



**PATATES BÖCEĞİ [*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY)
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)] MÜCADELESİNDE BAZI
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARI**

NIYAZI GÜLEÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

DANIŞMANI: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

OCAK -2018

Her hakkı saklıdır

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PATATES BÖCEĞİ [*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY)
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)] MÜCADELESİNDE BAZI
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARI

Niyazi GÜLEÇ

TOKAT

Ocak - 2018


Her hakkı saklıdır

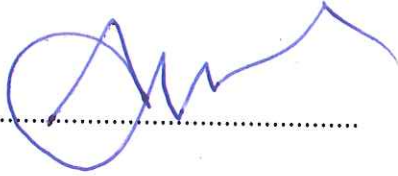
NİYAZİ GÜLEÇ tarafından hazırlanan "Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] Mücadelesinde Bazı Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 12 Ocak 2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı 'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

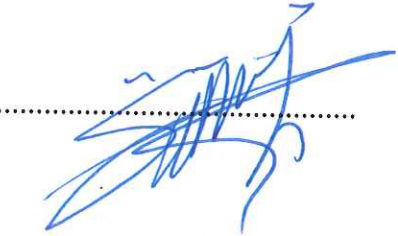
Jüri Üyeleri

Danışman:
Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Üye:
Yrd. Doç. Dr.
Turgut ATAY
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Üye:
Yrd. Doç. Dr.
Hayriye Didem SAĞLAM
Ahi Evran Üniversitesi

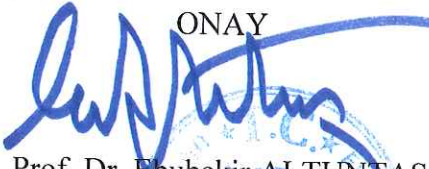
İmza


.....


.....


.....

ONAY


Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

19./01/2018



TEZ BEYANI

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

NIYAZI GÜLEÇ

12 Ocak 2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PATATES BÖCEĞİ [*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)] MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN KULLANIM OLANAKLARI NİYAZI GÜLEÇ

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

DANIŞMANI: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Patates üretimini azaltan zararlı organizmalardan biri de patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] (PB)'dir. Patates bitkisinin her dönemine zarar veren polifag bir zararlıdır. Dünya'da entomopatojen nematodların (EPN) birçok zararlı grubuna karşı etkinliği laboratuvar ve tarla/bahçe çalışmaları ile ortaya konulmuş olmasına karşın ülkemizde PB ile ilgili çok az çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışma kapsamında patates bitkisinin önemli bir zararlısı olan PB ile mücadelede EPN'lerin kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmanın ana hedefi, laboratuvarlar stoklarımızda mevcut olan ve daha önce yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu ümitvar etki gösteren EPN (*Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*)'lerin yeşil aksam ve toprak uygulamaları şeklinde sera (saksı) denemeleri sonucu PB'nin farklı dönemlerine (yeşil aksam uygulamalarında 3. larva dönemi ve toprağa yapılan uygulamalarda son dönem larvalara) karşı etkinliği ortaya konulmuştur. Türkiye'de ilk defa bu zararlı grubuna karşı sera (saksı) çalışmaları yürütülmüştür. Ayrıca dünyada EPN'lerin sulu konsantrasyonlarının zararlılara karşı kullanımı ile ilgili çok çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda sulu konsantrasyonların yerine kadavra içinde EPN'lerin kullanılması çalışmaları başlamıştır. PB'ye karşı bu uygulama dünya için ilk çalışma niteliğindedir. Araştırma sonucu elde edilen sonuçlara göre EPN'lerin toprağa yapılan uygulamalarda en yüksek ölüm oranı *S. feltiae* (65,23±4,45 ve 77,33±2,59)'da elde edilmiştir. Diğer uygulamalar (yeşil aksam ve kadavra uygulamaları)'da etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Deneme sonuçlarında, kadavra uygulamalarında ölüm oranı %40'ı geçmemiş ve en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora*'da %37,40±8,88 olarak tespit edilmiştir. Yeşil aksam uygulamalarında ise ölüm oranı %30'ı geçmemiş ve en yüksek ölüm oranı *H. bacteriophora*'da 29,14±6,09 olarak tespit edilmiştir. EPN sera-saksı deneme sonuçlarına göre *S. feltiae* (Aydın izolatu) izolatuunun toprak uygulamalarının arazi denemeleri kapsamına alınması uygun olacaktır.

2018, 42 SAYFA

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

ABSTRACT

MASTER THESIS

RESEARCHS ON THE POSSIBLE USE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN THE CONTROL OF COLORADO POTATO BEETLE [*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)]

NİYAZİ GÜLEÇ

GAZİOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

DANIŞMANI: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

One of the pest organisms reducing potato production is Colorado Potato Beetle [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomalidae)] (CPB). CPB is a polyphagous pest that damages every-stage of potato. Although entomopathogenic nematodes (EPNs) in the world have been demonstrated by many laboratories and field/garden studies activity against many harmful groups, very few studies have been conducted on CPB in our country (Turkey). In the scope of work intended to be used EPNs against CPB with an important pest of potato plant. The main objective of the study is revealed greenhouse and soil applications of EPN (*Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*), which are present in our laboratories in our stocks and which are expected to have a lasting effect in the laboratory studies (to different stages of the end CPB larval period and recent practices in soil). For the first time in Turkey, greenhouse (flower pot) studies have been carried out against this harmful group. There is also a lot of work in the world about the use of aqueous concentrations of EPNs against harmful effects. In recent years, efforts have been made to use EPNs in cadaver instead of aqueous concentrates. This application against CPB is the first working for the world. According to the results of the study, the highest mortality rate of the EPNs in the soil applications was obtained in *S. feltiae* (65,23±4,45 ve 77,33±2,59). Other applications (green limbs and cadaver applications) are seen to have a low level of efficacy. In the trial results, the mortality rate in cadaver applications did not exceed 40% and the lowest mortality rate in *H. bacteriophora* was 37,40±8,88%. In the case of green devices, the mortality rate did not exceed 30% and the highest mortality rate was 29,14±6,09 in *H. bacteriophora*. According to EPN greenhouse-pot experiments results, soil applications of *S. feltiae* (Aydin isolate) isolate should be included within the scope of field trials.

2018, 42 PAGE

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

ÖNSÖZ

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

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

Yüksek lisans tezimin seçilmesinden son aşamasına kadar bilgi, tecrübe ve fikirleriyle daima yol gösterici olan danışman hocam Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ’ye teşekkür ederim.

Çalışmalarımda tecrübe ve fikirleriyle her zaman destek olan Yr. Doc. Dr. Turgut ATAY’a, Zir. Müh. Ayşegül AKIN, Yasemin YILDIRIM, Melike DENİZ ve Zir. Yük. Müh. Atilla ÖKSÜZ’e teşekkür ederim.

Çalışmalarıma destek verdiği için TÜBİTAK (Proje no: 214O420)'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımı yürüttüğüm süre boyunca manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

NIYAZİ GÜLEÇ
12 Ocak 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Patates böceği	2
1.1.1. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın sitemematığı	2
1.1.2. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın Tanımı, Yaşayışı, Zarar Şekli, Ekonomik Önemi ve Yayılışı	2
1.1.3. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın Konukçuları ve Türkiye'de tespit edilen doğal düşmanları.....	4
1.2. Mikrobiyal mücadele ve Entomopatojenler.....	4
1.2.1. Entomopatojen nematodlar (EPN).....	5
EPN'lerin Önemi	6
Biyolojileri 6	
Parazitoit EPN ilişkisi.....	6
EPN'lerin sıcaklıkla ilişkisi	7
EPN'lerin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımı	7
EPN'lerin üretimi.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
MATERYAL	21
YÖNTEM 21	
3. 1. Laboratuvar Kitle Üretim Çalışmaları	21
3.1. 1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi 21	
3. 1. 2. Entomopatojen nematodların (EPN) üretimi	23
3. 1.3. Patates böceği(PB) popülasyonlarının elde edilmesi.....	24
3.2. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları	24
3.2.1. Yeşil aksam uygulamaları.....	26
3.2.2. Toprak uygulamaları.....	27
3.2.3. Kadavra uygulamaları.....	27
3. 3. Uygulamaların Değerlendirilmesi.....	27
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	32
6. KAYNAKLAR	35
7. ÖZGEÇMİŞ	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
EPN	Entomopatojen nematod
Pusucu EPN:	Pusucu <i>Strinerinema carpocapsae</i> . Daha pasif nematodlardır ve konukçularını beklerler ve pusu kururlar.
Avcı EPN	Daha aktif nematodlardır ve konukçularını ararlar, bulurlar ve avlarlar.
IJs	Enfektif larva
<i>S.f</i>	<i>Steinetnema feltiae</i> (izolat 09-31)
<i>H.b</i>	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (izolat 09-43)
GOU	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, TOKAT
AMU	Adnan Menderes Üniversitesi, AYDIN
PB	Patates böceği [<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi.	22
Şekil 2. A: Patates ekimi. B: Patates tarlası. C: Patates bitkisi ve patates böceği. D: Patates böceği tarafından yenilen yapraklar. E: Patates böceği tarafından yenilmiş bitki.....	25
Şekil 3. A: Sera-Saksı Etkinlik Çalışması, yeşil aksam uygulaması. B: Böcek sayımı.	26
Şekil 4. Sera-Saksı etkinlik çalışmaları, kadavra uygulaması.	28
Şekil 5. A: Sera-Saksı Etkinlik çalışması, patates bitkisi ekili saksılar. B ve C: Pupa olmuş Patates Böceği.....	29
Şekil 6. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> üzerine <i>S. feltiae</i> (Aydın isolate), <i>S. carpocapsae</i> (Black sea isolate), <i>H. bacteriophora</i> (Aydın isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (1. Tekrar) (P<0,05)	30
Şekil 7. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> üzerine <i>S. feltiae</i> (Aydın isolate), <i>S. carpocapsae</i> (Black sea isolate), <i>H. bacteriophora</i> (Aydın isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (2. Tekrar) (P<0,05)	31

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

- Çizelge 1. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydin isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydin isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (1. Tekrar) (P<0,05)30
- Çizelge 2. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydin isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydin isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (2. Tekrar) (P<0,05)30



1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), hem insan beslenmesindeki rolü hem de ülke ekonomisine katkısı açısından önemli bitkiler arasında yer almaktadır. Ülkemiz patates üretimine bakıldığında, hemen her ilde patates üretimi yapılmaktadır. Tokat ili özellikle Tokat Merkez, Pazar, Artova, Erbaa ve Niksar ilçelerinde patates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Bilgili ve Kadioğlu, 2003, Çam ve ark., 2002). Niksar ve Erbaa ilçeleri; önemli patates ekiliş alanlarına sahip olup tohumluk patates üretilmesi açısından da önemli bir yere sahiptir. 2016 TÜİK verilerine göre Türkiye'nin patates üretim alanı 1 milyon 448 bin 572 dekar olup, üretimi ise 4 milyon 750 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Patates üretimi Niğde (892,297 ton), Konya (549,802 ton), Afyonkarahisar (476,900 ton), İzmir (397,706 ton), Nevşehir (255,773 ton) illerinde yoğun olarak yapılmaktadır. Birim alana elde edilen verimin en yüksek olduğu il 4346 kg/da ile Nevşehir olup en düşük verim ise 705 kg/da ile Zonguldak ilinde elde edilmektedir (Anonim, 2016).

Patates, üretim ve depolama aşamalarında, birçok zararlı etmeden dolayı önemli kayıplar gözlenmektedir. Patates üretimini azaltan canlı faktörlerin başında patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] gelmektedir. *L. decemlineata* patates bitkisinin bütün toprak üstü organlarında zarar oluşturmaktadır. Patates bitkisinin her dönemine zarar veren ve polifag zararlılardan olan bu zararlı birinci ve ikinci larva döneminde bitkinin yaprak epidermisini yiyerek, özellikle üçüncü ve dördüncü larva dönemlerinde ise yaprağı tamamen yiyerek hatta yumrulara galeriler açarak zarar vermektedir.

