



**PATATES GÜVESİ [*PHTHORIMAEA OPERCULELLA*
(ZELLER) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)]'NE KARŞI
TÜRKİYE VE KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN BAZI
ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN SERA-SAKSI
DENEMELERİYLE ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

METEHAN ORAKÇI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Haziran- 2021

Her hakkı saklıdır

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PATATES GÜVESİ [*PHTHORIMAEA OPERCULELLA* (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)]'NE KARŞI TÜRKİYE VE
KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN BAZI ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN SERA-SAKSI DENEMELERİ İLE ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

METEHAN ORAKÇI

TOKAT
Haziran- 2021

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanıldığında bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içeriğindeki yenilik ve sonuçların başka bir çalışmadan veya tezden 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.

Metehan Orakçı

22 Haziran 2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PATATES GÜVESİ [*PHTHORIMAEA OPERCULELLA* (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)]'NE KARŞI TÜRKİYE VE
KIRGIZİSTAN'DAN ELDE EDİLEN BAZI ENTOMOPATOJEN
NEMATODLARIN SERA-SAKSI DENEMELERİYLE ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

METEHAN ORAKÇI

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Bu çalışmada, daha önceki yıllarda yapılan denemeler sonucu ülkemizden ve Kırgızistan'dan elde edilen EPN türleri (*Steinernema feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *Heterorhabditis bacteriophora*-TOK20, 11KG izolatları) sera etkinlik çalışmalarında denemelere alınmıştır. Laboratuvarda üretimi yapılmış olan patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] larvaları sera şartlarında saksılar içinde yetiştirilmiş patates bitkilerine bulaştırılmıştır.

Deneme sonucunda EPN izolatlarının (*S. feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *H. bacteriophora*-TOK20, 11KG), patates güvesinin larva dönemine karşı etki denemelerinde 10. gün sonunda yapılan sayımlarda kontrolde 25 IJ cm⁻² dozda 0.29'luk bir ölüm ve 50 IJ cm⁻² dozda da 0.29'luk bir ölüm tespit edilmiştir. Bununla birlikte 25 IJ cm⁻² dozda enfektif larva (IJs) *S. feltiae*-3KG, *S. feltiae* Tokat-Emir, *H. bacteriophora* TOK20 ve *H. bacteriophora* 11KG uygulamalarında sırasıyla 92.07, 74.02, 58.49, 29.83'lük ölüm tespit edilmiştir. 2. doz olarak kullanılan 50 IJ cm⁻² dozda ise yine sırasıyla 99.71, 82.19, 78.79, 56.76'luk bir ölüm tespit edilmiştir. 25 IJ cm⁻² dozda en yüksek etkiyi *S. feltiae*-3KG 92.07 ile göstermiş ve bunu, *S. feltiae* Tokat-Emir 74.02'lik bir ölüm ile takip etmiştir. En düşük etkiyi 29.83 ile *H. bacteriophora* 11KG göstermiştir. 50 IJ cm⁻² dozda en yüksek etkiyi yine *S. feltiae*-3KG 99.71 ile göstermiş olup bunu yine *S. feltiae* Tokat-Emir 82.19 ile takip etmiştir. 50 IJ cm⁻² dozda en düşük etkiyi 56.76'luk larva ölümü ile *H. bacteriophora* 11KG izolatı göstermiştir.

2021, 30 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Biyolojik Mücadele, Entomopatojen Nematod, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae*, *Phthorimaea operculella*

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF SOME ENTOMOPATOGENIC NEMATODES FROM TURKEY AND KYRGYZSTAN AGAINST POTATO TUBER MOTH [*PHTHORIMAEA OPERCULELLA* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)] IN FLOWERPOT- GREENHOUSE

METEHAN ORAKÇI

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

SUPERVISOR: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

In this study, EPN species (*Steinernema feltiae*-3KG, Tokat-Emir and *Heterorhabditis bacteriophora*-TOK20, 11KG isolate) obtained as a result of the experiments carried out in previous years were taken into experiments in greenhouse efficiency studies from our country and Kyrgyzstan. Produced *Phthorimaea operculella* larvae in laboratory were infected with potato plants grown in pots under greenhouse conditions.

