge 4.1. Tek doz denemeleri (filtre kâğıdı), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerin uygulanmış tek doz (500 IJs böcek⁻¹) denemeleri ile *L. decemlineata*'nın ölüm oranlarına etkileri

Tek Doz Denemeleri (filtre kâğıdı) [F (1,65)=43.60 P<0.05]	Ortalama	SE	Harflendirme
Kontrol 1. gün	0.00	0.00	g
Kontrol 2. gün	0.00	0.00	g
Kontrol 3. gün	0.00	0.00	g
Kontrol 4. gün	0.00	0.00	g
Kontrol 5. gün	5.55	2.78	fg
Kontrol 6. gün	5.55	2.78	fg
Kontrol 7. gün	5.55	2.78	fg
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK44 1. gün	0.00	0.00	g
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 2. gün	0.00	0.00	g
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 3. gün	2.78	2.78	fg
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 4. gün	13.89	5.56	efg
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 5. gün	22.22	10.03	e
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 6. gün	50.00	4.82	cd
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 7. gün	80.55	2.78	b
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 1. gün	0.00	0.00	g
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 2. gün	11.11	2.78	efg
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 3. gün	16.67	4.82	ef
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 4. gün	50.00	8.34	cd
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 5. gün	72.22	5.56	b
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 6. gün	80.56	7.36	b
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 7. gün	94.45	2.78	a
<i>Steinernema caprocapsae</i> TOK05 1. gün	0.00	0.00	g
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 2. gün	8.33	0.00	efg
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 3. gün	11.11	2.78	efg
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 4. gün	13.89	5.56	efg
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 5. gün	22.22	2.78	e
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 6. gün	38.89	10.03	d
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 7. gün	58.33	4.82	c

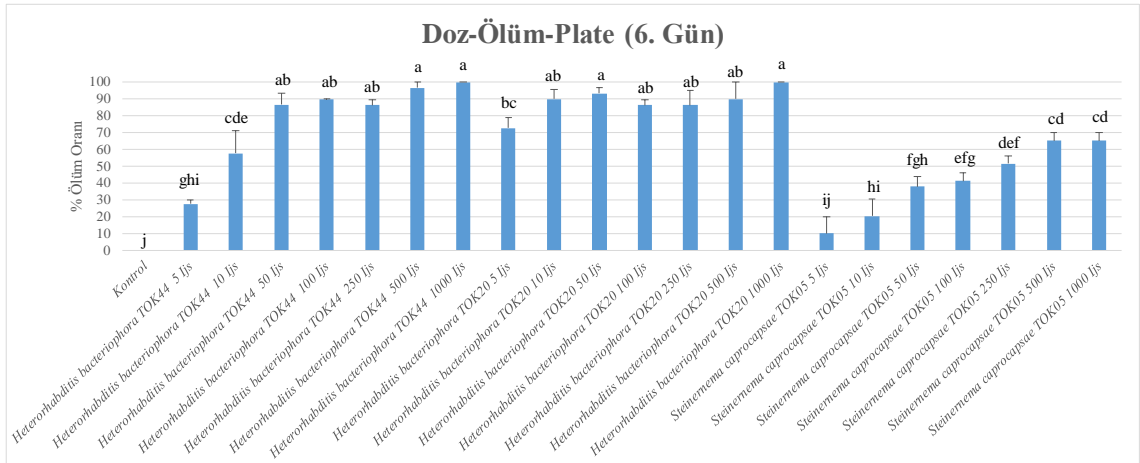
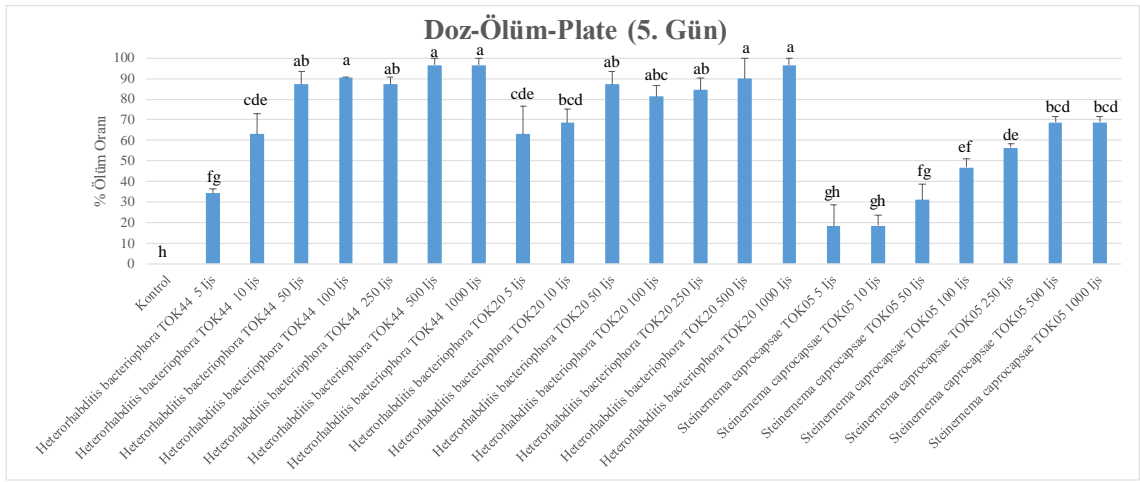
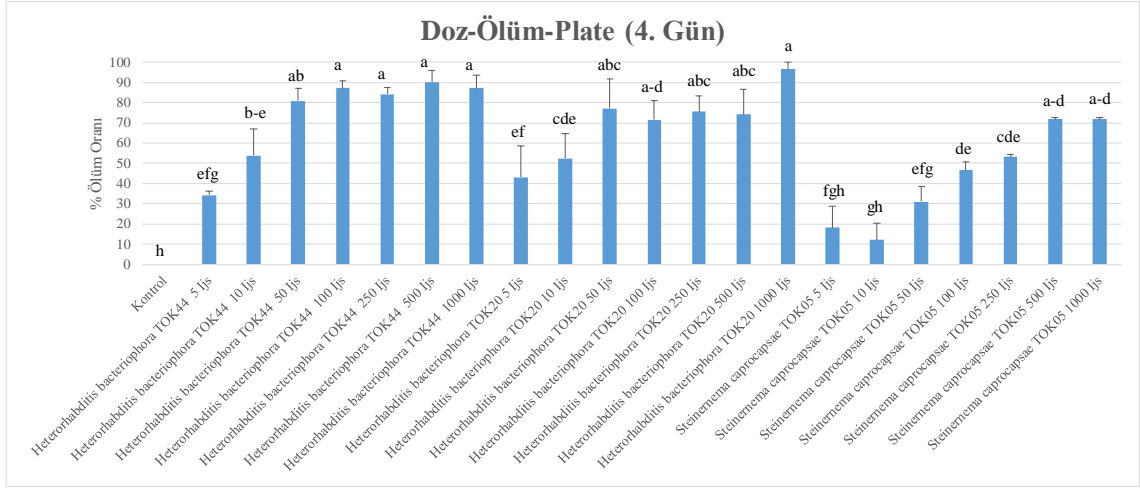
4.2.Doç ölüml denemeleri