Ülkemizde patates ekiliş alanlarında patates böceği popülasyonlarının elde edilme zamanı bölgelere göre değişmekle birlikte Tokat'ta (Artova ve Başçiftlik hariç; buralar Tokat merkez, Niksar ve Erbaa göre yüksek yerlerdir) Ağustos-Ekim aylarında kadar böcek bulunabilmektedir. Patates böceği ülkemiz için önemli bir zararlı olup patates bitkisinin ana zararlısıdır. Tokat ili dahil olmak üzere tüm patates ekiliş alanlarında zarar oluşturabilmektedir.

1.1. Patates böceği

1.1.1. *Leptinotarsa decemlineata*'nın sitemematığı

Alem: Animalia

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familya: Chrysomelidae

Cins: *Leptinotarsa*

Tür: *Leptinotarsa decemlineata* (Say)

1.1.2. *Leptinotarsa decemlineata*'nın Tanımı, Yaşayışı, Zarar Şekli, Ekonomik Önemi ve Yayılışı

Ergin 10-12 mm boyunda, sarı kırmızımsı renkli, sırtı kuvvetli bombelidir. Antenleri 11 seğmendi olup ilk 6 segment sarı diğerleri siyahtır. Torales sarı renkli olup, ortada genellikle “V”, ya da böbrek şeklinde, bunun yanlarında da birkaç adet siyah renkli leke vardır. Sertleşmiş olan üst kanatların üzerinde 5 bir tarafta, 5 diğer tarafta olmak üzere 10 tane uzunlamasına siyah renkli bant vardır. Üst kanatların altında ince, şeffaf, pembe renkli, damarları belirgin alt kanatlar bulunur ki bu ancak böcek uçarken görülür. Yumurta koyu sarı renkli ve oval şeklinde olup, 1-2 mm uzunluğundadır. Larva yumurtadan ilk çıktığı zaman 4-5 mm boyunda olup, olgunlaşınca 11-13 mm'ye ulaşır. Olgun larva kambur duruşlu, başı koyu kahverengi olup, vücudu portakal sarısı rengindedir. Vücut segmentlerinin her iki yanında ikişer sıra halinde siyah leke bulunur (Anonim, 2008).

Patates böceği kışı toprağın 5-30 cm derinliğinde ergin olarak geçirir. Kışlayan erginler ilkbaharda toprağın 10 cm derinliğindeki sıcaklık ortalaması 13°C'yi aştığında çıkmaya başlar. Bu tarih Marmara ve Ege bölgelerinde genellikle nisan ayının ikinci haftasını takip eden günlerdir. İç Anadolu'da ise çıkışlar mayıs başına kadar devam eder. Kışlama yerinden çıkan erginler hemen beslenecek bitki ararlar. Bu devrede patatesler yeni sürmektedir. Kışlama yerini terk ettikleri sahalarda patates bitkisi yoksa, besin aramak üzere başka yerlere uçarlar. Patates böceğinin yayılması bu sırada olmaktadır. Dişilerin bir kısmı kışı döllenmiş olarak geçirirler.

Bunlar topraktan çıkıp kısa bir süre beslendikten sonra yumurtlamaya başlarlar. Diğer erginler ise çıkıştan 2-3 gün sonra çiftleşerek yumurtlar. Yumurtalarını gruplar halinde veya bazen tek tek yaprakların alt yüzlerine bırakırlar. Bir kümede 2-57 adet yumurta bulunur. Bir dişi 500-3000 yumurta bırakır. Hiç çiftleşmemiş dişiler de yumurta bırakırlarsa da, bu yumurtalar 4-8 gün sonra bozular. Yumurtalar 14.7°C'de 10 günde, 21.5°C'de 6 günde açılır. 12°C'nin altında ise açılma olmaz. Yumurtadan çıkan larvalar önce toplu halde beslenir, sonra bitkinin üzerine yayılarak oburca beslenirler. 4-5 gün ara ile 4 gömlek değiştirerek sıcaklığa bağlı olarak 19-24 günde olgun hale gelir. Gelişmesini tamamlayan larvalar bitkiyi terk ederek toprağa inerler ve toprağın 5-18 cm derinliğinde pupa olurlar. Pupa süresi 5-14 gündür. Ergin ömürleri ortalama olarak dişilerde 33, erkeklerde 22 gündür. Erginlerin hiç beslenmeden 19-62 gün yaşadığı saptanmıştır. Patates böceğinin gelişme eşiği 10.1°C dir (Anonim, 2008).

Patates böceği Marmara Bölgesi koşullarında 3-4, Orta Anadolu Bölgesi koşullarında 1.5 döl vermektedir. Son döl erginleri, sonbaharda havaların serinlemesiyle genellikle geceleri toprağın 2-4 cm derinliklerine çekilmekte, gündüz güneşli saatlerde çıkarak tekrar beslenmektedir. Sıcaklık 13°C'nin altına düştüğünde erginler kışlama yerine çekilmektedir ki, bu da ekim ayı sonu ile kasım ayı başına rastlamaktadır (Anonim, 2008).

Patates böceği'nin ergin ve larvaları patates ve patlıcan yapraklarını genellikle dıştan başlayarak içe doğru yemekte, ya da yaprakta bir delik açarak bu deliği genişletmek suretiyle beslenmektedir. Önce yaprakların ana damarlarını bırakarak beslenir, sonra onu da yiyerek bitkileri sadece gövdeden ibaret bir hale getirirler. Larva ve erginler patates ve patlıcanın çiçekleri ile de beslenmekte, patlıcan meyvesini kemirerek yemektirler. Patates böceği'nin beslenerek yaptığı zararın yanı sıra virüs ve bakteri etmenlerinin yayılmasında da rol oynadığı bilinmektedir. Zararlı patates üretimi yapılan tüm bölgelerde bulunmaktadır (Anonim, 2008).

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

Patates böceğinin ülkemizdeki ana konukçuları patates ve patlıcandır. Domates ve yabani Solanaceaeierde konukçuları arasındadır.

PB'nin doğal düşmanları aşağıda verilmiştir.

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

1.2. Mikrobiyal mücadele ve Entomopatojenler

Zararlılar ile mücadelede 1945'den sonra sentetik kimyasalların yüksek oranda kullanılmaya başlanması ile insan ve çevre sağlığını etkileyen pek çok olumsuz etki ortaya çıkmaya başlamıştır. Sentetik pestisitlerin ekosistemdeki yüksek kalıcılıklarının, sıcak kanlılara toksisitelerinin ve faydalılara yan etkilerinin ortaya çıkmasıyla beraber kullanımları 1960'lı yıllardan itibaren sınırlandırılmaya başlamış ve 2009-2011 yılları arasında Türkiye de 158 adet aktif madde yasaklanmıştır (Anonim 2010). Yasaklanan aktif maddeler nedeniyle üreticilerin zararlılar ile mücadelede kullanabilecekleri yeni aktif maddelere olan ihtiyacı artmış ve bu bağlamda yeni aktif madde arayışları hız kazanmıştır. Bu araştırmalar sonucunda keşfedilen yeni aktif maddelerin kullanımı hızla artmıştır (Yu, 2008).

Zirai mücadelede kullanılan pestisitler, faydalı organizmaların yaşayışını ve faaliyetini tehdit eden önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu sebeple pestisitlerin kullanılma zorunluluğu olan hallerde ya seçici pestisitler ya da faydalılara yan etkileri düşük olanlar tercih edilmelidir.

Son yıllarda kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni yöntemler üzerinde durulmakta ve entegre mücadele çalışmaları içinde biyolojik mücadele önemli bir yer tutmaktadır. Biyolojik mücadele uygulamalarında son yıllarda entomopatojenler (entomopatojen nematodlar ve funguslar) giderek önem kazanmaktadır. Bu

entomopatojenlerin biyolojik mücadelede kullanılabilmesi için öncelikli olarak ülkemizde mevcut türlerin ve yayılışlarının belirlenmesi ve belirlenen türlerin etkinliklerinin ortaya konması önem arz etmektedir.

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

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

1.2.1. Entomopatojen nematodlar (EPN)

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait nematodlar toprak içerisinde yaşayan zorunlu böcek patojenidirler ve bu nedenle EPN’ler olarak adlandırılırlar. Bu nematodlar mutualistik ilişki içerisinde oldukları *Enterobacteriaceae* familyasına ait *Xenorhabdus* (Steinernematidler’de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler’de) bakterileri sayesinde konaklarını 48 saat içerisinde septisemi yoluyla öldürme yeteneğine sahiptirler (Forst ve Neilson., 1996; Burnell ve Stock., 2000). Steinernematidler ve Heterorhabditler genelde benzer bir hayat döngüsüne sahiptirler. Bunlarda yumurta, 4 farklı morfolojik larval dönem ve ergin dönem olmak üzere toplam 6 evre vardır. En önemli larval dönem bu grubun başarısını sağlayan 3. evre larval dönem (infektif juvenil (IJ))’dir. Toprakta bulunan ve konağı arayıp bulan evre bu 3. evredir. Bu evre, bir yıl ya da daha fazla toprakta canlılığını sürdürebilen evredir (Koppenhöfer, 2000). IJ’ler uygun bir konak bulunca konağın doğal açıklıklarından (spirakıl, ağız, anüs) ya da kutikülün ince kısımlarından (sadece Heterorhabditlerde) konak hemosölüne girerler (Bedding ve Molyneux, 1982; Wang ve Gaugler, 1998). Konağa giren infektif juveniller gömlek değiştirir ve taşıdıkları simbiyotik bakteriyi konak hemosölü içerisine salarlar.

Böcek dokusunu parçalayarak üreyen bakteriler konağın 48 saat içerisinde ölmesini sağlarlar (Constant ve Boven., 2000; Glazer ve Lewis., 2000).

EPN'lerin Önemi

EPN'ler; insanlar ve hedef olmayan organizmalar için güvenli olmaları, çevre üzerinde negatif bir etkiye sahip olmamaları, birçok kimyasal ve diğer biyolojik pestisitler ile uyumluluk gösterebilmeleri, konukçularını arama yetenekleri ve kitle üretimlerinin kolay ve güvenli olması ve birçok ülkede kullanım iznine gerek olmaması gibi avantajları birçok zararlı ile mücadele olanağı sağlamaktadır (Hazır ve ark., 2004). Entomopatojen nematodlar çevre açısından güvenlidirler ve biyolojik kontrol etmeni olarak büyük çapta üretilebilmektedirler (Liu ve ark., 2000). Entomopatojen nematodların ekonomik öneme sahip zararlılara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak başarı sağladıkları yapılan birçok çalışma ile tespit edilmiştir (Koppenhöfer, 2000; Grewal ve ark., 2005; Georgis ve ark., 2006; Shapiro-Ilan ve ark., 2005).

Biyolojileri

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

Parazitoit EPN ilişkisi

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

EPN'lerin 3. dönem larvaları aktif olup konukçularının doğal açıklıklarından giriş yapmaktadır. Ağzlarında dorsal labial dişe sahip olan 3. dönem Heterorhabditid larvaları böceğin kütikülünü geçirgen kısımlarından delerek giriş yapmaktadır. Aynı yarıdan birden fazla nematod giriş yapabilmektedir (Anonymous, 1954'e atfen Wouts, 1991).

Galleria mellonella larvaları kullanılarak EPN'lerin pratik olarak üretilebildikleri belirtilmektedir (Dutky ve Hough., 1955). Hominick ve Brscoe (1990), Heterorhabdit'lere nazaran Steinernematid'lerin üretiminin daha fazla olduğunu vurgulamaktadır.

EPN'lerin sıcaklıkla ilişkisi

EPN'ler için sıcaklık ve nem çok önemlidir. Enfektif larvalar (IJ) 12-32 °C arasında çok aktiftir. Düşük sıcaklıklarda enfektif larvalar uzun bir süre canlı kalabilmektedir. 5 °C'deki az miktardaki su içinde (0,5-1 cm yükseklikte) *S.glaseri* 3 yıldan fazla canlı kalabilmektedir. *S.carpocapsae*'nin IJ'leri -10 °C'de 18 saatte ölür. Toprağa gömülü olan IJ'ler -19 °C ile 9 °C arasında değişen kış şartlarında dahi canlılıklarını kaybetmezler (Schmiege, 1963 ve Federko, 1971'e atfen Wouts, 1991). 35 °C'de bir saat tutulduğunda hareketsiz hale gelen *S.carpocapsae* larvalarının tamamı 37 °C'de 16 saat içinde, 41 °C'de ise bir saat içinde ölmektedir (Brian ve Welch., 1963; Schmiege, 1963). EPN (IJ)'lerin en iyi muhafaza şekli 5 °C'de nemli steril kum içindedir (Fan ve Hominick., 1991).