As a result of the experiment, counts were made at the end of 10. days in the effect trials of EPN isolates (*Steinernema feltiae*-3KG, Tokat-Emir and *H. bacteriophora*-TOK20, 11KG) against the larval stage of potato moth [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]. After counts, a mortality rate of 0.29 was detected at the 25 IJ cm⁻² dose in the control and 0.29 at the 50 IJ cm⁻² dose. However, at a dose of 25 IJ cm⁻², *S. feltiae*-3KG, *S. feltiae* Tokat-Emir, *H. bacteriophora* TOK20 and *H. bacteriophora*11KG applications resulted respectively 92.08, 74.02, 58.49, 29.83 deaths was determined. In the second dose, 50 IJ/cm⁻², respectively 99.71, 82.19, 78.79 and 56.76 deaths were detected. *S. feltiae*-3 KG with death rate of 92.07 showed the highest effect at a dose of 25 IJ cm⁻², and this was followed by *S. feltiae* Tokat-Emir followed with death rate of 74.02. *H. bacteriophora* 11KG showed the lowest effect with death rate of 29.83. Again *S. feltiae*-3 KG with death rate of 99.71 showed the highest effect at a dose of 50 IJ cm⁻², and again this was followed by *S. feltiae* Tokat-Emir followed with death rate of 82.19. *H.bacteriophora* 11KG showed the lowest effect with 56.76 larval deaths at 50 IJ cm⁻² IJs dose.

2021, 30 PAGE

KEYWORDS: Biological control, Entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae*, *Phthorimaea operculella*

ÖNSÖZ

Daha önce ülkemizde ve Kırgısıztan'da elde edilmiş, laboratuvar stoklarımızda var olan entomopatojen nematod (EPN) türlerinin (*Steinernema feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *Heterorhabditis bacteriophora*-TOK20, 11KG izolatu) patates güvesi, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına karşı etkinlikleri sera (saksı) koşullarında belirlenmiştir.

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve fikirleriyle yol gösteren, zamanını, ilgi ve desteğini esirgemeyen beni her zaman çalışmaya teşvik eden,engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışmanım Sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi)' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve fikirleriyle her zaman vermiş olduğu desteklerinden ve değerlendirmelerinden dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YEŞİLAYER'e teşekkür ederim. Tez çalışmamda emeği geçen arkadaşlarım Yük. Zir. Mühendisi Neslihan KARA ve Yük. Zir. Mühendisi Seher UÇAR'a teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde elinden gelenin fazlasını yapmaktan hiçbir zaman çekinmeyen ve her zaman maddi ve manevi olarak yanımda olan babam Davut ORAKÇI ve annem Leyla ORAKÇI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca çalışmalarımı yürüttüğüm süre boyunca desteklerini esirgemeyen kız kardeşim Betül ORAKÇI YOLERİ ve eşi Samet YOLERİ'ne teşekkür ederim.

Metehan ORAKÇI

22 Haziran 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Patates güvesi	3
1.1.1. <i>Phthorimaea operculella</i> 'nın tanısı, yaşayış biçimi, zarar şekli, ekonomik önemi ve yayılışı.....	3
1.1.2. <i>Phthorimaea operculella</i> 'nın konukçuları ve Türkiye'de tespit edilen doğal düşmanları.....	5
1.2. Entomopatojen Nematodlar (EPN).....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3. 1. Laboratuvar kitle üretim çalışmaları.....	13
3. 1. 1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının üretimi.....	13
3.1.2. Entomopatojen Nematod (EPN)'ların Üretimi	14
3.1.3. Patates güvesi popülasyonunun kitle üretimi.....	15
3. 2. Sera-Saksı etkinlik çalışmaları.....	18
3.2.1. Patates bitkilerinin yetiştirilmesi	18
3.2.2. Patates güvesi larvasının patates yumrularına bulaştırılması.....	18
3.2.3. Patates güvesi larvalarına epn'lerin bulaştırılması	20
3.2.4. Denemenin sonunda patates güvesi larvalarının elde edilmesi ve sayım işlemi	20
3. 3. Uygulamaların Değerlendirilmesi	21
4. BULGULAR.....	22
4.1. Patates güvesinin larva dönemine karşı etki denemeleri	22
TARTIŞMA VE SONUÇ	23
6. KAYNAKLAR.....	25