TOK 44, TOK 20 ve TOK 05 izolatlarnn 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs/böcek olmak üzere 7 farklı doz uygulanarak patates böceğine karşı bu dozların etkinlikleri belirlenmiştir. Deneme kurulduktan 7 gün boyunca *L. decemlineata* 'nın ölüm oranları kaydedilmiştir (Şekil 4.3.).

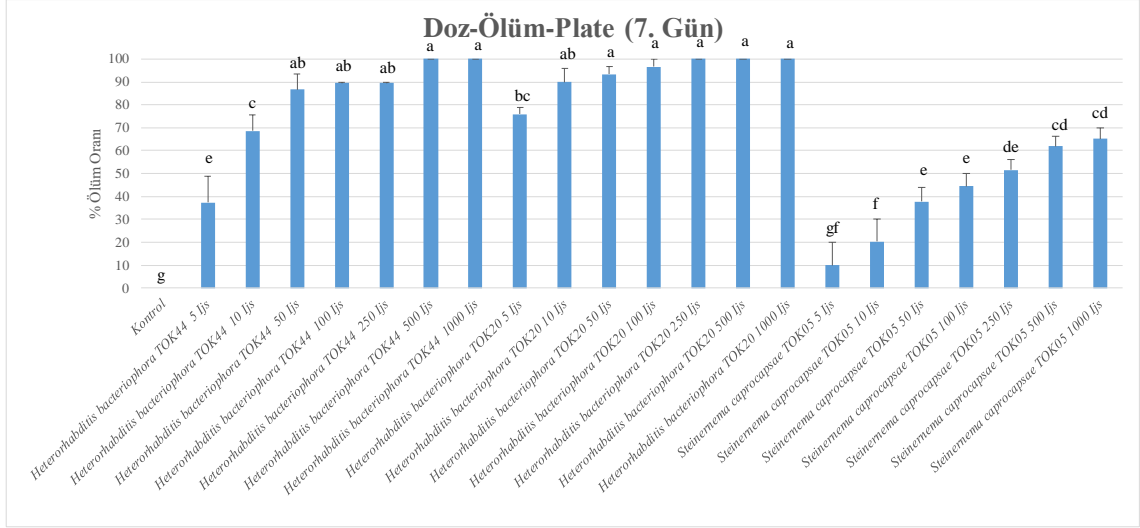
Sonuçlara bakıldığında 1. gün sonunda farklı dozlarla her iki izolatta da ölümler görülmeye başlanmış olsa bile bu ölümler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır [F(1.84) 1.51 P>0.05] (Şekil 4.3.). 2. gün itibariyle izolatlarn 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs/böcek dozları arasındaki fark kontrolle karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.3.). En yüksek ölüm oranı TOK 20 izolatta 1000 IJs dozunda (52.77±10.02) tespit edilmiştir. [F(1.84) 10.53 P<0.05] 3. gün itibariyle TOK 20 ve TOK 44 izolatlarnn 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJS dozları arasındaki fark kontrolle karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.3.). En yüksek ölüm oranları TOK 44 ve TOK 20 izolatlarnn 1000IJs dozunda 87.74±3.23 ve 86.66±13.34 olarak tespit edilmiştir [F(1.84) 13.29 P<0.05] (Şekil 4.3.). 4. günde TOK 20 izolattn 1000IJs dozunda ölüm oranı 96.66±3.33 olarak en yüksek değere sahip bulunmuştur [F(1.84) 10.96 P<0.05]. (Şekil 4.3.). 5. günde ölüm oranlarında önemli bir değişiklik görülmemiş ve 6. günde ölüm oranı TOK 20 ve TOK 44'de 100'e ulaşmıştır [F(1.84) 24.82 P<0.05] (Şekil 4.3.).



Şekil 4.8. Doz ölüm denemeleri (filtre kağıdı), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ dozlarındaki uygulamaların *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri (1-7 gün)

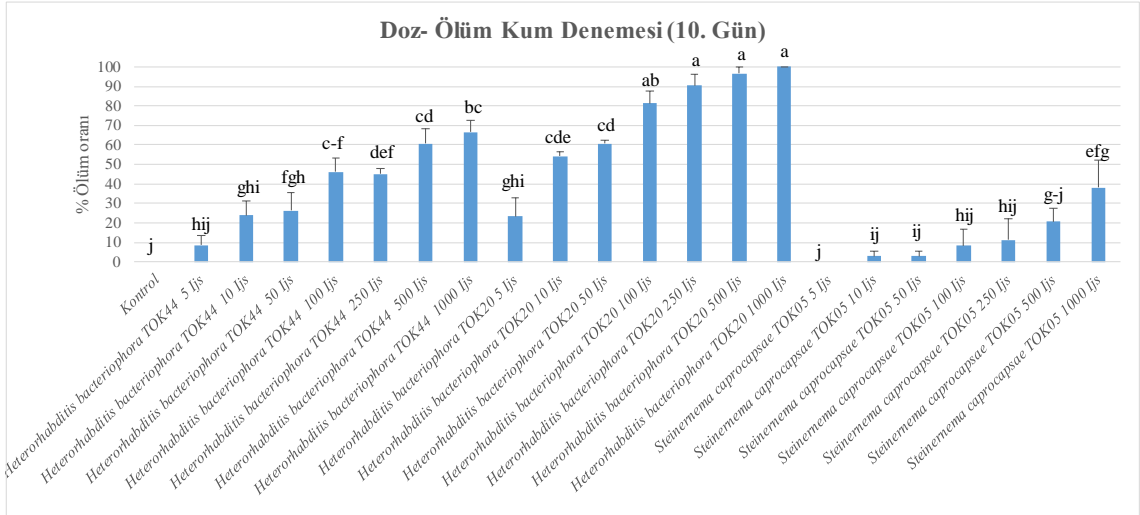


Şekil 4.9.(Devam).Doz ölüm denemeleri (filtre kağıdı), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ dozlarındaki uygulamaların *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri (1-7 gün)



