



**YONCA HORTUMLU BÖCEĞİ [*HYPERA POSTICA* (GYLLENHAL)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)] VE YONCA YAPRAK BÖCEĞİ
[*GONIOCTENA FORNICATA* (BRUGGEMAN) (COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE)]'NİN MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
DR. ÖĞR. ÜYESİ TURGUT ATAY (I. DANIŞMAN)
PROF.DR. İLKER KEPENEKÇİ (II. DANIŞMAN)**

Mart-2019

Her hakkı saklıdır

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YONCA HORTUMLU BÖCEĞİ [*HYPERA POSTICA* (GYLLENHAL)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)] VE YONCA YAPRAK BÖCEĞİ
[*GONIOCTENA FORNICATA* (BRUGGEMAN) (COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE)]'NİN MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

TOKAT
Mart - 2019

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

Bilimsel Araştırma Projesi tarafından 2017/55 nolu proje ile desteklenmiştir.

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN tarafından hazırlanan “**Yonca Hortumlu Böceği [Hypera postica (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)] ve Yonca Yaprak Böceği [Gonioctena fornicata (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)]’nin Mücadelesinde Bazı Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanaklarının Araştırılması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 18 MART 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI 'nda **YÜLSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.


Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Turgut ATAY
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



2. Danışman
Prof. Dr. İlker KEPENEKCI
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



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



Üye
Doç. Dr. Dürdane YANAR
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



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




ONAY
Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

12/04/2019

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 içerdığı 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.

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

Mart-2019

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YONCA HORTUMLU BÖCEĞİ [*HYPERA POSTICA* (GYLLENHAL)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)] VE YONCA YAPRAK BÖCEĞİ
[*GONIOCTENA FORNICATA* (BRUGGEMAN) (COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE)]'NİN MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ TURGUT ATAY (I. DANIŞMAN)
İKİNCİ DANIŞMAN: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ

Entomopatojen nematodlar (EPN) zararlı böceklerin biyolojik mücadelesinde önemli bir yere sahiptir. 2016-2018 yılları arasında yürütülen bu çalışma ile Tokat ilinin yoğun olarak yonca tarımı yapılan 15 köy (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbağlar, Uğrak, Tahtoba, Dayılıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballıdere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç) ve 2 beldesinde (Güryıldız, Emirseyit) entomopatojen nematod varlığı ve elde edilen entomopatojen nematodların *Gonioctena fornicata* ile *Hypera postica* erginlerine karşı etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla 58 toprak örneği alınmış ve tuzak böcek yöntemiyle 10 EPN izolatu elde edilmiştir. Yapılan morfolojik ve moleküler teşhis sonucunda bunlardan 8'i *Steinernema carpocapsae*, birisi *S. feltia* ve birisi de *Heterorhabditis bacteriophora* olarak belirlenmiştir. Bunlar içerisinde seçilen 2 izolat (*Heterorhabditis bacteriophora* Tokat-Songut, *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas) ve ülkemizde daha önce tespit edilmiş 3 EPN türüne ait izolatlar [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *Steinernema feltiae* (izolat 09-31), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)] kullanılarak *Gonioctena fornicata* ve *Hypera postica* erginlerine karşı 500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ dozlarında doz-ölüm denemeleri yürütülmüştür. Ayrıca laboratuvarında etkili bulunan *S. carpocapsae* Tokat-Ulas izolatu ile *Gonioctena fornicata*'nın son dönem larvasına karşı sera-saksı etkinlik çalışması yürütülmüştür.

Laboratuvar (*in vitro*) çalışmaları sonucunda *H. postica*'ya karşı *H. bacteriophora* (izolat 09-43) ve *H. bacteriophora* Tokat-Songut izolatları hariç diğer tüm izolatlar *G. fornicata* ve *H. postica* erginleri üzerinde 2.000 IJs/ml dozunda ve 112. saat sonunda % 90 ve üzerinde bir etki göstermiştir. *S. carpocapsae* Tokat-Ulas izolatu ile yürütülen sera çalışmasında ise %94 oranında etki gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre *G. fornicata* erginlerinin kullanılan EPN izolatlarının tamamına, *H. postica* erginlerinin ise *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) ve *S. carpocapsae* Tokat-Ulas izolatlarına karşı hassas olduğu ortaya konulmuştur. Etkinliğin tam olarak ortaya konulması için için daha detaylı sera ve tarla çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

2019, 78--- SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: EPN, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, Yonca Yaprak Böceği, Yonca Hortumlu Böceği, *Hypera postica*, *Gonioctena fornicata*, Biyolojik Mücadele

ABSTRACT
MASTER THESIS

**INVESTIGATION ON USING POSSIBILITIES OF SOME
ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AGAINST ALFALFA WEEVIL,
HYPERA POSTICA (GYLLENHAL) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE),
AND LUCERNE BEETLE, *GONIOCTENA FORNICATA* (BRÜGGEMANN)
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

**TOKAT GAZIOSMANPAŞA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

**SUPERVISOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ TURGUT ATAY (I. DANIŞMAN)
CO-SUPERVISOR: PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ**

Entomopathogenic nematodes (EPNs) have more important role in biological control of the important insect pests. In this study conducted between 2016-2018, it was investigated the presence of entomopathogenic nematodes in the 15 villages (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbağlar, Uğrak, Tahtoba, Dayılıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballıdere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç) and 2 town (Gür Yıldız, Emirseyit) of Tokat province where alfalfa was cultivated intensively and the effect of the obtained entomopathogenic nematodes against *Gonioctena fornicata* and *Hypera postica* adults. For this purpose, 58 soil samples were taken and obtained 10 entomopathogenic nematode isolates. As a result of the morphological and molecular diagnosis, 8 of them were defined as *Steinernema carpocapsae*, others as *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*.

Dose-mortality trials were carried out with 2 isolates (*Heterorhabditis bacteriophora* Tokat-Songut, *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas) selected from these and 3 isolates [*Steinernema carpocapsae* (Black sea isolate), *Steinernema feltiae* (izolat 09-31), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)], previously identified in our country, using doses of 500, 1000 and 2000 IJs ml⁻¹ against adults of *Gonioctena fornicata* ile *Hypera postica* in the laboratory. In addition, greenhouse-pot efficacy study was carried out with *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas isolate, found effective in the laboratory, against last instar larvae of *G. fornicata*.

Laboratory studies showed that all isolates had an effect 90% and more at 2,000 IJs/ml and at the end of 112 hours [except, *H. postica* *H. bacteriophora* (izolat 09-43) and *H. bacteriophora* Tokat-Songut isolates against *H. postica*]. In greenhouse-pot efficacy study carried out with *S. carpocapsae* Tokat-Ulas isolate, 94% effect was observed.

According to the results, *G. fornicata* adults were susceptible to all isolates used in the study and *H. postica* adults were susceptible to isolates; *Steinernema carpocapsae* (Black sea isolate), *S. feltiae* (isolate 09-31) and *S. carpocapsae* Tokat-Ulas. With these isolates, more detailed studies should be conducted in greenhouse and field conditions.

2019, 78 ---PAGE

KEYWORDS: EPN, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, The Lucerne Beetle, Alfalfa Weevil, *Hypera postica*, *Gonioctena fornicata*, Biological Control

ÖNSÖZ

Dünya’da entomopatojen nematodların (EPN) yonca hortumlu böceği [*Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)] ve yonca yaprak böceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)]’ne karşı birkaç çalışma mevcut olmasına karşın ülkemizde bu zararlılara karşı EPN uygulamasına yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dünya’da ve ülkemizde EPN’lerin elde edilmesine yönelik yapılan birçok faunistik çalışma mevcut olmakla birlikte yonca yetiştirilen alanlarda yürütülmüş detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan bu çalışmanın amacını; Tokat merkeze bağlı yonca yetiştirilen alanlardan EPN’lerin izole edilmesi ve önemli yonca zararlıları arasına yer alan *H. postica* ve *G. fornicata*’ya karşı ilk olarak ülkemizde daha önceki çalışmalarda elde edilen 3 EPN türüne ait izolatlara [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)] (I) ile bu çalışmada elde edilen EPN’lerin (II) etkinliklerinin laboratuvar çalışmaları (*in vitro*) (A) ve sera-saksı uygulamaları (*in vivo*) (B) ile ortaya konulması oluşturmaktadır. Yüksek lisans tezimin seçilmesinden son aşamasına kadar bilgi, fikir ve tecrübeleriyle daima yol gösterici olan danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Turgut ATAY ve Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ’ye teşekkür ederim.

Bu tez çalışmaları kapsamında Tokat ilinden izole edilen EPN’lerin moleküler düzeyde tür teşhislerini gerçekleştiren ve laboratuvarlarında verdikleri uygulamalı eğitimle bana büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Selçuk HAZIR ve Öğr. Gör. Harun ÇİMEN (Aydın Adnan Menderses Üniversitesi, Aydın) (AAMU)’e teşekkür ederim. Verilerin istatistiksel analizlerinde katkılarından dolayı Dr. Mustafa ALKAN’a (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara) teşekkür ederim.

Çalışmalarında tecrübe ve fikirleriyle her zaman destek olan bölüm arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Emine BAYSAL, Zir. Müh. Kadriye ATEŞ ve Zir. Müh. Büşra DEMİR’e teşekkür ederim. Çalışmalarımı yürüttüğüm süreçte manevi desteğini, yardımlarını esirgemeyen aileme, eşime ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

Mart 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yonca Yaprak Böceği [<i>Gonioctena fornicata</i> (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)]	5
1.1.1. Tanımı	5
1.1.2. Biyolojisi ve zararı	7
1.2. Yonca Hortumlu Böceği [<i>Hypera postica</i> (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)]	8
1.2.1. Tanımı	8
1.2.2. Biyolojisi ve zararı	10
1.2.3. Mücadelesi	12
1.3. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	20
2.1. <i>Gonioctena fornicata</i> 'nın Biyolojisi, Yayılışı, Mücadelesi ve Zararlıya Karşı Biyolojik Mücadele ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	20
2.2. <i>Hypera postica</i> 'nın Biyolojisi, Yayılışı, Mücadelesi ve Zararlıya Karşı Biyolojik Mücadele ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	21
2.3. Entomopatojen Nematodlar Hakkında Bazı Çalışmalar	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1. Materyal	29
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Arazi çalışmaları	30
3.2.2. Teşhis çalışmaları	32
3.2.3. Laboratuvar çalışmaları	35
3.2.4. Sera-saksı etkinlik çalışmaları	44
3.2.5. İstatiksel analiz	46
4. BULGULAR	47
4.1. EPN'lerin Moleküler Yöntemle Teşhis Çalışmaları	48
4.1.1. Çalışmada tespit edilen EPN'lerin sekans analiz sonuçları	48
4.1.2. Çalışmada tespit edilen türlerin sistematikteki yerleri ve sinonimleri.....	50
4.2. Laboratuvar Etkinlik Çalışmaları.....	51
4.2.1. Entomopatojen nematod izolatlarının <i>Gonioctena fornicata</i> erginleri üzerine doz-ölüm çalışmaları.....	51
4.2.2. Entomopatojen nematod izolatlarının <i>Hypera postica</i> erginleri üzerine doz-ölüm çalışmaları.....	55
4.3. Doz-Ölüm Çalışmasında Kullanılan İzolatların <i>Gonioctena fornicata</i> ve <i>Hypera postica</i> Erginlerine Karşı Zaman-Ölüm Çalışması.....	58
4.4. Sera Etkinlik Çalışmaları	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	61
6. KAYNAKLAR	66
7. ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AAMU

Col.

EL

EPN

H.b

IJs

ITS

J

Lep.

PCR

S.c.

S.f.

TOGU

TÜİK

LT

Açıklama

Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi

Coleoptera

Enfektif larva

Entomopatojen Nematod

Heterorhabditis bacteriophora
(izolat 09-43 ve Tokat-Songut)

Enfektif larvalar

Internal transcribed spacer

Juvenil

Lepidoptera

Polymerase Chain Reaction

Steinernema carpocapsae
(izolat Karadeniz, Tokat-Ulas,
Tokat-Baglar, Tokat-Bakıslı05,
Tokat-Bakıslı60, Tokat-Yamac,
Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61 ve
Tokat-Corduk02)

Steinernema feltiae (izolat 09-
31 ve Tokat-Emir)

Tokat Gaziosmanpaşa
Üniversitesi

Türkiye İstatistik Kurumu

Letal Time

Simgeler

°C

cm

cm²

da

dk

kg

ml

mm

Açıklama

Santigrad derece

Santimetre

Santimetre kare

Dekar

Dakika

Kilogram

Mililitre

Milimetre

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. <i>Gonioctena fornicata</i> (yonca yaprak böceği) a-ergin, b-yumurta, c-larva, d-pupa ve yeni çıkış yapan ergin	6
Şekil 1.2. <i>Gonioctena fornicata</i> a-yazlamaya çekilmiş ergini, b-zararı.....	7
Şekil 1.3. <i>Hypera postica</i> (yonca hortumlu böceği) a-ergin, b- kokon, pupa, c-larva, d- yumurta	9
Şekil 1.4. <i>Hypera postica</i> zararı	12
Şekil 3.1. Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla örnekleme alanları yapıldığı alanlar	30
Şekil 3.2. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi	36
Şekil 3.3. <i>Tenebrio molitor</i> (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) larvalarının üretimi.	37
Şekil 3.4. Survey çalışmaları kapsamında alınan toprak örneklerinden EPN'lerin elde edilmesi	38
Şekil 3.5. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi ve bakımı. a-“White tuzak” metodu, b- <i>Galleria mellonella</i> larvalarında EPN üretimi	40
Şekil 3.6. a- Denemenin genel görünümü b- Labaratuvar EPN uygulaması.....	43
Şekil 3.7. Sera-saksı denemeleri	45
Şekil 4.1. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Tokat-Songut)'ya ait bir izolat, ve <i>Steinernema feltiae</i> (Tokat-Emir)'ya ait bir izolat ve <i>S. caprocapsae</i> (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakıslı05, Tokat-Bakıslı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02)'ya ait 8 olmak üzere toplam 10 izolatın ITS gen bölgelerine ait PCR ürünlerinin jel elektroforez görüntüsü.....	47

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1.	2018 TÜİK'e göre Türkiye'de yem bitkileri üretim verileri (Anonim, 2019a).....	2
Çizelge 1.2.	Türkiye 2013-2018 yılları arası yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019b).....	3
Çizelge 1.3.	2013-2018 yılları arası Tokat ili yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019c).....	3
Çizelge 1.4.	2013-2018 yılları arasında Tokat merkez yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019ç).....	3
Çizelge 3.1	Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla yapılan çalışma kapsamına giren alanlara ait bilgiler (koordinatlar ve rakım).....	31
Çizelge 3.2.	Tokat ili yonca ekiliş alanlarından elde edilen EPN'ler.....	34
Çizelge 3.3.	<i>Galleria mellonella</i> üretimi için besinin içeriği	35
Çizelge 4.1.	<i>Steinernema caprocapsae</i> Tokat-Ulas, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Bağlar, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Bakışlı05, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Bakışlı60, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Yamac, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Ballı, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Corduk61, <i>S. caprocapsae</i> Tokat-Corduk02 izolatlarının sekans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.2.	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Tokat-Songut izolatının sekans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.3.	<i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir izolatlarının sekans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.4.	<i>Gonioctena fornicata</i> 'ya karşı <i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatı)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.5.	<i>Gonioctena fornicata</i> 'ya karşı <i>Steinernema feltiae</i> (izolat 09-31)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.6.	<i>Gonioctena fornicata</i> 'ya karşı <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	53
Çizelge 4.7.	<i>Gonioctena fornicata</i> 'ya karşı <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	

	(izolat Tokat-Songut)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.8.	<i>Gonioctena fornicata</i> 'ya karşı <i>Steinernema carpocapsae</i> (izolat Tokat-Ulas)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.9.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı <i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.10.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı <i>Steinernema feltiae</i> (izolat 09-31)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması	56
Çizelge 4.11.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	56
Çizelge 4.12.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat Tokat-Songut)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması.....	57
Çizelge 4.13.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı <i>Steinernema carpocapsae</i> (izolat Tokat-Ulas)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml ⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek ⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması	58
Çizelge 4.14.	<i>Gonilactena fornicata</i> 'ya karşı doz-ölüm çalışmasında kullanılan izolatların 1000 IJs ml ⁻¹ dozunda LT30, LT50 ve LT90 değerleri	59
Çizelge 4.15.	<i>Hypera postica</i> 'ya karşı doz-ölüm çalışmasında kullanılan izolatların 1000 IJs ml ⁻¹ dozunda LT30, LT50 ve LT90 değerleri	59
Çizelge 4.16.	<i>Steinernema carpocapsae</i> Tokat-Ulas izolatının <i>Gonioctena fornicata</i> 'nın son dönem larvalarına karşı sera şartlarında 25IJs/cm ² dozunda 7. gün sonunda etkisi	60

1. GİRİŞ

Hayvan yemi olarak yetiştirilen yem bitkileri; su ve toprağı muhafaza eden, ekim nöbetinde kendinden sonra gelen ürünlerin veriminin artmasını sağlayan özellikleri taşıyan, hayvanlara yedirilmek üzere hasat edilerek kurutulan veya silajı yapılan ve doğrudan hayvanların beslendiğı bitkilerdir. Yem bitkilerinin sadece yem olma özellikleri dışında birçok faydaları vardır. Toprak ve su erozyonu gibi toprağın yerinde tutulmasını etkileyen kuvvetleri önleme de başarılı bir rol oynarlar. Toprağın derin kısımlarında fosfor gibi çözünmez halde bulunan bazı besin elementlerinin çözünmesini sağlayarak toprağın üst tabakalarına taşırlar ve kendinden sonra gelecek ürünler için, toprağı hazır hale getirirler. Böylece toprağın verimliliğini arttırarak kendinden sonra yetiştirilen ürünlerin verimliliğinin fazla miktarda olmasına ve kaliteli, lezzetli ürün yetiştirilmesine imkan sağlarlar. Yem bitkileri ekildikleri toprakları sadece verimli hale getirmekle kalmazlar, bol miktarda bırakmış oldukları kök ve toprak üstü aksamaları ile toprağın organik madde miktarını arttırarak toprak yapısını düzeltirler. Toprağın organik madde yönüyle zenginleşmesi sonucu özellikle yağışı az olan bölgelerde toprağın su tutma ve besin maddeleri kapasitesini arttırırlar. Yem bitkileri arasında özellikle yonca, fiğ, üçgül, korunga vb. baklagiller familyasında yer alan yem bitkileri köklerinde bulunan rhizobium bakterileri sayesinde, havada serbest halde bulunan azotu toprağı bağlayarak doğal bir gübre oluşumuna olanak sağlarlar (Anonim, 2007).

Besin kaynaklarımızdan hayvansal ürünlerin var olabilmesi için önemli bir yere sahip olan yem bitkileri tarımına, gelişmiş tarım ülkeleri de çok önem vermektedir. Tarla tarımının yapıldığı alanlar içerisinde yem bitkileri üretim alanları Almanya'nın %37, Hollanda'nın %31, İtalya'nın %30 ve ABD'nin %23 olarak verilmiştir (Avcioğlu ve ark., 2009). Ülkemizde ise durum bu verilerin oldukça altında kalmış ve tarla tarımı yapılan alanlar içerisinde yem bitkileri toplam ekim alanı yaklaşık %9 oranla kalmıştır (Anonim, 2018).

Türkiye'de son yıllarda tarım sektörünün ülke ekonomisine sağladığı katkı nispi olarak azaldığı görülmektedir. Tarımsal üretimin içinde %35'lik bir paya sahip olan hayvansal üretimdeki bu katkının düşüşü daha fazladır (Şengül ve ark., 2003). Bu sorunların temelinde yem bitkileri yetiştiriciliğinin yetersiz olması gelmektedir. Bu nedenle

hayvancılığının gelişmesi için yem bitkileri özellikle vitaminler bakımından çok zengin olan yonca üretiminin artırılması gerekmektedir (Anonim, 2012).

Birçok özelliği açısından değerli olan yem bitkileri içerisinde ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilen yonca önemli bir değere sahiptir. Nitekim bu bilgiyi 2018 TÜİK verileri de doğrular niteliktedir (Çizelge 1.1.). 2018 yılı TÜİK verilerine göre toplam ekim alanı 19 992 600 dekar olan yem bitkilerinin 6 351 052 dekarını yonca oluşturmaktadır (Anonim, 2019a).

Çizelge 1.1. 2018 TÜİK'e göre Türkiye'de yem bitkileri üretim verileri (Anonim, 2019a)

Ürün	Ekilen alan (dekar)
Arpa (yeşil ot)	255 517
Bezelye (yemlik)	104 377
Buğday (yeşil ot)	196 798
Fiğ	3 869 465
İtalyan çimi	103 410
Korunga	1 817 338
Mısır	4 726 428
Mürdümük (yeşil ot)	127 907
Tritikale(yeşilot)	135 397
Yem Şalgamı	56 914
Yonca	6 351 052
Yulaf (yeşil ot)	2 142 574

Yonca bitkisi yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılır ve geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahiptir (Tekeli ve Ateş, 2011). Ülkemizin ve dünyanın hemen hemen her yerinde yetiştiği bilinen yonca çok farklı iklim ve toprak koşullarına adaptasyon sağlar (Anonim, 1999).

Ülkemiz yoncanın gen merkezidir ve bilinen kayıtlı bilgiler 3300 yıl önce Türkiye'de yoncanın bir yem bitkisi olarak kullanıldığını yönündedir (Hanson ve ark., 1988). Yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisi yüksek değerde, bol yem veren ve ülkemizde de üretim alanı çok yoğun olan bir yem bitkisidir. Ülkemizde yoncanın sulu tarımı yapılmakta ve kuru ot, silaj, pelet, suni mera karışımlarında da kullanılmaktadır (Karakurt ve Fırıncıoğlu, 2003).

Baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinden bir vejetasyon dönemi boyunca birden çok biçim yapılabilir. Buna rağmen hiçbir yem bitkisi yoncadan elde edilen biçim sayısına erişemez. Yoncada biçim sayısının yüksek olması verimi de aynı oranda yükseltmektedir. Sulama ve bakım işlerinin iyi yapıldığı ve vejetasyon süresinin uzun olduğu bölgelerde verimi 2500 kg/da kuru ot iken ortalama olarak verimi 1000 kg/da kuru ottur (Tosun, 1974; Avcıoğlu ve ark., 2009).

Yonca bitkisi birçok üstün özelliği; yüksek verimi, dünyada ve ülkemizde hemen her yerde yetiştirilmesi, yüksek besin değeri, vb. gibi özelliklerinden ötürü ülkemizde ve Tokat ilinde en çok tercih edilen yem bitkilerinden olup yıllara göre ekiliş alanları ve üretim miktarları Çizelge 1.2., 1.3. ve 1.4.'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye 2013-2018 yılları arası yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019b)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ekilen Alan (da)	6 286 419	6 923 055	6 620 459	6 501 107	6 594 319	6 351 052
Üretim (ton)	12 616 178	13 432 968	13 949 958	15 714 381	17 561 190	17 544 946

Çizelge 1.3. 2013-2018 yılları arası Tokat ili yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019c)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ekilen Alan (da)	114 934	131 196	123 413	141 323	155 065	155 095
Üretim (ton)	248 873	206 577	261 585	359 996	398 148	402 604

Çizelge 1.4. 2013-2018 yılları arasında Tokat merkez yonca (yeşil ot) ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim, 2019ç)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ekilen Alan (da)	34 000	38 382	34 500	49 500	54 500	53 500
Üretim (ton)	170 000	128 438	172.500	247 500	272 500	267 500

Tarım alanlarının çeşitli şekillerde daralması ve tahrip edilmesi sonucu, diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi yoncada da birim alandan en yüksek verimin alınması zorunluluk haline gelmiştir. Yoncada verimin düşmesinin en büyük etkenler zararlı ve

hastalıklardır. Bu yüzden, her yıl küçümsenmeyecek miktarlarda ürün kaybı meydana gelmekte ve bu etmenler yonca verimini önemli derecede olumsuz etkilemektedir (Yıldırım ve ark., 1996).

Her geçen yıl yonca ekilen alan ve üretim miktarı artış gösterse de bitki koruma etmenleri nedeniyle yonca da büyük ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Yonca da ekonomik kayıpların meydana gelmesine neden olan etmenlere bakıldığında ise iki zararlı tür ön plana çıkmaktadır.

Yonca zararlıları içerisinde önemli iki tür olarak ortaya çıkan yonca hortumlu böceği, [*Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)] ve yonca yaprak böceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] ülkemiz yonca yetiştirilen hemen hemen tüm alanlarına yayılmış ve mücadele yapılmadığı takdirde önemli ölçüde ürün kayıplarına neden olan türler olarak karşımıza çıkmaktadır (Lodos ve ark., 1978; Coşkuncu ve Gençler, 2006; Çam ve Atay 2006; Özmen, 2009).

Yoncanın neredeyse tüm vejetatif aksamı ile beslenen ve büyük ölçüde verim kayıplarına neden olan *G. fornicata* hakkında yeterince literatür bilgisi yoktur. Neden olduğu kalite ve kantite kayıplarına rağmen henüz bir mücadele yöntemi ortaya konulmamıştır. Yonca yaprak böceğinin ülkemizde bulunuşu ve zararıyla ilgili ilk kayıtlar Alkan (1946)'a ait çalışmasıyla ortaya konulmuştur. Günümüze kadar böcek hakkında çok fazla bilgiye ulaşmasak da ülkemizde bazı çalışmaların yapıldığı bilinmektedir.

Yonca alanlarının çok geniş bir biyoçeşitliliğe sahip olması (Summers, 1998), habitat yönetiminde biyolojik mücadelenin başarısında artışlara neden olması, predatör böceklere korunak ve besin sağlayarak etkinliklerinin artması vs. nedenlerden son yıllarda tarım alanları içerisinde sıklıkla ekilmeye başlanmıştır (Efil ve ark., 2010). Bu nedenle belirtilen bu zararlılara karşı çevre dostu ve uygun mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi üretime sağlayacağı katkının yanında doğal dengenin de korunmasına olanak verecektir. Yonca doğrudan hayvan beslenmesinde kullanıldığı için zararlı türlere karşı mücadele de doğal yöntemlere ve biyolojik mücadeleye önem verilmelidir (Ghavami ve Özgür, 1999).

Yapılan bu çalışma ile toprak örneklerinden elde edilen entomopatojen nematod (EPN) izolatlarının *G. fornicata* ve *H. postica* erginleri üzerindeki etkinliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.1. Yonca Yaprak Böceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)]

Gonioctena fornicata'nın ülkemizde bulunuşu ve zararı ile ilgili ilk kayıt Alkan (1946)'a aittir. İlerleyen zamanlarda birçok araştırmacı *G. fornicata*'nın ülkemizdeki yayılışıyla ilgili bilgiler vermiştir. Bodenheimer (1958)'de Yonca yaprak böceğinin Orta Anadolu'da yonca bitkisinde zararlı olduğunu, Medvedev (1970)'de bu türün Adana'da var olduğunu, Kısmalı (1973)'de İzmir ve çevresi, Kasap (1988)'de ise Ankara, Aksaray, Konya, Nevşehir ve Yozgat'ta *Medicago sativa*, *Vicia sativa* ve *Trifolium* sp. bitkilerinde beslendiğini belirtmişlerdir.