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

Açıklama

EPN

Entomopatojen nematod

IJs

Enfektif larva

TOGÜ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

TÜİK

Türkiye İstatistik Kurumu

Simgeler

Açıklama

°C

Santigrat derece

cm

Santimetre

ml

Mililitre

%

Yüzde

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Patates güvesinin hayat döngüsü.....	4
Şekil 2. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının üretimi.....	14
Şekil 3. Entomopatojen nematodların (EPN) devamlı üretilmesi ve bakımı.....	14
Şekil 4. Patates güvesi [<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] popülasyonlarının elde edilmesi ve kitle üretimi.	16
Şekil 5. Patates güvesi kitle üretimi.	17
Şekil 6. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları.....	19
Şekil 7. Sera-Saksı Etkinlik çalışmalarında kontrollerdeki larva döneminden pupa dönemine geçiş yapan pupalar	21

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 1. Patates güvesinin larva dönemine karşı etki denemeleri22



1. GİRİŞ

Bir yıllık kültür bitkilerinden olduğu bilinen patates (*Solanum tuberosum* L.), birçok iklim bölgesine uyum sağlamıştır ve dünyada neredeyse her yerde yetiştirilmesi mümkün olduğu için önemi her gün kat kat artmaktadır (Öztekin, 2009).

2019 TÜİK rakamlarına göre, Türkiye'nin patates üretimi 4 milyon 979 bin 724 ton olup, üretim de ilk sırada Niğde (716. 180 ton), Konya (599.699 ton), Afyonkarahisar (532.410 ton), Kayseri (451.798 ton) ve İzmir (390.481 ton) illerinde yoğun olarak yapılmaktadır (TÜİK, 2020). Bu pencereden bakıldığında patates, insanlar için besin kaynağı olmakla beraber Türkiye'nin ekonomisine katkısı yönünden de önem arz eden bitkilerdendir. Patatesin üretimi ve depolanması esnasında, zararlı etmenlerden ötürü önemli kayıplar meydana gelmektedir. Patates üretimini kısıtlayan en önemli biyotik unsurlardan biri de patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] *P. operculella* solanaceae familyasından bitkiler üzerinde zarar meydana getirir hem tarla koşullarında hemde ambarda zarara neden olması nedeniyle en önemli konukçusu patatestir.

Patates güvesinin uçma süresi 5 saat aralıksız olabilmekle beraber 10 km'den daha fazla yol alabilme yeteneğine de sahiptir, bu zararlının yayılma hızı ve şeklinin anlaşılabilmesi açısından çok önemlidir (Krambias, 1976; Foley, 1985).

Zararlının ekonomik zarar eşiği bitki çeşidi, rüzgar yönü, ilk görüldüğü tarih ve toprak gibi alana özgü koşullar baz alınıp belirlenmesi bölgeler arası kullanılacak mücadele yöntemlerinin uygulanabilirliğini arttıracaktır (Rondon ve Herve, 2017).

Zararlılar için insektisit kullanımı, canlıların kendi aralarındaki doğal denge taşlarının bozulmasına, ileri zamanda zararlı organizmanın dayanıklılıklarının artmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden çözümlemesi güç ve ekonomik açıdan yüksek maliyetli problemler meydana gelmektedir. Son zamanlarda kimyasal mücadelenin yerine tercih seçeneği olan güncel yöntemlere önem verilmekte ve entegre mücadele uygulamalarından biyolojik mücadele önemli bir yerdedir.

Hafez ve arkadaşları (1997), *Phthorimaea operculella*'nın çeşitli gelişim evreleri üzerinde entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın etkisi üzerine bir dizi araştırma

yapmıştır. 1. ve 2. dönem patates güvesi larvalarının, 3. ve 4. dönem larvalarından daha duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir. Enfekte prepupa ve pupalar, güvelerin çıkışında, uzun ömürlülüğünde, yumurtalarda ve yumurta kuluçka kabiliyetlerinde belirgin bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Pupa süresinde bariz bir artış gözlemlemişler ve sonuçta ortaya çıkan morfolojisi bozuk erginlerin olduğunu kaydetmişlerdir.