Şekil 4.10.(Devam).Doz ölüm denemeleri (filtre kağıdı), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının filtre kağıdı üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ dozlarındaki uygulamaların *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri (1-7 gün)

TOK 44, TOK 20 ve TOK 05 izolatlarının 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs olmak üzere 7 farklı doz uygulanarak *L. decemlineata*'ya karşı bu dozların etkinlikleri toprak ortamında belirlenmiştir. Deneme kurulduktan sonra 10.gün *L. decemlineata*'nın ölüm oranları kaydedilmiştir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.11.Doiz ölüm denemeleri (toprak), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının toprak üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ dozlarındaki uygulamaların *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri (10. gün)

Patates böceğine 3 izolatında doz artışının toprak ortamında ölüm oranında arttırdığı belirlenmiştir. 10. gün sonunda TOK 20'nin 1000 IJs dozunda %100 ölüm tespit edilmiştir. Toprak ortamında *L. decemlineata*'ya karşı TOK 20'nin farklı dozlarının TOK 44 ve TOK 05'e oranla daha başarılı olduğu belirlenmiştir [F(1,84) 24.95 P<0.05] (Şekil 4.4.).

Çizelge 4. 2. Doz ölüm denemeleri (toprak), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema caprocapsae* (izolat TOK 05) izolatlarının toprak üzerine yapılan 5, 10, 50, 100, 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹ dozlarındaki uygulamaların *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri (1-7 gün)

Doz Ölüm Denemeleri (Toprak) [F (1,84)=24.95 P<0.05]	Ortalama	SE	Harflendirme
Kontrol	0.00	0.00	j
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> TOK44 5 Ijs	8.59	4.82	hij
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 10 Ijs	23.79	7.64	ghi
<i>H.bacteriophora</i> TOK44 50 Ijs	26.31	9.17	fgh
<i>H.bacteriophora</i> TOK44 100 Ijs	46.01	7.17	c-f
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 250 Ijs	45.15	2.89	def
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 500 Ijs	60.71	7.70	cd
<i>H. bacteriophora</i> TOK44 1000 Ijs	66.52	6.16	bc
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 5 Ijs	23.28	9.50	ghi
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 10 Ijs	54.29	2.41	cde
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 50 Ijs	60.66	1.57	cd
<i>H.bacteriophora</i> TOK20 100 Ijs	81.41	6.12	ab
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 250 Ijs	90.56	5.81	a
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 500 Ijs	96.67	3.34	a
<i>H. bacteriophora</i> TOK20 1000 Ijs	100.00	0.00	a
<i>Steinernema caprocapsae</i> TOK05 5 Ijs	0.00	0.00	j
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 10 Ijs	2.78	2.78	ij
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 50 Ijs	2.78	2.78	ij
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 100 Ijs	8.33	8.34	hij
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 250 Ijs	11.11	11.12	hij
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 500 Ijs	20.50	6.84	g-j
<i>S. caprocapsae</i> TOK05 1000 Ijs	38.18	14.17	efg

Laboratuvar deneme sonuçlarına göre *H. bacteriophora* (izolat TOK 20) ve *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) izolatlarının sera-saksı denemeleri kapsamına alınması uygun bulunmuştur.

4.3.Sera (Saksı) Etkinlik Çalışmaları

Sera-saksı denemelerinde toprak yüzeyine yapılan uygulamalarda en yüksek ölüm oranı %71.00 ±5.47 ile *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatında tespit edilmiştir. Diğer izolat, *H. bacteriophora* (TOK 44)'da etki %29.00±2.77 bulunmuştur. Kontrol gruplarında %5.00±2.24 ölüm gözlenmiştir.

Kadavra uygulamalarında da en yüksek etki %28.00±3.77 ile *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatına ait olduğu görülmüştür. *H. bacteriophora* (TOK 44)'da etki oldukça düşük %12.00±3.59 olarak tespit edilmiştir. Kadavra uygulamalarına ait kontrol gruplarında %7.00±2.61 ölüm gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20) ve *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) izolatlarının sera-saksı koşullarında toprak ve kadavra uygulamalarının etkinliği (P<0.05)

Uygulamalar	10. gün sonunda % ölüm O-oranı
<i>H. bacteriophora</i> (TOK 20) Toprak	71.00 ±5.47
<i>H. bacteriophora</i> (TOK 44) Toprak	29.00±2.77
Kontrol	5.00±2.24
<i>H. bacteriophora</i> (TOK 20) Kadavra	28.00±3.77
<i>H. bacteriophora</i> (TOK 44) Kadavra	12.00±3.59
Kontrol	7.00±2.61

Sera-saksı deneme sonuçlarına göre *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatının toprak uygulamalarının (%71.00 ±5.47) arazi denemeleri kapsamına alınması uygun olacaktır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Tokat ilinde daha önce tespit edilmiş ve TOGÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji ve Nematoloji laboratuvarları stoklarında mevcut olan EPN [*Heterorhabditis bacteriophora* (izolat TOK 20), *H. bacteriophora* (izolat TOK 44) ve *Steinernema carpocapsae* (izolat TOK 05)]'lerin öncelikle laboratuvar koşullarında PB'ye karşı etkinliği araştırılmış, denemeler sonucunda etkinliği yüksek izolatlar sera çalışmaları kapsamına alınmıştır. Bu bağlamda toprak üzerine uygulamaların (su içerisinde EPN'ler) yanında toprak içine kadavra uygulamaları (kadavra içerisinde EPN'ler) da yapılmıştır. Son yıllarda sulu konsantrasyonların yerine kadavra içinde EPN'lerin kullanılması çalışmaları başlamıştır (Shapiro-Ilan ve ark., 2003; Kepenekci ve ark., 2013 a).

Türkiye'de ve dünyada Epn'lerin zararlı böcekler üzerine etkili olması için aktif olarak araştırmalar devam etmektedir (Shapiro-Ilan ve ark., 2003; San-Blas, 2013). Araştırmacıların yapmış olduğu bu çalışmada farklı sıcaklık ve dozlarda denemede kullanılan epn türlerinin *L. decemlineata*'yı baskı altında tutmada farklı sıcaklık ve dozlarda etkinin değişiklik göstermesine rağmen 25°C ve yüksek dozlarda entomopatojen nematodların daha etkili olduğunu tespit edilmiştir.