Bu tür Dünya'da ise özellikle Avrupa'da yayılış göstermiş olup özellikle; Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Yunanistan, İtalya, Girit, Romanya, Türkiye, Ukrayna, vb. ülkeler ve çevrelerinde varlığı tespit edilmiştir (Anonim, 2019d).

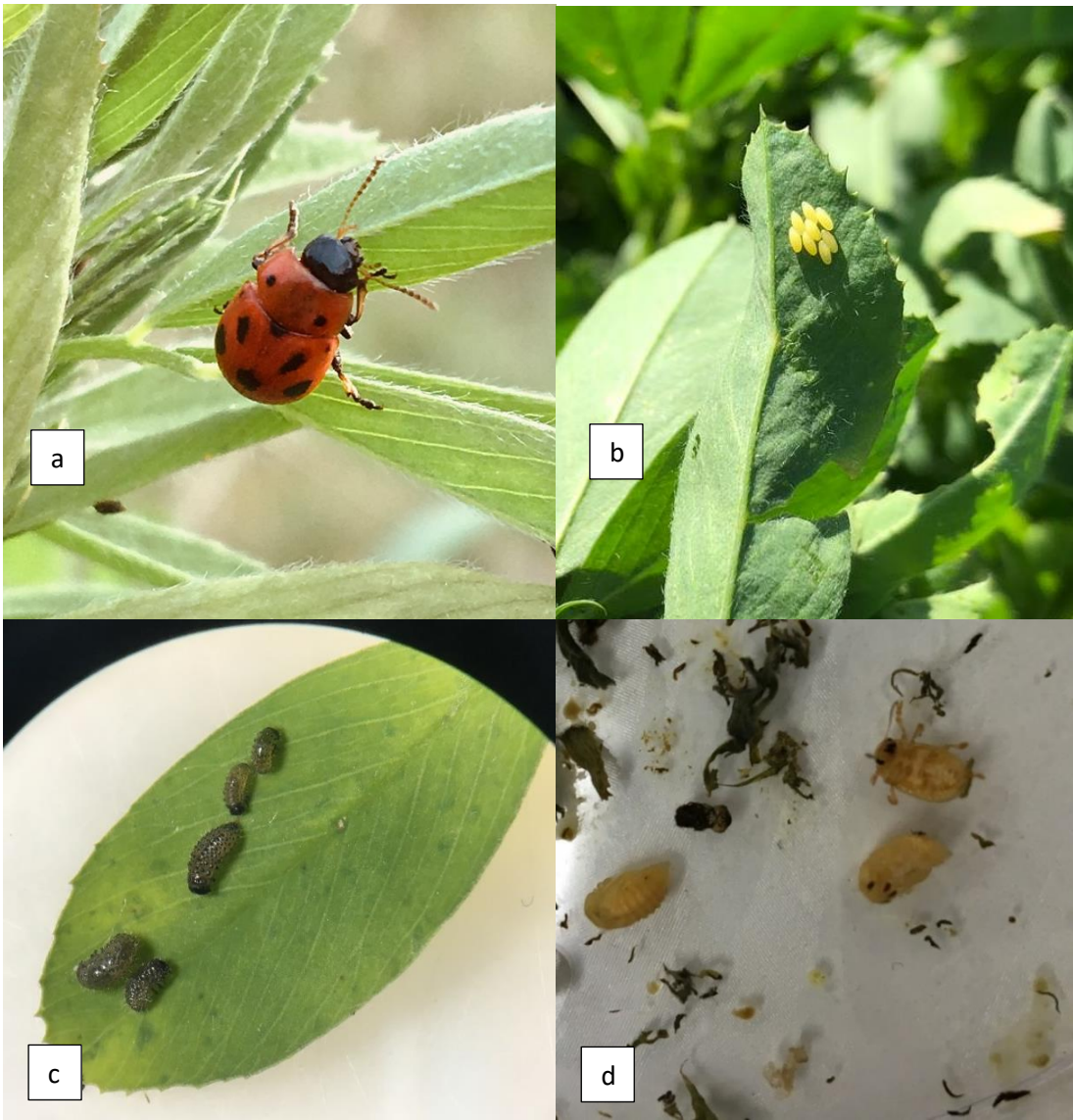
1.1.1. Tanımı

Gonioctena fornicata'nın erginlerinde vücut oval, hafif yuvarlağımsıdır (Şekil 1.1.). Bileşik gözler siyah dışa doğru çıkıntılı, antenleri 11 segmentli ve üzeri kıllarla kaplıdır. Pronotum ve elitra kırmızı veya sarımsı kırmızı; pronotum üzerinde 2 adet siyah nokta bulunur. Elitra üzeri sıra halinde noktalı, her bir elitron'da öndeki küçük, diğerleri ise daha büyük üç adet, her iki elitron'un birleşme çizgisinin ortasında bir adet siyah nokta bulunur. Dişiler erkeklere göre daha tombuldur ve 6.0-6.5 mm uzunluğundadır. Erkekler dişilere göre daha uzunca ve narin yapılı 5.5-6.0 mm uzunluğunda ve daha koyu renklidir (Yıldırım ve ark., 1996).

Yumurtaları ilk önce sarımsı beyaz, kirli sarı veya sarımsı yeşil renkte iken zamanla koyulaşır. Yumurtaların açılması arazi koşullarına göre 7-14 gün arası sürmektedir (Yıldırım ve ark., 1996).

Larvaları kampodeiorm şekilde, hafif kıvrık, baş ve prothorax kahverengimsi siyah, abdomen 10 segmentli ve yeşil renklidir. Prothorax 8. ve 9. segmentlerinde bulunan birer adet levhasında ve diğer thorax ve abdomen segmentlerinde bulunan çeşitli sayılarda scleritlerinden uzun kıl veya kıl demetleri çıkmaktadır (Yıldırım ve ark., 1996).

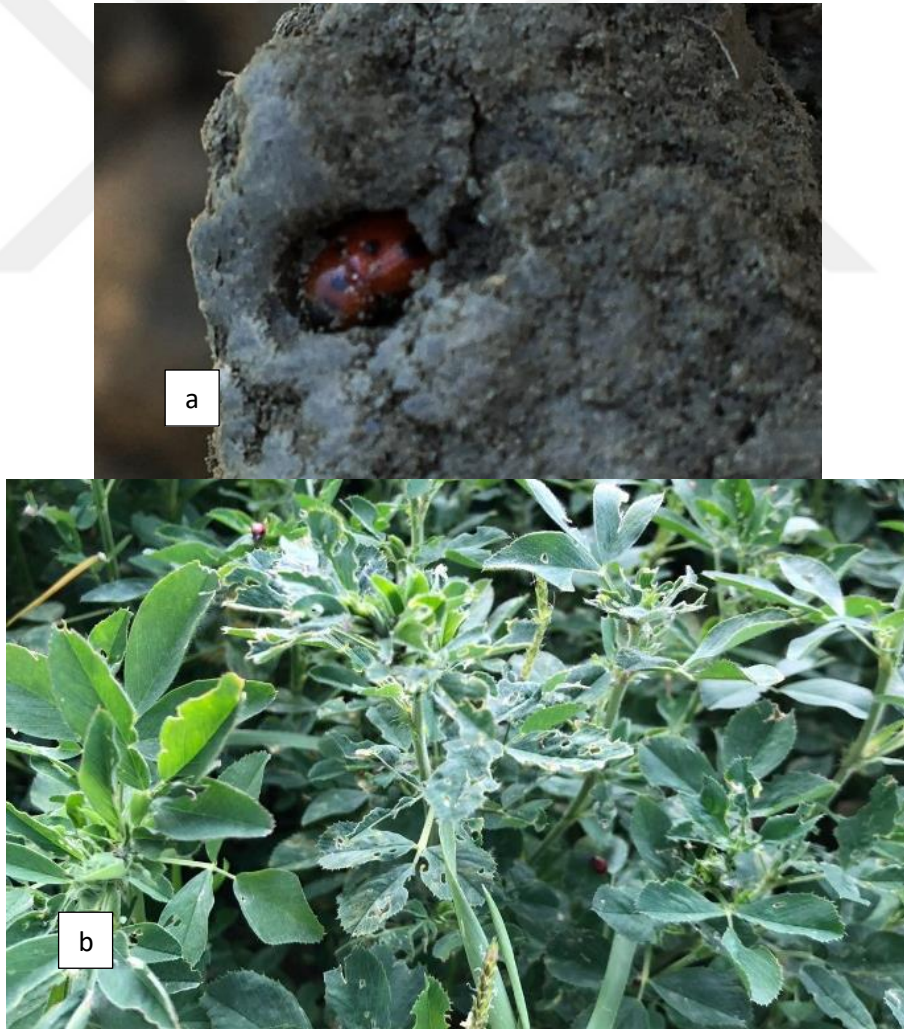
Pupaları serbest pupa şeklinde olup uzuvları vücuda yapışık haldedir. Bacaklar ve antenler vücudun alt kısmında katlanmış ve gizlenmiştir (Yıldırım ve ark., 1996).



Şekil 1.1. *Gonioctena fornicata* (yonca yaprak böceği) a-ergen, b-yumurta, c-larva, d-pupa ve yeni çıkış yapan ergin

1.1.2. Biyolojisi ve zararı

Yıldırım ve ark. (1996), Erzurum ilinde yaptıkları çalışmada ise Yonca yaprak böceğinin ekim alanlarında kışı ergin halde toprağın 10-25 cm derininde geçirdiğini (Şekil 1.2.) ve Nisan başlarında yonca 10 cm boya ulaştığında kışlama yerlerinden çıkıp yoncaya geçtiklerini bildirmektedirler. Coşkuncu ve Gençler (2006), ilk erginlerin Bursa ilinde Mart sonu, Nisan başında tespit edildiğini, zararlının Temmuz sonuna kadar yonca bahçelerinde görülmeye devam ettiğini ve yılda bir döl verdiği bilgisini belirtmişlerdir. Tokat ilinde çalışma esnasında yapılan gözlemlerde ise kışlamış erginler Nisanın ilk haftasından itibaren görülmeye başlamış, ikinci haftada ise çifleşerek yumurta bıraktıkları belirlenmiştir. Bir hafta-10 gün sonra çıkan 1.dönem larvalar bitkide beslenmeye başlamıştır.



Şekil 1.2. *Goniocena fornicata* a-yazlamaya çekilmiş ergini, b-zararı

Lustun ve Panu (1968), *G. fornicata*'nın Romanya için önemli bir yonca zararlısı olduğunu, yılda bir döl verdiğini ve kışı ergin dönemde toprakta geçirdiğini, Mart sonu-Nisan başlarında topraktan çıkıp Temmuz kadar yapraklarda beslendiklerini bildirmişlerdir.

Larvalar çiçek ve yaprak tomurcuklarında, genç filizlerde ve sapların uç kısımlarında görülür. Beslenme sonucu yonca yaprakları delik değişik bir hal almaktadır (Şekil 1.2.). Zamanla beslenme sonucu zarar gören bitki sararır ve solar daha sonraları yaprakların tamamen kurudukları gözlemlenir. Popülasyon çok yoğun görüldüğünde bitkide sadece gelişmemiş ve kurumaya yüz tutmuş sap kısmı kalır. Erginlerin yaptığı zarar yaza oranla ilkbahar ortalarında üst seviyede olduğu bilinmektedir. Beslenip olgun hale gelen larvalar toprağa inerek kokon içerisinde önce prepupa daha sonra pupa olurlar. (Yıldırım ve ark., 1996). Çam ve Atay (2006), Tokat ili yonca bitkileri üzerinde bu türün ergin ve larvalarının yoğun olarak beslendiğini gözlemlemişlerdir.

Bronskikh (1987), Ukrayna'nın kuzeyinde, Moldovya ve Kafkasya'da *G. fornicata*'nın ergin ve larvalarının yoncanın yaprak, çiçek ve yaprak tomurcuklarını, genç filizlerini ve saplarının uç kısımları ile beslendiğini bildirmişler. Orta ve Güney-Doğu Avrupa'da yoncanın en önemli zararlılarından biri olduğu, larva ve erginlerinin bitkinin yaprak, sürgün ve yaprak tomurcukları ile beslendiği, Mayıs ayında %60'ı aşan yeşil kütle kayıplarına ve %100 oranında tohum kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Grigorov, 1976).

1.2. Yonca Hortumlu Böceği [*Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)]

Lodos (1977), Lodos ve ark. (1978) bu zararlının ülkemizde tüm bölgelerde yaygın olduğunu bildirmiştir.

1.2.1. Tanımı

Hypera postica erginlerinde vücut grimsi duman renkli, ayakları, antenleri ve hortumu siyah; uzunca 4.5-5.5 mm boyunda ve 3.0-4.0 mm genişliğindedir (Şekil 1.3.). Dişi bireyler erkeklere göre daha küçüktür. Baş uzayarak petek gözlerden başlayıp hortum

şeklini almıştır. Antenleri dirsekli anten olup uç kısımları topuzdur. Pronotumda açık gümüşümsü-gri renkli üç çizgi mevcuttur ve kanatları üzerinde ince şeritler bulunur. Kozadan yeni çıkan erginler açık sarımsı beyaz renkli ve yumuşak bir yapıdayken, kısa zamanda renklerek sertleşirler. Yaşlı böcekler pullarının bir kısmını kaybettikleri için genç bireylere göre daha açık renkli görünürler (Anonim, 2008; Tuatay, 1952).

Yumurtalarının rengi ilk bırakıldıklarında parlak, saydam, limon sarısıdır. Sonralara doğru açık portakal, açılmalarına yakın koyulaşarak gri duman rengini alırlar. Oval biçimde olan yumurtanın boyu 0.4-0.6 mm'dir (Anonim, 2008; Tuatay, 1952).



Şekil 1.3. *Hypera postica* (yonca hortumlu böceği) a-ergin, b- kokon, pupa, c-larva, d-yumurta

Larvalar yumurtadan ilk çıktıklarında başları koyu siyah, vücutları ise fildişi rengindedir. Vücutlarında ufak siğilimsi kabarcıklar olan larvaların bacakları yoktur. Kıl kümeleri; sırtta iki, yanlarda birer sıra halindedir. Larvalarda ikinci dönemde vücut rengi açık sarı-yeşilimsi ve baş rengi daha açık bir siyahtır. Birinci ve ikinci dönem

larvalar birbirine çok benzerler. Üçüncü dönem larvalarda ise vücut rengi sarıdan çok yeşil, dördüncü dönem de ise renk canlı yeşil halini alır ve yoncanın rengine göre daha açık tondadır. Üçüncü ve dördüncü dönem larvalarında sırt ortasında vücut boyunca uzanan beyaz bir çizgi mevcuttur. Vücudun yan taraflarında da ince birer çizgi bulunur. Olgun larvalarda vücut uzunluğu 7.0-10.0 mm'yi bulur (Anonim, 2008; Tuatay, 1952). Olgun larvaların vücutları şişman, bükülmüş, kafa göğüse doğru yönelmiştir. Olgun larvaların vücutları kirli sarı renk alır. Thorax segmentlerinde bulunan açık çizgiler kaybolur. Bu olgun larvalar koza öreerek pupa olurlar. Pupalarda kokon içinde 5.0-6.0 mm uzunluğunda ve serbest pupa biçimindedirler. Kozalar yumurta şeklinde; beyazımsı-gri, nadiren açık sarıdır. Yeni oluşan pupanın rengi açık sarı yeşilimsi iken daha sonraları zeytin yeşili, kurşuni gri, esmerimsi bir renk alır (Anonim, 2008; Tuatay, 1952).

1.2.2. Biyolojisi ve zararı

Böcekler bitki döküntüleri altında, tarla kenarlarında, çatlak ve yarıklar içerisinde kışı ergin halde geçirirler. Kışlamış erginler Mart ayının ikinci yarısından itibaren yonca arazilerinde görülmeye başlarlar. Bir süre bitkilerin yaprak ve sürgünleriyle beslenen kışlamış erginler, çiftleşmeye başlarlar. Hava sıcaklığının 10-12°C'ye yükselmesiyle birlikte yumurtlamaya başladıkları tespit edilmiştir. Dişiler de 12.5-25°C hava sıcaklığı yumurta bırakabilmeleri için en uygun sıcaklık olduğu bilinmektedir. Bitki fenolojisine bağlı olarak, başlangıçta kuru sap, taze gövde, gövde ile yaprak sapının birleştiği yer, sürgün uçları ve yaprak sapına hortumu ile açtığı delikler içerisine bırakırlar. Bir oyuğa koyulan yumurta sayısı 1-45 adet arasındadır. Böcekler ilk yumurtlama günlerinde ortalama yumurtalarının 1/3'ünü yumurtlarlar. Yumurtalarını yonca saplarında açtıkları delikler içerisine koyan dişiler, oyuğun üzerini kirli ve jelatinimsi bir madde ile örterler. Bir dişi ortalama olarak 1100 adet yumurta bırakabilmektedir. Larvaların yumurtadan çıkma süreleri bir, üç hafta arası değişmektedir.

Yumurtadan yeni çıkan larvalar bir süre oyuklar içerisinde kalırlar ve bu oyuklarda beslenirler. Gıda bulmak için oyuklar içerisinden çıkan larvalar çok çeviktir ve beslenmelerini devam ettirmek için yaprak ve tepe tomurcuklarına geçerler. Çok yoğun zarar olduğu senelerde diğer sürgünlerde de bulunurlar. Genç larvalar sürgün uçlarındaki yaprakları delikler açarak yerler. Sürgün geliştikçe bu deliklerde büyür.

İkinci dönem larvaları biraz daha büyümüş yapraklarla ilk dönem larvalarında olduğu gibi delikler açarak beslenirler. Son iki dönem larvaları bitki üzerinde serbestçe dolaşarak yaprakların iç kısımlarından başlayarak damarlara paralel olacak şekilde yaprakları yerler. Beslenmeler sonucu yapraklar delik deşik olmaktadır, tepe sürgünlerinin tamamen yenildiği durumlar görüldüğü gibi, çok yoğun oldukları senelerde bitkinin sadece sap kısmının kaldığı gözlemlenmiştir. Olgun larvalar beslenme faaliyetlerini durdururlar. Son dönem larvalar toprak yüzeyinde, bitki artıkları, bitki yaprak ve dalları, yabancı otlar üzerinde bir kokon öreerek pupa olurlar. Tarlada böceğin ilk kokonlarının görülmesi Mayıs ayı ortalarına ve genellikle de ilk biçim başlarına rastlamaktadır. Pupa süresi 7-14 gün arasında değişiklik göstermektedir. Pupadan çıkan yeni erginler beslenmeye başlarlar ve yaz sıcaklarının başladığı döneme kadar beslenme faaliyetlerini devam ettirirler. Yaz sıcaklarının başlamasıyla birlikte, erginler toprağa geçerek burada yaz uykusuna girerler. Sonbaharda havaların serinlemesiyle birlikte yazlamadan çıkan erginler tekrar hareketlenerek, tarlalarda görülmeye başlar. Havaların soğumasıyla birlikte bu erginler kışlamak için toprağa inerler. Bu şekilde yaşamını devam ettiren böceğin yılda bir nesil verdiği bilinmektedir (Anonim, 2008; Tuatay, 1952). Tokat ilinde çalışma esnasında yapılan gözlemlerde ise kışlamış erginler Martın ilk haftası ile Nisanın 3.haftası arasında görülmüştür.

En önemli zararı, yoncanın yapraklarını yemelerinden kaynaklanır (Şekil 1.4.). En büyük zararı böceğin larvaları yapmaktadır. Erginler ise yaprağın orta damarı hariç yan damarları, sürgün uçları ve yaprak ayasını yemektirler. İlk iki dönem larvaları yaprak koltukları ve sürgün uçlarıyla beslenmektedirler. Tomurcuk ve sürgün uçlarıyla beslenmelerinden kaynaklı bitki gelişimi yavaşlamaktadır. Larvaların son iki dönemleri ise yaprakları dıştan kemirerek yedikleri için sadece yaprağın orta ve yan damarları kalmaktadır. Larva zararı bitkilerde üst kısımdan başlayarak aşağı kısımlara doğru devam etmektedir. Özellikle çok yoğun zarar olan senelerde larvalar yonca yapraklarını tamamen yiyerek, yoncaların yapraksız kalması sonucu bitkinin çıplak bir hal almasına neden olurlar. Larvaların yoğunluğunun çok olduğu zamanlarda zarar gören yapraklar kurumaktadır ve yonca tarlası boz gümüşü bir görünüm alır. Böcekler asıl zararı birinci biçime kadar olan kısımda yapmaktadır. İlk mahsül tamamen mahvolur ve ikinci mahsülün gelişiminde duraklama olmasına neden olurlar. Özellikle sulama imkânının kısıtlı olduğu ve biçimin az yapıldığı yerlerde zararının verdiği kayıplar büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2008; Tuatay, 1952).

Montana (ABD)'da, yapılan çalışmada bu türün hiçbir mücadele yöntemi uygulanmadığı alanlarda %15-47 oranında ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Hastings ve Pepper, 1953). Transkafkasya'da (Rusya), *H. postica*'nın genellikle yoncanın ilk mahsulünün tamamını yok ettiği (Rekach, 1933), Azerbaycan'da, yoncada önemli zararlara neden olduğu (Rodionov, 1927), Orta Asya'da (Kırgızistan dahil olmak üzere), ilk biçimde %65'e kadar verim kaybına neden olduğu bilinmektedir (Yakhontov, 1937). Bu zararlının ayrıca Fas'da baklada zarar yapan Broad Bean Mottle Bromovirus'e vektörlük yaptığı belirlenmiştir (Fortass ve Diallo, 1993).



Şekil 1.4. *Hypera postica* zararı

1.2.3. Mücadelesi

Bu türün mücadelesinde; kuvvetli ve sık yonca yetiştirmek, biçimden önce sulama, erken biçim ve biçilen yoncaların hemen tarladan alınması gibi kültürel önlemlerin yanı sıra kimyasal mücadele de tavsiye edilen yöntemlerindedir (Anonim, 2015). Yonca hortumlu böceğinin birçok doğal düşmanı vardır. Bunlar; yumurta, larva, prepupa ve ergin parazitöitleri ile predatörleri ve entomopatojen funguslardır.

Larva parazitoidleri;

Bathyplectes sp. nr. *coripa* Ths. (Hym.: Ichneumonidae)

Itoplectis maculator Fab. (Hym.: Ichneumonidae)

Necremnus leucarthros Nees. (Hym.: Eulophidae)

Tetrastichus sp. (Hym.: Eulophidae)

En etkili parazitoidi *Bathyplectes* sp. nr. *coripa* Ths.'dir (Kahraman, 2017).

Fungal etmenler içerisinde *Beauveria* sp.'nin Türkiye'de ergin ve çok sayıda larva ölümüne sebep olduğu bilinmektedir (Özmen, 2009; Atay ve ark., 2015a).

ABD'de yonca hortumlu böceği (*H. postica*) orta derecede dayanıklı, Weevilcek ve Team yonca çeşitleri geliştirilmiştir (Açıkgöz, 2001). Elde edilen dayanıklı çeşitlerin gövde, yaprak ve çiçeklerde bulunan trichomlardan dışarıya verilen aldehit, alkan ve esterlerin böceğin larvalarının yakalanmasına ve ölümüne neden olduğu belirlenmiştir (Smith, 1989).

1.3. Mikrobiyal Mücadele ve Entomopatojenler

Modern tarımda günümüzde pestisit kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır. Dünyada ve ülkemizde her geçen gün dahada artmaktadır. Nitekim TÜİK (2016) verilerinde bir önceki yıla göre pestisit kullanımı %28,2 artış göstererek 50 054 tona yükselmiştir (Anonim, 2019e). Pestisitler kullanılırken ürünün hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı korunması bunlarla birlikte de pestisitlerin insan ve çevreye olumsuz etkileri birlikte değerlendirilmelidir (Tiryaki ve ark., 2010).

Tarımsal zararlılarla savaşmada yoğun olarak kullanılan kimyasal ilaçların çevreye, insana ve hedef dışı organizmalara olan olumsuz etkileri günümüzde daha iyi anlaşılmaktadır. Pestisitlerin insan ve hayvan sağlığını tehdit etmesi, gıda maddelerindeki ilaç kalıntıları, çevre kirliliği ve yüksek ilaç fiyatları vs. sebeplerden ötürü kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu ve daha ucuz mücadele yöntemlerine geçilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu yöntem arasında en ümit verici, en çevre dostu, en ucuz ve en sürdürülebilir olan biyolojik mücadeledir (Uygun ve ark., 2010).

En basit haliyle biyolojik mücadele “bitkisel üretimde ekonomik kayıplara yol açan zararlı organizmalarla mücadelede doğada bulunan faydalı organizmaların kullanılması” olarak tarif edilebilir (Birişik ve ark., 2018). Doğada bulunan bakteriler, funguslar, böcekler, virüsler, akarlar, nematodlar, balıklar, kuşlar, salyangozlar, memeliler, protozoalar, vb. canlı gruplarının neredeyse hepsinde doğal düşman niteliğinde türler bulunmaktadır. Doğal dengenin korunması açısından bu doğal düşman niteliğindeki canlı gruplarının tümü biyolojik mücadelede özellikle de doğal biyolojik mücadelede vazgeçilmez bir öneme sahiptirler. İnsanların eski dönemlerde yılanların kemirgenlerle, kuşların böceklerle beslendiğini gözlemlenmeleri, Çinlilerin turuncu bahçelerinde avcı karıncaları kullanmaları, Eski Mısırlıların kedileri farelere karşı kullanmak üzere evcilleştirdikleri, biyolojik mücadelenin temelini oluşturan gözlem ve uygulamalardır. Ancak insanoğlu zararlı türlerin olduğu kadar doğada yararlı türlerinde bulunduğunu ve bunların zararlı türleri baskı altına aldıklarını çok sonradan keşfetmişlerdir (Uygun ve ark., 2010).

Biyolojik mücadele çalışmalarına önem verilmesinin asıl nedeni, yalnızca kimyasal mücadelenin olumsuz etkilerinden kurtulmak değil, doğada zararlıları %99 oranında baskılayan yararlı makro ve mikroorganizmalardan yararlanılmak istenmesidir (Uygun ve ark., 2010).

Doğada canlı popülasyonları denge durumundadır. Bu durumun oluşmasında etkili olan biyotik faktörler çeşitli organizma gruplarını kapsamaktadır. Bu organizma grupları içerisinde yer alan mikroorganizmalar bu denge durumunun oluşmasında büyük bir paya sahiptir. Doğada böcek popülasyonları üzerinde birçok mikroorganizma baskı unsuru olarak bulunmaktadır. Bu unsurların zararlıların mücadelesinde kullanılması zararlılara karşı mikrobiyal mücadelenin temel fikrini oluşturmuştur.