Yeşilayer ve Deniz (2019), iki farklı kekik türü (*Thymus vulgaris* L. ve *Origanum majorana* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve lavanta (*Lavandula officinalis* L.), bitki ekstraktının önemli bir karantina zararlısı olan patates güvesi [(*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin öncesi dönemlerine karşı toksik etkisini araştırmışlardır. Her bir bitkinin ekstraktları üç farklı %3.5 ve 10 ml/L'luk konsantrasyonda etanol ile seyreltilmiş, zararlının larva ve yumurtalarına karşı uygulanmış olup, yumurtaya uygulamada en yüksek konsantrasyonda (%10 ml/L) sırasıyla, lavanta ve *T. vulgaris*'de %73.7, *O. majorana*'da %67.5 ve adaçayında ise %66.2 oranında inhibisyon tespit etmişlerdir. Larva evresine karşı insektisit toksisite çalışmasında, 7. gün sonunda ölüm oranı en yüksek konsantrasyonda (%10 ml/L), *O. majorana* %91.2, Lavanta 90%, *T. vulgaris* %87 ve adaçayında %83.7 oranlarında tespit etmişlerdir. Ayrıca larvada 4 farklı bitki ekstraktının konsantrasyonları arttıkça ölüm oranının da zamana bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir.

Bu uygulama kapsamında; patates (*S. tuberosum* L.) bitkisinin önemli bir zararlısı olan patates güvesi ile mücadelede entomopatojen nematodların (EPN) etkinliği üzerine çalışmalar bulunmaktadır.

Kepenekci ve ark., (2013) EPN'lerden, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın patates güvesi *Phthorimaea operculella* üzerindeki etkisi laboratuvar uygulamalarında araştırmıştır. Çalışmada, 100, 500 ve 1000 IJs 3 farklı konsantrasyonda ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25 °C) denemesi yapılmıştır. Ayrıca uygulamada EPN'lerin enfekte etmiş olduğu kadavralar da çalışmada kullanılmıştır. Uygulamada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırayla %96 ve %80 larva ölümüne sebep olmuştur. Kadavra içinde EPN uygulamaları hariç, *S. feltiae*'nin %40 civarında ölüme sebep olduğu ortaya konmuştur. 25°C'de kadavra uygulamalarında, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*'nin sırayla %97, %83 ve %67 *P. operculella* larvası ölümüne neden olmuştur. Uygulamanın

sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) en yüksek etkiye neden olmuştur. İşbu çalışmada saptanan sonuçlar yönünde sera-saksı uygulamalarının yerinde olacağına dair görüş ortaya konulmuştur.

Yan ve arkadaşları (2020), entomopatojen nematod *Steinernema carpocapsae*, patates güvesi *P. operculella*'nın mücadelesi için laboratuvar koşullarında değerlendirdikleri çalışmada, 2., 3. ve 4. dönem *P. operculella* larvalarının kontrolü için farklı *S. carpocapsae* konsantrasyonları denemeye dahil etmişlerdir. İşlem süresinin uzatılmasıyla birlikte, *P. operculella*'nın 2., 3. ve 4. evre larvaları ve pupaları için kümülatif ölümün arttığı gözlemlenmiştir. 4. dönem larvaların tüm gözlemler içerisinde en hassas olduğu belirlenmiştir.