EPN'lerin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımı

Nematodların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmesine yönelik ilk çalışmalar Amerika'da 1932 yılında başlatılmıştır. Bu ülkede saptanan EPN'lerden *Steinernema glaseri*, *Popillia japonica* Newn. larvalarına karşı tarla denemelerinde kullanılmıştır (Filipjev 1934'e ve Bovren 1937'ye atfen Wouts, 1991).

EPN'lerin üretimi

EPN'lerin *in vitro* olarak üretimine 1981 yılında başlanmıştır. Bu kadar geç ticari üretime geçilmesini araştırmacılar iki şekilde açıklamaktadırlar. Bunlardan ilki; kimyasal

mücadelenin 1970'lere kadar baskın olması, ikincisi ise; bu konuda yetişmiş yeterli sayıda araştırmacının bulunmamasıdır. 1981 yılında Bedding tarafından ilk kez *in vitro* olarak üretilmiş ve bu tarihten sonra çeşitli *in vitro* üretim teknikleri geliştirilmiştir. EPN'ler *in vivo* ya da katı veya sıvı ortamlarda *in vitro* olarak kitle halinde üretilbilirler (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis., 1998). *In vivo* üretimde en çok tercih edilen konukçu böcek *Galleria mellonella*'dır (Kaya ve Stock., 1997). *In vitro* katı ortam olarak dog food agar ve 3 parçalı ortam kullanılmaktadır (Hara ve ark., 1981; Bedding, 1984). *In vitro* sıvı fermantasyon yöntemi EPN'lerin en ucuz kitlesel üretimine izin verir ve bu metod endüstrileşmiş ülkelerin seçtiği bir yöntemdir (Ehlers, 1996; Shapiro ve ark., 2003). 500 ml'lik bir erlen içerisinde 2 milyar infektif dönem nematod üretilmektedir (Bedding, 1981). EPN'ler türlerine bağlı olarak, 250.000 IJ/ml'ye kadar 7500–8000 litrelik fermantasyon kazanlarında başarıyla üretilmektedirler (Ehlers, 1996; Grewal ve Georgis., 1998). Bunlar *Steinernema carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. feltiae*, *S. glaseri*, *S. scapterisci*, *Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. megidis*'tir. Üretilen bu ticari nematod preparasyonları Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Hollanda, Avusturalya, ve İngiltere gibi ülkelerde kullanılmaktadır (Ehlers ve ark., 1998; Strauch ve Ehlers., 1998).

Günümüzde EPN'ler, *Cydia pomonella* (Elma içkudu), *Agrotis spp.* (Bozkurtlar), *Otiiorhynchus sulcatus* (Bağ maymuncuğu), *Leptinotarsa decemlineata* (Patates böceği), *Plutella xylostella* (Sebze güveleri), *Sciarid spp.* (Mantar sinekleri), Tripsler, Scarabidler, *Capnodis spp.* Ve *Grylotalpa grylotalpa* (Danaburnu) gibi önemli zararlıları içine alan yaklaşık 250 adet zararlı böceğe karşı başarıyla kullanılmaktadır (Peters, 1996).

Patates böceği ile mücadelede kimyasal mücadele kolay uygulanabilmesi ve sonucun hemen alınabilmesi nedeniyle diğer mücadele yöntemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir. Ancak kolay uygulanması ve kısa sürede etkili sonuç vermesi gibi özelliklerinden dolayı geçerli gibi görünse de yanlış ve yoğun yapılan ilaçlamalar ile birçok soruna neden olduğu bilinmektedir. Zararlı böceklerin zamanla kimyasallara direnç kazanması sonucu daha fazla kimyasal ilaç kullanımına gerek duyulmaktadır (Immaraju ve ark., 1992; Nagarkatti ve ark., 2002). Kullanılan kimyasallar zararlı böcekleri öldürmesine rağmen hedef dışı birçok yararlı böcek ve predatörleri de

olumsuz etkilemektedir (Belair ve ark., 2010). Günümüzde insan sağlığının, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasının ön plana çıkması ile fındık kurdunun kimyasal mücadelesine alternatif olabilecek mücadele yöntemlerinin araştırılması hız kazanmıştır. Bu kapsamda mücadele yöntemleri içerisinde yer alan biyolojik mücadelenin önemi artmaktadır (Öncüer, 1995).

Biyolojik mücadele içerisinde önemli bir yeri olan entomopatojen nematodlar, toprakta yaşayan zararlı böceklerin popülasyonunu azaltmada rol oynayan ve birçok zararlı böcek üzerinde başarılı bir şekilde kullanılan mikroskobik canlılardır (Grewal ve ark., 2005). Meyve bahçelerindeki çeşitli zararlı böceklerle karşı yapılan birçok çalışmada biyolojik mücadele etmeni olarak entomopatojen nematodların başarı sağladıkları tespit edilmiştir (Koppenhöfer, 2000; Grewal ve ark., 2005; Georgis ve ark., 2006; Shapiro-Ilan ve ark., 2005). Zararlı böceklerin büyük kısmı yaşam döngülerinin bir bölümünü toprakta geçirmektedirler. Toprak ise Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyasına bağlı entomopatojen nematodların doğal yaşam ortamıdır (Klein, 1990). Entomopatojen nematodlar yaşamları için optimum koşulları ve uygun ortamı sağlayan toprakta, birçok zararlı böceğin biyolojik kontrolünü etkin olarak sağlayabilmektedir (Grewal ve ark., 2005).

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

bulunan doğal düşmanlar da ortama uygulanan nematodların popülasyon seviyelerini düşürmektedir (Grewal, 2002).

Yeşil aksam uygulamaları; damla boyutları ve püskürtme dağılımı bitkinin yeşil aksamında bulunan zararlılara karşı nematod uygulanırken önemlidir. Standart hidrolik memelerin geniş aralıkta damla boyutları ürettiği bilinmektedir bunların çoğu IJ'leri taşımak için çok küçüktür. Lello ve arkadaşları (1996) yüksek çıkışlı hidrolik memeler (standart fan ve tam koni) kullanarak yaptıkları çalışmada, bu memelerin yapraklar üzerine daha fazla nematod bıraktığını ve Çin lahanası yapraklarında zararlı olan *Plutella xylostella*'da %98 ölüm meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır. Döner diskli memelerde damlaların %90'ından fazlasında nematod bulunmamaktadır (Mason ve ark.,1998a). Genel olarak, daha yüksek akış hızı cm^2 başına düşen nematod sayısını artırmaktadır. Nematodların bitkilerin yeşil aksamlarında, özellikle yaprakları üzerinde kalması genellikle uygulama tankına yardımcı maddelerin eklenmesi ile sağlanır (Mason ve ark., 1998b).

EPN'lerin yeşil aksam uygulamalarındaki başarı şanslarının düşük olmasının temel nedenleri; kuruma (Lello et al. 1996), sıcaklık (Grewal ve ark., 1994b) ve ultraviyole radyasyon (UV) (Gaugler ve Boush, 1978, Gaugler ve ark., 1992a) gibi olumsuzluklara IJ'lerinin hassasiyetidir.

Çoğu EPN türü 32°C 'yi aşan sıcaklıklarda etkili olmaz. EPN'lerin kuruma ve UV toleransları farklılık göstermektedir. Nickle ve Shapiro (1992, 1994) *S. carpocapsae*'nin güneş ışığından etkin korunması için tinopal ve Blankophor BBH kullanmıştır. Lello ve arkadaşları (1996)'na göre güneş ışığının etkisi nematodların alacakaranlıkta uygulanması ile minimuma indirilebilir; ancak yüksek nemlilik ($>80\%$ BN) ve bitki üzerinde serbest su sağlamak zorlaşır. Yardımcılar genellikle nematod etkinliğini artırırsa da (MacVean ve ark., 1982, Eidt 1991, Glazer ve ark., 1992, Broadbent ve Olthof 1995, Baur ve ark., 1997) bu artış seviyesi genellikle yeşil aksam uygulamalarını önermek için henüz yetersiz görülmektedir (Baur ve ark., 1997, Mason ve ark., 1998b).

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

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.

Türkiye’de EPN’ler ile ilgili çalışmalara son yıllarda başlanmıştır. Ülkemizde, Özer et al., (1995) tarafından Rize’den alınan toprak örneklerinde *S.feltiae*, Kepenekci ve diğerleri, (1999) tarafından Ekecik (Aksaray) kışlağında toplanan Kımıl (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonunda *H.bacteriophora* tespit edilmiştir. Hazır ve diğerleri, (2003b) 1999-2001 yılları arasında tüm Türkiye’yi kapsayan bir araştırma yapmış ve bu çalışmada *S. feltiae*, *S. afine*, *S. anatoliense* (yeni tür) ve *H. bacteriophora* türlerini izole etmişlerdir.

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

Bunun dışında, EPN’lerin ekonomik öneme sahip zararlı grupları üzerindeki etkileriyle ilgili son yıllarda çalışmalar ivme kazanmıştır (Kepenekci ve ark., 2002; Gökçe ve ark., 2003; Kepenekci, 2004; Kepenekci ve ark., 2004; Kepenekci ve Halıcı., 2004; Kepenekci ve Susurluk., 2006a, b; Koçak, ve ark., 2007; Evlice ve ark., 2007; Kepenekci ve ark., 2007, Kepenekci ve ark., 2009).

Yapılan çalışmalar ülkemiz gibi tür çeşitliliği yüksek birbirinden farklı bölgelere sahip bir ülke için yeteri düzeyde değildir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarından elde edilen ümit var sonuçların sera ve doğa çalışmalarına aktarılması son derece önemli olup önerdiğimiz tez çalışmaları içerisinde sera-saksı çalışmalarının yapılması planlanmıştır.

Bu çalışmada, laboratuvarlar stoklarımızda mevcut olan EPN [*Steinernema feltiae* (izolat 09-31) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)]’lerin daha öce yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu ümitvar etki gösteren türlerin (Kepenekci ve ark., 2013e; Kepenekci ve ark, 2016) yeşil aksam ve toprak uygulamaları şeklinde sera (saksı)

denemeleri sonucu patates böceğinin farklı dönemlerine (yeşil aksam uygulamalarında, özellikle 3. larva dönemi ve toprağa yapılan uygulamalarda son dönem larvalara) karşı etkinliği ortaya konulmuştur. Türkiye'de ilk defa bu zararlı grubuna karşı sera (saksı) çalışmaları yürütülmüştür. Ayrıca dünyada EPN'lerin sulu konsantrasyonlarının zararlılara karşı kullanımı ile ilgili çok çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda sulu konsantrasyonların yerine kadavra içinde EPN'lerin kullanılması çalışmaları başlamıştır (Shapiro-Ilan ve ark., 2003; Kepenekci ve ark., 2013 a). Patates böceğine karşı bu uygulama dünya için ilk çalışma niteliğindedir.

Elde edilecek bulgular ve mevcut bilgiler doğrultusunda, entomopatojen nematodların PB'ye karşı kullanılan mevcut mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya konulacak olan yeni mücadele stratejisi ile mücadele alanları daraltılacak ve kimyasal mücadelenin olumsuzlukları ortadan kaldırılacaktır. Söz konusu alanlarda daha az kimyasal ilaç kullanılması sağlanacaktır. Bunun sonucunda çevreye olumsuz etkileri aşikâr olan ilaçlı mücadele çalışmaları azaltılacaktır. PB mücadelesinde sürdürülebilir, çevre ve insan sağlığı açısından güvenilir mücadele metodu uygulamaya konulacaktır. Böylece üreticinin gelirinde artış olacak, ülke ekonomisine ve bilime katkıda bulunulacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kepenekci ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampüs alanından alınan toprak örnekleri içerisinde *Heterorhabditis marelatus* Liu and Berry, 1996 bulmuşlardır. Söz konusu türün erkek birey ve enfektif juvenillerine ait morfolojik ve morfometrik özellikleri belirlenerek orijinal tanımı ile karşılaştırılmış, hayat çemberi kontrollü koşullarda takip edilmiş ve literatür kayıtlarına göre yayılış alanı ve konukçuları hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmada saptanan *H. Marelatus*'un Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğunu bildirmişlerdir.