Doğada hastalıklı böceklerden elde edilen mikroorganizmalar bulunmaktadır. Orijini virüs, bakteri, fungus, nematod, protozoa olan mikroorganizmalar böceklerin hastalanması ve ölmelerine neden olmaktadır. Bu mikroorganizmalar biyolojik mücadele içerisindeki materyallerden biri olan entomopatojenler olarak adlandırılırlar. Mikrobiyal mücadele kapsamında etmen olarak kullanılan veya kullanılması yönünde çalışmalar yürütülen mikroorganizmalar (bakteriler, funguslar, virüsler ve protozoanlar)

ve mikroorganizma olmamakla birlikte bu kapsamda ele alınan entomopatojen nematodlar biyolojik mücadele yöntemleri arasında yer alır (Kılınçer ve ark., 2010). Doğada yer alan entomopatojenler böcek popülasyonlarının dengelenmesinde büyük rol oynarlar. Zararlı türlerin doğal düşmanlarının korunması, ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, besinler üzerinde kalıntı bırakmaması, hedeflenmiş diğer organizmalar ve insanlar açısından güvenli olması gibi birçok avantaja sahip olan entomopatojenler mikrobiyal mücadelede büyük avantajlar sağlarlar.

Mikrobiyal mücadele uygulamaları içerisinde entomopatojenler nematod (EPN)'lar yüksek oranda virülant olup, konukçusunu hızla öldürebilirler, bu özellikleri son zamanlarda üzerinde en fazla durulan gruplardan biri olmalarının nedenidir (Anonim, 2019f). Böceklerde parazit olarak yaşayan ve genellikle böceklerin ölümüne yol açan birçok nematod türü bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar günümüzde 30'u aşkın nematod familyasına ait türün böceklerle ilişki içinde olduğu belirtilmiştir (Poinar, 1979,1990; Kaya ve Stock, 1997). Bu nematod türleri böcekleri ergin veya ergin öncesinde öldürerek, kısırlaştırarak veya doğurganlığını azaltarak, davranışlarını değiştirip gerekli yaşam fonksiyonlarını azaltarak, gelişimini yavaşlatarak etkili olmaktadır (Webster, 1972).

Konukçularını aktif olarak arayıp bulabilmeleri, geniş bir konukçu aralığına sahip olmaları, kimyasallar gibi kullanımları için onay alınmasına birçok ülkede gerek olmaması, yasaklanan insektisitlerin yasaklandığı veya kısıtlı olduğu yerlerde rahatlıkla kullanılmaları, Dünya'nın birçok yerinde topraktan ve böceklerden kolaylıkla elde edilebilmeleri, konukçularını çok kısa sürede öldürebilmeleri (24-48 saat), yapay ortamda (*in vitro* ve *in vivo* olarak) kolaylıkla üretilebilmeleri, nematodlar böcekler için öldürücü olsalar bile insan, bitki ve hayvanlar için zararsız olmaları, böceklerde direnç oluşumu görülmemesi vb. gibi pek çok özelliği bulunması bu canlıların kimyasal mücadele için alternatif olmalarını sağlamakta ve biyolojik mücadele de önemlerini arttırmaktadır (Gaugler ve Kaya, 1990, Anonim, 2019f).

EPN'ler günümüzde ticari olarak üretilmektedir ve birçok tarım arazisinde zararlı böceklere karşı kullanılmaktadırlar (Stock, 2005). EPN'ler Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait olup toprak içerisinde yaşamlarını sürdüren zorunlu böcek patojenleridir. Antartika kıtası hariç Dünya'nın neredeyse her bölgesinde izole

edilebilmektedirler (Adams ve ark., 2006). Zararlılarla mikrobiyal mücadelede en sık kullanılan gruplardandır (Glazer ve Lewis, 2000; Liu ve ark., 2000).

Dünya’da Steinernematidae familyasında *Neosteinerema* ve *Steinerema* olmak üzere 2 farklı cins, Heterorhabditidae familyasında da *Heterorhabditis* cinsi bulunmaktadır. *Neosteinerema* cinsine ait 1, *Steinerema* cinsine ait 64, *Heterorhabditis* cinsine ait 21 olmak üzere toplam 86 EPN türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014). *Steinerema* cinsine ait nematodlar *Xenorhabdus* bakterileriyle, *Heterorhabditis* cinsine ait nematodlar ise *Photorhabdus* bakterileriyle mutualistik ilişki içerisinde dirler (Hazır ve ark., 2003a). Bu bakteriler sayesinde septisemiye neden olarak konaklarını 48 saat içerisinde öldürme yeteneğine sahiptirler (Forst ve Neelson, 1996; Burnell ve Stock, 2000).

Steinernematid ve Heterorhabditidlere hassas böcek sayısı neredeyse sınırsızdır. Çeşitli araştırmacılar tarafından bu nematodların biyolojik aktiviteleri laboratuvar ve tarla denemeleri yapılarak belirlenmiş ve bir liste hazırlanmıştır. Bu listeye göre etkinliği en yüksek olan türün *S.carpocapsae* olduğu görülmektedir. Bu nematod 11 böcek takımına bağlı 75 familyadan 250’ye yakın böcek türünü parazitlemektedir. Bu nematodun laboratuvarda üretilen hazır preparatları DD-136 ticari adı altında kullanılmaktadır (Wouts, 1991). Ülkemizde de tespit edilen EPN’lerin yine ülkemizde kültür bitkilerinde önemli zararlara neden olabilen zararlılar üzerindeki etkinlikleri Kepenekci (2012) tarafından liste olarak verilmiştir.

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

EPN’lerin gelişimi üç ana evreden oluşmaktadır. Bunlar yumurta, juvenil (J1, J2, J3, J4) ve ergin evreleridir (Kaya ve Gaugler, 1993). Toprakta bulunan ve konağı arayıp bulan evre J3 [Enfektif larva (EL)] evresidir. J3 evresi, bir yıl ya da daha fazla toprakta canlılığını sürdürebilmektedir (Koppenhöfer, 2000). Enfektif larva buldukları böceğin

doğal açıklıklarından hemosölüne girerler. Taşıdıkları *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterilerini konukçunun hemosölü içerisine bırakırlar. Bu mutualistik bakteriler hemolenf sıvısı içerisinde hızla bir şekilde çoğalmaya başlar ve bu esnada salgıladıkları hücre dışı enzimler ve toksinler ile konukçu böceğin 48 saat içerisinde septisemi nedeniyle ölmesine neden olurlar (Gaugler ve Kaya, 1990). Mutualistik bakterilerin salgıladığı bu enzimler böcek dokularını parçalayarak nematodların beslenmesi ve gelişmeleri için uygun ortam oluştururlar. Entomopatojen nematodlar oda sıcaklığında 5–7 gün içerisinde hayat devrini tamamlarlar. EPN'ler kadvra içerisindeki besin bitene kadar, birkaç jenerasyon meydana getirirler. Kadvra dokularını bitiren EPN'ler IJs (enfektif larva (EL)) evresinde gelişimini durdurup konukçuyu terk ederler ve toprağa geçerek, yeni konukçu aramaya başlarlar (Hazır ve ark., 2003a).

Tarımda zararlı böcek gruplarının %90'lık kısmının en az bir biyolojik dönemini toprakta geçirdiği düşünülürse, EPN'lerin konukçu listesinin ne kadar fazla olduğunu anlayabilmekteyiz (Klein, 1990). Toprakta entomopatojen nematodlar konukçularını aktif olarak arayıp bulma özelliğine sahiptirler. Bunun yanında toprakta kullanılan tarım ilaçları hedef zararlıya ulaşabilmek için sık sık tekrarlandıkları için yüksek olarak taban suyuna karışırlar. EPN'ler ile yapılan mücadelede %80-90'lara varan başarı sağlanırken, toprak altı zararlılarına karşı pestisitlerin kullanılması ile bu %40'a civarında kalmaktadır (Ehlers ve Peters, 1998; Sulistyanto ve Ehlers, 1996). Bu özelliklerinin yanında EPN'ler, *in vivo* veya *in vitro* olarak kolay ticari üretim, uzun dönem etki, kolay uygulama, birçok kimyasalla beraber uygulanabilme, çevre ve insan sağlığı için güvenli olma ve patojenite, konukçu arama davranışı ve canlı kalabilme özelliğindeki farklılıklar gibi birçok üstün özelliklere sahip oldukları düşünülürse mikrobiyal mücadele de çok önemli bir ajan konumunda olduklarını söyleyebiliriz (Canhilal, 2011).

Bu gibi özelliklerinden dolayı entomopatojen nematodlar, 1930'lu yıllardan beri birçok ülkede araştırmacıların ilgisini çekmiş ve son 25 yıl içinde, gittikçe yaygınlaşarak biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmaya başlanmıştır (Peters, 2010).

Ülkemizde EPN'ler ile ilgili çalışmalara ait kayıtlar 24 yıl öncesine dayanmaktadır. Türkiye'de ilk EPN türü *Steinernema* cinsine ait olan *S. feltiae* olarak Özer ve ark. (1995) tarafından Rize'de çayır arazilerinden alınan toprak örneklerinde tespit edilmiş;

ilk *Heterorhabditis* cinsine ait EPN türü ise *H. bacteriophora* olarak Kepenekci ve ark. (1999) tarafından Aksaray Ekecik kışlağında toplanan Kıvılcık (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonlarından izole edilmiştir. Dünyada yaygın olan ilk 3 EPN türü içerisinde olan *S. carpocapsae* ise Kepenekci ve Öztürk (2001) tarafından, Alanya (Antalya)'da orman alanlarından alınan örneklerden elde edilmiştir. Hazır ve ark. (2003b) 1999-2001 yılları arasında tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde bir araştırma yapmış; *S. feltiae*, *S. afine*, *H. bacteriophora* ve dünya için yeni tür olan *S. anatoliense*'yi ortaya koymuşlardır.

Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda bulunan EPN'lerin bazılarının ülkemiz için yeni kayıt niteliğinde türler olduğu bildirilmektedir. Canhilal ve ark. (2014), Kahramanmaraş ve Adana illerinde ormanlık alan, tarla bitkileri ve sebze üretim alanları, çayır-mera, bağ-bahçe habitatlarında EPN'lerin tespiti ve yaygınlıklarını belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde *S. litorale* ve *H. indica* türlerini bildirmişlerdir. Gökçe ve ark. (2014), Türkiye için ilk kayıt niteliğinde olan *S. kraussei*'yi Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2009-2012 yılları arasında yaptıkları arazi çalışmaları kapsamında bulmuşlardır.

EPN'lerin bulunma oranları ile ilgili yapılan çalışmalarda; Dünya'da Boag ve ark. (1992) İskoçya'da %2.2, Ehlers ve ark. (1991) İtalya'da %5, Choo ve ark. (1995) Kore'de %4.6, Miduturi ve ark. (1997) Belçika'da %8.47, Stock ve ark. (1999) ABD'de %26.3, Griffin ve ark. (2000) Endonezya' %11.7, Rosa ve ark. (2000) Portekiz'de %3.9, Nguyen ve ark. (2004) Etiyopya'da %6.3, Lorio ve ark. (2005) Kosta Riko'da %20.5, Stock ve Gress (2006) Arizona'da (ABD) %23.3, Morton ve García-del-Pino (2009), İspanya'da % 5.2-%20 oranlarını vermişlerdir. Dünya'da EPN'lerin yüksek elde edilme oranlarının olduğu sonuçlar; Hominick ve Briscoe (1990) İngiltere'de %48.6 ve Mracek ve ark. (1999) Çek Cumhuriyeti'nde %53.8 ile yürütülmüş olan çalışmalarda mevcuttur.

Ülkemizde ise; Hazır ve ark. (2003a) %2 ve %4.72, Aydın (2007) Aydın'da %12.1, Gökçe (2010) Trabzon'da %8.3, Bulun (2011) Çanakkale'de %9.6, Güneş ve Gözel (2011) Marmara Bölgesi'nde %6.1, Erbaş (2012) Trabzon'da %9.09, Ari (2014) İzmir Tire'de %0.48, Gürel (2015) Düzce'de %8.4, Gürsoy (2017) Kaz Dağı'nda %3.3, Gülcü (2018) Batı Karadeniz (Düzce, Bolu, Karabük ve Zonguldak)'de %6 ve Kepenekci ve ark. (2018a) Tokat'ta %3.6 elde edilme oranları bildirilmiştir. Ülkemizdeki kültür

bitkilerinde önemli zararlara neden olabilen böcek türlerinde yine Türkiye’de tespit edilen EPN’lerin etkinlikleri, Kepenekci (2012) tarafından liste olarak verilmiştir.

Son yıllarda ekonomik öneme sahip zararlı grupları üzerinde EPN’lerin etkileriyle ilgili çalışmalar 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 Evlice., 2009).

Çok yıllık bir bitki olan yonca ortalama 5 yıllık ömüre sahiptir. Bu sayede çok değişik organizmalar bu alanlara yerleşebilmekte ve kendileri için bir yaşam alanı oluşturabilmektedir. Sık yapılan hasat ve zaman zaman gerçekleştirilen pestisit uygulamaları ile oluşan bu ekosistemin olumsuz etkilemesine rağmen, yonca alanları tarla bitkileri arasında flora ve fauna açısından geçici bir denge sağlar. Bu sayede yonca tarımı aynı zamanda civarındaki ekosistemlerdeki doğal dengeye de katkıda bulunur (Summers, 1998).

Kimyasal mücadele de dayanıklılık problemleri ve kimyasal mücadelenin olumsuz etkileri göz önüne alındığında biyolojik mücadelenin gerekliliği daha çok ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda yapılan bu çalışmayla, Tokat merkeze bağlı yonca yetiştirilen alanlardan EPN’lerin izole edilmesi ve önemli yonca zararlıları arasına yer alan *H. postica* ve *G. fornicata*’ya karşı ilk olarak ülkemizde daha önceki çalışmalarda elde edilen 3 EPN türüne ait izolatlar [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *S. feltiae* (izolat 09-31) (Aydın izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) (Aydın izolatu)] (I) ile bu çalışmada elde edilen EPN’lerin (II) etkinliklerinin laboratuvar çalışmaları (*in vitro*) (A) ve sera-saksı uygulamaları (*in vivo*) (B) ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda bu iki zararlının EPN’lar ile mikrobiyal mücadelesine yönelik temel veriler elde edilerek literatüre kazandırılmıştır. Dünya’da EPN’lerin birçok zararlı grubuna karşı etkinliği laboratuvar ve tarla/bahçe çalışmaları ile ortaya konulmuş olmasına karşın yonca hortumlu böceği ve yonca yaprak böceği ile ilgili EPN’lerin kullanıldığı çalışmalar çok sınırlıdır (Kim ve ark., 2007; Shah ve Azmi, 2006; Falahi ve ark., 2011; Roodaki ve ark., 2011). Ülkemizde ise herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde ve Dünya’da *G. fornicata* ve *H. postica*’nın zararı, biyolojisi ve mücadelesi hakkında bazı çalışmalar mevcuttur. Bu iki türün entomopatojen nematodlarla mücadelesine yönelik çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Ülkemizde bu iki zararlı hakkındaki çalışmalar (EPN konusu dışındaki) ile diğer zararlılara (özellikle ülkemizdeki kültür bitkilerinde önemli zararlara neden olabilen böcek türlerine) yönelik gerçekleştirilen EPN etkinlik çalışmaları aşağıda sıralanmıştır.

2.1. *Gonioctena fornicata*’nın Biyolojisi, Yayılışı, Mücadelesi ve Zararlıya Karşı Biyolojik Mücadele ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Kovancı (1982) Ankara’da, Yıldırım ve ark. (1996) Erzurum ve Erzincan’da, Coşkun ve Gençer (2006) Bursa’da, Çam ve Atay (2006) Tokat’da *Gonioctena fornicata*’nın biyolojisi ve zararı hakkında detaylı bilgiler vermişlerdir.

Burgio ve ark. (1992), *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*’nin ticari preparatının *G. fornicata*’nın larva ve erginlerine karşı etkinliğini araştırmışlardır. Ergin ve larvalar, 5ml/lt dozunda uygulama yapılmış yapraklarla beslenmiş, larvaların 2 gün içinde tamamının öldüğünü, erginlerin 5. gün de %44.7’sinin 7. ve 10. günlerde ise sırasıyla %52 ve %72 oranında öldükleri belirtilmiştir.

Tamer ve ark. (1997), Ankara ve Konya illerinde korunga ve yoncada görülen faydalı ve zararlıların üzerine yapmış oldukları çalışmada *G. fornicata* ve *H.postica*’nın da yoğun olarak bulunduğu bahsetmişlerdir.

Barış ve ark. (2015), Zonguldak ve Bartın ilindeki yonca alanlarının zararlı ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca zararlının her iki ilde de Nisan-Temmuz ayları arasında görüldüğünden ve Ağustos ayında ise yoncalarda zararlıya ve zararına rastlanmadığını belirlemişlerdir.

Majić ve ark. (2013), laboratuvar ortamında *Heterorhabditis bacteriophora*’nın *Gonioctena fornicata*’nın erginleri üzerine meydana getirdiği enfeksiyonu değerlendirmek için yürüttükleri çalışmada, 22°C ve 30°C’ de 2 farklı konsantrasyonu

(1000 IJs ve 2000 IJs) test etmişlerdir. 3 gün sonunda *H. bacteriophora*'nın 1000 IJs dozunda % 100 ölüme neden olduğu ortaya konmuştur.

Efe ve Özgökçe (2014), *Gonioctena fornicata*'nın $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sabit sıcaklık, 60 ± 5 orantılı nem ve 16:8 saat aydınlık periyodu koşullarında yaşam çizelgesini oluşturmuşlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda *G. fornicata*'nın kalıtsal üreme yeteneği, ortalama döl süresi, net üreme gücü, toplam üreme oranı, yumurta, larva, pupa ve toplam gelişme süreleri ile preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, döl süresi ve ömür uzunluğu hakkında bilgiler vermişlerdir.

Kaya ve Başpınar (2016), Hatay ili yonca alanlarında yararlı ve zararlı böcek türlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 14 familyaya ait 53 zararlı böcek türü ile 7 familyaya ait 30 yararlı böcek türünü tespit etmişlerdir. *Gonioctena fornicata*'ya en yoğun olarak bulunan türler içerisinde yer vermişlerdir.

Atay (2018), Tokat ilinde Yonca yaprak böceği, *Gonioctena fornicata* (Brüggemann, 1873) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin tachinid parazitoitlerini ve etkinliklerini belirlemek amacıyla iki yıl süreyle yaptığı çalışmada tespit ettiği parazitoitlerden *Meigenia mutabilis* (Fallén, 1810)'in yıllar itibariyle %3.61 ve %3.69, *Macquartia tenebricosa* (Meigen, 1824)'nın ise %1.07 ve %0.5 oranlarında parazitlenme gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca *M. tenebricosa*'nın *G. fornicata*'nın parazitoiti olduğunu ilk defa bu çalışmayla ortaya koymuştur.

2.2. *Hypera postica*'nın Biyolojisi, Yayılışı, Mücadelesi ve Zararlıya Karşı Biyolojik Mücadele ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Harcourt ve ark. (1974), *Entomophthora phytonomi* Arthur entomopatogen fungusunun Ontario'da 1973 yılında *Hypera postica* üzerinde önemli ölçüde salgın yaptığını, belirlenen plot alanlarda larva ve kokonlarda sırasıyla %65-90 ve %42-53 oranlarında ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Okumura ve ark. (1987), Japonya'da *Hypera postica* (Gyll.) (Curculionidae: Coleoptera)'nın 5 doğal düşmanını belirlemişlerdir. Tespit edilen bu doğal düşmanların, birisinin predatör (*Polistes chinensis antennalis*), bir diğerrinin entomopatogen fungus

(*Beauveria bassiana*) kalan üçünün ise parazitoid (*Agrothereutes grapholithae*, *Itolectis alternans spectabilis* ve tanımlanamayan tür) olduğunu bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2007), Kore'ye ait 4 entomopatojen nematod ırkının (*Steinernema carpocapsae* GSN1, *S. glaseri* Dongrae, *Heterorhabditis bacteriophora* Hamyang ve *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan) *Hypera postica*'nın son dönem larvaları üzerindeki etkinliklerini laboratuvar şartlarında araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *S. glaseri* Dongrae ve *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan ırklarının diğerlerine göre çok daha fazla etki göstererek, 40 ve 80 IJs/petri dozlarının 3 gün içerisinde %77.5-100 oranında ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Er ve Mart (2009), Kahramanmaraş ilinde zararlı böcek popülasyonlarında ve topraktaki entomopatojen fungusların varlığını tespiti için bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan izolasyonlarda yaprakbitlerinde (*Rhopalosiphum padi* L. ve *Sitobion avenae* F.) *Pandora* Humber (Entomophthoraceae), *Hypera postica* (Gyll.) (Curculionidae: Coleoptera) larvalarında *Zoophthora* Batko (Entomophthoraceae) ve *H. postica* erginlerinde hastalığa neden olan etmenin *Beauveria* Vuillemin (Hyphomycetes) cinsine; toprak örneklerinde bulunan fungusların *Beauveria*, *Paecilomyces* ve *Metarhizium* cinsine ait olduğunu tespit etmişlerdir.

Özmen (2009), Yonca Hortumluböceği'ne karşı değişik dönemlerde yapılan ilaçlamaların, yoncada zararlı, doğal düşman ve verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada Malathion etkili maddeli insektisit yonca hortumlu böceği, afit ve doğal düşman popülasyonlarında önemli derecede azalmaya sebep olduğunu belirtmiştir.

Shah ve ark. (2011), *Heterorhabditis indica*, *Steinernema carpocapsae* ve *Steinernema thermophilum*'un *Hypera postica*'ya karşı patojenizitesini test ettikleri çalışmada laboratuvar şartlarında *S. thermophilum*'un LC 50 değerlerini 24., 48., 72. ve 96. saatlerde sırasıyla 108.88, 18.31, 4.96 ve 3.49 IJs olarak, *H. indica*'nın LC 50 değerlerini ise 24, 48 ve 72 saatlerinde sırasıyla 45.00, 30.41 ve 18.59 IJs olarak belirlemişlerdir. Arazi şartlarındaki denemelerde *H. indica* ve *S. carpocapsae*'yı 1 milyar IJs/akre dozunda toprağa uygulamış ve sırasıyla %72.10 ve %49.66 oranlarında etki gözlemlemişlerdir.

Atay ve ark. (2015a), Tokat ilinde yonca alanlarında yaygın olarak görülen *H. postica* ve *G. fornicata*'nın kışlamış erginlerinin *Beauveria* sp. ile doğal bulaşıklığını ortaya koymak amacıyla yürüttükleri çalışmada, *Beauveria* sp. enfeksiyonunun neden olduğu ölüm oranlarını sırasıyla %23.25 ve %36.45, mycosis gelişim oranını ise %68.29 ve %25.8 olarak belirlemişlerdir.

Yücel ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada Yonca Hortumlu Böceği'nden elde ettikleri *Beauveria bassiana*'ya ait 4 izolatu (Hp-3, Hp-4, Hp-5, Hp-7) laboratuvar şartlarında 1×10^7 conidial/ml dozunda yine aynı böceğin larvalarına karşı denemişler ve 7. günün sonunda etkinliklerini sırasıyla %98, %95, %92 ve %90 olarak belirlemişlerdir.

Gözüaçık ve Kolarov (2016), Iğdır ilinde Yonca Hortumlu Böceği'nin larva parazitoitlerini ve parazitlenme oranlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Hymenoptera takımı Ichneumonidae familyasına ait *Bathyplectes curculionis* (Thomson 1887) ve *Mesochorus arenarius* (Haliday 1839) türlerini belirlemişlerdir. Parazitlenme oranlarının ise sırasıyla 2014 yılında %6.7-21.9, 2015 yılında ise %8.9-17 olarak bildirmişlerdir.

Gözüaçık ve İreç (2016), *Hypera postica*'nın Iğdır ilinde biyoloji ve zararını ortaya koymuşlardır.

Baysal ve ark. (2018), Tokat ilinde yonca arazilerinden toplanan *Hypera postica* ve *Gonioctena fornicata*'dan izole ettikleri 4 adet *Beauveria bassiana* izolatu (GN-23, GN-4, HP-30 ve HP-6) ile *Hypera postica* larvalarına karşı 4 farklı dozda (1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 ve 1×10^9 konidia/ml) yürüttükleri etkinlik çalışmasında kullanılan tüm izolatlara karşı *H. postica* larvalarının hassas olduklarını belirlemişlerdir.

2.3. Entomopatojen Nematodlar Hakkında Bazı Çalışmalar

Scroeder ve ark. (1994), yaptıkları çalışmada önemli bir yonca zararlısı olan *Otiorynchus ligustici* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'ye karşı entomopatojen nematodların etkinliğini belirlemek amacıyla 3 doğal [*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Oswego), *S. carpocapsae* (Weiser) (NY001) ve *Steinernema* sp. (NY008-2Estrain)] ve 4 ticari ırkı [*H. bacteriophora* (NC), *S. feltiae* (N-356), *S. riobravus* (355)]

ve *S. glaseri* (326 strain)] denemişlerdir. Laboratuvar şartlarında toprağa uygulanan 200 IJs dozundaki uygulamanın *H. bacteriophora* Oswego ırkı dışındaki ırklarda %50'den daha az etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Sera çalışmalarında ise *H. bacteriophora* Oswego ırkının toprağa uygulanan 30.000 IJs dozunda 14. Günde %90 oranında ölüme neden olduğunu, yine toprağa uygulanan 4.500 IJs dozun ise zararlının kökte meydana getirdiği zararın önemli ölçüde azaldığını ortaya koymuşlardır.

Susurluk ve Ökten (2000), EPN'lerin iç mekanda kullanım olanaklarına ışık tutması amacıyla yapmış oldukları çalışmada *Heterorhabditis marelata*, *H. bacteriophora*, *Steinemema feltiae* türlerini *Blattella germanica* L. üzerine uygulamış ve etkinlikleri sırasıyla *S. feltiae*, *H. marelata* ve *H. bacteriophora* olarak bulmuşlardır.

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

Kepenekci ve Susurluk (2006b), Türkiye'de daha önce tespit edilen EPN'lerden *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın All type ve S3) akdeniz meyve sineği ve kiraz sineği [*Ceratitidis capitata* (Wiedmann) ve (*Rhagoletis cerasi* L.) (Diptera: Tephritidae)] pupaları üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında üç farklı konsantrasyonda [25, 50 ve 100 enfektif larva (IJ)/0.2 ml steril su] ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) ortaya koymuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek etki, 25°C ve 100 IJ/0.2 ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, *R. cerasi* için All type'de %16.6 ve S3'de %23.3; *C. capitata* için All type'de %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.