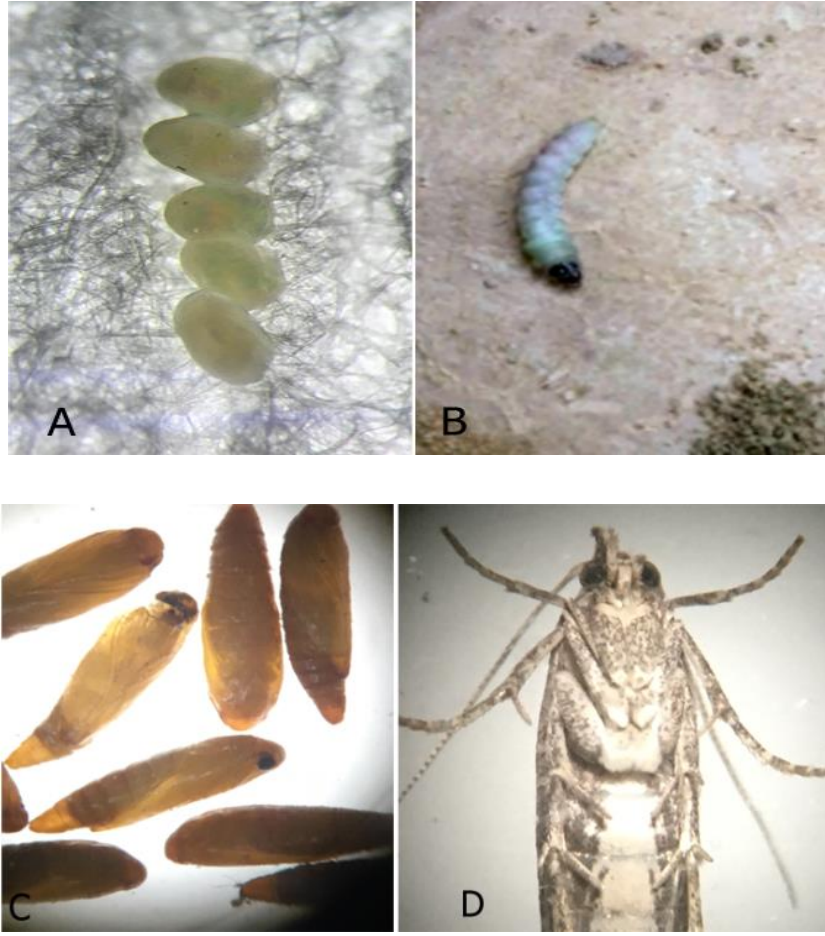
Bu çalışma ile patates bitkisine önemli zararı olan patates güvesi ile mücadele için EPN'lerin kullanımı var olan mücadele yöntemlerinden farklı bir yaklaşımla ortaya konulacaktır. Bunun sonucunda çevreyi etkilediği olumsuzluklara sebep olan pestisit ile mücadele çalışmaları azaltılacaktır. Böylece üreticinin gelirinde artış olacak, ülke ekonomisine ve bilime katkıda bulunulacaktır.

1.1. Patates güvesi

1.1.1. *Phthorimaea operculella*'nın tanısı, yaşayış biçimi, zarar şekli, ekonomik önemi ve yayılışı

Patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller)] erginlerinin kanat açıklığı 13 ile 17 mm'dir ve kanatları dardır. Vücut yapıları 5-6 mm civarındır. Antenleri vücuda göre uzun olmakla birlikte ön kısımda bulunan kanatları grimsi kahverengine yakın, üst kısımları koyuya yakın kahverengi noktaların bulunduğu bir görünüme sahiptir. Alt kanatları ise ince uzundur. (Anonim. 2008).

Larvasının rengi besin olarak kullandığı konukçuya göre değişmektedir. Patatesin yumrularıyla beslenenlerin vücut rengi pembeye yakın beyaz, yapraklar ile beslenenlerde ise yeşil, patlıcan yaprakları ile beslenenlerde ise daha koyudur. Baş, daha çok koyu kahve renkte olup, olgun larvaları ise 8-10 mm uzunluğunda olmaktadır. Pupa beyaz bir kokon içinde oluşur. İlk aşamada yeşile yakın sarımsı, daha sonra kahve tonlarında bir renge dönüşmektedir. Boyu ise 6-7 mm'dir (Anonim, 2008) (Şekil 1.).



Şekil 1. Patates güvesinin hayat döngüsü A: Yumurta B: Larva C: Pupa D: Ergin (Foto: M.ORAKCI)

Patates güvesi kış dönemini depo veya arazide kalmış patatesten, larva veya pupa döneminde geçirebilmektedir. İlkbahar aylarında sıcaklık ortalaması 15°C'ye erişmesi ile ergin form larva çıkışlarını gerçekleştirmektedir ve 2-4 gün gibi bir sürede çiftleşip yumurta bırakmaya başlarlar. Larvaların yumrular içerisinde girip yaparak eğrilik galeri açarak sertimsi yapıdaki galeriler içerisinde açık beyaz renkli pislikler bulunmaktadır. Galerilerinde giriş kısmına yumru üstünde toplanan koyu kahverengi siyahımsı renkte pislik şeklindeki zararının varlığını kolay şekilde farkedilir hale getirir (Anonim, 2008).