Ülkemizde ise EPN'lerin patates böceği mücadelesinde kullanımı ile ilgili 2011 yılı ortalarına kadar herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Kepenekci ve ark., (2013a) tarafından patates böceğinin son dönem larvalarına karşı EPN'lerin etkisi ön çalışma ile araştırılmış ve etkili sonuçlar bulunmuştur. Laboratuvar koşullarında (*in vitro*) bir ön çalışma niteliğinde yürütülen bu çalışmada, patates böceğinin son dönem larvalarına karşı ülkemizde tespit edilen üç EPN (*Steinernema feltiae*-izolat 09-31, *S. carpocapsae*-Karadeniz izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora*-izolat 09-43)'nin etkinliği ortaya konulmuştur. Çalışmada iki farklı EPN konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) 25°C'deki sıcaklıkta denenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora*-izolat 09-43 (97.63±6.99) en yüksek etkiyi göstermiş ve bu türü *S. feltiae*-izolat 09-31 (86.05±11.72) izlemiştir. En düşük etki ise *S. carpocapsae*-Karadeniz izolatu (53.34±1.34)'nda görülmüştür. Ülkemizde zararlıya karşı yürütülen bu ilk çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha ayrıntılı laboratuvar

çalışmalarının yapılması ve doğa koşullarında (sera ve tarla) da denenmesi uygun olacağı kanısına varılmıştır. Daha sonra aynı izolatlarla yapılan ayrıntılı laboratuvar çalışmalarında *Steinernema feltiae*-izolat 09-31, *Heterorhabditis bacteriophora*-izolat 09-43 ve *S. carpocapsae*-Karadeniz izolatu sırasıyla %99, 83 ve 52 oranlarında etkili bulunmuştur. Aynı çalışmanın kadavra uygulamalarında ise sırasıyla %99, 80 ve 72 etki bulunmuştur (Kepenekci, 2016). Güleç ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise daha önce laboratuvar çalışmalarında etkili bulunan iki izolat (*Steinernema feltiae*-izolat 09-31 ve *H. bacteriophora*-izolat 09-43) sera-saksı denemelerine alınmış ve *S. feltiae*-izolat 09-31'in toprak uygulamalarında %65.23±4.45 ve %77.33±2.59 oranlarıyla önemli bir etkiye neden olduğu görülmüştür. EPN sera-saksı denemesinden elde edilen bu sonuçlara göre araştırmacılar *S. feltiae*-izolat 09-31'in toprak uygulamalarının arazi denemeleri kapsamına alınmasının uygun olacağı kanısına varmışlardır. Bu çalışma kapsamında yürütülen sera-saksı denemeleri sonucunda Tokat iline ait olan *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatının toprak uygulamalarının (%71.00 ±5.47) arazi denemeleri kapsamına alınmasının uygun olacağı kanaati oluşmuştur.

Ayrıca Güleç ve ark., (2018) tarafından yürütülen sera-saksı çalışmaları sonucu; diğer uygulamalarda (yeşil aksam ve kadavra) düşük etki görülmüştür. Kadavra uygulamalarındaki ölüm oranı %40'ı geçmemiş olup en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'da %37.40±8.88 olarak belirlenmiştir. Yeşil aksam uygulamalarında da etki %30'un üzerine çıkmamış ve en yüksek etki yine *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'da 29.14±6.09 olarak bulunmuştur. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada yeşil aksam uygulamalarına yer verilmemiştir. EPN'lerin yeşil aksam uygulamalarındaki başarı şanslarının düşük olmasının temel nedenleri; kuruma (Lello ve ark., 1996), sıcaklık (Grewal ve ark., 1994b) ve ultraviyole radyasyon (UV) (Gaugler ve Boush, 1978, Gaugler ve ark., 1992) gibi olumsuzluklara İJ'lerinin hassasiyetidir. Çoğu EPN türü 32°C'yi aşan sıcaklıklarda etkili olmaz. EPN'lerin kuruma ve UV toleransları farklılık göstermektedir. Lello ve ark., (1996)'na göre güneş ışığının etkisi nematodların alacakaranlıkta uygulanması ile minimuma indirilebilir; yüksek nemlilik (>%80 BN) ve bitki üzerinde serbest su sağlamak zorlaşır. Yardımcılar genellikle nematod etkinliğini artırsa da (MacVean ve ark., 1982, Eidt 1991, Glazer ve ark., 1992, Broadbent ve Olthof 1995, Bauer ve ark., 1997) bu artış seviyesi genellikle yeşil aksam uygulamalarını önermek için henüz yetersiz görülmektedir (Bauer ve ark., 1997, Mason ve ark., 1998b).

Kepenekci ve ark., (2018c)'nin yapmış olduğu tek çalışmada Tokat ilinde buldukları entomopatojen nematod izolatlarını patates böceğine (*L. decemlineata*) karşı etkinliklerini ortaya koymuşlardır. Çalışmada Tokat ilinden elde edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının patates böceğine karşı etkinliklerini 3 farklı deneme ile belirlemişlerdir. Bunlar sırasıyla kadavra denemesi, filtre kağıdı ve toprakta olacak şekilde doz-ölüm ve tek doz denemeleridir. Denemeler farklı konsantrasyonlar, sıcaklıklar ve zaman aralıklarında kurulmuştur. Denemelerle patates böceğine karşı mücadele kullanılacak en uygun konsantrasyon, sıcaklık ve zaman aralığı belirlenmeye çalışılmıştır. Kadavra uygulaması ile her iki izolat için 25°C sıcaklıkta %60'dan fazla ölüm oranı tespit edilmiştir. Doz-ölüm denemelerinde de 25°C sıcaklığın en etkili olduğu ve en etkili dozlara bakıldığı zaman *S. caprocapsae* GOP72 izolatı için 1000 IJs uygulaması, *S. caprocapsae* GOP81 izolatı için ise 500 IJs uygulaması olduğu saptanmıştır. Tek doz filtre kağıdı denemelerinde en yüksek ölüm oranı 7. günün sonunda *S. caprocapsae* GOP72 izolatında tespit edilmiştir. Tek doz toprak denemelerinde ise en yüksek ölüm oranı 10. Günün sonunda her iki izolat için de %100 olarak belirlenmiştir. Doz ölüm denemelerinde ise ikinci günden itibaren 1000 IJs uygulamasında *S. caprocapsae* GOP81 izolatı için % 49.29 ölüm tespit edilirken en yüksek ölüm 3. gün itibari ile 1000 IJs uygulamasında *S. caprocapsae* GOP81 izolatında saptanmıştır. %100'e varan ölümler ise 7. günün sonunda tespit edilmiştir. Ayrıca doz ölüm toprak denemelerinde *S. caprocapsae* GOP81 izolatında 10. Günün sonunda yapılan sayımlarda doza bağlı ölüm oranında artış tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma verilerine göre Tokat ilinden elde edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının patates böceğine karşı laboratuvar çalışmalarında başarılı olduğu ortaya konmuştur. Bu sonuçlar ışığında Tokat ilinden izole edilen bu izolatların saksı (sera) ve tarla koşullarında da denemeye alınmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Kepenekci ve ark., (2018b) tarafından Balıkesir ve Çanakkale illerinden elde edilen EPN izolatlarının (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı) *L. decemlineata*'ya karşı etkinliklerinin laboratuvar (*in vitro*) ve sera-saksı (*in vivo*) koşullarında ortaya konulduğu çalışma sonucunda en yüksek etki *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı uygulamalarında bulunmuştur. Laboratuvar çalışmaları sonucunda; 250, 500 ve 1000 IJs böcek⁻¹