Evlice ve ark. (2007), elma iç kurdu [*Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae)]'nın son dönem larvalarına karşı ülkemizde daha önce tespit edilen EPN'lerden *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1) ve *H.bacteriophora* (Tur-H2)'nin etkinliğini laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. Çalışma sonucunda, uygulamadan 96. saat sonra elma iç kurdu larva ölüm oranları *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.

Yılmaz ve ark. (2010), çalışmada dört yerel entomopatojenik nematod izolatının (*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 etkinliği belirlenmişlerdir. Sıcaklıklardaki en yüksek ölüm oranları 15 °C'de *S. feltiae* (% 75.7) ve 28°C'de *H. bacteriophora* M3 (%64.6) ve 23°C'de *H. bacteriophora* M3 (%91.2) olarak tespit edilmiştir.

Bulun (2011), çalışmasında Çanakkale ili ve ilçelerindeki elma bahçelerinde yaptığı sürveyler ile entomopatojen nematod faunasını belirlemiş ve elde ettiği izolatları laboratuvarında elma iç kurdu (*Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae)) larvalarına denemiştir. Laboratuvarında yapılan çalışmalar sonucunda sıcaklık arttırıldığında, kullanılan her iki türün (*Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*) elma iç kurdu larvalarındaki ölüm oranını arttırdığı belirlenmiştir.

Kepenekci ve ark. (2013a), yaptıkları çalışmada Türkiye'de daha önce tespit edilen EPN'lardan *Steinernema feltiae* (Tur-S3), *S. feltiae* (All type), *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1) ve *H.bacteriophora* (Tur-H2)'nin *Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Y. padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) larvaları üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. *Y. mallinellus* ve *Y. padella* larvalarında en yüksek etkiyi *H. bacteriophora* (Tur-H2) (%63.82 ve %88.8) türünün göstermiş olduğunu belirlemişlerdir.

Kepenekci ve ark. (2013b), laboratuvar koşullarında (*in vivo*) bir ön çalışma niteliğinde yürüttükleri çalışmada, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae)'nın son

dönem larvalarına karşı ülkemizde tespit edilen üç entomopatojen nematod (*Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*) türünün etkinliğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada 25°C sıcaklıkta iki farklı EPN konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) larvalar üzerinde denenmiştir. Çalışmanın sonucunda, en yüksek etkiyi 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora* (97.63±6.99) göstermiş, bunu *S. feltiae* (86.05±11.72) izlemiş ve en düşük etki *S. carpocapsae* (53,34±1,34)'da görülmüştür.

Ari (2014), İzmir Tire ilçesi ve buraya bağlı bölgelerde entomopatojen nematodların çeşitliliğini ve dağılımını belirlemek amacıyla 620 adet toprak örneği almış, üç tane örnekten EPN (*Steinernema feltiae*) izole etmiştir. Elde edilen izolatlardan gerçekleştirdiği konukçu dağılım çalışması sonucunda *Tenebrio molitor* ve *Spodoptera ciliium* larvalarına karşı nematodların %100 enfektivite gösterirken *Curculio elephas* (%20-30) ve *Polyphylla fullo* (%10) larvalarına etkilerinin fazla olmadığını belirlemiştir.

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

Gürel (2015), Düzce ili fındık bahçelerinde yaptıkları çalışmada, alınan 333 toprak örneğinden 28 adet EPN izolatu (22'si *Heterorhabditis bacteriophora*, 3'ü *Steinernema feltiae*, 2'si *S. carpocapsae*, 1 izolatu ise *S. affine*) elde etmişlerdir. Elde ettikleri EPN türlerini 3 sıcaklık (10, 15, 25°C) ve bir uygulama dozunda (250 IJ/larva) Fındık Kurdu [*Curculio nucum* (Col.: Curculionidae)] larvalarına karşı uygulamışlar ve 25°C'de *H. bacteriophora*'nın fındık kurdu larvalarında meydana getirdiği %90.9 ölüm oranı ile diğer nematodlara göre daha etkili olduğu tespit etmişlerdir.

Yurt ve ark. (2015), Çanakkale ili lahanada yetiştirilen alanlardan topladıkları *Pieris brassicae* (Linnaeus) [Lahana Kelebeği (Lep.: Pieridae)] larvalarına *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türlerini uygulamış ve Sıcaklığın artması ile *P. brassicae* larvalarındaki ölüm oranlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda *P. brassicae* larvalarındaki en yüksek ölüm oranı (%84.33) 25°C'de *S. feltiae* (izolat 97-Bursa) izolatı uygulamasında tespit edilmiştir.

Akın ve ark. (2017), *Steinernema carpocapsae*'nin 5 Türkiye izolatının (Tokat-Bakışlı60, Tokat-Ulas, Tokat-Bağlar, Tokat-Yamac ve Tokat-Bakışlı05) *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) 'ye karşı laboratuvar koşullarında etkilerini değerlendirmişlerdir. Tek doz taraması (1000 IJs ml⁻¹) şeklinde yapılan çalışmada 40. saatin sonunda bütün izolatlar (*S. carpocapsae* Tokat-Yamac hariç) *G. mellonella* larvaları üzerinde %90'dan fazla etkiye, Tokat-Bağlar izolatının *T. molitor* larvalarında %71'e ulaşan etki olduğu görülmüştür. 64. saatin sonunda, bütün izolatlar (*S. carpocapsae* Tokat-Yamac hariç) her iki böcek üzerinde yaklaşık %100 etki göstermiştir.

Atay ve ark. (2017), Yonca bitkisinde önemli bir zararlı olan bezelye afidi [*Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae)]'ne karşı Türkiye orijinli üç entomopatojen nematod (EPNs) türü olan *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* 'yı laboratuvar şartlarında 2 farklı dozda [50 ve 100 IJs 0.2 ml⁻¹ böcek] test etmişlerdir. 36. saatin sonunda dozlara bağlı olarak *S. carpocapsae*'de %96 ve %88, *S. feltiae*'de %83 ve %91 ve *H. bacteriophora*'da ise %51 ve %56 oranlarında ölümlere neden olduğunu belirlemişlerdir.

Gürsoy (2017), Balıkesir ve Çanakkale sınırları içerisinde yer alan Kaz Dağında entomopatojen nematod faunasını belirlemek ve dağılım haritasını oluşturmak amacıyla almış olduğu toplam 212 toprak örneğinden 7 EPN izolatı tespit etmiş ve EPN elde etme oranını %3.3 olarak saptamıştır.

Güleç ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'ne karşı *Steinernema feltiae* (izolat 09-31) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) ile yürüttükleri çalışma sonucunda toprağa yapılan EPN uygulamalarında en yüksek ölüm oranını *S. feltiae* (izolat 09-31)

(%65.23±4.45 ve %77.33±2.59)'da elde etmişlerdir. Kadavra uygulamalarında en yüksek ölüm oranı ise *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'da %37.40±8.88 olarak tespit edilmiştir. Yeşil aksam uygulamalarında ise bu oranın %30'u geçmediğini bildirmişlerdir.

Kepenekci ve ark. (2018a), Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla 2015 ve 2017 yılları arasında yaptıkları sörveylerde değişik alanlardan almış oldukları 138 toprak örneğinden beş pozitif örnek (%3.6) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu örnekler içerisinde *Steinernema carpocapsae* (TOK05, GOP81 ve GOP72)'ya ait 3 izolat ve *Heterorhabditis bacteriophora* (TOK44 ve TOK20)'ya ait iki izolat olmak üzere toplam 5 EPN izolatı elde etmişlerdir. Bu EPN'lerin Tokat ili için ilk kayıt niteliğinde olduğunu bildirmektedirler.

Kepenekci ve ark., (2018b), *L. decemlineata*'ya karşı Balıkesir ve Çanakkale illeri'nden elde edilen EPN izolatlarının (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı) etkinliklerini laboratuvar (*in vitro*) ve sera-saksı (*in vivo*) koşullarında araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; en yüksek etkiyi (%100) *H. bacteriophora* (Çanakkale izolatı) göstermiş ve *S. feltiae* (Balıkesir izolatı) %86.67-100 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada söz konusu izolatlar sera-saksı denemeleri kapsamına alınmıştır. Sera-saksı denemeleri sonucunda toprak yüzeyi uygulamalarında etki %46.25 bulunmasına karşın toprak içine kadavra uygulamalarında daha yüksek (%50.25) bir ölüm oranı ortaya konmuştur.

Kepenekci ve ark., (2018c), Tokat ili'nde elde edilen EPN izolatlarının (*S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81) *L. decemlineata*'ya karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kadavra uygulanmasında her iki izolattada %60'dan fazla, doz ölüm denemelerinde *S. caprocapsae* GOP81 tüm dozlarında %100'e varan ölümler, tek doz filtre kağıdı denemelerinde en yüksek ölüm oranı *S. caprocapsae* GOP72 izolatında, doz ölüm toprak denemesinde ise 10. gün sonundaki sayımlarda *S. caprocapsae* GOP81 izolatında doza bağlı olarak ölüm oranlarının artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Elde edilen veriler sonucunda Tokat ilinden izole edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının *L. decemlineata*'yı başarılı bir şekilde baskıladığını laboratuvar çalışmaları ile ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini ülkemizde daha önce tespit edilmiş entomopatojen nematod kültürleri [Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Entomoloji Laboratuvarları'nda mevcut *Steinernema feltiae* (izolat 09-31), *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) kültürleri], Tokat il merkezine bağlı 15 köy (Ulaş, Taşlıçiftlik, Söngüt, Büyükbağlar, Uğrak, Tahtoba, Dayılıhacı, Çördük, Kızılköy, Bakışlı, Ballıdere, Çöreğibüyük, Gaziosmanpaşa, Günevi, Akyamaç) ve 2 beldeye (Güryıldız, Emirseyit) ait yonca ekiliş alanlarından alınan toprak örnekleri, bu alanlardan elde edilen EPN türleri/izolatları, *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları, *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) larvaları, yonca ekiliş alanlarından toplanan yonca hortumlu böceği [*Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)] ve yonca yaprak böceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] popülasyonları oluşturmuştur.

Çalışmalarda kullanılan ülkesel EPN türleri, *H. bacteriophora* (izolat 09-43) Aydın'da seftali bahçelerinden, *S. feltiae* (izolat 09-31) Aydın'da sebze bahçelerinden ve *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) ise Rize'de çayır arazilerinden alınan örneklerde tespit edilmiştir.

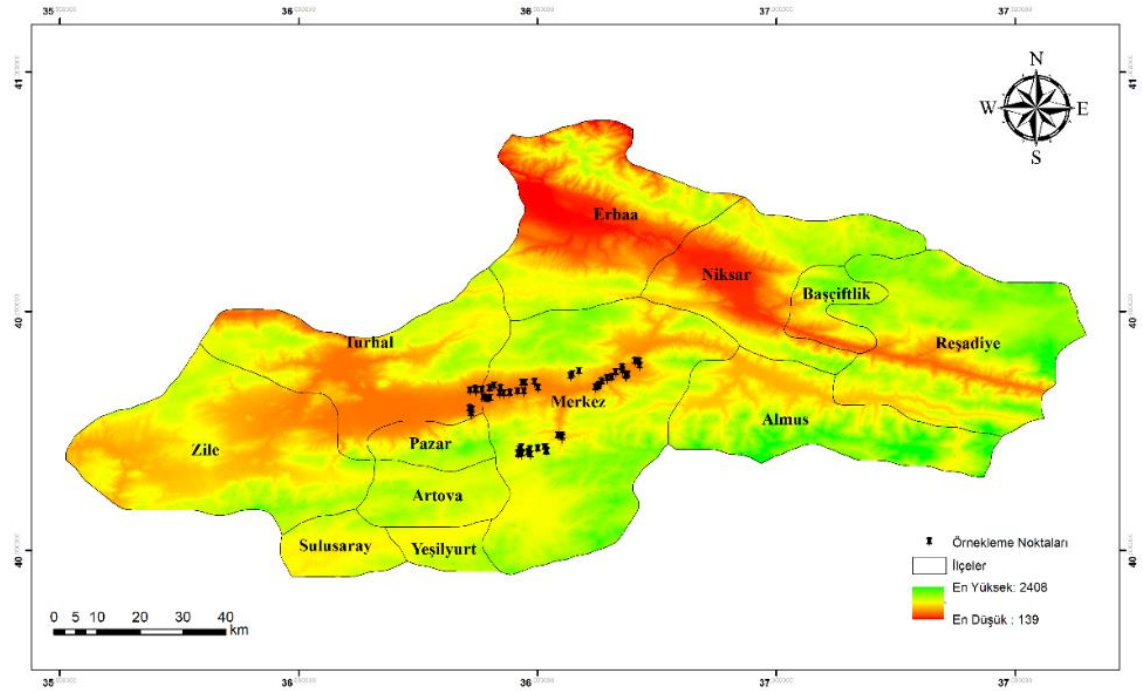
Çalışmada kullanılan laboratuvar kültürü EPN türleri, Prof. Dr. Selçuk Hazır (Aydın Adnan Menderses Üniversitesi, Aydın) (AAMU)'den temin edilmiş ve laboratuvarımızda kültüre alınarak bakım ve kitle üretimi yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi çalışmaları

Toprak örnekleme

Tokat ilinin belirlenen köy ve beldelerindeki yonca ekili alanlardan EPN elde etmek amacıyla 2016 yılının Haziran-Ekim ayları arasında toprak örnekleme yapılmıştır (Çizelge 3.1.) (Şekil 3.1.). Toprak örnekleme yonca alanlarının büyüklüğüne bağlı olarak alanı en iyi temsil edecek şekilde yapılmasına dikkat edilmiştir. Alanın büyüklüğüne göre 5-10 metre mesafe olacak şekilde 10-15 örnek alınmıştır. Örnekler üstteki tabaka hafif temizlendikten sonra 5-30 cm derinlikten alınmıştır. Belirlenen alanlardan alınan toprak örnekleri karıştırılarak 1kg olacak şekilde polietilen torbalar içerisine konulmuştur. Torbalar, toprak ıssısı, GPS koordinatları, bölgenin adı, alanın genişliği, alım tarihi yazılarak etiketlenmiş ve buz kutularına yerleştirilerek laboratuvara getirilmiştir (Bulun, 2011). Örnekleme yapılacak alanlar belirlenirken aralarında belirli bir mesafe bulunmasına ve Tokat ili çalışma bölgesini temsil edecek dağılımda olmasına dikkat edilmiştir (Sevim, 2010).



Şekil 3.1. Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla örnekleme yapılan alanlar

Çizelge 3.1. Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla yapılan çalışma kapsamına giren alanlara ait bilgiler (koordinatlar ve rakım)

Örnekleme yapılan yer	Kuzey	Doğu	Rakım (m)
Ulaş	40 ° 19 ' 37 "	36 ° 26 ' 31 "	566
Ulaş	40 ° 19 ' 37 "	36 ° 25 ' 16 "	560
Ulaş	40 ° 19 ' 33 "	36 ° 25 ' 45 "	570
Güryıldız	40 ° 20 ' 07 "	36 ° 22 ' 11 "	575
Güryıldız	40 ° 19 ' 57 "	36 ° 22 ' 16 "	545
Güryıldız	40 ° 19 ' 56 "	36 ° 21 ' 31 "	567
Güryıldız	40 ° 20 ' 03 "	36 ° 23 ' 02 "	561
Emirseyyit	40 ° 20 ' 13 "	36 ° 23 ' 59 "	554
Emirseyyit	40 ° 20 ' 13 "	36 ° 25 ' 20 "	560
Emirseyyit	40 ° 20 ' 32 "	36 ° 24 ' 32 "	551
Söngüt	40 ° 18 ' 58 "	36 ° 24 ' 02 "	550
Söngüt	40 ° 18 ' 53 "	36 ° 23 ' 39 "	554
Söngüt	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587
Taşlıçiftlik	40 ° 19 ' 48 "	36 ° 27 ' 29 "	572
Taşlıçiftlik	40 ° 19 ' 49 "	36 ° 28 ' 18 "	592
Taşlıçiftlik	40 ° 20 ' 15 "	36 ° 30 ' 03 "	576
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 30 "	36 ° 21 ' 46 "	580
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 03 "	36 ° 21 ' 41 "	616
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 15 "	36 ° 21 ' 36 "	590
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 41 "	36 ° 21 ' 31 "	559
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 38 "	36 ° 21 ' 28 "	564
Uğrak	40 ° 12 ' 32 "	36 ° 29 ' 01 "	1119
Uğrak	40 ° 11 ' 52 "	36 ° 29 ' 07 "	1163
Uğrak	40 ° 12 ' 11 "	36 ° 28 ' 48 "	1135
Uğrak	40 ° 11 ' 58 "	36 ° 28 ' 03 "	1100
Tahtoba	40 ° 11 ' 55 "	36 ° 27 ' 36 "	1113
Tahtoba	40 ° 12 ' 06 "	36 ° 27 ' 37 "	1112
Tahtoba	40 ° 12 ' 29 "	36 ° 27 ' 45 "	1112
Tahtoba	40 ° 12 ' 48 "	36 ° 27 ' 56 "	1096
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 48 "	36 ° 30 ' 54 "	1054
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 49 "	36 ° 31 ' 01 "	1029
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 24 "	36 ° 31 ' 08 "	1101
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 16 "	36 ° 31 ' 06 "	1098
Dayılıhacı	40 ° 12 ' 39 "	36 ° 30 ' 02 "	1131
Çördük	40 ° 14 ' 01 "	36 ° 33 ' 06 "	821
Çördük	40 ° 14 ' 16 "	36 ° 33 ' 03 "	808
Çördük	40 ° 14 ' 18 "	36 ° 32 ' 35 "	844
Kızılköy	40 ° 22 ' 50 "	36 ° 40 ' 37 "	642
Kızılköy	40 ° 22 ' 14 "	36 ° 39 ' 50 "	624
Kızılköy	40 ° 22 ' 29 "	36 ° 40 ' 42 "	621
Bakışlı	40 ° 20 ' 36 "	36 ° 37 ' 43 "	607
Bakışlı	40 ° 20 ' 26 "	36 ° 37 ' 38 "	638
Bakışlı	40 ° 20 ' 20 "	36 ° 37 ' 17 "	625
Ballidere	40 ° 21 ' 03 "	36 ° 38 ' 04 "	612
Ballidere	40 ° 21 ' 35 "	36 ° 39 ' 18 "	615
Ballidere	40 ° 21 ' 28 "	36 ° 38 ' 46 "	598
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 38 "	36 ° 42 ' 15 "	634
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 35 "	36 ° 42 ' 45 "	649
Çöreğibüyük	40 ° 23 ' 02 "	36 ° 42 ' 48 "	642
Gaziosmanpaşa	40 ° 21 ' 43 "	36 ° 41 ' 11 "	648
Gaziosmanpaşa	40 ° 21 ' 56 "	36 ° 41 ' 18 "	632

Çizelge 3.1. (Devamı) Tokat ilinde EPN'lerin tespiti amacıyla yapılan çalışma kapsamına giren alanlara ait bilgiler (koordinatlar ve rakım)

Gaziosmanpaşa	40 ° 21 '54 "	36 ° 41 '03 "	651
Günevi	40 ° 21 '58 "	36 ° 34 '22 "	861
Günevi	40 ° 22 '21 "	36 ° 35 '12 "	911
Günevi	40 ° 21 '42 "	36 ° 34 '09 "	840
Akyamaç	40 ° 20 '58 "	36 ° 29 '38 "	591
Akyamaç	40 ° 20 '54 "	36 ° 28 '24 "	581
Akyamaç	40 ° 20 '52 "	36 ° 28 '06 "	587

3.2.2. Teşhis çalışmaları

Elde edilen nematod kültürlerinin (olası EPN'lere ait kültürlerin) tür teşhisi moleküler yöntemler kullanılarak Prof. Dr. Selçuk HAZIR ve Öğr. Gör. Harun ÇİMEN (AAMU) tarafından yapılmıştır.

EPN'ların moleküler yöntemle teşhis çalışmaları

Nükleik asit amplifikasyonu için DNA, enfektif larva dönemine ait nematodlardan DNA izolasyon kiti (Thermo Scientific) ile kullanıcı talimatları izlenerek elde edilmiştir. Elde edilen DNA örnekleri PCR (Polymerase Chain Reaction) işlemi yapılana kadar -20°C'de muhafaza edilmişlerdir.

Elde edilen nematod izolatlarının teşhisinde, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan ve rDNA gen bölgesinin bir kısmı olan ITS (internal transcribed spacer) gen bölgesi tercih edilmiştir.

İzole edilen DNA örneklerine aşağıda belirtilen basamakları içeren PCR yöntemi uygulanmıştır.

1. DNA örneklerinin konsantrasyonları, spektrofotometrik ölçümlerle PCR işlemine uygun hale getirilmiştir (20 µl'lik hacimde 100ng /µl konsantrasyonda).

2. Her bir örnek için 0.2 ml'lik özel PCR tüpleri kullanılmıştır.

3. PCR yapılacak DNA örneği için 0.2 ml'lik boş eppendorf tüpüne;

37,3 µl steril dH₂O

5 µl 10X buffer

4 µl MgCl₂

1 µl dNTP

0,2 µl Primer- 18S: 5-TTGATTACGTCCCTGCCCTTT-3 (forward)

0,2 µl Primer- 28S: 5-TTTCACCTCGCCGTTACTAAGG-3 (reverse) (Vrain, ve ark., 1992)

4. PCR için gerekli bileşenlerin eklendiği bu tüplerin her birine elde edilen DNA örneklerinden 2 µl ilave edilmiştir.

5. Hazırlanan tüpler thermal cyclers (Biorad) cihazına yerleştirilerek ITS bölgesine özgü kullanılan primerlere uygun bir PCR döngüsüne tabi tutulmuşlardır. Bu PCR döngüsü; denatürasyon için 94°C'de 7 dk, 35 döngü olmak üzere 94°C'de 1 dk, 50°C'de 1 dk ve 72°C'de 1 dk, amplifikasyon sonrası uzama için 72°C'de 7 dk olmak üzere hazırlanmıştır (Nguyen, 2007).

6. PCR reaksiyonu sonucunda elde edilen amplifikasyon ürünleri, %1'lik agaroz jel elektroforezine tabi tutularak incelenmiştir.

Agaroz jel düzeneğinin hazırlanması: %1'lik Agaroz jel hazırlamak için;

0.50 gr Agaroz (Amresco)

50 ml 1X TAE (40 mM Tris-acetate with 1 mM EDTA, pH 8.0) kullanılmıştır.

Agaroz 1X TAE içerisinde eritilip soğutulduktan sonra kalıba aktarılarak 20 dk donması beklenmiştir. Bu süre zarfında PCR ürünleri buz içerisinde bekletilmiştir. Hazırlanan jel içerisinde 1X TAE bulunan elektroforez tankına yerleştirilmiştir.

Jel, örnekleri yüklemek için hazır hale geldiğinde;

1 µl tracking dye (mavi renkli yükleme boyası)

2 µl RedSafe (Intron Biotechnology)

3 µl PCR ürünü

bu örneklerin yanı sıra bir de DNA ladder hazırlanmıştır. Bunun için;

1 µl tracking dye

2 µl RedSafe

3 µl DNA ladder (farklı uzunluktaki DNA fragmanlarından oluşan kullanıma hazır referanslar) ilave edilmiştir. Örnekler ve DNA ladder pipet ile karıştırılarak jele yüklenmiş ve elektroforez tankının kapağı kapatılarak 80 volta 30 dk çalıştırılmıştır. Daha sonra jel UV görüntüleme sistemine yerleştirilerek görüntülenmiştir.

Elde edilen PCR ürünleri, sekans analizine gönderilmeden önce DNA pürifikasyon kiti (Macherey-Nagel) kullanılarak temizlenmiş ve sekans analizi için Medsantek firmasına gönderilmiştir.

Sekans sonuçları Bioedit (Hall, 1999) ve MEGA 6.0 (Tamura ve ark., 2013) yazılımları kullanılarak düzeltilmiştir ve sonuçlar National Center for Biotechnology Information (NCBI)'in gen bankasına girilerek analiz edilmiştir.

Elde edilen EPN'lerin moleküler olarak tanımlanması Prof.Dr. Selçuk HAZIR (AAMU, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Aydın) tarafından yapılmıştır. Survey çalışmaları sonucunda yonca arazilerinden alınan 58 toprak örneğinden 2 EPN cinsine (*Steinernema* ve *Heterorhabditis*) ait 3 tür (*Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*) toplamda 10 izolat elde edilmiştir. Yapılan moleküler değerlendirmeler sonucunda bulunan EPN'ler Çizelge 3.2.'da verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tokat ili yonca ekiliş alanlarından elde edilen EPN'ler

Toprak örneği alınan köy	Kuzey	Doğu	Rakım (m)	İzolat İsimleri
Ulaş	40 ° 19 ' 33 "	36 ° 25 ' 45 "	570	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Ulaş
Büyükbağlar	40 ° 17 ' 03 "	36 ° 21 ' 41 "	616	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Bağlar
Bakışlı	40 ° 20 ' 36 "	36 ° 37 ' 43 "	607	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Bakışlı05
Bakışlı	40 ° 20 ' 20 "	36 ° 37 ' 17 "	625	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Bakışlı60
Akyamaç	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Yamaç
Söngüt	40 ° 20 ' 52 "	36 ° 28 ' 06 "	587	<i>H. bacteriophora</i> Tokat-Songut
Ballıdere	40 ° 21 ' 03 "	36 ° 38 ' 04 "	612	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Ballı
Emirsehit	40 ° 20 ' 32 "	36 ° 24 ' 32 "	551	<i>S. feltiae</i> Tokat-Emir
Çördük	40 ° 14 ' 01 "	36 ° 33 ' 06 "	821	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Corduk61
Çördük	40 ° 14 ' 16 "	36 ° 33 ' 03 "	808	<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Corduk02

3.2.3. Laboratuvar çalışmaları

Galleria mellonella (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) kültürünün üretimi

Galleria mellonella (Lepidoptera: Pyralidae) tuzak böcek olarak kullanılan en yaygın organizmadır (Bedding ve Akhurst, 1975). *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae)'nın son dönem larvaları topraktan entomopatojen nematod izole edilmesinde ve laboratuvarında entomopatojen nematod kültürü yapmak için kullanılmıştır. Entomopatojen nematodların kitlesel üretiminde ve topraktan EPN izolesi için kullanılan *G. mellonella*'nın üretimi 25±2°C sıcaklık ve %65±5 nispi nem koşullarında bulunan karanlık bir iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2.). Hazırlanan *G. mellonella* besini 1 lt. kapasiteli cam kavanozların üçte birini dolduracak şekilde kavanozların içine konulmuştur. Kavanozların üst kısmına erginlerin yumurta bırakması için kurutma kağıdı parçası yerleştirilmiş (Er, 2013) ve kavanozların üzerlerine tarih atılmıştır.