Patates güvesinin dişileri ortalama 100-200 yumurta bırakmaktadır. Ekolojik şartlara bağlı erginlerin yaşam süresi 4-13 gündür. Yumurta kuluçka süresi ise 3-15 gün olup çıkış yapan larva patates yumrularında galeriler açarak beslenmeye başlar. Gelişiminin sonuna gelen larva, yumrudan çıkarak göz çukurlarında, çuvalların

üzerinde, bitkilerin artıklarında beyaz kokonlar örüp pupa olur. Pupaların süresi 6-30 gün arasında değişim göstermektedir. Patates güvesi bir yılda 3 ile 8 nesil vermektedir (Anonim, 2008).

1.1.2. *Phthorimaea operculella*'nın konukçuları ve Türkiye'de tespit edilen doğal düşmanları

Solanaceae familyasındaki bitkilerin neredeyse tümünde bulunur. Büyük öneme sahip konukçularından biri de patatestir. Patlıcan, tütün, domates ve biberde ise tarla döneminde bitkilerin yapraklarında görülmektedir (Anonim, 2008).

Patates güvesi'nin Türkiye'de saptanmış doğal düşmanları şunlardır;

Bracori brevicornis Wesmael (Hym.: Braconidae); *B. gennuensis* (Marshall); *B. nigricans* Szepligeti; *B. (Habrobracori) variegator* Spinola (Hym.: Braconidae); *Temelucha decorata* (Grav); *Temelucha* sp.; *Diadegmapuchripes* Kokrijev (Hym.: Ichneumonidae) (Anonim, 2008).

1.2. Entomopatojen Nematodlar (EPN)

Doğadaki böceklerde ve onların hastalanmasına ve ölümlerine sebebiyet veren kökenleri bakteri, virüs, fungus, protozoa, riketsia ve nematod olarak adlandırılan mikroorganizmaların hepsine entomopatojen denir (Deacon, 1983).

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarında mevcut olan nematodlar yaşam döngülerinden en az birini toprak içinde yaşamını sürdüren böcekler için mecburi patojendirler ve bu sebeple EPN olarak isimlendirilirler. Bu nematod türleri mutualistik ilişkisi içinde olan *Enterobacteriaceae* familyasında olan *Xenorhabdus* (Steinernematidler'de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler'de) bakterileri yardımı ile konukçularını 48 saat içinde septisemi ile canlılıklarına son verme gücüne sahiptir (Forst ve Neelson., 1996; Burnell ve Stock, 2000). Steinernematidler ve Heterorhabditler'in genel olarak benzeşen yaşam döngüsü vardır. Yumurta, dört çeşit morfolojik larva dönemi ve ergin dönemi olarak altı aşaması bulunmaktadır. En önemlisi de larva dönemidir. Bu grubun başarısını 3. larval dönem (infektif juvenil (IJ) ya da dauer juvenil) üstlenmektedir. Topraktaki var olan ve konukçusunu arayarak bulan evre 3. larva evresidir ve 1 sene veya daha fazla toprak içinde canlı olarak

kalabilir. (Koppenhöfer, 2000). IJ'ler kendilerine uygun bir konukçu bulunca konukçunun spirakıl, ağız, anüs ya da kutikülün ince kısımlarından (sadece Heterorhabditlerde) konukçu hemosölüne giriş yaparlar (Bedding ve Molyneux, 1982; Wang ve Gaugler, 1998).

EPN'ler oda sıcaklıklarında 5-7 gün içinde yaşam döngüsünü tamamlayıp, konukçunun içinde 1 ile 3 jenerasyon geçirmektedirler (Burnell ve Stock, 2000). Jenerasyon adedi ve oluşabilecek yeni neslin nematod adedi bulunduğu konukçudan konukçuya değişiklik gösterip ortamdaki sıcaklığın derecesine göre de farklılık gösterebilmektedir (Finnegan ve ark., 1999; Kaya ve Koppenhöfer, 1999).