konsantrasyonlarında *H. bacteriophora* (Çanakkale izolatu) %100 etki gösterirken aynı konsantrasyonlarda *S. feltiae* (Balıkesir izolatu) %86.67-100 oranında etkili olduğu ortaya konulmuştur. Aynı araştırmada söz onusu izolatlar sera-saksı denemeleri kapsamına alınmış ve toprak yüzeyine yapılan uygulamalarda etki %46.25 bulunmasına karşın toprak içine kadavra uygulamalarında daha yüksek bir ölüm oranı ortaya konmuştur (50.25%). Bu tez çalışması kapsamında yürütölen sera-saksı denemeleri sonucunda Tokat iline ait olan *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatının toprak uygulamalarının (%71.00±5.47) kadavra uygulamalarına (%29.00±2.77) göre daha fazla patates böceği ölüme neden olduğu görölmüştür.

Patates böceğine karşı dünyanın farklı ölkelerinde entomopatojen nematodlar kullanılarak laboratuvar ve sera çalışmaları yürütölmektedir (Ebrahimi ve ark., 2014, Kary ve ark., 2010, Nickle ve ark., 1994, Toba ve ark., 1983). Nickle ve ark., (1994) *S. carpocapsae*'yi pellet haline getirilmiş formölasyonunu toprağa uygulayarak Batı Mısır Kök Kurdunun larvasına ve PB'nin prepupasına karşı toprağa uygulamışlar ve her iki türde de % 90'nın üzerinde baskılama tespit etmişlerdir. Ölkemizde yapılan bu çalışmada ise toprak denemelerinde *S. carpocapsae*'nin etkinliği *H. bacteriophora*'ya göre daha düşük bulunmuştur. Bulgularımıza benzer sonucu Berry ve ark., (1997) 2 endemik (OH23 ve OH95) ve 3 egzotik Heterorhabditis strainini (ırkını) ve 2 egzotik Steinernema türünü PB karşı test etmişler ve egzotik Steinernema türlerinin PB karşı egzotik Heterorhabditis 'den daha az etkin olduğu belirlenmişlerdir. Trdan ve ark., (2009) *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *H. megidis* 'in patates böceğinin larva ve erginlerine karşı 15, 20 ve 25 °C 'de 200, 1000 ve 2000 IJ dozlarında etkili EPN türünü laboratuvar koşullarında belirlemeye çalışmışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre 15°C 'de en düşük etkiyi belirlemişlerdir. EPN türlerinin hepsi 20 ve 25°C 'de patates böceğinin larva ve erginlerini öldürdüğünü belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada da PB ile mücadelede en etkili sıcaklık değerlerinin 25°C 'e olduğu belirlenmiştir.

Adel ve Hussein (2010) laboratuvar ve tarla koşullarında PB'ye karşı *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın etkinliğini değerlendirmişlerdir. *S. feltiae* PB'nin 4. larva dönemine karşı diğer dönemlere göre daha etkili olduğunu ayrıca *H. bacteriophora*'nın düşük etkinlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise *H. bacteriophora* izolatlarının etkinliği daha başarılı bulunmuştur.