Galleria mellonella'nın in vitro üretimi için besin içeriği Çizelge 3.3.'de verilmiştir. *G. mellonella* kültürlerinde yumurta açılımlarından sonra larvalar seçilebilir hale geldikten itibaren ortalama olarak 5 günde bir kültür çalışmaları sürdürülmüştür. Yeni oluşan bireyler boyutlarına göre ayrılarak ayrı kavanozlara alınmış ve gelişimleri sağlanmıştır. Gelişimlerinin son evresine gelen larvalar ayrı kaplara alınarak pupa olmaları sağlanmış ve kültür ergin, pupa, larva evreleri, yumurta olmak üzere ayrı kültürlerde saklanmıştır. Pupa dönemini tamamlayan *G. mellonella* kültürlerinden yeniden ergin çıkışları tespit edilmiş ve üzerlerine tarih atılmıştır. Bu şekilde yeni çıkan erginlerden de yumurtalar alınarak kültürün sağlıklı ve devamlı olması sağlanmaktadır.

Çizelge 3.3. *Galleria mellonella* üretimi için besinin içeriği

Malzemeler	Miktarları
Buğday kepeği	200 g
Soya unu	200 g
Süt tozu	100 g
Mısır unu	150 g
Gliserol	200 g
Maya	50 g
Süzme bal	60 g



Şekil 3.2. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi

Tenebrio molitor (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) kültürünün üretimi

Çalışmalarda, EPN'lerin elde edilmesinde tuzak böcek olarak ve EPN kültürlerinin oluşturulmasında son yıllarda kullanılmaya başlanan *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae) larvalarına da yer verilmiştir.

Bu amaçla *T. molitor*, laboratuvar ortamında ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve %60-70 nisbi nem), $25\times 16\times 11\text{cm}$ boyutlarındaki saklama kaplarında üretilerek kültür oluşturulmuştur (Şekil 3.3.). $\frac{1}{2}$ oranında un ve buğday kepeği karışımı ile hazırlanan yem üretim kabının üçte

ikisini dolduracak şekilde yerleştirilerek kabın üst kısmı havalandırma için tül ile kapatılmıştır. Kabın birkaç noktasına erginlerin yumurta bırakması için yumurta kartonları bırakılmış, su ihtiyaçlarının karşılanması için su emdirilmiş pamuk ortamda sürekli bulundurulmuştur.



Şekil 3.3. *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) larvalarının üretimi

Topraktan tuzak böcek yöntemiyle entomopatojen nematod elde edilmesi

Çalışma kapsamına giren Tokat ili yonca ekili alanlardan 2016 yılı Haziran-Temmuz döneminde alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilmiştir. Toprak örnekleri içerisindeki taş, büyük parçalar ve yabancı maddeler temizlendikten sonra karıştırılarak 500 ml hacimli plastik kaplar içerisine konulmuştur. Her toprak örneği aynı işleme tabi tutulurken eldivenler değiştirilmiş ve kaplar, kullanılan alet, ekipmanlar bulaşıklık riskine karşı dezenfekte edilmiştir. Son dönem *G. mellonella* larvalarından 10 adet 10 cm çaplı plastik tel kafeslere konularak toprak örnekleri içerisine yerleştirilmiştir (Bedding ve Akhurst, 1975; Griffin ve ark., 2000). Tel kafeslerin dış kısımlarına ve toprak içerisine gelecek şekilde 10 adet *T. molitor* larvası konulmuş ve plastik kapların ağzı kapatılarak larvaların toprağın alt kısmında kalmalarını sağlamak için ters çevrilmişlerdir. Plastik kapların üzerine etiket yapıştırılarak toprak örneğinin alındığı yer, örnek sayısı ve tarih yazılmış ve bu sayede örneklerin karıştırılması engellenmiştir

(Şekil 3.4.). Ters çevrilen plastik kaplar EPNlerin ışıktan etkilenmemeleri ve nemli kalabilmeleri için plastik siyah polietilen torbalara sarılmıştır. EPN'lerin böcekleri enfekte etme sıcaklığı genellikle 22-25°C'dir (Stock ve ark., 1999). Bu nedenle hazırlanan toprak örneklerinin sıcaklıkları sabit kalabilmesi için inkübatöre yerleştirilmiştir. İnkübatörde bulunan topraklar her üç günde bir kontrol edilmiş, toprak içerisinde ölü bulunan, tuzak böcekler *G. mellonella* ve *T. molitor* larvaları çıkartılmıştır. Bu işlem dokuz gün boyunca tekrarlanmış ve örnekler içerisindeki ölü böcek larvaları içerisinde olası EPN'lere ait enfektif larvalar (IJ) (EL)'in elde edilmesi amacıyla "White tuzak" yöntemi (White, 1927) kullanılmıştır (Koppenhöfer, 2000).



Şekil 3.4. Survey çalışmaları kapsamında alınan toprak örneklerinden EPN'lerin elde edilmesi

Örneklerden elde edilen olası EPN'ler yüzey sterilizasyonu ve ölü nematodların ayrılması için bir beher içerisine alınmış ve üzerlerine steril distile su eklenmiştir. Beherlerde bir süre bekletilen nematodların beher dibine çökmesi sağlanmıştır. Üstte bulunan su uzaklaştırılarak aynı behere yeniden steril distile su ilave edilmiş ve aynı uygulama 3 kez tekrarlanmıştır. Beherin dibinde kalan nematodlar tetrapak kaplar içerisine alınarak 3 farklı sıcaklıkta; 10-15°C'deki inkübatörlerde ve +4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Kaya ve Stock, 1997; Koppenhöfer ve Kaya, 1999). Elde edilen nematodların EPN olup olmadıklarını teyit etmek için sağlıklı *G. mellonella* larvaları üzerinde tekrar enfektivite testi (Koch's postulation) uygulanmıştır (Kaya ve Stock, 1997). Böylece toprakta bulunan entomopatojen olmayan Rhabditid nematodlar (saprofitik nematodlar) ile karışmalarının önlenmesi sağlanmıştır.

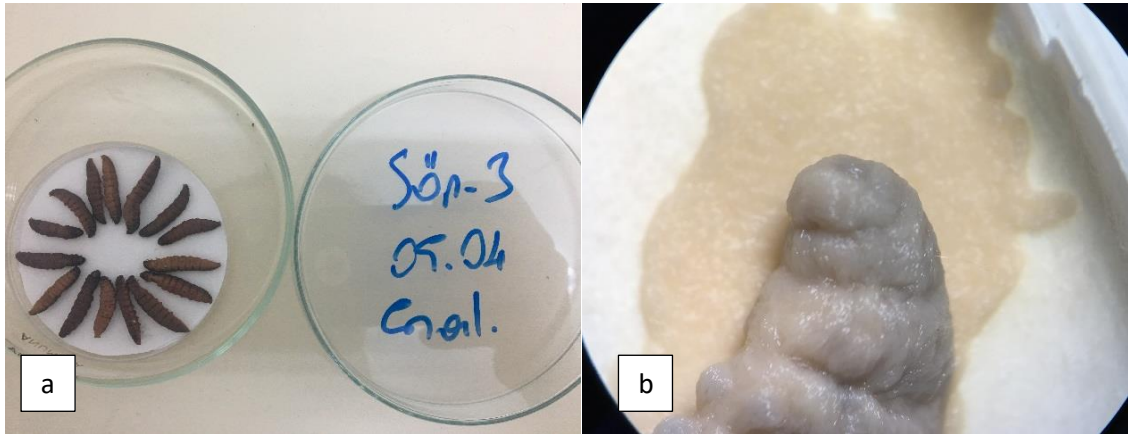
Çalışmalar sonucunda yonca ekiliş alanlarından alınan 58 adet toprak örneğinden EPN olma ihtimali yüksek olan 10 adet nematod kültürü elde edilmiştir.

EPN'lerin bakımı ve sürekli üretilmesi

EPN'lerin üretim ve bakım çalışmaları Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Entomoloji Laboratuvarları'nda yürütülmüştür. Bu amaçla *G. mellonella*'nın son dönem larvaları kullanılmıştır. Üretim için kullanılacak larvaların kokon örmelerini engellemek amacıyla, larvalar 55°C'deki suya atılıp 15-20sn. bekletilmiş sonrasında 30sn. çeşme suyu altında yıkanarak hareketsiz duruma gelmeleri sağlanmıştır (Woodring ve Kaya, 1988). Herhangi bir bulaşıklığın oluşmaması için otoklavda steril edilmiş olan 10cm çapındaki cam petripler içerisine steril edilmiş kurutma kağıtları yerleştirilmiştir. 2. ve 3. dönem enfektif larvalar (EL) bulunan her bir EPN konsantrasyonundan damlalık yardımıyla nematodlar çekilmiştir ve kurutma kağıtlarını nemlendirecek şekilde petriplerin içerisine bırakılmıştır. Bu işlem özellikle EPN'lerin canlı, hareketli ve virülans bireylerinin konukçuya girmeleri için yapılır. EPN enfektif larvaları bulunan petri içerisine *G. mellonella* larvaları bırakılmış ve petriplerin ağzı kapatılarak üzerlerine nematodun türü ve tarih atılarak etiketlenmiştir. Etiketlenmiş olan petripler 20-25°C'deki inkübatör içerisine konulmuştur. İnkübatör içerisinded bulunan larvaların ölümleri 2. günden itibaren kontrol edilmiş ve 10 gün boyunca kontroller devam ettirilmiştir.

Enfekte edilmiş olan *G. mellonella* larvaları (kadavralar)'ndan EPN'lere ait enfektif larvaları elde etmek için "White tuzak" metodu (White, 1927) kullanılmıştır. Bu metod için otoklavda steril edilmiş 10cm çaplı büyük petrilerin içerisine 6cm çaplı küçük petri yerleştirilmiş ve küçük petrilerin üzerlerinde otoklavda steril edilmiş kurutma kağıdı konulmuştur. Kurutma kağıtlarının üzerine enfekteli *G. mellonella* larvaları yıldız şeklinde (arka kısımları petri kenarına, baş kısımları petri ortasına gelecek şekilde) yerleştirilmiş ve kurutma kağıtları üzerleri 1-2 damla saf su ile ıslatılmıştır (Şekil 3.5.).

Kadavralardan yeni nesil EPN çıkışları meydana gelmeye başladığında toplanan EPN'ler beherlere alınmış ve ölümlerin ayrılması, yüzey sterilizasyonu için steril distile suyla yıkama işlemi yapılmıştır. Sonrasında beher dibinde kalan EPN'ler tetrapak kutular içerisine alınarak 10-15°C'deki inkübatöre yan yerleştirilerek muhafaza edilmiştir. Nematodların bulunduğu tetrapak kutuların kapakları belirli periyotlarda açılarak kutu hafif karıştırılmış ve böylelikle EPN'lerin havasızlıktan ölmelerini engellenmiştir. Aktivitelerinin kaybolmasının engellenmesi için söz konusu EPN'ler 1-2 ayda bir yeni *G. mellonella* larvalarına verilmiş ve kültürler yenilenmiştir. Bu sayede patojenisitelerinin düşmemesi sağlanmış ve kültürler yenilenmiştir.



Şekil 3.5. Entomopatojen nematodların sürekli üretilmesi ve bakımı. a-“White tuzak” metodu, b- *Galleria mellonella* larvalarında EPN üretimi

Entomopatojen nematodların kitle üretiminin yapılması

Laboratuvar çalışmaları (*in vitro*) ve sera-saksı uygulamaları (*in vivo*)'nda kullanılmak için EPN'lerin yoğun popülasyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle EPN'ler

laboratuvarında kitle üretimine alınmıştır. *In vivo* yöntemi kullanılarak EPN'lerin enfektif larvaları kullanılarak yoğun popülasyonlar elde edilmiştir. Bu işlem için normalde kullanılan *G. mellonella*'nın son dönem larvalarının adeti 30'a çıkarılmış ve daha büyük çaplı petriler (15cm) kullanılmıştır. EPN'ler tarafından enfekte edilmiş olan *G. mellonella* larvalarından White tuzak yöntemiyle daha yüksek düzeyde EPN'lere ait enfektif larvalar elde edilmiştir. Bu amaçla, 15cm çaplı petrilerin içerisine 10cm çaplı petriler konularak üzerlerine steril kurutma kağıtları yerleştirilmiş ve en üstede EPN'ler tarafından enfekte edilmiş 30 adet *G. mellonella* larvası dizilmiştir. Üzerine tarih ve nematod kodu yazıldıktan sonra laboratuvar ortamına (23-24°C) bırakılan petrilerden EPN çıkışları takip edilmiştir. Çıkışların başlamasıyla toplanan yeni nesil nematodlar denemelerde kullanılmak üzere (7-15 gün) uygun sıcaklıklarda (10-15°C'deki inkübatörlerde) depolanmıştır.

Tokat iline ait EPN'lerin *Galleria mellonella* ve *Tenebrio molitor* larvalarına karşı virülanslık çalışmaları

Çalışma kapsamında yonca arazilerinden elde edilen EPN'ler arasından denemelerde kullanılmak üzere en etkili izolatu tespit etmek amacıyla virülanslık çalışmaları yapılmıştır.

Virülanslık çalışmaları moleküler olarak EPN olduğu saptanan 10 izolat, laboratuvar koşullarında 10 adet *G. mellonella* ve *T. molitor* larvalarına tek doz (100 IJs böcek⁻¹) olacak şekilde denenmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak ve iki farklı böcek larvası olacak şekilde kurulmuştur.

Çalışmalar sonucunda denemelerde kullanılmak üzere en etkili iki izolat Tokat-Ulas (*S. carpocapsae*) ve Tokat-Songut (*H. bacteriophora*) olduğuna karar verilmiştir.

Gonioctena fornicata ve *Hypera postica* popülasyonlarının elde edilmesi

Çalışmada kullanılan *Hypera postica*'nın teşhisi Prof. Dr. Levent GÜLTEKİN (Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) tarafından ve *Gonioctena fornicata*'nın teşhisi birinci danışman tarafından yapılmıştır. Denemelerde kullanılacak olan böceklere ait popülasyonlar doğadan toplanmıştır. Bu amaçla 2017

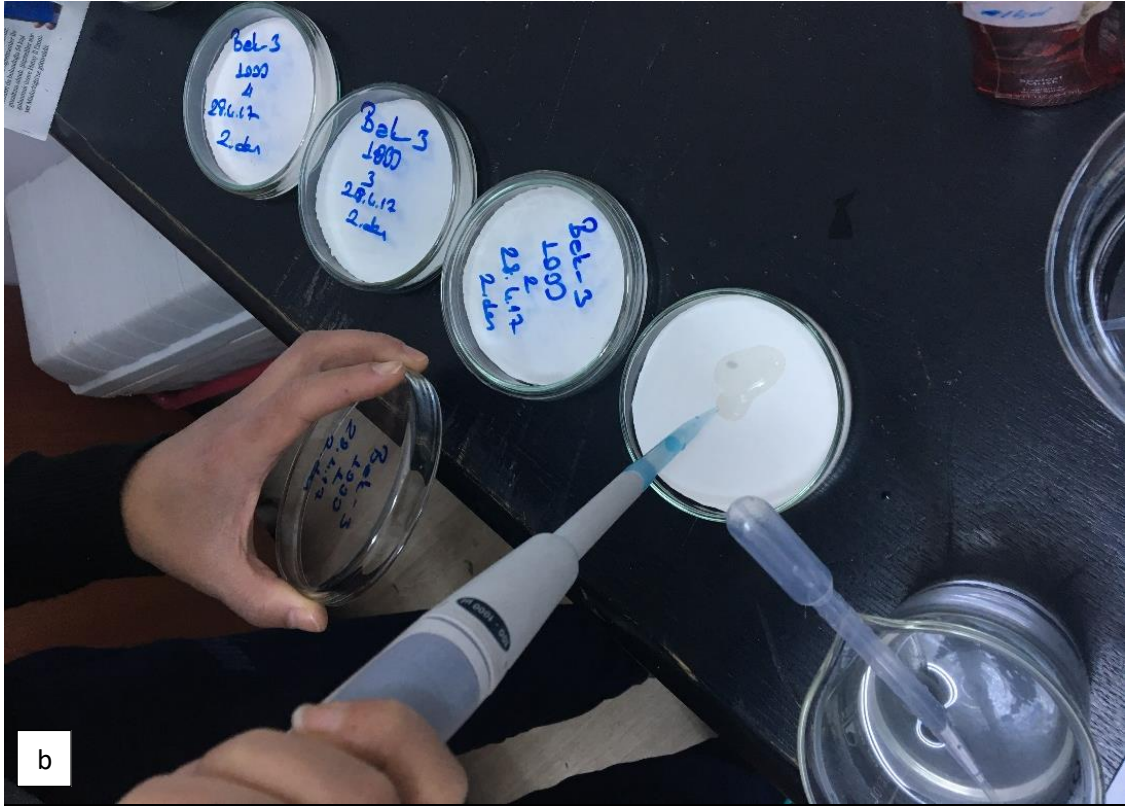
yılı Nisan ve Haziran aylarında araziye çıkılarak yonca tarımının yoğun yapıldığı alanlardan elde edilmiştir.

Gonioctena fornicata ve *Hypera postica* erginlerine EPN'lerin etkinlik denemeleri

Ülkemizde daha önceki çalışmalarda tespit edilmiş 3 EPN türü/izolatı [*H. bacteriophora* (izolat 09-43), *S. feltiae* (izolat 09-31) ve *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)] ile bu çalışmada elde edilen Tokat iline ait EPN'lerden etkinlik çalışmalarında yüksek etkiye sahip olan 2 EPN türü/izolatı, *S. carpocapsae* (Tokat-Ulas) ve *H. bacteriophora* (Tokat-Songut) çalışmalarda kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan EPN türlerini çoğaltmak için White tuzak yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen nematodlar bir beher içine alınarak solusyondaki ortalama nematod sayıları hesaplanmıştır. Hesaplama işlemi yapılırken nematod sayım kabı kullanılmıştır. Beher içerisinde bulunan EPN kültürü hafifçe karıştırılarak nematodların su içerisinde eşit olarak dağılması sağlanmıştır. Daha sonra nematodlu süspansiyondan mikropipet yardımıyla 100µl çekilerek sayım kabı içinde nematodlar sayılmıştır. Bu işlem üç kez tekrarlanarak söz konusu süspansiyon içerisinde bulunan ortalama nematod sayısı hesaplanmıştır. Bu amaçla yoğun nematod sayısına sahip süspansiyonlara steril su ilave ederek; düşük yoğunluktaki süspansiyonları beher içinde bekletip nematodların dibe çökmesi ve yüzeydeki nematodsuz suyun çekilmesiyle istenilen yoğunluklar elde edilmiştir. Her bir izolat için 500, 1000 ve 2000 enfektif [100, 200, 400 IJs (enfektif larva, EL) böcek⁻¹] larva yoğunluktaki süspansiyonlar hazırlanmıştır.

Denemelerde 10 cm (78.5 cm²) çaplı steril petripler kullanılmıştır. Her petri kabının tabanına steril kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve hazırlanmış olan 500 (6.36 IJs cm⁻²), 1000 (12.73 IJs cm⁻²), 2000 (27.47 IJs cm⁻²) enfektif larvalı konsantrasyonlarından 1ml çekilerek kurutma kağıdı üzerine verilmiştir. Kontrol uygulamalarında EPN süspansiyonu yerine 1ml distile su verilmiştir. Petri kapları içerisine böceklerin beslenebilmesi için ortalama 5cm uzunluğunda yonca yaprakları besin olarak konulmuştur. Her bir böceğe karşı (yonca yaprak böceği veya yonca hortumlu böceği) yapılan uygulamalar için 5'er adet ergin kullanılmıştır. Denemeler laboratuvar ortamında (23-24°C), 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. a- Denemenin genel görünümü b- Laboratuvar EPN uygulaması

Laboratuvar koşullarında EPN uygulaması yapılmış olan denemelerin sayımları her 8 saatte bir yapılmış ve ölü böcekler hazırlanan "White tuzak" içerisine yerleştirilmiştir. Sayımı yapılan her bir deneme petrisi ve kontroldeki ölü, canlı birey sayıları kaydedilmiştir. Denemeler süresince nematodların ihtiyacı olan nem kontrolü yapılmış, böceklerin ihtiyacı olan günlük bakım işlemleri devam ettirilmiştir. Denemelerde ölü/canlı böcek sayımları 8 saatte bir yapılmıştır. Ölüm oranları ilk böcek ölümünün

olduğu saat itibariyle hesaplanmaya başlanmış 120. saatte sonlandırılmıştır. Ancak bazı uygulamalarda 120. saatten önce tüm böcekler öldüğünden sayımlar daha erken sonlandırılmıştır.

Denemelerin sonunda "White tuzak" yöntemi kullanılarak ölü böceklerden EPN çıkışları gözlemlenmiştir.

3.2.4. Sera-saksı etkinlik çalışmaları

Gonioctena fornicata ve *Hypera postica*'ya karşı laboratuvar şartlarında en etkili bulunan EPN izolatu (S. carpocapsae Tokat-Ulas) ile sera-saksı çalışması yürütülmüştür. Çalışmalarda *G. fornicata*'nın son dönem larvaları kullanılmıştır. Çalışmalar kontrollü koşullardaki TOGÜ'ye ait araştırma serasında yapılmış ve denemeler boyunca sera içi sıcaklık ve nem değerleri HOBO (sıcaklık ve nem kaydedici) kullanılarak kaydedilmiştir. Sıcaklık $23.0^{\circ}\text{C}\pm 2.312$ ($19.15-27.14^{\circ}\text{C}$); nem 57.144 ± 6.33 (%34.32-69.64) olarak hesaplanmıştır.

Toprak uygulamaları

Denemede kullanılacak olan toprak karışımının sterilizasyon işlemi denemenin sağlıklı kurulup, yürütülebilmesi için 120°C 'de 1 gün bekletilerek yapılmıştır. Çalışmada kullanılan toprak karışımı 2 ölçü toprak, 1 ölçü kum ve organik maddeden oluşmaktadır. Söz konusu olan toprak karışımı saksıların ($11.75\times 10.50\times 8.5$) 10cm'ine gelecek şekilde doldurulmuştur ($620-634\pm 5.06\text{g}$ toprak). Denemelerde *G. fornicata* larvaları kullanılmıştır.

Araziden toplanan *G. fornicata* larvalarının sera koşullarına uyum sağlayabilmeleri ve beslenmeleri amacıyla saksılarda yonca bitkileri yetiştirilmiştir. Şaşırtma işlemi yapılan yonca bitkileri TOGÜ uygulama arazisinde bulunan yonca arazilerinden alınmış ve kök kısımları yıkanarak arazi toprağından arındırılmıştır. Saksılara şaşırtılan yonca bitkilerinin ortama uyum sağlamaları beklenmiş ve yeni sürgünler vermeye başladıktan sonra, bitkiler üzerine 5'er adet olacak şekilde *G. fornicata* larvaları suni olarak bulaştırılmıştır. Deneme sürecinde doğal düşman vb. girişini ve *G. fornicata* larvalarının

ortamdan uzaklaşmasını engellemek amacıyla bitkiler tül kafeslere konulmuştur (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Sera-saksı denemeleri

Toprak yüzeyine EPN uygulaması 25 IJs cm^{-2} olacak şekilde yapılmıştır. Uygulanacak EPN sayısı toprak yüzeyi hesaplanarak bulunmuş ve $1963 \text{ IJs saksı}^{-1}$ şeklinde uygulanmıştır. Toprakların nem oranı %10 olacak şekilde distile su ilave edilerek ayarlanmıştır. Uygulamalardan sonra yonca yaprağı üzerinde bulunan *G. fornicata* son dönem larvalarının toprağa inmeleri beklenmiştir. Denemeler 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. Kontrol grubu saksılara sadece EPN içermeyen steril distile su verilmiştir (Kepenekci ve ark., 2018b).

Son dönem larvaların toprağa pupa olmak için geçmesinden itibaren 7 gün beklenmiştir. 7. gün sonunda saksılarda bulunan topraklar boşaltılmış ve uygun sıklığa sahip eleklerle elenerek (böceklerin geçemeyeceği) ölü ve canlı larva sayıları kaydedilmiştir. Ölü larvalar gerektiğinde EPN çıkışı gözlemlenebilmesi için "White tuzak" sistemine

alınmış, olası EPN çıkışları takip edilmiştir. Ölü larvalardan EPN çıkmaması halinde kadvralar parçalanmış ve ölüm nedenlerinin EPN'den kaynaklı olup olmadığı tespit edilerek karar verilmiştir (Kepenekci ve ark., 2018b).

3.2.5. İstatiksel analiz

Tek-doz ve doz ölüm testlerinde alınan sonuçlar % ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ile varyans analizi yapılmış ve buna ek olarak muameleler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 16 paket programı yardımıyla yürütülmüştür. Doz-ölüm deneme sonuçları Polo-PC probit paket programı yardımıyla analiz edilerek, LT_{30} , LT_{50} ve LT_{90} değerleri ile güven aralıkları belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmanın sonucunda, 58 örnekten 10 örnek pozitif (EPN ile bulaşık) olarak bulunmuştur (%17.24). *Heterorhabditis bacteriophora* (Tokat-Songut)'ya ait bir izolat, *Steinernema feltiae* (Tokat-Emir)'ya ait bir izolat ve *Steinernema caprocapsae* (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakıslı05, Tokat-Bakıslı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02)'ya ait 8 izolat olmak üzere EPN türleri moleküler verilere göre tanımlanmış ve sekans analizleri yapılmıştır (Şekil 4.1. ve Çizelge 4.1.,4.2. ve 4.3.). Çalışma sonucu saptanan türlerin sistematikteki yerleri ve sinonimleri Gaugler ve Kaya (1990)'ya göre verilmiştir. Tespit edilen EPN türlerine ait bu izolatlar çalışma kapsamına giren Tokat ili yonca yetiştirilen alanlarda tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. *Heterorhabditis bacteriophora* (Tokat-Songut)'ya ait bir izolat, ve *Steinernema feltiae* (Tokat-Emir)'ya ait bir izolat ve *S. caprocapsae* (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakıslı05, Tokat-Bakıslı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02)'ya ait 8 olmak üzere toplam 10 izolatın ITS gen bölgelerine ait PCR ürünlerinin jel elektroforez görüntüsü

Tespit edilen 2 tür *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* yine Tokat ilinde yürütülen EPN'lerin tespitine dönük paralel çalışmalarda da bulunmuştur (Kepenekci ve ark., 2018a). Bu tez çalışmasında ortaya konan *S feltiae* Tokat ili EPN faunası açısından yeni kayıt niteliğindedir.