Kepenekci (2002)'nin Akdeniz bölgesinde yürüttüğü çalışmada, 15 ayrı alandan 52 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, üç pozitif örnekte birinde *Heterorhabditis bacteriophora* ve ikisinde *Steinernema carpocapsae* tespit edilmiştir. Bu türlerin morfometrik özellikleri verilmiştir. Tespit edilen türlerden *S. carpocapsae* Türkiye faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir.

Kepenekci ve ark, (2002) yaptıkları çalışmada Türkiye'de daha önce tespit edilen EPN'lerden *Steinernema carpocapsae* (Weiser), *Heterorhabditis marelatus* Liu ve Berry ve *H.bacteriophora* Poinar'nın Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae)] pupaları üzerine etkisi laboratuvar koşullarında üç farklı sıcaklık (10;15; 25 °C) ve üç farklı konsantrasyonda (25; 50; 100 enfektif larva /0.2 ml) denemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, *C.capitata* pupalarında ölüm oranları (uygulamadan bir hafta sonra) *S.carpocapsa*, *H.marelatus* ve *H.bacteriophora*'nın 25 enfektif larva /0.2 ml konsantrasyonunda, 25 °C'de sırasıyla ortalama %0.4, %0, %1.2; 50 enfektif larva /0.2 ml konsantrasyonunda, 25 °C'de %1.2, %0.2, %3.1; 100 enfektif larva /0.2 ml konsantrasyonunda, 10 °C'de %5.6, %8.9, %4.4; 15 °C'de %14.4, %14.4, %18.9; 25 °C'de %40.0, %34.4, %65.6 olarak bulunmuştur. Her üç nematodun 25 ve 50 enfektif larva /0.2 ml konsantrasyonlarında, 10 ve 15 °C'de *C.capitata* pupalarında ölüm görülmemiştir. Pupalardaki ölüm oranları, üç türde, konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiş ve en yüksek etki 100 enfektif larva /0.2 ml konsantrasyonunda ve 25 °C'de %65.6 ile *H. marelatus*'da bulunmuştur.

Hazir ve ark., (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye topraklarından (Kars) elde edilen yeni bir entomopatojen nematod türünün tanımlanması yapılmıştır. Yeni türe

Anadolulu anlamına gelen *Steinernema anatoliense* adı verilmiştir. Bu nematod Türkiye’den bildirilmiş ilk yeni EPN türüdür.

Kepenekçi ve ark.,(2004) tarafından yapılan survey çalışmasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi kampüsünün 13 ayrı bölgesinden örnekleme yapılmıştır. Alınan örneklerin üç tanesinde *Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. marelata*; iki tanesinde ise *Steinernema feltiae* tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden *H. marelata*’nın Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamına giren alanlarda tespit edilen türlerin morfometrik özellikleri verilmişlerdir.

Kepenekçi (2004),süne [*Eurygaster maura* (Hemiptera: Scutelleridae)] erginlerine karşı iki EPN türüne ait üç ırkın [*Steinernema carpocapsae* (Anamur ırkı) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Tur-H1 ve Tur-H2 ırkları) (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae)] etkinliği araştırmıştır. Araştırma sonucunda *H. bacteriophora* Tur-H2 ırkı test edilen tüm sıcaklıklarda en öldürücü nematod olarak bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda süne *S. carpocapsae*, Tur-H1ve Tur-H2’nin sırasıyla 55%, 69%ve 95% ölüme neden olduğu ve zararlının mücadelesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

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

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

%23.3; *C. capitata* için %33.3 ve S3'de %40 ölüm kaydedilmiştir. Bu sonuçlar ışığında araştırmacılar, söz konusu olan EPN'lerin kiraz sineği ve akdeniz meyve sineğine karşı uygulanacak entegre mücadele çalışmalarında kullanılmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir. Kepenekçi ve Susurluk (2006), yaptıkları bu çalışmada, Türkiye'de daha önce tespit edilen EPN'lerden *Steinernema feltiae*'ya ait iki ırkın unlu erik afidi erginleri üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında üç farklı konsantrasyonda [25, 50 ve 100 enfektif larva (IJ)/0.2 ml steril su] ve üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) ortaya koymuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek etki, 25°C ve 100 IJ/0.2 ml konsantrasyonunda, uygulamadan 96 saat sonra elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, All type'da %74.9 ve S3'de %83.3 ölüm kaydedilmiştir.

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

Karagöz ve Gülcü (2009) tarafından yapılan, *Cydia splendana* ve *Curculio elephas*'a karşı Türkiye topraklarından izole edilmiş *Steinernema feltiae*, *Steinernema weiseri* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türlerine ait EPN'lerin etkinlikleri farklı sıcaklık dereceleri kullanılarak test edilmiştir. Çalışma sonucunda EPN'lerin *C. splendana*'ya karşı yüksek etki gösterdiği ancak *C. elephas*'a karşı pek başarılı olamadıkları belirlenmiştir. 5, 10, 15 ve 20°C gibi düşük sıcaklıklarda *S. weiseri* ile *S. feltiae* etkili bulunurken; 25 ve 30°C'lik yüksek sıcaklıklarda *H. bacteriophora*'nın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Atakan ve Elekçioğlu (2009) tarafından Adana İli'nde 2008 yılında yapılan çalışmada kırmızı palmye böceği *Rhynchophorus ferrugineus*'ın rekreasyon alanlarındaki bulaşıklık seviyeleri ve palmye ağaçlarındaki doğal düşmanları araştırılmıştır. Ölmüş palmye ağaçlarının gövdeleri *R. ferrugineus* ve entomopatojen nematod varlığı açısından örneklenmiştir.

Aydın bölgesinden izole edilen *S. feltiae* 09-31 izolatında %78 ölüm görülmüşken *S. weiseri* ve *S. carpocapsae*'da sırasıyla %50 ve %56 oranında larva ölümü tespit edilmiştir. *H. bacteriophora*'nın her iki izolatında % 50'den az ölüm görülmüştür. *S. feltiae* için 200 ve 400 IJs/cm² konsantrasyonlarında ölüm oranı %90'dan fazla bulunmuştur. Hiçbir nematod izolatu Akdeniz meyve sineğini pupa döneminde enfekte edememiştir. *S. feltiae* 100 ve 200 IJs/cm²'de saksı denemelerinde sırasıyla %96 ve %97 ölüm gözlenmiştir. İçinde çimen olan saksı denemesinde ise %94'den fazla ölüm belirlenmiştir.

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

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

Gökçe ve Erbaş (2011), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesin'den 2009 yılında toplanan *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarından entomopatojenik nematodlar izole etmişlerdir. İzole edilen nematodların *Steinernema websteri* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Bu nematodla ilişkili simbiyotik bakteri %99 benzerlik ile *Xenorhabdus nematophila* olarak tanımlanmıştır. İzolatın *Agrotis segetum* üzerindeki

etkisi plastik kaplarda test edilmiş laboratuvar koşullarında enfeksiyondan sonra 6 gün içerisinde 500 IJ/g kum konsantrasyonunda %100 ölüm oranı tespit edilmiştir.

İnsektisidal aktivite çalışmaları sonucunda, *H. bacteriophora* izolatlarının 7 gün içinde 25 ± 1 °C'de 2000 IJ konsantrasyonda *M. melolontha* larvaları üzerinde %94 (ZET04) ve %100 (ZET09) ölüm oranıyla oldukça etkili bulunmuştur. Gözel ve Güneş (2011), bu çalışmada, Çanakkale İli'nde 2006-2010 yıllarında yapılan toprak örneklemelelerinde elde edilen entomopatojen nematod türlerini belirlemişlerdir.

Kepenekçi ve Alkan (2013)' in Laboratuvar koşullarında (*in vivo*) bir ön çalışma niteliğinde yürütülen çalışmada, *L. decemlineata*'nın son dönem larvalarına karşı ülkemizde tespit edilen üç entomopatojen nematod (*Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*)'un etkinliği ortaya koymuşlardır. Çalışmada iki farklı EPN konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) 25 °C'deki sıcaklıkta denenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora* ($97,63\pm 6,99$) en yüksek etkiyi göstermiş ve bu türü *S. feltiae* ($86,05\pm 11,72$) izlemiştir. En düşük etki *S. carpocapsae* ($53,34\pm 1,34$)'da görülmüştür.

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

Zerbaş ve Demirbağ (2013), Karadeniz Bölgesi'nden izole edilen (*Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae* ve *Steinernema websteri*) üç etkili entomopatojenik

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

Zerbaş ve Demirbağ (2013) Türkiye’nin Doğu Karadeniz Bölgesinden toplanan Avrupa danaburnundan (*Gryllotalpa gryllotalpa* L. Orthoptera: Gryllotalpidae) bir nematod suşu izole edilmiştir. Morfometrik ve moleküler (ITS kısmi sekans) özelliklere göre nematodun *Oscheius myriophila* olduğu belirlenmiştir. Yapılan tür teşhisi rDNA ITS bölgesi sekansı ile doğrulanmıştır. Bu tür Türkiye ve *G. gryllotalpa* için ilk kayıt niteliğindedir.

Canhilal ve İmren (2014), Adana ve Kahramanmaraş ilerinde farklı habitatlarda (ormanlık alan, çayır-mera, tarla bitkileri üretim alanı, sebze üretim alanı ve bağ-bahçe) EPN’in tespiti ve yaygınlıkları belirlemişlerdir. Çalışmada 400 örnek alınmış, 36 örnekte (%9) EPN’a rastlanılmış ve her bir popülasyonun moleküler tanımlaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda, 36 örnekten, 14’ü *Steinernema feltiae*, 12’si *S. litorale*, 8’i *Heterorhabditis bacteriophora* ve 2’si *H. indica* olarak tanımlanmıştır. *Heterorhabditis indica* ve *S. litorale* Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğunu bildirmişlerdir.

Gözel ve Gözel (2014), laboratuvarında kırmızı palmye böceğinin larvaları üzerinde dört farklı entomopatojen nematod (EPN) türünün meydana getirdikleri ölüm oranları belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan entomopatojen nematod türleri, *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* olup, EPN izolatları Türkiye topraklarından elde edilmiştir.

Gülcü ve Gözel (2014), domatesin önemli zararlılarından olan Yeşil kurt'un 1. ve 2.dönem larvalarına karşı laboratuvar koşullarında entomopatojen nematodların etkinliği araştırmışlardır. *Steinernema feltiae* (96-Bursa) izolatu, *S. feltiae* (113-Balıkesir) izolatu, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) izolatu, *Heterorhabditis bacteriophora* (44-Çanakkale) izolatu ve *H. bacteriophora* (1144-Sakarya) izolatının *H. armigera* larvaları üzerindeki etkinliği 3 farklı uygulama yoğunluğunda (10, 50 ve 100 EPN infektif larva) ve 25 °C'de ortaya konulmuştur. EPN uygulamasından 72 saat sonra *H. armigera* larvaları kontrol edilerek ölüm oranları belirlenmiştir. Denemelerde *S. feltiae* (96-Bursa) 10 IJs yoğunluğunda %75, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100, *S. feltiae* (113-Balıkesir) 10 IJs nematod yoğunluğunda %25, 50 IJs nematod yoğunluğunda %95.83 ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %91.66, *S. carpocapsae* (1133-Sakarya) 10 IJs nematod yoğunluğunda %62.5, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100, *H. bacteriophora* (44-Çanakkale) 10 IJs nematod yoğunluğunda %95.8, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda %100 ve *H. bacteriophora* (1144-Sakarya) uygulamasında 10 IJs nematod yoğunluğunda %91.66, 50 IJs ve 100 IJs nematod yoğunluğunda ise %100 ölüm meydana gelmiştir.