Kary ve ark., (2010) *H. bacteriophora*'nın 4 coğrafik izolatını ve 3 farklı *Steinernema* (*S. bicornutum*, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*) türünü PB'ye karşı laboratuvar ortamında test etmişlerdir. Denemeyi 5 farklı konsantrasyon (100, 200, 400, 500 ve 1000 IJ) ve 3 farklı metot (filtre kâğıdı metodu, yaprak ve toprak denemeleri) ile uygulamışlardır. Filtre kâğıdı ve yaprak denemelerinde en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* IRA10'da tespit edilmiştir. Toprak denemelerinde ise *H. bacteriophora* IRA12'da en yüksek ölüm oranı görülmüştür. Yaptığımız çalışmada da filtre kağıdı metodu ile uygulamada doza bağlı olarak *S. carpocapsae*'de başarılı sonuçlar elde edilmiş olsada, *H. bacteriophora* izolatları daha başarılı sonuçlar vermiştir. Ebrahimi ve ark., (2014) *S. carpocapsae*'nin PB'nin 4. larva dönemine karşı etkinliğini toprak uygulaması ve böceğin hemoceline direk *S. carpocapsae*'yi enjekte ederek tespit etmişlerdir. Deneme sonucunda LC20 ve LC80 değerleri bulunmuş ve toprak uygulaması sonucunda değerler sırasıyla 7.8 (3.0-13.4) IJ ve 126.7 (91-206.7) IJ bulunmuşken, direk böcek üzerine uygulamada ise değerler sırasıyla 10.2 (8.7- 11.4) IJ ve 22.7 (19.73- 28.0) IJ olarak tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz bu çalışma ile *S. carpocapsae*'nin PB'üzerine etkisinde 25°C'de LC50 değeri 288,77, tek doz tarama denemesinde toprak uygulamasında ise LC50 değeri GOP72 'de 623.222 ve GOP81 21.653 olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlara göre sera çalışmaları kapsamında en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora* (TOK 20) izolatının toprak uygulamalarında (%71.00±5.47) elde edilmiştir. Bu bağlamda *H. bacteriophora* (TOK 20)'nın sadece toprak yüzeyine püskürtme şeklinde uygulamalarının arazi denemeleri (patates tarlası) kapsamına alınması uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18,265-267.
- Adel, M.M. ve Hussein, H.M. 2010. Effectiveness of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* on the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory and greenhouse conditions. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43 (15); 1485-1494.
- Anonim, 2008. “Zirai Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 3)”. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Pb:332.
- Anonim, 2016. “Bitkisel Üretim İstatistikleri”, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim tarihi: 28.08.2017.
- Anonim, 2018a. “Bitkisel Üretim İstatistikleri”, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Erişim tarihi: 09.05.2019.
- Anonim, 2018b. Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. İstatistikler, <https://tokat.tarimorman.gov.tr/Link/2/Istatistikler> Erişim tarihi: 09.05.2019.
- 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., 1984. “Large scale production, storage and transport of the insect-parasitic nematodes *Neoaplectana* spp and *Heterorhabditis* spp”, Ann Appl Biol 104,117–120.
- 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., 1981. Low cost *in vitro* mass production of *Neoaplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. *Nematologica* 27, 109-114.
- 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.
- Berry, R.E., Liu, J. ve Reed, G. 1997. Comparison of endemic and exotic entomopathogenic nematode species for control of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of economic entomology, 90 (6); 1528-1533.
- 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.
- Broadbent, A.B. ve Olthof, Th.H.A., 1995. Foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to control *Liriomyza trifolii* (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 Insects”. Nematology, 2, 31-42.
- Canhilal, R., İmren, M., Toktay, H., Bozbuğa, R., Çetintaş, R., Kütük, H. ve Özdemir, Y.E., 2014. Doğan S.Adana ve Kahramanmaraş İllerinde Entomopatojen Nematodların Belirlenmesi.V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.

- 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.
- Constant, R.H.F. ve Bowen, D.J., 2000. Novel insecticidal toxins from nematode symbiotic bacteria. *Cell. Mol. Life Sci.* 57, 828-833.
- Dutky, S.R. and Hough, W.S., 1955. "Note on a parasitic nematode from codling moth larvae *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera, Olethreutidae)", *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 57 (5); 244.
- Ebrahimi, L., Niknam, G., Dunphy, G.B. ve Toorchi, M. 2014. Side effects of immune response of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* against the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* infection. *Invertebrate Survival Journal*, 11(1); 132-142.
- Ehlers, R. U., 1996. "Current and Future Use of Nematodes in Biocontrol: Practice and Commercial Aspects with regard to Regulatory Policy Issues", *Biocontrol Sci Technol*, 6, 303-316.
- 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., 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 spruce budmoth, *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.
- Fan, X. and 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. ve Ascher K.R.S. (eds) Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes, CAB International, 229-247 pp.
- Glazer, I., Klein, M.G., Navon, A. ve Nakache, Y., 1992. Comparison of efficacy of entomopathogenic nematodes combined with antidesiccants applied by canopy sprays against three cotton pests (Lepidoptera:Noctuidae). Journal of Economic Entomology 85, 1636-1641.
- Gokce, C., Erbas Z., Yilmaz H., Demir I. ve Demirbag Z., 2011. A highly pathogenic *Steinernema websteri* isolated for the first time in *Agrotis segetum* in Turkey.Preceedings of the 13th European Meeting "Biological Control in IPM Systems". Insect Pathogens and Entomopathogenic Nematodes, IOBC/wprs Bulletin 66, 371.
- Gokce, C., Yilmaz 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 (in press).
- 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 IOBC/WPRS Working Group, Insect Pathogens and Entomoparasitic Nematodes Growing Biocontrol markets Challenge Research and Development, Kiel, Germany, Abstract 32 p.
- Grewal, P.S., Selvan, S. and 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.
- 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.
- 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. Laboratuvarıda Entomopatojen Nematodların *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) Larvaları Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.
- Güleç, N., Kepenekci, İ., Atay, T. ve Sağlam, H.D., 2018. The Effects of Entomopathogenic Nematodes [*Steinernema feltiae* (09-31 isolate) and *Heterorhabditis bacteriophora* (09-43 isolate)] Against Colorado Potato Beetle [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]. International Congress of Agriculture, Environment and Health (ICAEH), Aydın.
- Hara, A.H. ve Kaya, H.K., 1981. "Effects of selected insecticides and nematicides on the *in vitro* development of the entomogenous nematode *Neoapectana carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae)", Environmental Entomology12, 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., 2003b. "A New Entomopathogenic Species *Steinernema anatoliense* (Steinernematidae) from Turkey", *Systematic Parasitology*, 55, 211-220.
- Hazır, S., Kaya, H.K., Stock, S.P. ve Keskin, N., 2003a. "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 Brscoe, B.R., 1990. "Survey of 15 Sites over 28 Months for Entomopathogenic Nematodes (Rhabditiia: Steinernematidae)", *Parasitol.*, 100, 289-294.
- Immaraju, J.A., Paine, T.D., Bethke, J. A., Robb K.L. ve Newman J.P., 1992. Western Flower Thrips (Thysonoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J. Econ.Entomol.*, 85,9-14.
- Kary, N.E., Dastjerdi, H.R., Mohammadi, D. ve Afghahi, S., 2010. Efficacy of some geographical isolates of entomopathogenic nematodes against *Leptinotarsa decemlineata* (Say)(Col.: Chrysomelidae). *Munis Entomology & Zoology*, 5(Supplement), 1066-1074.
- Kaya, H., K., ve Gaugler, R., 1993. "Entomopathogenic Nematodes", *Annual Review of Entomology*, 38, 181–206.
- Kaya, H.K. ve Hotchkin, 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. ve Stock, S.P., 1997. "Techniques in Insect Nematology, in: Manual of Techniques in Insect Pathology", L. A. Lacey, ed Academic Press, London. pp. 281-324.
- Kaya, H.K., 1990. Soil ecology. In: Gaugler, R. ve Kaya, H.K. (eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp. 93-115.
- Kepenekci, İ., Babaroğlu, N., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). 4. Biolojik Mücadele Kongresi, 587-596.
- Kepenekci, İ. 2002. "Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean Region of Turkey", *Nematologia Mediterranea*, 30, 13-16.
- Kepenekci, İ., Zeki, C., Özdem, A. ve Öztürk, G., 2002. Üç Entomopatojen nematodun Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae)] pupalarına etkileri. Türkiye 5. Biolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 279-286.
- 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, sayfa 56.
- Kepenekci, İ., Gokce, A. ve Gaugler, R., 2004. "Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)", *Nematropica*, 34,199-204.
- Kepenekci, İ., 2004. Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes to *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Russian Journal of Nematology* 12(2); 157-160.2004.