4.1. EPN'lerin Moleküler Yöntemle Teşhis Çalışmaları

4.1.1. Çalışmada tespit edilen EPN'lerin sekans analiz sonuçları

Steinernema carpocapsae Tokat-Ulas, *S. carpocapsae* Tokat-Baglar, *S. carpocapsae* Tokat-Bakışlı05, *S. carpocapsae* Tokat-Bakışlı60, *S. carpocapsae* Tokat-Yamac, *S. carpocapsae* Tokat-Ballı, *S. carpocapsae* Tokat-Corduk61, *S. carpocapsae* Tokat-Corduk02 izolatları

```
ACCGCCCGTCGCTGCCCGGGACTGAGTTGTTTCGAGAAAAGCGGAGATTGC
GATGTTGAACGTTTTTCGGACGGTCTTTGTTGCGAGAACCGCGTTAATCGAAT
CGGCTTGAACCGGGCAAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTGCG
GAAGGATCATTATTGAGCTAATATTTTCCTTTTAATCAAGTTTTTCGCTGTTT
GTTTCTAAGCTTTAACTTGATCTCTAACGGCTTTGAAAGGTTTCTACAGATG
TTTGGAGCAGTTGTATGAGCGTGACTGTGCTGATGAACATTGTACATTGTTA
TCTAAGCGTTTCGATGTTTCTAGAATGCTTAGTGATGAGAATTAAGAGGTC
TGCTGACTCGCCATTCTTTGATTGCTAACAAAAACGTTTTGTTTCGATAATTG
TGCACTCGTTGATGCATTTTTTAATTATCAAGTCTTATCGGTGGATCACTCG
GTTTCGTAGGTCGATGAAAACGGGGCAAACCGTTATTTGGCGTGAATTG
CAGACATATTGAGCGCTAAATTTGAAACGCAAATGGCACTAACAGGTTTTTA
TCTGTTAGTATGTTCAATTGAGGGTCTTTTACTAGAAATCTGGCAATCGGCT
GTGATTGCTTTTTTCGGTAAGCTACTTTGCTTTTGTGAAGTACCTTTTCGGTAT
GGCTATTTGATTGTCTAATGGATGTCTGGCTAGCTGTTTCTTTGCTAGACGTC
TGCAATCATTTGGCATTGCGTAGTGTTTGATTAATGGTTTAGCGCGTTTCTTG
CTAACTGACTTTTACACAAGCAAGTGTAATACGTTTCTTAAAGTCAGCTCAT
TAATCAATGTGGTTTTCTGACTTGATTTGTTCGGTCAATTGTGCTATGCTCTGC
TAATCTTTTCGAACTAGACCTCAATTTGAGCAAGATTACCCGCTGAACTTAA
GCATATCAGTAAGCGGAGGAAAAGAACTACTAGGAT
```

Çizelge 4.1. *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas, *S. carpocapsae* Tokat-Baglar, *S. carpocapsae* Tokat-Bakışlı05, *S. carpocapsae* Tokat-Bakışlı60, *S. carpocapsae* Tokat-Yamac, *S. carpocapsae* Tokat-Ballı, *S. carpocapsae* Tokat-Corduk61, *S. carpocapsae* Tokat-Corduk02 izolatlarının sekans analiz sonuçları

İzolatlar	Gen Bankası	Gen Kodu	Eşleşen Baz Sayısı	Benzerlik Oranı (%)
Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakışlı05, Tokat-Bakışlı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Az-20)	GQ421607.1	977/979	%99
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Bcn14)	GQ421606.1	976/979	%99
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Breton)	GQ421604.1	974/979	%99

Heterorhabditis bacteriophora Tokat-Songut izolatu

TTGAACCGGGTAAAAGTCGTAACAAGGTGTCTGTAGGTGAACCTGCAGATG
GATCATCGCCGAAACCTTATGGGTAATGCTTTGATCACGAGAGATCGGTAC
CAATGGAATCAGGCTTGTTCTTGATTTCAATCGGTTTCTCACCCCATCTAAG
CTCATGGAGAGGTGTCTAGTCCCAATTGGAGTCGCTTTGAGTGACGGCTATG
AAAATTGGGTATGTTCCCGTGAGGGTCGAGCATGGACTTTATGAACAGTG
CTGGAGCTGTCGCCTCACCAAAAAATCATCGATAACTGGTGGCTATGTGTG
ACATTAGTCACATAGGTATCTGCTGATGCAGAGAGCCTTAATGAGTTGTTCC
TGTCATCTGACCTACAACCGCCAGTATCGGTAAATCAACCCAATTAACCTGT
TTCTTGTGTCGTGTTAATACATACTGGCAAAGTGTATTAGCTTTAGCGATGG
ATCGGTTGATTCGCGTATCGATGAAAAACGCAGCAAGCTGCGTTATTTACCA
CGAATTGCAGACGCTTAGAGTGGTGAAGTTTTGAACGCACAGCGCCGTTGG
GTTTTCCCTTCGGCACGTCTGGCTCAGGGTTGTTAATAAGCGAAAGTGTG
AAAGTTCATTAAACGAGAGTTCGGTGATACTGACAACACTACGTCGAGCGG
TGTACTGTTGAAAGTACCCCGTTCAAGTATCTTTATGGGGCAACATGTCTTC
TATATGGAGACATGAAAGATATTAAGAGTATATACCTGTGGATGCCACGT
ATGAAATATGACGTGTCGTATACACGGCTAGGAGGTATGTCTCAGATGAAT
TTGTTTATGCAACCTGAGCTCAGTCGTGATTACCCGCCGAACCTAAGCATAT
CATTACGCGGAGGAAAAGAACTAT

Çizelge 4.2. *Heterorhabditis bacteriophora* Tokat-Songut izolatu'nun sekans analiz sonuçları

İzolat		Gen Bankası Kodu	Eşleşen Baz Sayısı	Benzerlik Oranı (%)
Tokat-Songut	<i>H. bacteriophora</i> (izolat N-Arg)	HQ225906.1	899/900	%99
	<i>H. bacteriophora</i> (izolat N-GPS23)	HQ225847.1	898/900	%99
	<i>H. bacteriophora</i> (izolat N-GPS15)	HQ225896.1	897/900	%99

Steinernema feltiae Tokat-Emir izolatu

CGCCCGTCGCTGCCCGGGACTGAGTTGTTTCGAGAAAAGCGGAGACTGCTG
CTCTGAGCGTTTTTCGGACGATCGTTGCGGCGAGAACCGCGTTAATCGAAAC
GGCTTGAACCGGGCAAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGG
AAGGATCATTATTGAGCTTATCCATTTACTTGGATTCAAATGAATCGAGCTG
AATTTTCGCTGTTCGTTTCAAAGCGTTGTATTCTCTCAACTAACGGCTATGA
ATGGTTTCTATAGGTGTCTGGAGCAGTTGTATGAGCGTGACTGTGGTGATGG
ACATTTTGGTGGCTCCTTAGTCGGGTCACTAGAATTAAGAAGTCTGTTATG
ACTCGCCGTTCTTAAAAAATCAATTAACGTTTGATCAATTTGACTGCACC
AGCCGTAGGTGTACTTAAAGATTTATCAAGTCTTGTCCGGTGGATCACTCGGT
TCGTAGTTCGATGAAAAACGGGGCAAACCGTTATTTGGCGTGAATTGCA
GACATATTGAACGCTAAAATTTTGAACGCAAATGGCACTATCAGGTTTATAT
CTGTTAGTATGTTTGGTTGAGGGTCGATTAATTCGTAACCTGCAGTCTGCTG
TGACTGTTTTTTCGATTAGTTATTTGGTTTTTT-
ATCGAGTACCTTTTTGGAATGTGAATTTGATTGTCTAATTCGTTTCTAATCG
AAACGAGCTATTTTTTATTTCTGTGCAATGTATTTTTGGTGTTCGGCGTTTT

TCTTGCCGACTGATTGGTACAACTTAACAGTTCGTATATTTTTTCAGAATTTT
TCAGAGGCCCTTACAATACATCACTTGACACAACACGTATCGTTTGTGCGAGG
AATTGCGCAAGAAAGAACTTTTCGTTTTACGACCTCAACTCAAGCAAGATT
ACCCGCTGAACTTAAGCATATCAGTAAGCGGAGGAAAAGAACTAACTAGG
ATTT

Çizelge 4.3. *Steinernema feltiae* Tokat-Emir izolatlarının sekans analiz sonuçları

İzolat		Gen Bankası Kodu	Eşleşen Baz Sayısı	Benzerlik Oranı (%)
Tokat-Emir	<i>S. feltiae</i> (izolat WG-02)	MK294325.1	971/972	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat WG-01)	MK294320.1	971/972	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat T92)	AY230185.1	970/972	%99

4.1.2. Çalışmada tespit edilen türlerin sistematikteki yerleri ve sinonimleri

Alem: Animalia

Şube: Nematoda

Sınıf: Adenophorea

Takım: Rhabditida

Altakım: Rhabditina

Üstfamilya: Strongyloidea

Familya: Steinernematidae Chitwood ve Chitwood

Cins: *Steinernema* Travassos

Tür: *S. carpocapsae* (Weiser) Wouts, Mracek, Gerdin ve Bedding

syn: *Neoaplectana carpocapsae* Weiser

Neoaplectana feltiae sensu Stanuszek, nec Filipjev

Neoaplectana feltiae pieridarum Stanuszek

Neoaplectana pieridarum Stanuszek

Neoaplectana feltiae pieridarum (Stanuszek) Wouts, Mracek, Gerdin ve

Bedding

Steinernema pieridarum (Stanuszek) Wouts, Mracek, Gerdin ve Bedding

Neoaplectana carpocapsae pieridarum Stanuszek

Neoaplectana dutkyi Turco, Thames and Hopkins

Steinernema dutkyi (Turco, Thames and Hopkins) Wouts, Mracek, Gerdin ve

Bedding

Tür: *Steinernema feltiae* (Filipjev) Wouts, Mracek, Gerdin ve Bedding

syn: *Neoaplectana feltiae* Filipjev

Neoaplectana bibionis Bovien

Steinernema bibionis (Bovien) Wouts, Mracek, Gerdin ve Bedding

Neoaplectana leucaniae Hoy

Steinernema leucaniae (Hoy) Wouts, Mracek, Gerdin ve Bedding

Familya: Familya: Heterorhabditidae

Cins: *Heterorhabditis* Poinar

Tür: *H. bacteriophora* Poinar

syn. *Chromonema heliothidis* Khan, Brooks ve Hirschmann

H. heliothidis (Khan, Brooks ve Hirschman)

H. argentinensis Stock

4. 2. Laboratuvar Etkinlik Çalışmaları

Ülkemizde daha önce tespit edilmiş 3 EPN türüne ait izolatlar [*Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu), *Steinernema feltiae* (izolat 09-31), *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)] ile bu çalışmada Tokat ilinde tespit edilen EPN [*Heterorhabditis bacteriophora* Tokat-Songut, *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas]'ler, 100, 200, 400 IJs (enfektif larva, EL) böcek⁻¹ dozlarında [500, 1000, 2000 IJs petri⁻¹] *G. fornicata* ve *H. postica* erginlerine karşı doz-ölüm çalışması olarak yürütülmüştür.

4.2.1. Entomopatojen nematod izolatlarının *Gonioctena fornicata* erginleri üzerine doz-ölüm çalışmaları

Steinernema carpocapsae (Karadeniz izolatu) izolatu 500 IJs/ml dozunda 32. saatten itibaren kontrole göre önemli derecede etki göstermeye başlamış, bu etki 2000 IJs/ml dozunda %60'a ulaşmıştır (F:21.67, DF: 3.31, P<0.05). 40. saatte 2000 IJs/ml dozunda %92 (F:23.21, DF: 3.31, P<0.05) olarak belirlenen ölüm oranı 48. saatte %100'e çıkmıştır (F:69.24, DF: 3.31, P<0.05). 64.saatten itibaren 500 ve 1000 IJs/ml dozlarında %90'ın üzerinde görülen etki (F:103.29, DF: 3.31, P<0.05), 80. saatten itibaren neredeyse %100'e ulaşmıştır (F:131.75, DF: 3.31, P<0.05) (Çizelge 4.4.)

Steinernema feltiae (izolat 09-31), 48. saatte 1000 ve 2000 IJs/ml dozlarında %50'nin üzerinde etki göstermiştir (F:19.01, DF: 3.30, P<0.05). Bu oran 64. saatte 2000 IJs/ml dozunda %90'nın üzerine çıkmıştır (F:30.51, DF: 3.30, P<0.05). 112.satten itibaren ise tüm dozlar %90'nın üzerinde bir ölüme neden olmuşlardır (F:68.59, DF: 3.30, P<0.05) (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.4. *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
32	26,56±2,42b ¹	50,26±4,67ab	60,48±0,89a	0,00±0,00c
40	55,28±6,46b	68,67±3,74ab	92,11±3,80a	0,00±0,00c
48	85,00±4,29b	88,56±3,09b	100,00±0,00a	0,00±0,00c
56	85,00±4,29b	91,98±3,46ab	100,00±0,00a	0,00±0,00c
64	90,25±2,58b	96,00±2,82ab	100,00±0,00a	0,00±0,00c
72	93,41±2,83b	97,01±2,00ab	100,00±0,00a	0,00±0,00c
80	97,96±2,56a	97,01±2,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
88	97,96±2,56a	97,01±2,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
96	97,95±2,56a	99,66±0,94a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
104	97,95±2,56a	99,66±0,94a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
112	97,95±2,56a	99,66±0,94a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
120	99,27±2,03a	99,66±0,94a	100,00±0,00a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Çizelge 4.5. *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Steinernema feltiae* (izolat 09-31)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
32	14,98±1,07a ¹	15,38±2,46a	33,70±3,20a	0,00±0,00b
40	30,42±2,80a	31,35±3,74a	46,72±3,76a	0,00±0,00b
48	35,82±3,56a	53,28±4,63a	60,24±1,38a	0,00±0,00b
56	45,42±1,95a	60,99±3,78a	76,08±4,69a	0,00±0,00b
64	51,43±1,49b	76,72±6,01ab	91,98±3,46a	0,00±0,00c
72	57,72±2,32b	83,14±4,99ab	94,72±2,13a	0,00±0,00c
80	57,72±2,32b	83,14±4,99ab	94,72±2,13a	0,00±0,00c
88	57,72±2,32b	83,14±4,99ab	94,72±2,13a	0,00±0,00c
96	77,90±2,52a	85,17±4,65a	94,72±2,13a	0,00±0,00b
104	82,70±1,48a	88,56±3,09a	94,72±2,13a	0,00±0,00b
112	91,46±2,86a	94,72±2,13a	94,72±2,13a	0,00±0,00b
120	91,46±2,86a	97,01±2,00a	97,01±2,00a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Heterorhabditis bacteriophora (izolat 09-43) uygulamasında ölümler 48. saatten itibaren görülmeye başlamış ancak en yüksek etki oranı 2000 IJs/ml dozunda %16 olarak kaydedilmiştir (F:3.71, DF: 3.24, P<0.05). Bu etki 72. saatte aynı dozda %50'ye ulaşmıştır (F:6.00, DF: 3.24, P<0.05). 112. saatte gelindiğinde 500 ve 1000 IJs/ml dozlarında %60'ın üzerinde görülen ölüm oranı 2000 IJs/ml dozunda %93 olarak bulunmuştur (F:22.64, DF: 3.24, P<0.05) (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
48	0,86±1,50ab ¹	7,04±3,19ab	16,36±4,36a	0,00±0,00b
56	0,86±1,50ab	13,72±3,85ab	16,36±4,36a	0,00±0,00b
64	0,86±1,50ab	19,18±5,94a	25,59±3,18a	0,00±0,00b
72	12,59±4,70ab	35,45±6,06a	50,00±9,36a	0,00±0,00b
80	26,42±4,59a	46,65±2,94a	72,04±7,52a	0,00±0,00b
88	30,42±6,11a	46,65±2,94a	78,12±5,57a	0,00±0,00b
96	52,41±1,23a	46,65±2,94a	81,08±5,27a	0,00±0,00b
104	60,38±0,78a	57,70±6,07a	93,30±5,63a	0,00±0,00b
112	64,67±1,11a	68,68±7,51a	93,30±5,63a	0,00±0,00b
120	64,67±1,11b	68,68±7,51b	97,63±1,99a	0,00±0,00c

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Heterorhabditis bacteriophora Tokat-Songut izolatu 40. saatte 2000 IJs/ml dozunda %58'lik bir etki göstermiştir (F:20.62, DF: 3.31, P<0.05). 48. saatteki etkinlik 1000 ve 2000 IJs/ml dozlarında hemen hemen %80 olarak tespit edilmiştir (F:19.97, DF: 3.31, P<0.05). 112. saatte gelindiğinde ise 500 IJs/ml dozunun neden olduğu ölüm oranı %90 olurken 1000 ve 2000 IJs/ml dozlarında bu oran hemen hemen %100 olarak bulunmuştur (F:91.73, DF: 3.31, P<0.05) (Çizelge 4.7.).

Steinernema carpocapsae Tokat-Ulas izolatu 1000 ve 2000 IJs/ml dozlarında 24. saatten itibaren etkili olmaya başlamıştır (F:10.30, DF: 3.29, P<0.05). 32. saatte tüm dozların sebep olduğu etki %50'nin üzerine çıkmıştır (F:43.90, DF: 3.29, P<0.05). 64. saat

itibariyle ise tüm dozlar test böceklerinin neredeyse tamamını öldürmüştür (F:231.34, DF: 3.29, P<0.05) (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.7. *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat Tokat-Songut)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
32	5,28±2,13ab ¹	8,16±2,00ab	16,86±4,99a	0,00±0,00b
40	34,18±2,15a	33,94±3,67a	58,25±1,52a	0,00±0,00b
48	47,24±1,76a	78,39±9,03a	80,62±3,45a	0,00±0,00b
56	52,76±1,76a	82,96±5,47a	86,91±3,90a	0,00±0,00b
64	63,41±1,53b	85,00±5,15ab	94,84±3,57a	0,00±0,00c
72	68,89±3,27b	94,72±2,13a	96,00±2,82a	0,00±0,00c
80	71,19±2,87b	94,72±2,13a	96,00±2,82a	0,00±0,00c
88	73,66±2,83b	98,66±1,60a	97,01±2,00a	0,00±0,00c
96	75,84±2,33b	98,66±1,60a	97,01±2,00a	0,00±0,00c
104	82,76±3,17b	98,66±1,60a	97,01±2,00ab	0,00±0,00c
112	90,56±4,37a	99,66±0,94a	99,66±0,94a	0,00±0,00b
120	90,56±4,37b	99,66±0,94ab	100,00±0,00a	0,00±0,00c

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Çizelge 4.8. *Gonioctena fornicata*'ya karşı *Steinernema carpocapsae* (izolat Tokat-Ulas)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
24	0,00±0,00b ¹	9,74±2,58ab	28,57±4,36a	0,00±0,00b
32	57,01±0,87b	66,06±2,79ab	88,56±3,09a	0,00±0,00c
40	85,80±1,25a	84,62±2,46a	97,01±2,00a	0,00±0,00b
48	94,72±2,23a	97,01±2,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
56	97,63±1,99a	97,01±2,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
64	99,40±1,25a	98,66±1,60a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
72	99,40±1,25a	98,66±1,60a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
80	99,40±1,25a	98,66±1,60a	100,00±0,00a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

4.2.2. Entomopatojen nematod izolatlarının *Hypera postica* erginleri üzerine doz-ölüm çalışmaları

Steinernema carpocapsae (Karadeniz izolat) izolatı 1000 ve 2000 IJs/ml dozlarında 16. saatten itibaren etkili olmaya başlamış (F:7.70, DF: 3.29, P<0.05), 48. saatte 500 IJs/ml dozunda %53 ulaşan etki değeri diğer iki dozda %80'in üzerine çıkmıştır (F:20.15, DF: 3.29, P<0.05). 88. saatte 500 IJs/ml dozunun etki oranı %90 olarak belirlenirken diğer dozlarda hemen hemen %100'lük bir ölüm oranına ulaşılmıştır (F:61.92, DF: 3.29, P<0.05) (Çizelge 4.9.).

Steinernema feltiae (izolat 09-31) izolatının tüm dozlarında 32. saatten itibaren kontrolden farklı olarak değişik oranlarda ölümler görülmeye başlanmıştır (F:7.32, DF: 3.29, P<0.05). 500 IJs/ml dozu 96. saatten itibaren ancak test böceklerinin yarısını öldürebilmiş bu zaman dilimindeki diğer iki dozun etkinliği ise sırasıyla %55 ve 80 olarak bulunmuştur (F:29.65, DF: 3.29, P<0.05). 120. saate gelindiğinde ise 500 ve 1000 IJs/ml dozlarında %66 olan etki değerleri 2000 IJs/ml dozunda %89 olarak belirlenmiştir (F:27.80, DF: 3.29, P<0.05) (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.9. *Hypera postica*'ya karşı *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹)'nin etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
16	0,00±0,00b ¹	8,16±2,00a	14,76±2,83a	0,00±0,00b
24	0,00±0,00b	17,42±2,79a	24,77±2,69a	0,00±0,00b
32	1,34±1,60b	31,11±3,27a	54,31±2,48a	0,00±0,00b
40	11,27±4,53b	57,77±1,56a	72,18±0,98a	0,00±0,00c
48	53,03±5,06a	82,96±5,47a	85,44±3,26a	0,00±0,00b
56	71,19±2,87a	88,89±5,73a	93,14±2,13a	0,00±0,00b
64	78,59±4,04a	90,56±5,23a	93,14±2,13a	0,00±0,00b
72	90,42±4,03a	98,66±1,60a	96,11±2,13a	0,00±0,00b
80	90,42±4,03a	98,66±1,60a	96,11±2,13a	0,00±0,00b
88	90,42±4,03a	98,66±1,60a	98,26±1,78a	0,00±0,00b
96	91,98±3,46a	98,66±1,60a	98,26±1,78a	0,00±0,00b
104	91,98±3,46a	98,66±1,60a	98,26±1,78a	0,00±0,00b
112	91,98±3,46a	98,66±1,60a	98,26±1,78a	0,00±0,00b
120	93,41±2,83a	98,66±1,60a	98,26±1,78a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Çizelge 4.10. *Hypera postica*'ya karşı *Steinernema feltiae* (izolat 09-31)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

% Ölüm±SHO*				
Saat	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
32	6,33±5,45ab ¹	26,56±2,42a	25,27±0,41a	0,00±0,00b
40	9,44±5,23ab	31,35±2,86a	30,95±0,49a	0,00±0,00b
48	18,97±6,10ab	39,28±1,34a	52,30±4,33a	0,00±0,00b
56	23,71±5,07a	44,48±2,13a	63,92±3,08a	0,00±0,00b
64	23,71±5,07b	47,24±1,76ab	66,66±2,73a	0,00±0,00b
72	33,94±3,67a	50,00±1,34a	66,66±2,73a	0,00±0,00b
80	41,99±2,00a	50,00±1,34a	66,66±2,73a	0,00±0,00b
88	47,75±4,65a	50,00±1,34a	69,58±2,80a	0,00±0,00b
96	53,28±4,63a	55,28±0,76a	80,24±1,81a	0,00±0,00b
104	66,06±3,67a	63,66±3,08a	85,24±2,83a	0,00±0,00b
112	66,06±3,67a	66,06±2,79a	89,61±3,50a	0,00±0,00b
120	66,06±3,67a	66,06±2,79a	89,61±3,50a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Heterorhabditis bacteriophora (izolat 09-43) izolatının *H. postica* erginlerine karşı etkisi oldukça düşük bulunmuştur. 72. saatte başlayan etki 2000 IJs/ml dozunda %9 olarak bulunmuş (F:4.71, DF: 3.27, P<0.05), 120. saate gelindiğinde ise düşük dozdan yüksek doza doğru sırasıyla %11, %22 ve %25 oranlarda ölümler görülmüştür (F:8.41, DF: 3.27, P<0.05) (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. *Hypera postica*'ya karşı *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)'nin 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹) 'nun etkilerinin karşılaştırılması

% Ölüm±SHO*				
Saat	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
72	0,00±0,00b ¹	6,86±2,13ab	9,04±4,03a	0,00±0,00ab
80	0,00±0,00b	6,86±2,13ab	16,36±4,36a	0,00±0,00b
88	2,99±2,00ab	6,86±2,13ab	16,36±4,36a	0,00±0,00b
96	2,99±2,00ab	6,86±2,13ab	22,45±3,00a	0,00±0,00b
104	8,02±3,46ab	10,58±1,78ab	22,45±3,00a	0,00±0,00b
112	8,02±3,46ab	17,30±1,48a	22,45±3,00a	0,00±0,00b
120	11,44±3,09a	22,58±0,25a	25,59±3,18a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Heterorhabditis bacteriophora Tokat-Songut izolatu *H. bacteriophora* (izolat 09-43) izolatıyla benzer bir etki göstererek 56. saatte başlayan etki 2000 IJs/ml dozunda %8'de kalmış (F:3.47, DF: 3.28, P<0.05), 120. saate gelindiğinde ise düşük dozdan yüksek doza doğru sırasıyla %13, %17 ve %36 oranlarda ölümler kaydedilmiştir (F:9.28, DF: 3.28, P<0.05) (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. *Hypera postica*'ya karşı *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat Tokat-Songut)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹)'nin etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
56	0,34±0,94ab ¹	0,44±1,07ab	8,54±2,86a	0,00±0,00b
64	0,73±2,03ab	1,74±1,78ab	12,59±2,35a	0,00±0,00b
72	2,04±2,56ab	1,74±1,78ab	12,59±2,35a	0,00±0,00b
80	4,01±2,82ab	6,86±2,13ab	19,76±1,81a	0,00±0,00b
88	4,01±2,82ab	10,58±1,78a	19,76±1,81a	0,00±0,00b
96	4,01±2,82ab	12,59±2,35a	19,76±1,81a	0,00±0,00b
104	6,59±2,83bc	17,30±1,48ab	30,69±0,99a	0,00±0,00c
112	7,89±3,80bc	17,30±1,48ab	33,64±0,92a	0,00±0,00c
120	13,09±4,77a	17,30±1,48a	36,65±0,76a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

Steinernema carpocapsae Tokat-Ulas izolatının *H. postica* erginleri üzerindeki etkisi 16. saatten itibaren görülmeye başlamış (F:2.62, DF: 3.30, P<0.05) ve 32. saatte 2000 IJs/ml dozunda %52'ye ulaşmıştır (F:4.49, DF: 3.30, P<0.05). 56. saatten itibaren tüm dozlar %80'in üzerinde bir ölüme neden olurken 96. saate gelindiğinde 500 IJs/ml dozunda %93 diğer iki dozda ise %100'lük bir ölüm meydana gelmiştir (F: 97.34DF: 3.30, P<0.05) (Çizelge 4.13.).

Yapılan laboratuvar çalışmaları (*in vitro*) sonucunda kullanılan izolatlar içerisinde *S. carpocapsae* Tokat-Ulas, *G. fornicata* erginlerinde 64. saatte neredeyse tüm dozlarda %100 ve *H. postica* erginlerinde ise 80. saatte 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ dozlarında %100 ölüme neden olduğu için sera-saksı çalışmaları (*in vivo*) kapsamına alınması uygun görülmüştür.