Gökçe ve Yılmaz(2014), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2009-2012 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında *Galleria* tuzak yöntemi kullanılarak bir steinernematid türü izole etmişlerdir. Bu izolat morfolojik ve moleküler özelliklerine göre *Steinernema kraussei* olarak tanımlanmıştır. *S. kraussei* türü Türkiye için ilk kayıttır. *S. kraussei* Türkiye izolatının *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidea) larvaları üzerindeki insektisidal aktivite çalışmaları laboratuvar koşullarında 25 °C'de farklı dozlarda (100, 300 ve 500 infektif jüvenil/g kum) test edilmiştir. En yüksek ölüm oranı inokülasyondan sonra 7 gün %98 olarak belirlenmiştir.

Yurt ve Gözel (2014), laboratuvarında entomopatojen nematodların lahana kelebeği larvaları üzerindeki etkinlikleri araştırmışlardır. Laboratuvarında 4 farklı (10, 15, 20, 25 °C) sıcaklıkta, *Steinernema affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türlerine ait 10 farklı izolatu lahana kelebeği larvaları üzerinde meydana getirdikleri ölüm oranları belirlemişlerdir. Her sıcaklıkta lahana kelebeği larvalarına 100 EPN infektif dönemi uygulanmıştır. Çalışmada 10 °C hariç tüm sıcaklıklarda her EPN izolatu değişik oranlarda lahana kelebeği larvalarında ölüm meydana getirmiştir.

Sıcaklık artışına bağı olarak lahana kelebeği larvalarında meydana gelen ölüm oranlarında da artış gözlenmiştir. Uygulamalarda EPN'lar tarafından lahana kelebeği larvalarında meydana gelen ölüm oranları, 15 °C'de %22.67 ile %39.0, 20 °C'de %37.33 ile %57.0, 25 °C' de ise %45.33 ile %84.33 arasında değişmiştir. Bütün uygulamalarda lahana kelebeği larvalarında en yüksek ölüm oranına 25 °C'de %84.33 ile *S. feltiae*'nin 97 nolu izolatu neden olmuştur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

MATERYAL

Çalışmanın ana materyalini ülkemizde daha önce tespit edilmiş EPN kültürleri [Gaziosmanpaşa Üniversitesi (GOU), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarı (Tokat)'nda mevcut EPN kültürleri][*Steinernema feltiae* (izolat 09-31) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)], *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları, patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller)] (PG)ile patates yumruları oluşturmuştur.

Steinernema feltiae (izolat 09-31) Aydın'da sebze bahçelerinden ve *H. bacteriophora* (izolat 09-43) ise Aydın'da şeftali bahçelerinden elde edilen örneklerde tespit edilmiştir.

EPN türleri Prof. Dr. Selçuk Hazır (Adnan Menderses Üniversitesi, Aydın) (AMU)'den temin edilmiş ve laboratuvarımızda kültüre alınarak bakım ve kitle üretim işlemleri yapılmıştır.

YÖNTEM

3. 1. Laboratuvar Kitle Üretim Çalışmaları

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

EPN'lerin canlılıklarını devam ettirebilmesi amacıyla kültürlerin yenilenmesine yönelik olarak çalışmalar süresince *G. mellonella* larvaları üretilmiştir (Şekil 1.). Bu larvaların yetiştirilmesi için özel besin ortamı hazırlanmıştır. Çalışmalar Entomoloji Laboratuvarında (GOU Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) yapılmıştır.

Bu amaçla 890 g un, 222 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin, 500 g bal, 445 g süt tozu ve 445 g buğday kepeği kullanılmıştır. Önce un ve buğday kepeği sterilize edilmiştir. Un, kepek, süt tozu ve maya karıştırılarak daha sonra bal ile gliserin karışımı üzerine dökülmüştür (Haydak, 1936; Mohammed ve Coppel, 1983). Kapaklarına alüminyum tel geçirilmiş 300 ml. lik cam kavanozlara hazırlanan besin ortamından 1 cm yüksekliğinde konularak üzerine *G.mellonella* yumurta kümesi yerleştirilmiştir. Bu yumurtalardan

larvaların çıkışı ve gelişmesi için kavanozlar 23-24 °C'ye ayarlı 16/8 saat aydınlatmalı böcek yetiştirme dolabına yerleştirilmiştir (Şekil 1.).



Şekil 1. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının yetiştirilmesi ve üretimi.

3. 1. 2. Entomopatojen nematodların (EPN) üretimi

EPN'lerin sürekli üretilmesi ve bakımı: Çalışmalar Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarında (GOP) yapılmıştır. EPN'lerin üretilmesi için son dönem *G. mellonella* larvaları kullanılmıştır. Larvaların kokon örmelerini engellemek için 55⁰C'deki suda 15-20 sn. bekletilip 30 sn. çeşme suyu altında yıkanarak hareketsiz duruma getirilmiştir (Woodring ve Kaya, 1988).

Otoklavda sterilize edilmiş 12 cm çapındaki petrilerin içerisine 6 cm çapındaki küçük petriler kapaksız olarak ters çevrilerek yerleştirilmiş, üzerine steril kurutma kağıdı konularak musluk suyu ile ıslatılmış ve larvalardan 10'ar adet kurutma kağıtları üzerine dizilmiştir. Her bir nematod kültürüne ait içinde 2. ve 3. dönem (IJs) enfektif nematod larvalarına ait konsantrasyonlardan damlalıklarla alınmış ve *G. mellonella* larvaları üzerine verilmiştir. Daha sonra büyük petrilerin kapağı kapatılarak, alüminyum folyo ile sarılmış ve siyah polietilen torbalar içine alınarak 20-23 °C'deki inkübatöre konulmuştur. İnkübatörde 10 gün süreyle hergün kontrolleri yapılmıştır. EPN'ler tarafından enfekte olan *G. mellonella* larvalarından "White tuzak" metodu (White, 1927) kullanılarak enfektif EPN larvaları (IJs) elde edilmiştir. Elde edilen larvalar 100 ml'lik kapaklı mika kutular içerisine alınmıştır. Daha sonra bu kutular tepsiler içerisine dizilerek üzerleri alüminyum folyo ile kapatılmış ve buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir. Nematodların havasızlıktan ölmeleri için haftada iki kere kutuların kapakları açılacak, nematodların içinde bulunduğu su hafif karıştırılarak havalandırmaları sağlanmıştır. Nematodların aktivitelerini kaybetmemeleri için 1-2 ayda bir yeni *G.mellonella* larvalarına verilerek aynı işlem tekrarlanmış ve böylelikle kültürlerin yenilenmesi ve patojenisitelerinin düşmemesi sağlanmıştır.

EPN'lerin kitle üretimi: EPN'ler sera-saksı uygulamalarında kullanılmak üzere laboratuvarında kitle üretimine alınmıştır. Bu aşamada *in vivo* yöntemle IJ'ler kullanılarak nematod üretimi yapılmıştır. EPN'lere ait IJ'lerin *G. mellonella*'nın son dönem larvalarını enfekte etmesi sağlanmıştır. Büyük boy (15 cm çaplı) petriler kullanılarak hazırlanan olan White tuzak düzeneklerinin her biri üzerine 30 adet EPN'ler tarafından enfekte edilmiş *G. mellonella* larvaları yerleştirilmiştir. Laboratuvar koşullarında (23-24 °C) bekletilen olan düzeneklerden dışarı çıkan olan yeni nesil EPN'ler toplanmış ve

denemelerde kullanılıncaya kadar tetrapark kutularında buzdolabında +4 °C'de depolanmıştır.

3. 1.3. Patates böceği(PB) popülasyonlarının elde edilmesi

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

Çalışma da, 2015 yılında patates böceği popülasyonları, patates yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı alanlardaki bulaşık tarlalardan toplanmış ve Gaziosmanpaşa Üniversitesi uygulama tarlalarında 1.5 dekar alanda patates bitkisi yetiştirilerek bulaştırma yapılmıştır. Patates böceği popülasyonunun artması sağlanmıştır (patates böceği kitle üretimi yapılmıştır). 2016 ve 2017 yıllarında aynı tarlada patates yetiştirilerek patates böceği popülasyonları elde edilmiştir (Şekil 2.).

Tarlardan toplanan patates böceği popülasyonları sera-saksı çalışmalarında kullanılıncaya kadar 10 ± 1 °C'de bekletilmiştir.

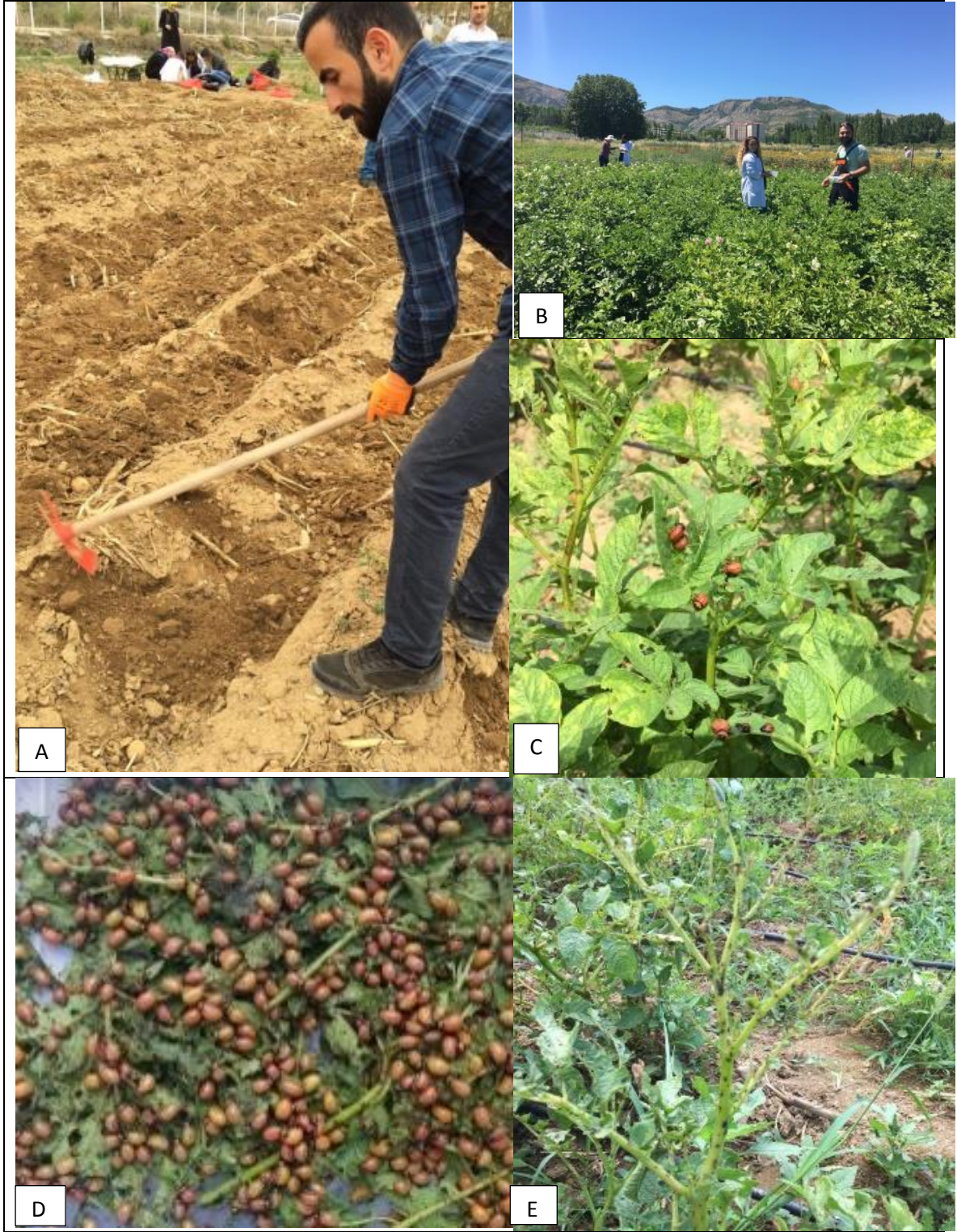
3.2. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları

Çalışmalar GOÜ serasında saksı denemeleri şeklinde sürdürülmüştür.