- 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 Plum Aphid, *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) of two isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) under Laboratory conditions. *Pakistan Journal of Nematology*, 24 (1); 49-55.
- Kepenekci, İ., Evlice E. ve Özer N., 2007. Dört Entomopatojen Nematod Türünün Laboratuvar Koşullarında Ağ Kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] Larvalarına Etkileri.II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, sayfa 185.
- Kepenekci, İ., Evlice, E., Aşkın, A., Özakman, M., Tunalı, B. 2009. Burdur, Isparta ve Eskişehir İllerindeki Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde Sorun Olan Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın Fungal ve Bakteriyel Patojenlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 49 (1), 21-30.
- 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, 3(2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, İ., Tulek, A., Alkan, M. ve Hazır, S., 2013a. Biological Control Potential of Native Entomopathogenic Nematodes against the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 45(5); 1415-1422.
- Kepenekci, İ., Tulek, A., Alkan, M. ve Hazır, S., 2013b. "Biological Control Potential Of Native Entomopathogenic Nematodes Against The Potato Tuber Moth *Phthorimaea Operculella* Zeller Lepidoptera Gelechiidae In Turkey", *Pakistan Journal Of Zoology*, 45(5); 1415-1422.
- Kepenekci, İ., 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. 2016. Infectivity of Native Entomopathogenic Nematodes Applied As Infected Host Cadavers Against The Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say Coleoptera Chrysomelidae, *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(1), 173-174.
- Kepenekci, İ., Atay, T., Çimen, D., Akın, A., Keleş, G. ve Hazır, S., 2018a. Entomopathogenic Nematodes (Nematoda) in Tokat Province (Turkey). 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, Antalya.
- Kepenekci, İ., Atay, T., Güleç, N., Yıldırım, Y. ve Akın, A., 2018b. Researchs on the possible use of entomopathogenic nematodes [(*Steinernema feltiae*-Balıkesir isolate and *Heterorhabditis bacteriophora*-Canakkale isolate)] in the control of Colorado Potato Beetle [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] in vitro and in vivo.. The 2nd Unıdokap International Symposium on Biodiversity, Samsun.
- Kepenekci, İ., Sağlam, D., Atay, T., Yeşilayer, A. ve Akın, A., 2018c. Effectiveness of two native entomopathogenic nematodes isolates [*Steinernema carpocapsae*

- GOP81 and *S. carpocapsae* GOP72] against larvae of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions.. 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, Antalya.
- Klein, M.G., 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K.(eds.) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp.195-214.
- Koçak, E., Gökçe, A. ve Kepenekci, İ., 2007. Infectivity of *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) to *Eurygaster maura* L. Proceedings of Second International Conference on Sunn Pest (19-22 July 2004, Aleppo, Syria) In: Sunn Pest Management, A Decade of Progress, 1994–2004 (Eds: B. L. Parker, M. Skinner, M. E. Bouhssini, S. G. Kumari). The Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon, pp. 245-250.
- 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.
- Lello, E.R., Patel, M.N., Mathews, G.A. ve Wright, D.J., 1996. Application technology for entomopathogenic nematodes against foliar pests. *Crop Protection* 15, 567-574.
- Liu, Q.Z., ve Glazer, I., 2000. Factors affecting desiccation survival of the entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* HP88. *Phytoparasitica* 28, 331-340.
- Lorio, L.U., Mora, M. ve Stock, S.P., 2005. First record of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Costa Rica. *Journal of Invertebrate Pathology*, 88, 226-231.
- MacVean, C.M., Brewer, J.W. ve Capinera, J.L., 1982. Field tests of antidesiccants to extend the infection period of an entomogenous nematode, *Neoaplectana carpocapsae*, against the Colorado potato beetle. *Journal of Economic Entomology* 75, 97-101.
- Mason, J.M., Mathews, G.A. ve Wright, D.J. 1998a. Appraisal of spinning disc technology for the application of entomopathogenic nematodes. *Crop Protection* 17, 453-461.
- Mason, J.M., Mathews, G.A. ve Wright, D.J. 1998b. Screening and selection of adjuvants for the spray application of entomopathogenic nematodes against a foliar pest. *Crop Protection* 17, 461-470.
- Midituri J.S., Waeyenberge, L., Moens, M. 1997. Natural distribution of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Belgian soils. *Russian Journal of Nematology*, 5, 55-65.
- Mohammed, M.A., Coppel, H.C. 1983. Mass Rearing of the Greater Wax Moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) for Small-scale Laboratory Studies. *Great Lakes Entomol.*, 16, 139-141
- Mracek, Z. 1980. The use of *Galleria* traps for obtaining nematode parasites of insects in Czechoslovakia (Lepidoptera: Nematoda, Steinernematidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 77, 375-382.
- Nagarkatti, S., Tobin, P. C., Muza, A. J. ve Saunders, M. C. 2002. “Carbaryl resistance in populations of grape berry moth, *endopiza viteana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae), in New York and Pennsylvania”, *Journal of Economic Entomology*, 95(5); 1027-1032.