Çizelge 4.13. *Hypera postica*'ya karşı *Steinernema carpocapsae* (izolat Tokat-Ulas)'nın 3 farklı dozu (500, 1000 ve 2000 IJs ml⁻¹ veya 100, 200, 400 IJs böcek⁻¹)'nun etkilerinin karşılaştırılması

Saat	% Ölüm±SHO*			
	500 IJs ml ⁻¹	1000 EL	2000 EL	Kontrol
16	0,34±0,94ab ¹	1,34±1,60ab	8,02±3,46a	0,00±0,00b
24	4,01±2,82ab	10,79±7,41ab	19,58±3,06a	0,00±0,00b
32	16,86±10,20ab	26,10±5,17ab	52,76±8,15a	0,00±0,00b
40	36,84±6,76a	33,44±5,54a	76,29±4,21a	0,00±0,00b
48	60,99±9,90a	76,29±4,21a	88,71±3,45a	0,00±0,00b
56	83,35±7,20a	88,56±3,09a	93,41±2,83a	0,00±0,00b
64	85,36±6,88a	91,84±2,00a	93,41±2,83a	0,00±0,00b
72	85,36±6,88a	97,01±2,00a	97,01±2,00a	0,00±0,00b
80	90,56±5,23a	98,66±1,60a	98,66±1,60a	0,00±0,00b
88	92,26±6,05a	98,66±1,60a	98,66±1,60a	0,00±0,00b
96	93,67±5,45a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
104	94,95±3,91a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
112	94,95±3,91a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b
120	94,95±3,91a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	0,00±0,00b

¹ Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

4.3. Doz-Ölüm Çalışmasında Kullanılan İzolatların *Gonioctena fornicata* ve *Hypera postica* Erginlerine Karşı Zaman-Ölüm Çalışması

Ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacıyla 1000 IJs ml⁻¹ dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde *Gonioctena fornicata*'ya karşı uygulanan izolatlardan incelenen tüm LT değerleri açısından en hızlı ölüme *Steinernema carpocapsae* (izolat Tokat-Ulas) izolatının neden olduğu görülmüştür (LT₃₀: 26.030, LT₅₀: 31.833, LT₉₀: 52.060). Bu izolatı *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) izolatı takip etmiştir (LT₃₀: 29.854, LT₅₀: 37.621, LT₉₀: 67.688). En geç etki ise *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) izolatında görülmüştür (LT₃₀: 58.684, LT₅₀: 78.331, LT₉₀: 158.650) (Çizelge 4.14.).

Hypera postica'ya karşı uygulanan izolatlardan ise LT₃₀ ve LT₉₀ değerleri açısından en hızlı ölüme benzer şekilde *Steinernema carpocapsae* (izolat Tokat-Ulas) izolatı neden olmuş (LT₃₀: 29.840, LT₉₀: 67.729), bu izolatı *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) takip etmiştir (LT₃₀: 25.916, LT₉₀: 75.909). LT₅₀ değerleri açısından ise en hızlı etkiye *Steinernema carpocapsae* (Karadeniz izolatı) neden olmuş (LT₅₀: 35.407) ve

bunu *Steinernema carpocapsae* (izolat Tokat-Ulas) izolatu takip etmiştir (LT₅₀: 37.858). En geç etki ise tüm LT değerlerinde *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) izolatında görülmüştür (LT₃₀: 121.745, LT₅₀: 159.954, LT₉₀: 311.667) (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.14. *Gonloctena fornicata*'ya karşı doz-ölüm çalışmasında kullanılan izolatların 1000 IJs ml⁻¹ dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

İzolat	Eğim	LT ₃₀ (Güven Limitleri)	LT ₅₀ (Güven Limitleri)	LT ₉₀ (Güven Limitleri)	Heterojenite
<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu)	5.024±0.376	29.584 (25.789-32.900)	37.621 (33.943-41.041)	67.688 (61.707-75.841)	1.39
<i>S. feltiae</i> (izolat 09-31)	4.060±0.318	40.000 (35.517-43.952)	53.853 (49.528-58.083)	111.391 (100.005-128.141)	1.12
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)	4.181±0.383	58.684 (51.365-64.913)	78.331 (71.189-86.845)	158.650 (133.011-210.174)	1.96
<i>H. bacteriophora</i> (izolat Tokat-Songut)	5.729±0.424	37.263 (33.590-40.478)	46.006 (42.547-49.264)	77.002 (71.236-84.735)	1.21
<i>S. carpocapsae</i> (izolat Tokat-Ulas)	5.999±0.502	26.030 (23.358-28.372)	31.833 (29.295-34.212)	52.060 (48.186-57.158)	0.91

Çizelge 4.15. *Hypera postica*'ya karşı doz-ölüm çalışmasında kullanılan izolatların 1000 IJs ml⁻¹ dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

İzolat	Eğim	LT ₃₀ (Güven Limitleri)	LT ₅₀ (Güven Limitleri)	LT ₉₀ (Güven Limitleri)	Heterojenite
<i>Steinernema carpocapsae</i> (Karadeniz izolatu)	3.869± 0.283	25.916 (22.380-29.113)	35.407 (31.790-38.848)	75.909 (68.501-86.031)	1.14
<i>S. feltiae</i> (izolat 09-31)	2.381±0.249	45.810 (39.570-51.478)	76.074 (68.288-85.999)	262.756 (202.900-384.894)	0.77
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)	4.424±0.809	121.745 (109.212-147.749)	159.954 (135.437-222.873)	311.667 (223.473- 624.159)	0.43
<i>H. bacteriophora</i> (izolat Tokat-Songut)	4.341±0.683	108.901 (99.625-124.271)	143.823 (125.686-182.167)	283.818 (213.812-481.143)	0.87
<i>S. carpocapsae</i> (izolat Tokat-Ulas)	5.073±0.376	29.840 (26.880-32.501)	37.858 (34.967-40.629)	67.729 (62.496-74.601)	0.95

4. 4. Sera Etkinlik Çalışmaları

Çalışma kapsamında elde edilen ve laboratuvarda etkili bulunan *S. carpocapsae* Tokat-Ulas izolatu ile *G. fornicata*'nın son dönem larvalarına karşı sera şartlarında toprak

uygulaması şeklinde, 25 IJs cm⁻² dozunda etkinlik çalışması yürütülmüştür. 7. günün sonunda %94 oranında önemli derecede bir etkinlik tespit edilmiştir (F:30.55, DF: 1.15, P<0.05) (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. *Steinernema carpocapsae* Tokat-Ulas izolatının *Gonioctena fornicata*'nın son dönem larvalarına karşı sera şartlarında 25IJs/cm² dozunda 7. gün sonunda etkisi

İzolat	% Ölüm±SHO*
<i>S. carpocapsae</i> Tokat-Ulas	94,84±3,57a
Kontrol	19,38±3,45b

[†] Aynı satırı takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

*Standart Hatanın Ortalaması

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada ortaya konan 2 tür *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* yine Tokat ilinde yürütülen EPN'lerin tespitine yönelik olarak aynı dönemlerde yürütülen paralel çalışmalarda da bulunmuştur (Kepenekci ve ark., 2018a). Bu tez çalışmasında tespit edilen *S. feltiae* Tokat ili EPN faunası açısından yeni kayıt niteliğindedir. Çalışma kapsamında *G. fornicata* ve *H. postica* erginlerine karşı yapılan uygulamalar ülkemizde ilk çalışma niteliğindedir.

Çalışma'da tespit edilen izolatlara ait türlerden *S. carpocapsae* ülkemizde ilk defa Kepenekci ve Öztürk (2001) tarafından, *H. bacteriophora* ise Kepenekci ve ark., (1999) tarafından bulunmuştur. Diğer bir tür olan *S. feltiae* ise Özer ve ark., (1995) tarafından Rize'den alınan toprak örneklerinde de tespit edilmiştir. Ülkemizde daha sonra yapılan nematolojik survey çalışmalar sonucu bu türlere ait çok sayıda izolat ortaya konulmuştur. Bu çalışmada da 10 farklı izolat belirlenmiştir [*S. carpocapsae*'ya ait 8 izolat (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakışlı05, Tokat-bakışlı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02), *S. feltiae*'ye ait 1 izolat (Tokat-Emir) ve *H. bacteriophora*'ya ait 1 izolat (Tokat-Songut)].

Dünya'da en yaygın türler *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* olarak bulunurken (Hominick ve ark., 1996), çalışmamızda bu durum farklılık göstermiş ve *S. carpocapsae* türüne ait izolatlardan daha fazla sayıda elde edilmiştir.

Alınan toprak örneği ile elde edilen EPN'lerin sayısı kıyaslandığında %17.24'lük bir oranla önemli sayıda EPN izolatı elde edildiği ortaya çıkmaktadır. EPN'lerin bulunma oranları ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda; Dünya'da Boag ve ark. (1992) İskoçya'da %2.2, Ehlers ve ark. (1991) İtalya'da %5, Choo ve ark. (1995) Kore'de %4.6, Miduturi ve ark. (1997) Belçika'da %8.47, Stock ve ark. (1999) ABD'de %26.3, Griffin ve ark. (2000) Endonezya' %11.7, Rosa ve ark. (2000) Portekiz'de %3.9, Nguyen ve ark. (2004) Etiyopya'da %6.3, Lorio ve ark. (2005) Kosta Riko'da %20.5, Stock ve Gress (2006) Arizona'da (ABD) %23.3, Morton ve García-del-Pino (2009), İspanya'da %5.2-%20 oranlarını vermişlerdir. Dünya'da EPN'lerin yüksek elde edilme oranlarının olduğu sonuçlar; Hominick ve Briscoe (1990) İngiltere'de %48.6 ve Mracek ve ark.

(1999) Çek Cumhuriyeti'nde %53.8 ile yürütülmüş olan çalışmalarda mevcuttur. Ülkemizde ise; Hazır ve ark. (2003a) %2 ve %4.72, Aydın (2007) Aydın'da %12.1, Gökçe (2010) Trabzon'da %8.3, Bulun (2011) Çanakkale'de %9.6, Güneş ve Gözel (2011) Marmara Bölgesi'nde %6.1, Erbaş (2012) Trabzon'da %9.09, Ari (2014) İzmir Tire'de %0.48, Gürel (2015) Düzce'de %8.4, Gürsoy (2017) Kaz Dağı'nda %3.3, Gülcü (2018) Batı Karadeniz (Düzce, Bolu, Karabük ve Zonguldak)'de %6 ve Kepenekci ve ark. (2018a) Tokat'ta %3.6 elde edilme oranlarını bildirmektedirler. Çalışmamızda Tokat yonca alanlarından elde edilen EPN oranı (pozitif örnek) ülkemizde tespit edilen izolat oranlarından daha yüksek olduğu gözükmemektedir (%17.24). Bunun nedenlerinin yoncanın genellikle 5 yıllık bir ömre sahip olmasından dolayı toprak işlemenin az yapılması, doğal böcek faunasının yoğun olarak bulunması, pestisit kullanımının hiç olmaması veya çok az kullanılması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tokat ilinde yürütülen EPN'lerin ortaya konulmasına ilişkin çalışmada bulunma oranı %3.6 olarak bildirilmektedir (Kepenekci ve ark., 2018a). Bu tez çalışmasında bulunma oranı %17.24'dür. Kepenekci ve ark. (2018c) tarafından yürütülen çalışmada *Heterorhabditis bacteriophora* (TOK44, TOK20)'ya ait iki izolat ve *Steinernema carpocapsae* (TOK05, GOP81, GOP72)'ya ait 3 izolat olmak üzere toplam 2 EPN türüne ait 5 izolat ortaya konmuştur. Söz konusu çalışmaya paralel yürütülen bu tez çalışmasın *Heterorhabditis bacteriophora* (Tokat-Songut)'ya ait bir izolat, *Steinernema feltiae* (Tokat-Emir)'ya ait bir izolat ve *Steinernema carpocapsae* (Tokat-Ulas, Tokat-Baglar, Tokat-Bakışlı05, Tokat-Bakışlı60, Tokat-Yamac, Tokat-Ballı, Tokat-Corduk61, Tokat-Corduk02)'ya ait 8 izolat tespit edilmiştir. Tokat ilinde tespit edilen *Steinernema feltiae* (Tokat-Emir) Tokat için ilk kayıt niteliğindedir. Bu iki çalışma dışında Tokat ilide EPNlerin tespitine dönük başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yürütülen bu tez kapsamındaki laboratuvar (*in vitro*) çalışmalarında; tüm izolatların *G. fornicata* erginleri üzerinde önemli düzeyde etki meydana getirdiği belirlenmesine rağmen *H. bacteriophora* (izolat 09-43) ve *H. bacteriophora* Tokat-Songut izolatlarının en yüksek doz (2.000 IJs/ml) uygulamalarının 120. saat sonunda *H. postica* erginlerinde neden olduğu ölüm oranlarının %26 ve %37 olduğu kaydedilmiştir. Söz konusu olan bu durumun dışında tüm izolatlar her iki test böceğinde de 2.000 IJs/ml dozunda ve 120. saat sonunda %90 ve üzerinde bir etki göstermiştir.

Dünya’da EPN’lerin *H. postica* ve *G. fornicata* mücadelesinde bilinen birkaç çalışma mevcuttur. Majić ve ark. (2013), iki farklı sıcaklıkta (22°C ve 30°C) *H. bacteriophora*’yı *G. fornicata*’nın erginlerine karşı 1000 IJs ve 2000 IJs konsantrasyonlarda test etmişler ve 1000 IJs/ml dozunun 3. günde %100 oranında ölüme neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu etki yaptığımız çalışmadaki *H. bacteriophora* Tokat-Songut izolatının etkisiyle benzerlik göstermektedir. Kim ve ark. (2007), *H. postica*’nın son dönem larvalarına karşı *S. carpocapsae* GSN1, *S. glaseri* Dongrae, *H. bacteriophora* Hamyang ve *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan izolatlarını test etmişler ve *S. glaseri* Dongrae ve *Heterorhabditis* sp. Gyeongsan’ın %77.5-100 oranında ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir. Shah ve ark. (2011), *H. postica* erginlerine karşı arazide yaptıkları çalışmada *H. indica* ve *S. carpocapsae*’yı 1 milyar IJs/akre dozunda toprağa uygulamışlar *H. indica* %72.10 ve *S. carpocapsa* %49.66 oranlarında etki gözlemlemişlerdir. Falahi ve ark. (2011), İran’da yaptıkları çalışmada Kohgiluye ve Boyer Ahmed eyaletlerinden toprak örnekleri almış ve bu örneklerden *S. carpocapsae* izolatını elde etmişlerdir. Elde edilen EPN izolatı *H. postica* erginlerine karşı laboratuvar ortamında 250, 500, 1000, 2000 IJs /ml⁻¹ dozlarında denemişlerdir. 24 saatlik sayımlar sonucunda en yüksek etkiyi 72. saatte 2000 IJs /ml⁻¹ dozunda %97 olarak belirlemişlerdir. Aynı dönemde Roodaki ve ark. (2011), Kohgiluye ve Boyer Ahmed eyaletlerinden aldıkları toprak örneklerinde *S. feltiae* izolatını elde etmişler ve *H. postica* erginlerine karşı 150, 250, 500, 1000, IJs /ml⁻¹ dozlarında 25 ± 2°C’lik sıcaklık aralığında virülanslık çalışması yapmışlardır. Çalışma sonucunda en yüksek etkiyi %90 olarak saptamışlardır.

Ülkemizde EPN’ların *G. fornicata* ve *H. postica* mücadelesinde kullanımına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmada kullanılan izolatların, *Steinernema feltiae* (izolat 09-31), *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) ülkemizde önemli zararlara neden olabilen böcek türlerine karşı yapılmış olan etkinlik çalışmalarının sonuçları incelendiğinde elde edilen sonuçlarla bazı benzerlik ve farklılıkları göze çarpmaktadır. Orman zararlısı olan *Dendroctonus micans* (Kugelann), (Coleoptera: Scolytidae) karşı yürütülen bir çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. feltiae* (izolat 09-31), için %98.04 ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) için %94.04 etki ortaya konulmuştur. Fakat, aynı çalışmada *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)’nın etkisi %40’ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci ve Atay, 2014). Yaptığımız çalışmada ise hem *S. carpocapsae* (Karadeniz

izolatı) hemde *S. carpocapsae* Tokat-Ulas izolatu her iki zararlıya karşı %100'e varan oranlarda ölümlere neden olmuştur. *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın etkinliğini gösteren bir çalışma Atay ve ark. (2015b) tarafından yapılmış olup, araştırmacılar *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera: Bruchidae)'a karşı *S. feltiae* (Aydın izolatu), *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) izolatlarının farklı sıcaklıklarda etkinliklerini ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın %89 oran ile diğer izolatlara göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kepenekci ve ark. (2018d) *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae) erginlerinde 1000 IJs/ml dozunda %99 oranında etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Tülek ve ark. (2015) EPN'ların *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, en yüksek ölüme %54'lük bir oranla *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın neden olduğunu bildirmişlerdir. *S. feltiae* (izolat 09-31) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'nın ise sırasıyla %28 ve %12'lik bir etkiye sebep olduklarını belirtmişlerdir. Atay ve Kepenekci (2015), *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın Tokat'da önemli bir yonca zararlısı olan *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae)'a karşı etkinliğini laboratuvar koşullarında ortaya koymuşlardır. EPN solüsyonlarını 3 farklı konsantrasyon (500, 1000, 5000 IJs ml⁻¹) ve 2 farklı sıcaklık (15, 20° C)'de uygulamışlardır. Çalışma sonucunda 20°C'de *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nın tüm konsantrasyonlarda en yüksek ölüm oranlarına (%80, %83, %82) sahip olduğunu ve bunu *S. feltiae* (izolat 09-31) (%30, %41, %35) ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) (%24, %27, %30) izolatlarının takip ettiğini belirtmişlerdir. Kepenekci ve ark. (2016), *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomalidae)'nın son dönem larvalarına karşı gerçekleştirdikleri çalışmada, *S. feltiae* (izolat 09-31) için %94 ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) için %83 etki ortaya koymuşlardır. Diğer bir çalışmada, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı gerçekleştirilmiş, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nin %96 ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43)'nın %80 oranında ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Fakat, aynı çalışmada *S. feltiae* (izolat 09-31)'nin etkisi %40'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci ve ark., 2013c).

Bu tez çalışmasıyla paralel yürütülen başka bir çalışmada; Tokat ili'den elde edilen bazı EPN (*S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81)'lerin ülkemiz açısından önemli bir zararı olan patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'ne karşı etkinliği Kepenekci ve ark., (2018c) tarafından çalışılmıştır. Çalışmada söz konusu olan EPN izolatlarının *L. decemlineata*'ya karşı etkinlikleri kadavra denemesi, doz-ölüm denemeleri (filtre kağıdı ve toprakta) ve tek doz (filtre kağıdı ve toprakta) denemeleri ile belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklar, konsantrasyonlar ve zaman aralıkları ile kurulan denemeler sonucunda *L. decemlineata* ile mücadelede en uygun sıcaklık, yoğunluk ve zaman aralığı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, kadavra uygulanmasında her iki izolattada %60'dan fazla, doz ölüm denemelerinde *S. caprocapsae* GOP81 tüm dozlarında %100'e varan ölümler, tek doz filtre kağıdı denemelerinde en yüksek ölüm oranı *S. caprocapsae* GOP72 izolatında, doz ölüm toprak denemesinde ise 10. gün sonundaki sayımlarda *S. caprocapsae* GOP81 izolatında doza bağlı olarak ölüm oranlarının artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Elde edilen veriler sonucunda Tokat ilinden izole edilen *S. caprocapsae* GOP72 ve *S. caprocapsae* GOP81 izolatlarının *L. decemlineata*'yı başarılı bir şekilde baskıladığını laboratuvar çalışmaları ile ortaya koymuşlardır. Yürütülen bu tez çalışmasında da Tokat iline ait EPN'lerden *S. caprocapsae* Tokat-Ulas izolatu sera-saksı çalışmaları (*in vivo*) sonucu yüksek etki göstermiştir (%94.84±3.57).

Yapılan bu çalışma, ülkemizde yonca alanlarındaki entomopatojen nematodların tespiti ve EPN'lerin *H. postica* ve *G. fornicata* üzerine etkinliğine yönelik ilk çalışma niteliğindedir. Elde edilen sonuçlara göre iki önemli yonca zararlısının kullanılan EPN izolatlarının hemen hemen hepsine karşı hassas olduğu ortaya konulmuştur. Etkinliğin tam olarak ortaya belirlenebilmesi için tarla çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca çalışma kapsamında elde edilen EPN izolatlarından yola çıkılarak örnekleme yapılan yonca alanlarının EPN yönünden zengin olduğu tespit edilmiştir. İlerki zamanlarda ülkemizin değişik bölgelerindeki yonca alanlarında yapılacak EPN tespit çalışmalarıyla yeni ve etkili EPN izolatlarının bulunması kuvvetle muhtemeldir.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı, 182, 584 s.
- Adams, B. J., Fodor, A., Koppenhöfer, H. S., Stackebrandt, E., Stock, S. P. ve Klein, M. G., 2006. Reprint of "Biodiversity and systematics of nematodebacterium entomopathogens" [Biol. Control 37 (2006) 32-49]. Biological Control. 38, 4-21.
- Akın, A., Atay, T. ve Kepenekci, İ., 2017. Virulence of five Turkish Isolates of *Steinernema carpocapsae* against *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). 6th Entomopathogens and Microbial Control Congress, Tokat.
- Alkan, B., 1946. Tarım Entomolojisi. T.C. Tarım Bakanlığı Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Ders Kitabı. 31.A.Y.Z.E. Basımevi Ankara, 232 s.
- Anonim, 1999. Tarım İstatistikleri Özeti, 1979-1988, T.C. Başbakanlık D.İ.E., Ankara.
- Anonim, 2007. Yem Bitkileri Yetiştiriciliği.
http://www.tarimkutuphanesi.com/YEM_BITKILERI_YETISTIRICILIGI_0018_4.html (22.01.2019).
- Anonim, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Ankara,(2), Sayfa: 248.
- Anonim, 2012. Baklagil Yem Bitkileri Yetiştiriciliği 1 621BHY125. Tarım Teknolojisi. Ankara 2012. S.60.
- Anonim, 2015. Yonca Hortumlu Böceği. <http://igdir.tarim.gov.tr/Haber/53/Yonca-Hortumlu-Bocegi> (03.02.2019).
- Anonim, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri.
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (12.01.2018).
- Anonim, 2019a. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Yem Bitkileri Üretim Verileri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (03.04.2019).
- Anonim, 2019b. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye Yonca Ekilen Alan. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (03.04.2019).
- Anonim, 2019c. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Tokat Yonca Ekilen Alan. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (03.04.2019).
- Anonim, 2019ç. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Tokat Merkez Yonca Ekilen Alan. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (03.04.2019).
- Anonim 2019d. *Gonioctena (Spartomena) fornicata* (Bruggemann, 1873) https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/970889ae-e78b-402d-870b-8b3bb10ab9cc (12.01.2018).
- Anonim, 2019e. Tarım İlacı (Pestisit) Kullanımı.
<http://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834>(03.02.2019).
- Anonim, 2019f. Mikrobiyal Mücadele.
<https://www.sorhocam.com/etiket.asp?sid=7010&mikrobiyal-mucadele/> (09.02.2019).
- Ari, A., 2014. Entomopatojen nematodların (*Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae*) Tire ilçesi (İzmir) topraklarındaki tür çeşitliliği ve dağılımlarının belirlenmesi. (Yüksek Lisans), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Aydın.
- Atay, T., Yanar, Y., Baysal, E. ve Kepenekci, İ., 2015a. Occurrence of Entomopathogenic Fungus *Beauveria* sp. on Overwintered Adults of *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) and *Gonioctena fornicata* (Bruggemann) (Coleoptera, Chrysomelidae) in Soil. 5th Entomopathogens and Microbial Control Congress. 09-11 September 2015, 82pp, Ankara.

- Atay, T., Güleç, N., Kara, K., Tülek, A. ve Kepenekci, İ., 2015b. "Efficacy of three entomopathogenic nematodes against Bean Weevil *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera Bruchidae adults)", 5th International Participated Entomopathogens and Microbial Control Symposium, Ankara, 108.
- Atay, T. ve Kepenekci, İ., 2015. Biological Control potential of Turkish Entomopathogenic Nematodes Against *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae). Egyptian Journal Biological Pest Control 26(1), 2016, 7-10pp.
- Atay, T., Akın, A., Özdemir, I. ve Kepenekci, İ., 2017. Effects of Native Entomopathogenic Nematodes on Pea Aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae) Under Laboratory Conditions. Uluslar Arası Katılımlı İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi, Sivas.
- Atay, T., 2018. Tachinid (Diptera: Tachinidae) Parasitoids Of The Lucerne Beetle, *Gonioctena fornicata* (Brüggemann, 1873) (Coleoptera: Chrysomelidae), With A New Parasitoid Record And Their Parasitism Rates, Türkiye Entomoloji Dergisi-Turkish Journal Of Entomology, 42(2), 141-147.
- Avcıoğlu, R., Açıkgöz, E., Soya, H. ve Tan, A., 2009. Yem Bitkileri Üretimi. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/18de4d2ec21cfcb_ek.pdf?tipi=14&sube (12.01.2018).
- Aydın, M. S., 2007. Entomopatojenik nematodların (steinernematidae ve heterorhabditidae) aydın ili ve çevresindeki topraklarda tür çeşitliliği ve dağılımlarının belirlenmesi. (Yüksek Lisans), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Aydın.
- Barış, A., Yücel, C. ve Coral-Şahin, D., 2015. *Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae) Zonguldak ve Bartın İllerinde Yayılışı. II. Ulusal Botanik Kongresi, 25-28 Ağustos, Afyonkarahisar.
- Baysal, E., Atay, T. ve Yanar, Y., 2018. "Efficacy Of Some Local Isolates Of The Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin On The Alfalfa Weevil *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) Larvae, Under Laboratory Conditions", Egyptian Journal Of Biological Pest Control, 28(65), 1-5.
- Bedding, R. A. ve Akhurst, R. J., 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic Rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21, 109-110.
- Birişik, N., Kütük, H., Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., İslamoğlu, M. ve Öztemiz, S., 2018. Teoriden pratiğe Biyolojik Mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 224s, Ankara.
- 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.
- Bodenheimer, F. S., 1958. Türkiye'de Ziraate ve Ağaçlara Zararlı olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında bir Etüd (Çeviren Naci Kenter). Bayur Matbaası, Ankara, 348 s.
- Bronskikh, G. D., 1987. The lucerna leaf- beetle. *Zashchita Rastenii*, 9,35 pp.
- Bulun, N., 2011. Çanakkale İli Elma Bahçelerindeki Entomopatojen Nematod Faunasının Belirlenmesi ve Elma İç Kurdu (*Cydia pomonella*, Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae)'na Karşı Laboratuvarda Etkinliklerinin Araştırılması. (Yüksek Lisans), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Burgio, G., Ferrari, R. ve Maini, S., 1992. Laboratory trials with a *Bacillus thuringiensis* Berliner ssp. *tenebrionis*-based formulation against *Gonioctena fornicata* (Brügg.). *Informattore Fitopatologico* 427(11), 45-47.