Yeşil aksam uygulamalarında bitki boyutu dikkate alınarak; saksı toprağına yapılacak uygulamalarda toprak yüzey alanı dikkate alınarak cm^2 'ye uygulama yapılmıştır.

Kontrol olarak seçilen bitkilere entomopatojen içermeyen su uygulanmıştır.

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



Şekil 2. A: Patates ekimi. B: Patates tarlası.C: Patates bitkisi ve patates böceği. D: Patates böceği tarafından yenilen yapraklar. E: Patates böceği tarafından yenilmiş bitki.

Denemelerde her bir saksıda bir patates bitkisi olmak koşuluyla her uygulama için 10 saksı kullanılmıştır. Denemeler 10 tekerrürlü ve 2 tekrarlı kurulmuştur. Her bir saksıdaki patates bitkisine, 10 adet tarladan toplanan PB larvaları suni olarak bulaştırılmıştır. Yeşil aksam uygulamalarında, özellikle 3. larva dönemi ve toprağa yapılan uygulamalarda son dönem larvalar kullanılmıştır. Yeşil aksam uygulamalarında patates böceği'nin üçüncü dönemleri kullanılmıştır. Çünkü larva dönemleri içerisinde en tahripkar olan dönem olarak karşımıza çıkmaktadır. Dördüncü dönemde iklime ve beslenmeye bağlı olarak sadece 2-3 gün kalmakta ve daha sonra toprağa inmektedir. Birinci larva dönemleri genellikle yaprakların alt yüzeyinde bulunur. Üçüncü dönem larvalar tüm yeşil aksamda bulunmaktadır.

3.2.1. Yeşil aksam uygulamaları

Yeşil aksam uygulamalarında 25 IJs cm⁻² olacak şekilde yeşil aksam üzerine püskürtme yapılmıştır. Uygulama alet ve ekipmanında kullanılan eleklerin ve filtrelerin nematodların geçişi için uygun büyüklükte olması gerektiği için uygulama sırasında kullanılan ilaçlama aletinin filtresinin nematodların geçişini engellmediği yapılan ön bir çalışma ile görülmüştür. Bu amaçla nematodlu süspansiyon petri üzerine püskürtülmüş ve stereo mikroskop altında nematodlar incelenmiştir. Kalibrasyon da aynı şekilde yapılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. A: Sera-Saksı Etkinlik Çalışması, yeşil aksam uygulaması. B: Böcek sayımı.

3.2.2. Toprak uygulamaları

Toprağa yapılan uygulamalarda yeşil aksam uygulamalarında olduğu gibi 25 IJs cm⁻² olacak şekilde yapılmıştır.

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

3.2.3. Kadavra uygulamaları

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

3. 3. Uygulamaların Değerlendirilmesi

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

4. BULGULAR

Sera denemeleri 1. Tekrar sonuçlara göre en yüksek ölüm oranı *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın toprağa uygulamasında ($65,23 \pm 4,45$ ve $41,01 \pm 8,05$) elde edilmiştir. Bunu sırasıyla *H. bacteriophora* kadavra uygulaması takip etmiştir. *S. feltiae* kadavra ve yeşil aksam uygulamasının ise etkisinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir [F (2,17) 20,18 $P < 0,05$] (Çizelge 1 ve Şekil 5 ve 7).



Şekil 4. Sera-Saksı etkinlik çalışmaları, kadavra uygulaması.

Sera denemeleri 2. Tekrar sonuçlarına göre en yüksek ölüm oranı *S. feltiae* toprak uygulamasında ($77,33 \pm 2,59$) elde edilmiştir. [F(2,17) 29,52 $P < 0,05$] (Çizelge 2 ve Şekil 8).

Deneme sonuçlarında, kadavra uygulamalarında ölüm oranı %40'ı geçmemiş ve enyük ölüm oranı *H. bacteriophora*'da $37,40 \pm 8,88$ olarak tespit edilmiştir. Yeşil aksam

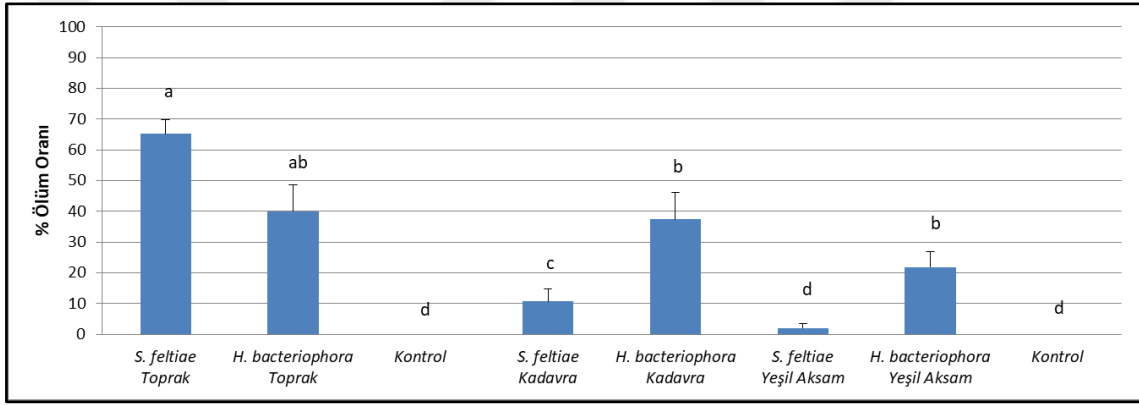
uygulamalarında ise ölüm oran %30'ı geçmemiş ve enyük ölüm oranı *H.bacteriophora*'da $29,14 \pm 6,09$ olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5. A: Sera-Saksı Etkinlik çalması, patates bitkisi ekili saksılar. B ve C: Pupa olmuş Patates Böceği.

Çizelge 1. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydin isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydin isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (1. Tekrar) (P<0,05)

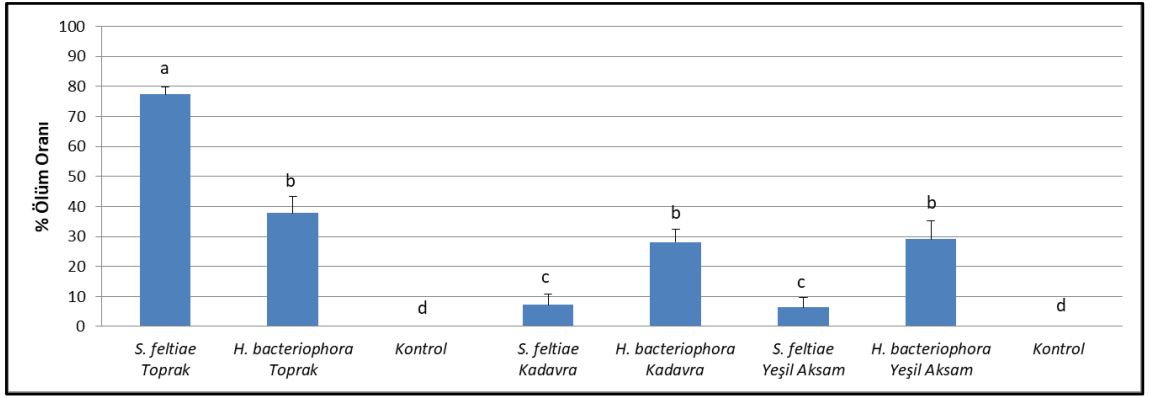
Deneme	Sera Denemeleri (1. Tekrar) 10. gün sonunda % Ölüm Oranı
<i>S. feltiae</i> Toprak	65,23 ±4,45 a
<i>H. bacteriophora</i> Toprak	40,01±8,53 ab
Kontrol	0,00±0,00 d
<i>S. feltiae</i> Kadavra	10,78±4,00 c
<i>H. bacteriophora</i> Kadavra	37,40±8,88 b
<i>S. feltiae</i> Yeşil Aksam	2,11±1,41 d
<i>H. bacteriophora</i> Yeşil Aksam	21,84±5,09 b
Kontrol	0,00±0,00 d



Şekil 6. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydin isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydin isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (1. Tekrar) (P<0,05)

Çizelge 2. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydin isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydin isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (2. Tekrar) (P<0,05)

Deneme	Sera Denemeleri (2. Tekrar) 10. gün sonunda % Ölüm Oranı
<i>S. feltiae</i> Toprak	-77,33±2,59 a
<i>H. bacteriophora</i> Toprak	+37,81±5,47 b
Kontrol	0,00±0,00 d
<i>S. feltiae</i> Kadavra	7,22±3,45 c
<i>H. bacteriophora</i> Kadavra	28,14±4,24 b
<i>S. feltiae</i> Yeşil Aksam	6,43±3,15 c
<i>H. bacteriophora</i> Yeşil Aksam	29,14±6,09 b
Kontrol	0,00±0,00 d



Şekil 7. *Leptinotarsa decemlineata* üzerine *S. feltiae* (Aydın isolate), *S. carpocapsae* (Black sea isolate), *H. bacteriophora* (Aydın isolate) izolatlarının toprak, kadavra ve yeşil aksam uygulamalarının etkinliği (2. Tekrar) ($P < 0,05$)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, laboratuvarlar stoklarımızda mevcut olan EPN [*Steinernema feltiae* (izolat 09-31) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43)]'lerin daha öce yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu ümitvar etki gösteren türlerin (Kepenekci ve ark., 2013e; Kepenekci ve ark., 2016) yeşil aksam ve toprak uygulamaları şeklinde sera (saksı) denemeleri sonucu patates böceğinin farklı dönemlerine (yeşil aksam uygulamalarında, özellikle 3. larva dönemi ve toprağa yapılan uygulamalarda son dönem larvalara) karşı etkinliği ortaya konulmuştur. Türkiye'de ilk defa bu zararlı grubuna karşı sera (saksı) çalışmaları yürütülmüştür. Ayrıca dünyada EPN'lerin sulu konsantrasyonlarının zararlılara karşı kullanımı ile ilgili çok çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda sulu konsantrasyonların yerine kadavra içinde EPN'lerin kullanılması çalışmaları başlamıştır (Shapiro-Ilan ve ark., 2003; Kepenekci ve ark., 2013 a). Patates böceğine karşı bu uygulama dünya için ilk çalışma niteliğindedir.