- Nguyen, K.B., Tesfamariam, M., Gozel, U. Gaugler, R. ve Adams, B.J., 2004. *Steinernema yirgalemense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Ethiopia. *Nematology*, 6, 839-856.
- Nickle, W.R. ve Shapiro, M., 1992. Use of stilbene brightener, Tinopal LPW, as solar radiation protectants for *Steinernema carpocapsae*. *Journal of Nematology* 24, 371-373.
- Nickle, W.R. ve Shapiro, M., 1994. Effects of eight brighteners as solar radiation protectants for *Steinernema carpocapsae*, All strain. *Supplement to the Journal of Nematology* 26, 786-784.
- Nickle, W.R., Connick Jr, W.J. ve Cantelo, W.W. 1994. Effects of pesta-pelletized *Steinernema carpocapsae* (All) on western corn rootworms and Colorado potato beetles. *Journal of Nematology*, 26 (2); 249.
- Öncüer, C., 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Gözden Geçirilmiş 3. Baskı). Bornova, İzmir.
- Özer, N., Keskin, N. ve Kırbaş, Z., 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica* 41, 639-640.
- Öztekin, E., 2009. Bitkisel kökenli bazı yağların ve bileşenlerin patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* L., (Col.: Chrysomelidae)'nin bazı biyolojik dönemlerine karşı toksik etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş
- Poinar Jr., G.O. ve G.M. Thomas, 1966. Significance of *Achromobacter* nematophilus Poinar and Thomas (*Achromobacteriaceae*: Eubacteriales) in the development of the nematode DD-136. (*Neoplactana* sp. Steinernematidae). *Parasitology*, 56: 385-390.
- Rosa, J.S., Bonifassi, E., Amaral, J., Lacey, L.A., Simoes, N., Laumond, C., 2000. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Steinernema*, *Heterorhabditis*) in the Azores. *Journal of Nematology*, 32 (2), 215-222.
- San-Blas, E., 2013. Progress on entomopathogenic nematology research: A bibliometric study of the last three decades: 1980-2010. *Biological Control*, 66(2); 102-124.
- Schmiege, D.C., 1963. "The feasibility of using a neoplectanid nematode for control of forest insect Pest", *J. Econ. Entomol.*, 56(4);427-431.
- Shapiro, D.I. and Cate, J.R. Pena, J. Hunsberger, A. and McCoy, C.W., 1999. "Effects of Temperature ve Host Age on Suppression of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) by Entomopathogenic Nematodes", *Journal of Economic Entomology* 92, 1086-1092.
- 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.
- Shapiro-Ilan, D., Dutcher, J.D. ve Hatab, M., 2005. Recycling potential and fitness in steinernematid nematodes cultured in *Curculio caryae* and *Galleria mellonella* . *Journal of Nematology* 37,12-17. 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.
- Shetlar, D.J., Suleman, P.E. ve Georgis, R., 1988. Irrigation and use of entomopathogenic nematodes, *Neoplectana* spp. and *Heterorhabditis heliothidis* (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae), for control of Japanese beetle (Coleoptera: Scaraboidea) grubs in turfgrass. *Journal of Economic Entomology* 81, 1318-1322.

- 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., 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, *Dorcadion pseudopreissi* (Coleoptera: Cerambycidae). *Biocontrol Science and Technology* 19(6); 585-594.
- Trdan, S., Vidrih, M., Andjus, L. ve Laznik, Ž., 2009. Activity of four entomopathogenic nematode species against different developmental stages of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Helminthologia*, 46(1); 14-20.
- Wang, Y. ve Gaugler, R., 1998. Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. *J. Inverteb. Pathol.* 72, 313-318.
- White, G.F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66, 302-303.
- Woodring, J.L. ve Kaya, H.K., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid nematodes: A Handbook of Techniques. Southern Cooperative Series Bulletin, 331, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, AR, 30 pp.
- Wouts, W.M., 1991. "*Steinernema (Neoapectana)* and *Heterorhabditis* species", In: Ed. W.R.Nickle, M. Dekker "Manual of.
- Yilmaz, H., Gokce, C., Demir I. ve Demirbag, Z., 2010. Laboratory screening of the pathogenicity of some local entomopathogenic nematode isolates against the European Cockchafer, *Melolontha melolontha* (Col.: Scarabaeidae). 43th Annual Meeting of Society for Invertebrate Pathology, p. 61.
- Yu, S., 2008. "The Toxicology and Biochemistry of Insecticides", CRC Press, USA, 296p.
- Zerbaş, Z. ve Demirbağ, Z., 2013. Demir İ. Isolation and characterization of a parasitic nematode, *Oscheius myriophila* (Nematoda: Rhabditida), associated with European mole cricket, *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera: Gryllotalpidae). 4th International Entomopathogens and Microbial Control Symposium, p. 51.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Güler KELEŞ

Doğum Tarihi ve Yer: 27.03.1994 Çifteler/ESKİŞEHİR

E-mail:gulerkeles026@gmail.com

Yüksek Lisans: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma

Ana Bilim Dalı- Mezuniyet: 2019

Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Mezuniyet: 19.06.2017

Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]

Mücadelesinde Bazı Entomopatojenik Nematod ve Fungusların Kullanım Olanakları (TÜBİTAK 1001 No: 214O420). 2015-2019 Projede Bursiyer.

Bildiriler:

Dura O., Kaya Y., Sönmez İ., Dura S., Keleş G. ve Kepenekci İ. (2018). Investigations on nematocidal effects of some medicinal aromatic plant aqueous extracts [*Mentha xpiperita* L. (peppermint), *Artemisia absinthium* L. (wormwood) and *Ricinus communis* Linn (castor bean)] on root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) (Kofoid and White). Ecology 2018, 1114 (Özet Bildiri/Poster).

Kepenekci İ., Keleş G., Dura O., Dura S. ve Yeşilayer A. (2018). Broad bean (*Vicia faba* L.), A new host of root-knot nematode [*Meloidogyne javanica* (Treub)] in Turkey. International Syposium Ecology 2018, 637 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

Dura O., Sönmez İ., Keleş G. ve Kepenekci İ. (2018). Effects of Silver Nanoparticles Using Aqueous Extract of *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) Applications against Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) under Laboratory Conditions.. The 2nd UNIDOKAP International Symposium on Biodiversity, 140-144 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Kepenekci İ., Keleş G. ve Erdoğan D. (2018). Nematodes of Vineyard (*Vitis vinifera* L.) Planting Areas in Tokat (Turkey).. The 2nd UNIDOKAP International Symposium on Biodiversity, 259-265 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Kepenekci İ., Keleş G. ve Çalışkan S. (2018). Plant Parasitic Nematodes (Nematoda) of Maize (*Zea mays* L.) Planting Area in Tokat (Turkey).. 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, 265-272. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Kepenekci İ., Atay T., Çimen H., Akın A., Keleş G. ve Hazır S. (2018). Entomopathogenic Nematodes (Nematoda) in Tokat Province (Turkey).. 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, 273-285. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

Kepenekci, İ., Keleş, G., Dura, O., Dura, S. and Yeşilayer, A. New Hosts [Broad bean (*Vicia faba* L.)] and Record of Root-Knot Nematode In Turkey. Munis Entomology Zoology, 14(2): 432-438]