- Burnell, A. M. Ve Stock, S. P., 2000. "Heterorhabditis, Steinernema and Their Bacterial Symbionts Lethal Pathogens of Insects". *Nematology*, 2, 31-42.
- Canhilal, R., 2011. Heterorhabdit Nematodların (Rhabditida: Heterorhabditidae) Biyolojik Etkinliklerinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerinde Karşılaştırılması. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011, 28(2), 43-52s.
- 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.
- Coşkuncu, K. S. ve Gençer N. S., 2006. *Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın Bursa İli Yonca Ekiliş Alanlarında Biyolojisi, Yayılışı ve Populasyon Dalgalanması. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı: 2(21)*,15-19.
- Çam, H. ve Atay, T., 2006. Tokat ili Chrysomelinae ve Cryptocephalinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Türleri Üzerinde Faunistik Araştırmalar. *Türk. Entomol. Derg.*, 2006, 30 (4), 285-302.
- Efe, D. ve Özgökçe, M. S., 2014. The life table of the lucerne beetle, *Gonioctena fornicata* (Brüggem) (=Phytodecta fornicatus Brüggem) (Coleoptera, Chrysomelidae) on alfalfa under laboratory conditions. *Türk. Entomol. Derg.*, 38(1), 3-10.
- Efil, L., Bayram, A., Ayaz, T. ve Şenal D., 2010. Şanlıurfa ili Akçakale ilçesi yonca alanlarındaki Coccinellidae (Coleoptera) türleri ile populasyon değişimleri ve Türkiye için yeni bir kayıt, *Exochomus pubescens* Küster. *Bitki Koruma Bülteni* 2010, 50(3), 101-109.
- 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. ve Peters, A., 1998. Entomopathogenic nematodes in biological control: Feasibility, perspectives and possible risks. in: *Biological Control: Benefits and risks*. Edited H.M.T. Hokkanen and J.M. Lynch. Publ. by University Press, Cambridge, 119-136.
- Er, M. K. ve Mart, C., 2009. Kahramanmaraş ilinde belirlenen bazı entomopatojen funguslar ve ilin entomopatojen fungus kullanımını bakımından bir değerlendirmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12 (2), 52-58.
- Er, M. K., 2013. Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş Antepfıstığı Bahçelerinde Bulunan Entomopatojen Fungusların Tespiti. *Türk. Biyo. Müc. Derg.*, 4 (2), 155-163.
- Erbaş, Z., 2012. Trabzon yöresinden entomopatojen nematodların izolasyonu, karakterizasyonu ve *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeidae) üzerindeki etkilerinin araştırılması. (Yüksek Lisans), Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon.
- 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.
- Falahi, M., Abdollahi, M., Roodaki, M. ve Haghani, M., 2011. Efficacy of *Steinernema carpocapsae* for control of the adults of alfalfa weevil, *Hypera postica*. National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies (MAST). September 10-12, 2011. Zanjan, Iran.

- Forst, S. ve Nealson, K., 1996. "Molecular Biology of the Symbiotic-Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp.", Microbiological Review., 60, 21-43.
- Fortass, M. ve Diallo, S., 1993. Broad bean mottle virus in Morocco; curculionid vectors, and natural occurrence in food legumes other than faba bean (*Vicia faba*). Netherlands Journal of Plant Pathology, 99(4),219-226.
- Gaugler R. ve Kaya., H.K. (1990) Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, 349 p.
- Ghavami, M. ve Özgür, A. F., 1999. Adana ili yonca alanlarında bulunan yaprakbitleri ile Coccinellidae ve Syrphidae familyalarına bağlı predatör türlerin populasyon değişimi. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Ocak 1999, 309-322.
- Glazer, I. ve Lewis, E.E., 2000. "Bioassays for Entomopathogenic Nematodes", In: Navon A. and Ascher K.R.S. (eds) Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes, CAB International, 229-247 pp.
- Gökçe, A., Kepenekci, İ., Özdem, A., Kara, K. ve Susurluk, A.İ., 2003. Infectivity of three Entomopathogenic Nematodes to European Cherry Fruit Fly. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, Schloss Salzau, Germany.
- Gökçe, C., 2010. Çeşitli toprak örneklerinden entomopatojen nematodların izolasyonu, tanımlanması ve patojenitelerinin araştırılması. (Yüksek Lisans), Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon.
- Gökçe, C., Yılmaz H., Erbas Z. ve Demirbag Z., 2014. Demir I.First Record of *Steinernema kraussei* (Rhabditida: Steinernematidae) from Turkey and Its Virulence against *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae).Journal of Nematology (in press).
- Gözüaçık, C. ve İreç, A., 2016. Yonca Hortumlu Böceği, *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera, Curculionidae)'nın Iğdır İli Yonca Alanlarındaki Biyolojisi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül 2016 Konya, Türkiye.
- Gözüaçık, C. ve Kolarov, J., 2016. The Investigation on Larval Parasitoids of *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera, Curculionidae) and its Parasitism Rates in Alfalfa Fields of Iğdır. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül 2016 Konya, Türkiye.
- Griffin, C. T., Chaerani, R., Fallen, D., Reid, A. P. ve Downs, M. J., 2000. Occurrence and Distribution of the Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *J. Helminthol.* 74, 143-150.
- Grigorov, S., 1976. Population dynamics of the most important useful and destructive insects on alfalfa in the Sofia area. Rastitelnozashchitna Nauka, No.3:50-63.
- Gülcü, B., 2018. Batı Karadeniz Bölgesindeki entomopatojen nematodların (*Steinernematidae* ve *Heterorhabditidae*) tür çeşitliliği ve dağılımı. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 33 (1), 6-13.
- 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.
- Güneş, Ç. ve Gözel U., 2011. Marmara bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi, Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, cilt.2, ss.93-102.
- Gürel, S., 2015. Düzce ili fındık bahçelerindeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi ve fındık kurdu'na (*Curculio nucum* L.) (Col: Curculionidae) karşı

- laboratuvarında etkinliklerinin araştırılması. (Yüksek Lisans), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Gürsoy, S., 2017. Kaz Dağı entomopatojen faunasının belirlenmesi. (Yüksek Lisans), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Hall, T.A., 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series,41, 95-98.
- Hanson, A. A., Barnes, D.K. ve Hill, R. R. JR., 1988. Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy No: 29, Madison, Wisconsin, USA.
- Harcourt, D. G., Guppy, J. C., Macleod, D. M. ve Tyrrell, D., 1974. The Fungus *Entomophthora phytonomi* Pathogenic To The Alfalfa Weevil, *Hypera postica*. The Canadian Entomologist, Volume 106, Issue 12 December 1974, pp. 1295-1300.
- Hastings, E. ve Pepper, J. H., 1953. Further contributions to alfalfa weevil studies. Journal of Economic Entomology, 46(5),785-788.
- 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., Stock, S. P. ve Keskin, N., 2003b. "A New Entomopathogenic Species *Steinernema anatoliense* (Steinernematidae) from Turkey", Systematic Parasitology, 55, 211-220.
- Hominick, W. M. ve Briscoe, B. R., 1990. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in British soil. Parasitology, 100, 295-302.
- Hominick, W. M., Reid, A. P., Bohan, D. A. ve Briscoe, B. R., 1996. Entomopathogenic Nematodes-Biodiversity, Geographical Distribution and the Convention on Biological Diversity. Biocontrol Science and Technology, 6, 317-331.
- Kahraman, M., 2017. Yonca Hortumlu Böceği (*Hypera postica*) <http://www.entofito.com/yonca-hortumlu-bocegi-hypera-postica/> (03.02.2019).
- Karakurt, E. ve Fırıncıoğlu, H.K., 2003. Farklı Kaynaklardan Sağlanan Yonca (*Medicago sativa* L.) Populasyonunda Bazı Önemli Özellikler Ve Özellikler Arası İlişkiler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Dergisi, 12 (1-2), 86-94, Ankara.
- Kasap, H., 1988. A list of some Chrysomelinae (Coleoptera, Chrysomelidae) from Turkey, Part II: *Colaphellus*, *Gastroidea*, *Phadon*, *Prosocuris*, *Plagioderia*, *Melasoma*, *Phytodecta*, *Phylodecta*, *Timarcha*, *Entomoscelis*. Türk Entomoloji Derg. 12(2):85-89.
- Kaya, H. K. ve Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. Annual Review of Entomology, 38, 181–206.
- Kaya, H. K. ve Stock, S. P., 1997. Techniques in Insect Nematology, In Manuel of Techniques in Insect pathology (Editör: L. A., lacey), 281-324, Academic press, London.

- Kaya, K. ve Başpınar, H., 2016. Hatay İli Yonca Alanlarında Bulunan Böcek Faunasının Belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül 2016 Konya, Türkiye.
- Kepenekci, İ., Babaroğlu, N., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. "Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae)", 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, Adana, 587-596.
- Kepenekci, İ. ve Öztürk, G., 2001. Türkiye için yeni bir entomopatojen nematod; *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) (Rhabditida: Steinernematidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 25 (1), 23-31.
- Kepenekci, İ., Zeki, C., Özdem, A. ve Öztürk, G., 2002. Üç Entomopatojen nematodun Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae)] pupalarına etkileri. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 279-286.
- Kepenekci, İ., 2004. Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes to *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae). Russian Journal of Nematology, 12 (2), 157-160.
- Kepenekci, İ., Gokce, A. ve Gaugler, R., 2004. "Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)", Nematopica, 34,199-204.
- 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, Bildiri özetleri, 56.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006a. Susceptibility of the Mealy Plum Aphid, *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) of two isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) under Laboratory conditions. Pakistan Journal of Nematology, 24 (1), 49-55.
- Kepenekci, İ. ve Susurluk, A., 2006b. Infectivity Of Two Turkish Isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) Against *Rhagoletis cerasi* And *Ceratitis capitata*. Nematologia Mediterranea 34(1), 95-97.
- Kepenekci, İ., Evlice, E. ve Özer, N., 2007. Dört Entomopatojen Nematod Türünün Laboratuvar Koşullarında Ağ Kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] Larvalarına Etkileri. II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, 185.
- Kepenekci, İ. ve Evlice, E., 2009. *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın İki İrkinin Laboratuvar Koşullarında *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) Larvaları Üzerindeki Etkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Van, Bildiri özetleri, 24.
- 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] Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi,3 (2012/3), s:1155.
- Kepenekci, İ., Evlice, E. ve Özer, N., 2013a. Entomopatojen nematodların ağ kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] larvalarına etkileri. Bitki Koruma Bülteni 2013, 53(4),199-206.
- Kepenekci İ., Alkan, M., İnal, B., Erdoğan, F. D., Evlice, E. ve Hazır, S., 2013b. Üç entomopatojen nematodun Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* Say Coleoptera Chrysomelidae nin son dönem larvalarına etkisi üzerine ön çalışmalar. Patates Zararlı Organizmalar Sempozyumu.

- Kepenekci, İ., Tülek, A., Alkan, M. ve Hazır, S., 2013c. Biological Control Potential of Native Entomopathogenic Nematodes against the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 45 (5), 1415-1422.
- Kepenekci, İ., 2014. "Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae Heterorhabditidae: Rhabditida) Of Turkey", Pakistan Journal Of Nematology, 32(1), 59-65.
- Kepenekci, İ. ve Atay, T., 2014. "Evaluation Of Aqueous Suspension And Entomopathogenic Nematodes Infected Cadaver Applications Against The Great Spruce Bark Beetle Dendroctonus Micans Kugelann Coleoptera Scolytidae". Egyptian Journal Of Biological Pest Control, 24 (2), 335-339.
- Kepenekci, İ., Atay, T. ve Alkan, M., 2016. "Biological Control Potential Of Turkish Entomopathogenic Nematodes Against The Colorado Potato Beetle Leptinotarsa Decemlineata", Biocontrol Science And Technology, 26(1), 141-144.
- 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 izolate and *Heterorhabditis bacteriophora*-Canakkale izolate)] in the control of Colorado Potato Beetle [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] in vitro and in vivo.. The 2nd UNIDOKAP International Symposium on BIODIVERSITY,354-357, Samsun.
- Kepenekci, İ., Sağlam, D., Atay, T., Yeşilayer, A. ve Akın, A., 2018c. Effectiveness of two native entomopatogenic 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.
- Kepenekci, İ., Toksöz, Ş., Atay, T. ve Saruhan, İ., 2018d. "Efficacy Of Entomopathogenic Nematode İsolates From Turkey And Kyrgyzstan Against Black Timber Bark Beetle, *Xylosandrus Germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Adults", Pakistan Journal Of Nematology, 36(1), 65-70.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Kurtuluş, A., Uygun, N. ve Er, M. K., 2010. Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. Türk. biyo. müc. derg., 2010, 1 (1): 15-60.
- Kısmalı, Ş., 1973. İzmir ili ve çevresinde kültür bitkilerinde zarar yapan Chrysomelinae ve Halticinae Chrysomelidae:Coleoptera) altfamilyalarına ait türler, tanımları, konukçuları, yayılışları ve kısa biyolojileri üzerinde araştırmalar. E.Ü.Zir. Fak. Derg., 10 (2),341-378.
- Kim, H. H., Han, G. Y., Park, C. C., Choo, H. Y., Cho, S. R., Lee, H. S., Lee, D. W. ve Park, C. G., 2007. Susceptibility of the Alfalfa Weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) to Korean Entomopathogenic Nematodes in Laboratory Assays. Korean journal of applied entomology. 2007, pp.147-151.
- Klein, M. G., 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. in: Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Edited R. Gaugler and H.K. Kaya. Publ. by CRC Press, Boca Raton, 195-214.

- Koçak, E., A. Gökçe 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*. *J. inverteb. Pathol.*, 73, pp.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.
- Kovancı, B., 1982. Ankara İlinde Yonca Yaprak Böceği (*Phytodecta fornicata* Brügg., Coleoptera: Chrysomelidae)'nın Morfolojisi ve Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg., 1(1), 103- 116.
- Liu J., Poinar G.O. ve Berry R.E., 2000. Control of insect pest with entomopathogenic nematodes: the impact of molecular biology and phylogenetic reconstruction. *Ann. Rev. Entomol.*, 45, 287-306.
- Lodos, N., 1977. Additional Notes The Turkish Curculionidae (Coleoptera) (Brachyderinae). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 1 (2), 3–11.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E. ve Atalay, R., 1978. Ege ve Marmara Bölgesinin Zararlı Böcek Faunasının Tespiti üzerine Çalışmalar. *Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü*, Ankara, 301.
- 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.
- Lustun, L. ve Panu, M., 1968. Contributions to the study of the insects injurious to lucerna fields in Braşov district. *Communicari de Zoologie*, 99-107.
- Majić, I., Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Sarajlić, A. ve Mirković, A., 2013. Susceptibility of *Phytodecta fornicata* (Coleoptera: Chrysomelidae) to *Heterorhabditis bacteriophora*. *IOBC-WPRS Bulletin* 90, 309-312.
- Medvedev, L. N., 1970. A list of Chrysomelidae collected by Dr. W.Wittmer in Turkey (Coleoptera). *Rev.Suis. Zool.*, 77, 2(22), 309-319.
- Midituri J. S., Waeyenberge, L. ve Moens, M., 1997. Natural distribution of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Belgian soils. *Russian Journal of Nematology*, 5, 55-65.
- Morton, A. ve Garcia-del-Pino, F. 2009. Ecological characterization of entomopathogenic nematodes isolated in stone fruit orchard soils of Mediterranean areas. *Journal of Invertebrate Pathology*, 102(3), 203-213.
- Mracek Z., Becvar, S. ve Kindlmann P., 1999. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. *Folia Parasitologica*, 46: 145-148.
- 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.
- Nguyen, K. B., 2007. Methodology, Morphology and Identification. Eds. Nguyen, K.B., Hunt, D.J. *Entomopathogenic Nematodes: Systematics, Phylogeny and Bacterial Symbionts, Nematology Monographs and Perspectives 5* (Series editors: Hunt, D.J., Perry, R.N.). Leiden, The Netherlands, Brill, 59-119.

- Okumura, M., Okamoto T. ve Yoshida, T., 1987. Natural enemies of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyll.) (Coleoptera: Curculionidae), in Japan. Research Bulletin of the Plant Protection Service, Japan 1987,23, pp.63-65.
- Özer, N., Keskin, N. ve Kırbaş, Z., 1995. "Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey", *Nematologica*, 41, 639-640.
- Özmen, M., 2009. Yonca Hortumlu Böceği [*Hypera postica* gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)]'ne Karşı Değişik Dönemlerde Yapılan İlaçlamaların Yonca (*Medicago sativa* l.)'da Zararlı, Doğal Düşman ve Verim Üzerine Etkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Peters, A., 2010. Formulation ve application: Key technologies to expand the use of entomopathogenic nematodes. 43rd Annual Meeting of The Society for Invertebrate Pathology, 11-15 July 2010, Trabzon, Turkey, pp:145.
- Poinar, G. O., 1979. Nematodes for Biological Control of Insects, Boca Raton, Fla., CRC Press, 227.
- Poinar, G. O., 1990. Taxonomy and Biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae, In "Entomopathogenic Nematodes in Biological Control" (Editörler: R., Gaugler, H.K, Kaya), 23-61, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Rekach, U. N., 1933. The problem of protecting cotton from pests and diseases in ZSFSR (transcaucasian Republics) during the second Five Year Plan. Transactions Transcaucas. Cott. sci. Res. Inst., 43,373-428.
- Rodionov, Z. S., 1927. Lucerne pests of Azerbaijan. Défense des Plantes, 4(1):25-28.
- Roodaki, M., Haghani, M., Falahi, M. ve Abdollahi, M., 2011. The response of the alfalfa weevil, *Hypera postica*, adults to *Steinernema feltiae* In vitro. National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies (MAST). September 10-12, 2011. Zanjan, Iran. Pp. 514-517.
- Rosa, J. S., Bonifassi, E., Amaral, J., Lacey, L. A., Simoes, N. ve Laumond, C., 2000. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Steinernema*, *Heterorhabditis*) in the Azores. *Journal of Nematology*, 32 (2), 215-222.
- Schroeder, P. C., Ferguson, C. S., Shields, E. J. ve Villani, M. G., 1994. Pathogenicity of rhabditid nematodes (Nematoda: Heterorhabditidae and Steinernematidae) to alfalfa snout beetle (Coleoptera: Curculionidae) larvae. *J. Econ. Entomol*, 87:917-922.
- Sevim, A., 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi'nden Entomopatojenik Fungusların İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Virülanslarının Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı, Trabzon: 31-32.
- Shah, N. K. ve Azmi, M. I., 2006. Virulence of *Heterorhabditis indica* to the Grubs of Lucerne Weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). *Indian Journal of Nematology* 36(2), 285-286.
- Shah, N. K., Azmi, M. I. ve Tyagi, P. K., 2011. Pathogenicity of Rhabditid nematodes (Nematoda: Heterorhabditidae and Steinernematidae) to the grubs of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). *Range Management and Agroforestry* 32, 64-67.
- Smith, C. M., 1989. Plant Resistance to Insects. A Wiley-Interscience Publication. Moscow. 286 s.
- 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., 2005. Insect – parasitic nematodes: From lab curiosities to model organisms. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89, 57-66.
- 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.
- Sulistiyanto, D. ve Ehlers, R. U., 1996. Efficacy of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* for the control of grubs (*Phyllopertha horticola* and *Aphodius contaminatus*) in golf course turf. *Biocontr. Sci. and Technol.*, 6, 247-250.
- Summers, C. G., 1998. Integrated Pest Management in forage alfalfa. *Integrated Pest Management Reviews*, 3, 127-154.
- Susurluk, İ. A. ve Ökten, M. E., 2000. Bazı Entomopatojen Nematodların *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) Üzerindeki Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2000, 6 (4), 111-114.
- Şengül, S., Tahtacıoğlu, L. ve Mermer, A., 2003. Doğu Anadolu Bölgesi Şartlarına Uygun Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 34 (4), 321-325, 2003.
- Tamer, A., Aydemir, M. ve Has, A., 1997. Ankara ve Konya İllerinde Korunga ve Yoncada Görülen Zararlı ve Faydalı Böcekler Üzerinde Faunistik Çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 1997, 37 (3-4), 125-161.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipksi, A. ve Kumar, S., 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30, 2725-2729.
- Tekeli, A. S. ve Ateş, E., 2011. Baklagil Yem Bitkileri (Yenilenmiş II. Baskı). Sevil Ciltevi, Tekirdağ.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. ve Horuz, S., 2010. "Tarım İlaçları Kullanımı Ve Riskleri", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26, ss.154-159, 2010.
- Tosun, F., 1974. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri Kültürü. *Atatürk Üniversitesi*, 242, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum. 350.
- Tuatay, N., 1952. *Hypera postica* Gyll. "Yonca Hortumlu Böceği". *Bitki Koruma Bülteni*, 4, 10-15.
- Tülek, A., Ertürk, S., Kepenekci, İ. ve Atay, T., 2015. Efficacy of Native Entomopathogenic Nematodes against the Stored Grain Insect Pest, *Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) Adults. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25 (1), 251.
- Uygun, N., Ulusoy M. R. ve Satar S., 2010. Biyolojik mücadele. *Türk. biyo. мүc. derg.*, 2010, 1 (1), 1.
- Vrain, T. C., Wakarchuk, D. A., Levesque, A. C. ve Hamiltin, R. I., 1992. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group. *Fundamental and Applied Nematology*, 15, 563-573.
- Webster, J. M., 1972. Nematodes and Biological Control. 469-496. (In: *Economic Nematology*, Ed.; J.M. Webster, Academic Press, Inc. (London) Ltd., 563pp.
- White, G. F., 1927. "A Method for Obtaining Infective Nematode Larvae From Cultures", *Science*, 66, 302-303.
- Woodring J. L. ve Kaya H. K., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes. *Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, A.K.*, A hand Book of Techniques Southern Cooperative Series Bulletin 331, 30 pp.
- Wouts, W. M., 1991. *Steinernema (Neoaplectana)* and *Heterorhabditis* species. In *Manual of Agricultural Nematology*, W. R. Nickle, ed. Marcel Dekker, Inc. New York.

- Yakhontov, V. V., 1937. Practical results of an experiment. A biological method of controlling pests of lucerne and cotton. *Vuiss'haya Shkola*, 1,77-81.
- Yıldırım, E., Aslan, İ., Özbek, H., 1996. Erzurum ve Erzincan İllerinde Önemli Bir Yonca (*Medicago sativa* L.) Zararlısı, *Gonioctena fornicata* (Brüggemann) (Coleoptera, Chrysomelidae)'nın Tanımı, Biyolojisi ve Zararı. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi 17-19 Haziran 1996, Erzurum, s. 816-822.
- Yılmaz, H., Gokce, C., Demir I. ve Demirbag, Z., 2010. Laboratory screening of the pathogenicity of some local entomopathogenic nematode isolates against the European Cockchafer, *Melolontha melolontha* (Col.: Scarabaeidae). 43th Annual Meeting of Society for Invertebrate Pathology, p. 61.
- Yurt, Ç., Gözel ve Ç., Gözel, U., 2015. Bazı entomopatojen nematod türlerinin *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pieridae) üzerindeki etkinlikleri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi 2015, 6 (2), 77-84.
- Yücel B., Demirbağ Z., Gözüaçık C.ve Demir İ., 2015. "Entomopathogenic fungi from the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)", 5th Entomopatogens and Microbial Control Congress, ANKARA, TÜRKİYE, 9-11 Eylül 2015, 76-76 pp.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : AYŞEGÜL ÇAĞLAYAN

Doğum Tarihi ve Yer: 19.02.1992 Beşikdüzü/TRABZON

E-mail : zm.aysegul@gmail.com

Yüksek Lisans : Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü-

Mezuniyet: 11.06.2015

İş Deneyimi: 15.03.2018-30.09.2018 Biopest Çevre Sağlığı ve Vektör Kontrol Hizm. Ltd. Şti. Biyosidal Ürün Uygulamalarında Mesul Müdür.

08.10.2018-... Biotek Haşere Kontrol Sağlık Sosyal Hizm. Kimyevi Mad. San. Ltd. Şti. Biyosidal Ürün Uygulamalarında Mesul Müdür.

Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] Mücadelesinde Bazı Entomopatojenik Nematod ve Fungusların Kullanım Olanakları (TÜBİTAK 1001 No: 214O420). Devam ediyor Projede Bursiyer.01.03.2018-12.03.2018

Bildiriler:

- Atay, T., Akın, A., Alkan, M. ve Ertürk, S., 2018. Pre-Studies on Contact Toxicity of Some Local Diatomaceous Earths on Mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), Larvae. I. International Agricultural Science Congress (Özet 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., Atay, T., Güleç, N., Yıldırım, Y. ve Akın, A., 2018. 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 2 nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on BIODIVERSITY (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)
- Kepenekci, İ., Sağlam, H. D., Atay, T., Yeşilayer, A. ve Akın, A., 2018. Effectiveness of two native entomopatojenic 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 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)
- Akın, A., Atay, T. ve Kepenekci, İ., 2017. Virulence of five Turkish Isolates of *Steinernema carpocapsae* Against *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). 6th ENTOMOPATHOGENS AND MICROBIAL CONTROL CONGRESS (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
- Atay, T., Akın, A., Kara, K., Sağlam, H. D. ve Kepenekci, İ., 2017. The Effects of Native Entomopathogenic Nematodes Against *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae) in Laboratory Conditions. 6th ENTOMOPATHOGENS AND MICROBIAL CONTROL CONGRESS (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

- Atay, T., Akın, A., Özdemir, I. ve Kepenekci, İ., 2017. Effects of Native Entomopathogenic Nematodes on Pea Aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) (Hemiptera: Aphididae) under Laboratory Conditions. Central Anatolia Region Third Agriculture and Food Congress (TARGID) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
- Kepenekci, İ., Çimen, H., Akın, A. ve Hazır, S., 2017. First report of entomopathogenic nematodes (Nematoda) in Kyrgyzstan. 6th ENTOMOPATHOGENS AND MICROBIAL CONTROL CONGRESS (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
- Toksöz, Ş., Akın, A., Saruhan, İ., Akça, İ. ve Kepenekci, İ., 2017. Pre-studies Upon The Effect of Native Entomopathogenic Nematodes on Nymphs of Turkestan Cockroach [*Shelfordella tartara* Sauss (Dictyoptera: Blattellidae)]. 6th ENTOMOPATHOGENS AND MICROBIAL CONTROL CONGRESS (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
- Yeşilayer, A., Kepenekci, İ., Akın, A. ve Aslan, H. N. 2017. Tokat'ta yeni kayıt *Sancassania* sp. (Acarı: Astigmata: Acaridae). İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)