Ülkemizde ise EPN'ların patates böceği mücadelesinde kullanımı ile ilgili 2011 yılı ortalarına kadar herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır (Kepenekci 2012, Kepenekci 2014a). Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Kepenekci ve ark., (2013) tarafından patates böceğinin son dönem larvalarına karşı EPN'lerin etkisi ön çalışma ile araştırılmış ve etkili sonuçlar alınmıştır. Laboratuvar koşullarında (*in vivo*) bir ön çalışma niteliğinde yürütülen bu çalışmada, patates böceğinin son dönem larvalarına karşı ülkemizde tespit edilen üç entomopatojen nematod (*Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*)'un etkinliği ortaya konulmuştur. Çalışmada iki farklı EPN konsantrasyonu (1.000 ve 2.000 IJs/böcek) 25 °C'deki sıcaklıkta denenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, 2.000 IJs konsantrasyonunda *H. bacteriophora* (97,63±6,99) en yüksek etkiyi göstermiş ve bu türü *S. feltiae* (86,05±11,72) izlemiştir. En düşük etki *S. carpocapsae* (53,34±1,34)'da görülmüştür. Ülkemizde zararlıya karşı yürütülen bu ilk çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha ayrıntılı laboratuvar çalışmalarının yapılması ve doğa koşullarında da denenmesi uygun olacağı kanısına varılmıştır (Kepenekci ve ark, 2013e). Daha sonra ayrıntılı laboratuvar çalışmaları yapılmış; *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* sırasıyla %52, 83 ve 99 etkili bulunmuştur. Aynı çalışmada kadavra uygulamalarında %99, 80 ve 72 etki bulunmuştur (*S. feltiae*, *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae*)

(Kepenekci et al., 2016). Araştırmacılar, sera saksı denemelerine geçilmesinin ve daha sonra doğa koşullarında söz konusu EPN'lerin etkinliklerinin araştırılmasının gerekliliğini bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan Türkiye'ye ait EPN izolatlarından *Steinernema feltiae* (Aydın izolatu), *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Aydın izolatu) oldukça etkili izolatlardır. Bu izolatlar ile ilgili farklı zararlı gruplarına karşı daha önce yapılan etkinlik çalışmaları incelendiğinde; orman zararlısına, *Dendroctonus micans* (Kugelann), (Coleoptera: Scolytidae) karşı yürütölen bir çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. Feltiae*(Aydın izolatu) için %98,04 ve *H. bacteriophora*(Aydın izolatu) için %94,04 etki ortaya konulmuştur. Fakat, aynı çalışmada *S. carpocaps*'nın etkisi %40'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci and Atay 2014). Aynı familyadan diğer bir zararlı olan dalkıran [(*Xyleborus dispar* (F.))] ile yapılan laboratuvar çalışmasında ise *S. carpocapsae*'nın yüksek bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Yayınlanmamış veri). Atay et al., (2015) yürüttükleri bir çalışmada, önemli bir depo zararlısı olan *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. Bu çalışmada da *S. feltiae*(Aydın izolatu)'nın etkisi %60'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur. Benzer şekilde dalkıran ile yapılan çalışmada da *S. feltiae*(Aydın izolatu) aynı yönde düşük bir etkiye sahip olduğu ve etkinin %75'i geçmediğibildirilmektedir (Yayınlanmamış veri). Kepenekci ve diğerleri, (2016) *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomalidae)'nın son dönem larvalarına karşı gerçekleştirdikleri çalışmada, *S. feltiae*(Aydın izolatu) için %94 ve *H. bacteriophora*(Aydın isolate) 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)'nın %96 ve *H. bacteriophora*(Aydın izolatu)'nın %80 oranında ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Fakat, aynı çalışmada *S. feltiae*(Aydın izolatu)'nın etkisi %40'ı geçmemiş ve bu EPN etkisiz bulunmuştur (Kepenekci ve ark., 2013e). Benzer sonuçlar *X. dispar*'a karşı yapılan çalışmada da ortaya konulmuştur (Yayınlanmamış veri). Tölek et al. (2015a)

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* (Aydın izolatu) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) '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 solisyonlarını 3 konsantrasyon (500, 1000, 5000 IJs ml⁻¹) ve 2 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* (Aydın izolatu) (%30, %41, %35) ve *H. bacteriophora* (Aydın izolatu) (%24, %27, %30) izolatlarının takip ettiğini belirtmişlerdir.

Araştırma sonucu elde edilen sonuçlara göre EPN'lerin topraga yapılan uygulamalarda en yüksek ölüm oranı *S. feltiae*(65,23 ±4,45 ve 77,33±2,59)'da elde edilmiştir. Diğer uygulamalar (yeşil aksam ve kadavra uygulamaları)'da etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

EPN sera-saksı deneme sonuçlarına göre *S. feltiae* (Aydın izolatu) izolatının toprak uygulamalarının arazi denemeleri kapsamına alınması uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol.;18 : 265-267.
- Anonim, 2008. "Zirai Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 3)", Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ankara. Pb:332.
- Anonim, 2010. "Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri", Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2016. "Bitkisel Üretim İstatistikleri", <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim tarihi: 28.08.2017.
- Atay, T., Güleç, N, Kara, K., Tülek, A. and Kepenekci, İ. 2015. "Efficacy of three entomopathogenic nematodes against Bean Weevil *Acanthoscelides obtectus* Say Coleoptera Bruchidae adults", 5th International Participated Entomopathogens and Microbial Control Symposium, Ankara, 108.
- Bauer, M.E., Kaya, H.K., Gaugler, R. and Tabashnik, B.1997. Effects of adjuvants on entomopathogenic nematode persistence and efficacy against *Plutella xylostella*. *Biocontrol Science and Technology* 7, 513-525.
- Bedding, R.A. 1981. Low cost *in vitro* mass production of *Neoaplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. *Nematologica* 27, 109-114.
- Bedding, R.A. and Molyneux, A.S.1982. "Penetration of Insect Cuticle by Infective Juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda)", *Nematologica*, 28, 354-359.
- Bedding R. A., 1984. "Large scale production, storage and transport of the insect-parasitic nematodes *Neoaplectana* spp and *Heterorhabditis* spp", *Ann Appl Biol* 104:117-120.
- Belair, G., Koppenhöfer, A. M., Dionne, J. and Simard, L. 2010. "Current and potential use of pathogens in the management of turfgrass insects as affected by new pesticide regulations in North America", *International Journal of Pest Management*, 56, 51-60.
- Bilgili, A., Kadioğlu, İ. 2003. Tokat ve Yöresinde Patateste (*Solanum tuberosum* L.) Bulunan Yabancı Ot Türleri, Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20: 9-15.
- Bovren, P. 1937. Some types of association between nematodes and insects. *Videnskabelige Meddeleser fra Dansk Naturhistorisk Forening Kobenbaven* 101, 1-114.
- Broadbent, A.B. and Olthof, Th.H.A. 1995. Foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to control *Liriomyza trifolii*(Diptera: Agromyzidae) larvae in chrysanthemums. *Environmental Entomology* 24, 431-435.
- Burnell, A.M. and Stock, S.P. 2000. "*Heterorhabditis*, *Steinernema* and Their Bacterial Symbionts Lethal Pathogens of Insects". *Nematology*, 2, 31-42.
- Canhilal R., İmren M., Toktay H., Bozbuğa R., Çetintaş R., Kütük H., Özdemir Y.E. 2014. Doğan S.Adana ve Kahramanmaraş İllerinde Entomopatojen Nematodların Belirlenmesi.V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.
- Çam, H., Gökçe, A., Yanar, Y., ve Kadioğlu, İ., 2002. Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. 'nın Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata*

- Say., Üzerindeki Etkisi, Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, s. 359, Erzurum.
- Constant R.H.F. and Bowen, D.J. 2000. Novel insecticidal toxins from nematode symbiotic bacteria. *Cell. Mol. Life Sci.* 57, 828-833.
- Deacon, J. W., 1983. "Microbial control of pests and diseases", Van Nastrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 31-41pp.
- Dutky S.R. and Hough, W.S., 1955. "Note on a parasitic nematode from codling moth larvae *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera, Olethreutidae)", *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 57 (5); 244.
- Ehlers, R. U. 1996. "Current and Future Use of Nematodes in Biocontrol: Practice and Commercial Aspects with regard to Regulatory Policy Issues", *Biocontrol Sci Technol*, 6, 303-316.
- Ehlers, R.U., Lunau, S., Krasomil-Osterfeld, K. and Osterfeld, K.H. 1998. "Liquid Culture of the Entomopathogenic Nematode Bacterium Complex *Heterorhabditis megidis*/*Photorhabdus luminescens*", *BioControl*, 43, 77-86.
- Eidt, D.C. 1991. Control of spruce budmoth, *Zeiraphera canadensis* in white spruce plantations with entomopathogenic nematodes, *Steinernema* spp. *Canadian Entomologist* 123, 379-385.
- Evlice E., Kepenekci İ., Zeki C. İki Entomopatojen Nematodun Elma İçkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) Üzerindeki Etkileri. Entomopatojenler & Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Trabzon, sayfa 53.2007
- Fan. X. and Hominick, W.M., 1991. Effects of low storage temperature on survival and infectivity of two *Steinernema* species (Nematoda: Steinernematidae) *Revue Nematology*. 14:407-412.
- Filipjev I.N. 1934. The classification of the freeliving Nematodes and their relation to the parasitic Nematodes. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, Washington, 89(6), 1-63.
- Finnegan, M.M. Downes, J.D., O'Regan, M. and Griffin, C.T. 1999. "Effect of Salt and Temperature Stresses on the Survival and Infectivity of *Heterorhabditis* spp. Infective Juveniles". *Nematology*, 1, 69-78.
- Forst, S. and Nealon, K. 1996. "Molecular Biology of the Symbiotic-Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp.", *Microbiological Review.*, 60, 21-43.
- Gaugler, R. and Boush, G.M. 1978. Effects of ultraviolet radiation and sunlight on the entomogenous nematode, *Neoplectana carpocapsae*. *Journal of Invertebrate Pathology* 32, 291-296.
- Gaugler, R., Bednarek, A. and Campbell, J.F. 1992a. Ultraviolet inactivation of heterorhabditids and steinernematids. *Journal of Invertebrate Pathology* 59, 155-160.
- Georgis, R., Koppenhöfer, A. M., Lacey, L. A., Belair, G., Duncan, L. W., Grewal, P. S., Samish, M., Tan, L., Torr P. and Van Tol, R. W. H. M. 2006. "Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control". *Biological Control*, 38, 103-123.
- Glazer, I., Klein, M.G., Navon, A. and Nakache, Y. 1992. Comparison of efficacy of entomopathogenic nematodes combined with antidesiccants applied by canopy sprays against three cotton pests (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 85, 1636-1641.

- Glazer, I. and 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.
- Gokce C., Yilmaz H., Erbas Z., 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).
- Gokce C., Erbas Z., Yilmaz H., Demir I., Demirbag Z. 2011. A highly pathogenic *Steinernema websteri* isolated for the first time in *Agrotis segetum* in Turkey. Preceedings of the 13th European Meeting "Biological Control in IPM Systems". Insect Pathogens and Entomopathogenic Nematodes, IOBC/wprs Bulletin 66, 371.
- Gökçe, A., Kepenekci, İ., Özdem, A., Kara, K. and Susurluk, A.İ., 2003. "Infectivity of three Entomopathogenic Nematodes to European Cherry Fruit Fly", 9th European Meeting IOBC/WPRS Working Group, Insect Pathogens and Entomoparasitic Nematodes Growing Biocontrol markets Challenge Research and Development, Kiel, Germany, Abstract 32 p.
- Gülcü N., Gözel Ç., Gözel U. 2014. Laboratuvarda Entomopatojen Nematodların *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) Larvaları Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.
- Grewal, P.S. and Georgis, R. 1998. "Entomopathogenic Nematodes", In: Hall, F.R. and Menn, J. (eds) Methods in Biotechnology: Biopesticides: Use and Delivery. *Humana Press*, Totowa, New Jersey, pp. 271–299.
- Grewal, P.S., Selvan, S. and Gaugler, R. 1994b. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology* 19, 245-253.
- Grewal, P.S. 2002. "Formulation and Application Technology", In: Gaugler, R.(ed) Entomopathogenic Nematology. CAB International, pp. 265-287.
- Grewal P.S., Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. 2005. Nematodes as biocontrol agents. *CABI*, New York.
- Hara, A.H. and Kaya, H.K. 1981. "Effects of selected insecticides and nematicides on the *in vitro* development of the entomogenous nematode *Neoplectana carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae)", *Environmental Entomology* 12, 496-501.
- Haydak, M.H. 1936. A food for rearing laboratory insect, *J. Econ. Ent.* 29 (5), 1026.
- Hazır, S., Stackebrant, E., Lang, E., Ehlers, R.U. and Keskin, N. (2004) Two new subspecies of *Photorhabdus luminescens*, isolated from *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae): *Photorhabdus luminescens* subsp. *kayaii* subsp. nov. and *Photorhabdus luminescens* subsp. *thraciaensis* subsp. nov. *Systematic and Applied Microbiology* 27, 36-42.
- Hazır S., Stock S.P and Keskin N. A new entomopathogenic nematode species *Steinernema anatoliense* (Steinernematidae) from Turkey. *Systematic Parasitology*, 55: 211-220. 2003.
- Hominick, W.M. and Brscoe, B.R. 1990. "Survey of 15 Sites over 28 Months for Entomopathogenic Nematodes (Rhabadiia: Steinernematidae)", *Parasitol.*, 100, 289-294
- Immaraju, J.A., Paine, T.D., Bethke, J.A., Robb K.L., Newman J.P. 1992. Western Flower Thrips (Thysonoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J. Econ. Entomol.*, 85:9-14.

- Karagöz M., Gülen B., Hazır C., Kaya H.K., Hazır S. Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Phytoparasitica* 37, 153-159.2009.
- Karagöz M., Gülcü B., Hazır S. 2009. Laboratory evaluation of Turkish entomopathogenic nematodes for suppression of the chestnut pests, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Biocontrol Science and Technology* 19, 755-768.
- Kaya, H.K. and Hotchkiss, P.G., 1981. "The nematode *Neoplectana carpocapsae* Weiser and its effect on selected Ichneumonid and Braconid parasites", *Env.Entomol.*, 10: 474-478.
- Kaya, H.K. (1990) Soil ecology. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K. (eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp. 93-115.
- Kaya, H.K. ve Stock, S.P. 1997. "Techniques in Insect Nematology, in: Manual of Techniques in Insect Pathology", L. A. Lacey, ed Academic Press, London. pp. 281-324.
- Kaya, H., K., ve Gaugler, R. 1993. "Entomopathogenic Nematodes", *Annual Review of Entomology*, 38, 181-206.
- Kepenekci, İ. ve Akgül, H.C. 1999. Plant parasitic nematodes associated with tea (*Camellia sinensis*L.) in Rize Region, Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 17(2), 181-184
- Kepenekci, İ. ve Ökten, M.E. 2000. Türkiye nematod faunası için Hoplolaimidae (Tylenchida:Nematoda) familyasına bağlı dört yeni tür: *Rotylenchus agnetis*Szczgiel, 1968; *Helicotylenchus crenacauda*Sher, 1966; *H. striatus* Firoza and Maqbool, 1994 ve *Orientylus orientalis* (Siddiqi and Husain, 1964). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24(3): 205-214.
- Kepenekci, İ. 2002. "Entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Mediterranean Region of Turkey", *Nematologia Mediterranea*, 30: 13-16.
- Kepenekci İ., Zeki C., Özdem A., 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., Susurluk İ. A. Three Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida) From Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 21(1), 19-23.2003
- Kepenekci, İ., Gokce, A. and Gaugler, R. 2004. "Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae)", *Nematropica*, 34:199-204.
- Kepenekci İ. 2004. Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes to *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Russian Journal of Nematology* 12(2), 157-160.2004.
- Kepenekci İ., Halıcı S. 2004. İki Entomopatojen Nematodun *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerindeki Etkileri. I. Bitki Koruma Kongresi, Samsun, sayfa 56.
- Kepenekci İ., Susurluk A. 2006. Infectivity Of Two Turkish Isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) Against *Rhagoletis cerasi* And *Ceratitis capitata*. *Nematologia Mediterranea* 34(1), 95-97.
- Kepenekci, İ. and Susurluk, A. 2006a. Infectivity of two Turkish isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) against *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitis capitata*. *Nematologia Mediterranea* 34 (1), 95-97.

- Kepenekci İ., Evlice E., Özer N. 2007. Dört Entomopatojen Nematod Türünün Laboratuvar Koşullarında Ağ Kurdu [*Yponomeuta mallinellus* Zell. ve *Yponomeuta padella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)] Larvalarına Etkileri.II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, sayfa 185.
- Kepenekci, İ., Evlice, E., Aşkın, A., Özakman, M. ve Tunalı, B. 2009. Burdur, Isparta ve Eskişehir İllerindeki Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde Sorun Olan Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın Fungal ve Bakteriyel Patojenlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 49 (1), 21-30.
- Kepenekci İ., Evlice 2009. E.*Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın İki Irkının Labaratuvar Koşullarında *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) Larvaları Üzerindeki Etkileri. III. Bitki Koruma Kongresi, Van, sayfa 353.
- Kepenekci, İ.,Alkan, M., İnal, B., Erdoğan, F. D., Evlice, E., Hazır, S. 2013e. "Üç entomopatojen nematodun Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin son dönem larvalarına etkisi üzerine ön çalışmalar", Patates Zararlı Organizmalar Sempozyumu, Ankara, 34.
- Kepenekci, İ. 2012. "Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] [Nematology (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Volume-I) (Taxonomic Nematology, Volume-II) pp.1155.]", Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, İ.,Tülek, A., Alkan, M. and Hazır, S. 2013a. "Biological Control Potential Of Native Entomopathogenic Nematodes Against The Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* Zeller Lepidoptera Gelechiidae İn Turkey", Pakistan Journal Of Zoology, 45(5), 1415-1422.
- Kepenekci, İ.,Alkan, M., İnal, B., Erdoğan, F.D., Evlice, E., Hazır, S., 2013e. "Üç entomopatojen nematodun Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin son dönem larvalarına etkisi üzerine ön çalışmalar", Patates Zararlı Organizmalar Sempozyumu, Ankara, 34.
- Kepenekci İ., Tulek A., Alkan M., Hazır S. 2013. Biological Control Potential of Native Entomopathogenic Nematodes against the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. Pakistan Journal of Zoology 45(5), 1415-1422
- Kepenekci, İ., 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. 2014a. "Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae Heterorhabditidae: Rhabditida) Of Turkey", Pakistan Journal Of Nematology, 32(1), 59-65.
- Kepenekci, İ. 2016. "Infectivity Of Native Entomopathogenic Nematodes Applied As Infected Host Cadavers Against The Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say Coleoptera Chrysomelidae", Egyptian Journal Of Biological Pest Control, 26(1), 173-174.
- Koçak, E., Gökçe A. and Kepenekci, İ. 2007. Infectivity of *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) to *Eurygaster maura* L. pp. 245-250. Proceedings of Second International Conference on Sunn Pest (19-22 July 2004,

- Aleppo, Syria) In: Sunn Pest Management, A Decade of Progress, 1994-2004, Parker, B.L., Skinner, M., Bouhssini, M.E., Kumari S.G. (eds). *The Arab Society for Plant Protection*, Beirut, Lebanon, 432 pp. Koçak, E., Gökçe A. and Kepenekci, İ. (2007) Infectivity of *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) to *Eurygaster maura* L. pp. 245-250.
- Koppenhöfer, A. M. and Kaya, H. K. 1999. "Ecological Characterization of *Steinernema rarum*", *Journal of Invertebrate Pathology*, 73, 120–128.
- Koppenhöfer, A.M. .2000. "Nematodes Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology",. In: Lacey L.A. and Kaya H.K. (eds). Dordrecht, The Netherlands. Kluwer, 283-301 pp.
- Klein M.G. 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K.(eds.) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, pp.195-214.
- Liu, Q.Z., and Glazer, I. (2000) Factors affecting desiccation survival of the entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* HP88. *Phytoparasitica* 28, 331-340.
- Nagarkatti, S., Tobin, P. C., Muza, A. J. and Saunders, M. C. 2002. "Carbaryl resistance in populations of grape berry moth, *endopiza viteana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae), in New York and Pennsylvania", *Journal of Economic Entomology*, 95(5), 1027-1032.
- MacVean, C.M., Brewer, J.W. and Capinera, J.L. (1982) Field tests of antidesiccants to extend the infection period of an entomogenous nematode, *Neoaplectana carpocapsae*, against the *Colorado potato beetle*. *Journal of Economic Entomology* 75, 97-101.
- Mason, J.M., Mathews, G.A. and Wright, D.J. 1998a. Appraisal of spinning disc technology for the application of entomopathogenic nematodes. *Crop Protection* 17, 453-461.
- Mason, J.M., Mathews, G.A. and Wright, D.J. 1998b. Screening and selection of adjuvants for the spray application of entomopathogenic nematodes against a foliar pest. *Crop Protection* 17, 461-470.
- Mohamed, M.A. and Coppel, H.C. 1983. Mass rearing of the greater wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) for small-scale laboratory studies. *Great Lakes Entomol.* 16 (4), 139-141.
- Nickle, W.R. and Shapiro, M. 1992. Use of stilbene brightener, Tinopal LPW, as solar radiation protectants for *Steinernema carpocapsae*. *Journal of Nematology* 24, 371-373.
- Nickle, W.R. and Shapiro, M. (1994) Effects of eight brighteners as solar radiation protectants for *Steinernema carpocapsae*, All strain. *Supplement to the Journal of Nematology* 26, 786-784.
- Lello, E.R., Patel, M.N., Mathews, G.A. and Wright, D.J. (1996) Application technology for entomopathogenic nematodes against foliar pests. *Crop Protection* 15, 567-574.
- Öncüer, C. 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Gözden Geçirilmiş 3. Baskı). Bornova, İzmir: E.Ü. Basımevi.
- Özer N., Keskin, N. and Kırbaş, Z. 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica* 41, 639-640.
- Peters A.1996. "The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations", *Biocontr. Sci. Technol.* 6, 389-402.

- Schmiege D.C. 1963. "The feasibility of using a neoaplectanid nematode for control of forest insect Pest", *J.Econ.Entomol.*,56(4):427-431.
- Shapiro-Ilan, D., Lewis, E.E., Tedders, W.L., 2003. Superior efficacy observed in entomopathogenic nematodes applied in infected-host cadavers compared with application in aqueous suspension. *J. Inverteb. Pathol.*, 83, 270-272
- Shapiro-Ilan, D., Dutcher, J.D., Hatab, M., 2005. Recycling potential and fitness in steinernematid nematodes cultured in *Curculio caryae* and *Galleria mellonella* . *Journal of Nematology*.37:12–17.
- Shetlar, D.J., Suleman, P.E., Georgis, R. (1988) Irrigation and use of entomopathogenic nematodes, *Neoaplectana* spp. and *Heterorhabditis heliothidis* (Rhabditida:Steinernematidae and Heterorhabditidae), for control of Japanese beetle (Coleoptera: Scaraboidea) grubs in turfgrass. *Journal of Economic Entomology* 81, 1318-1322.
- Strauch, O. and Ehlers, R.-U. 1998. Food signal production of *Photorhabdus luminescens* inducing the recovery of entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* spp. in liquid culture. *Applied Microbiology and Biotechnology* 50, 369-374.
- Susurluk, I. A., Kumral N.A., Peters, A., Bilgili, U. and Açıkgöz E. 2009. "Pathogenicity, reproduction and foraging behaviours of some entomopathogenic nematodes on a new turf pest, *Dorcadion pseudopreissi* (Coleoptera: Cerambycidae). *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 19 (6): 585–594.
- Wang Y and Gaugler, R. (1998) Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. *J. Inverteb. Pathol.* 72, 313-318
- White, G.F. (1927) A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66, 302-303.
- Woodring, J.L. and Kaya, H.K. (1988) Steinernematid and Heterorhabditid nematodes: *A Handbook of Techniques. Southern Cooperative Series Bulletin* No. 331, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, AR, 30 pp.
- Wouts, W.M. 1991. "*Steinernema (Neoaplectana)* and *Heterorhabditis* species", In: Ed. W.R.Nickle, M. Dekker "Manual of.
- Yılmaz H., Gokce C., Demir I., Demirbag Z. 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. 61.2010.
- Yurt Ç., Gözel Ç., Gözel U.Laboratuvarda Entomopatojen Nematodların Lahana Kelebeği [*Pieris brassicae* (L.)]Larvaları Üzerinde Etkinliklerinin Belirlenmesi.V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya.2014
- Yu, S., 2008. "The Toxicology and Biochemistry of Insecticides", CRC Press, USA, 296p.
- Zerbaş Z., Demirbağ Z.,Demir İ. Isolation and characterization of a parasitic nematode, *Oscheius myriophila* (Nematoda: Rhabditida), associated with European mole cricket, *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera: Gryllotalpidae). 4th International Entomopathogens and Microbial Control Symposium, p. 51.2013.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Niyazi GÜLEÇ

Doğum Tarihi ve Yer: 20.04.1991- SİLİFKE

E-mail :gulecniyazi@hotmail.com

Yüksek Lisans :Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma

Ana Bilim Dalı- Mezuniyet:2017

Lisans :Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü-

Mezuniyet:2014

İş Deneyimi: 01.09.2015-25.01.2016 UDH Danışmanlık Biyosidal Ürün

Uygulamalarında Mesul Müdür.

27.01.2016-06.11.2017 Beta Ziraat Tic. Ve AŞ. Samsun Bölge Sorumlusu

07.11.2017-... Sesvanderhave TR Tarım İç Anadolu Bölge Sorumlusu