Enfektisini gerçekleştirdiği konukçuda besinlerinin zamanla tükenmesiyle 3. dönem IJ'ler konukçunun incelen kutikulasını parçalayıp kendilerini konukçusunun dışına çıkarırlar ve yeni bir konukçu arayışına başlarlar (Kaya ve Gaugler, 1993). Besin tüketmeyen evresi toprağın içinde konukçu bulana dek günler, aylar ve bazen de bir sene kadar canlılıklarını sürdürebilmektedir (Burnell ve Stock, 2000).

EPN üretiminde pratik olarak *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları kullanılmaktadır (Dutky ve Hough, 1955).

EPN'lerin yaşamı için sıcaklığın ve nemin önemi büyüktür. Enfektif larvalar (IJ) 12-32°C aralığında çok aktiftir. Sıcaklığın düşük olduğu durumlarda enfektif larvalar uzun süre canlılığını koruyabilmektedir. 5°C'deki az miktardaki suyun içerisinde (0,5-1 cm yükseklikte) *S. glaseri* 3 seneden fazla canlılığını koruyabilmektedir. *S. carpocapsae*'nin IJ'leri -10°C'de 18 saatte yaşamını yitirir. Toprağa gömülü olan IJ'ler -19°C ile 9°C aralığında değişebilen kış şartlarında bile ölmezler (Schmiege, 1963; Wouts, 1991). EPN'leri en uygun saklama ve koruma sıcaklığı 5°C'dir ve nemli sterilize edilmiş kum ise en uygun ortamdır (Fan ve Hominick, 1991).

Üçüncü dönem Heterorhabditidae larvaları ağızlarında dorsal labial diş bulundurmaktadır ve böceğin kutikülünü geçirgen yerlerinden delip giriş yapmaktadır. Ayrıca, aynı yaradan birden fazla nematodun giriş yapabildiği belirlenmiştir (Wouts, 1991).

1981 yılı içinde üretimi başlamış olan EPN'lerin bu denli geç ticari üretiminin yapılmasını araştırmacılar iki şekilde açıklamıştır. 1970'lere kadar kimyasal mücadelenin ön plana çıkması ve ikincisi ise uzman araştırmacı sayısının yeterli düzeyde olmamasıdır.

Steinernematidler ve Heterorhabditidlere karşı dayanıksız böceklerin sayısı rakamla telaffuz edilemeyecek kadar çoktur. Araştırmacılar bu nematodların biyolojik aktiviteleri *in vivo* ve *in vitro* şeklinde uygulanarak tespiti yapıp liste hazırlamışlardır (Wouts, 1991).

Her EPN her böcek için oransal olarak aynı enfekteyi yapamamaktadır. Bazı nematod türleri çok fazla konukçuya sahip olurken, bazıları bir böcek takımına etkili olabilmektedir (Hazar ve ark., 2003).

Kepenekci ve ark., (2013) Türkiye'de tespit edilmiş EPN'lerden, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın patates güvesi *P. operculella* üzerindeki etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Çalışmada, 100, 500 ve 1000 IJs olmak üzere, farklı konsantrasyonlarda üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) denenmiştir. Ayrıca çalışmada EPN tarafından enfekte edilmiş kadvralar da kullanılmıştır. Çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırasıyla %96 ve %80 larva ölümüne neden olmuştur. Kadvra içinde EPN uygulamaları hariç, *S. feltiae*'nin %40'dan yüksek ölüme sebep olmadığı ortaya konmuştur. 25°C'de kadvra uygulamalarında, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*'nin sırasıyla %97, %83 ve %67 patates güvesi larva ölümüne neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu)'nin en yüksek etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Yıldırım Meşepınar, (2018)'ın yaptığı çalışmada; daha önce yapılan çalışmalar sonucu ülkemizde tespit edilen EPN türleri (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatu ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatu) sera etkinlik çalışmalarında *Phthorimaea operculella* larvaları ve pupaları üzerinde denemeler kurmuştur. Araştırma sonucunda, patates güvesinin larva dönemine yönelik etki denemelerinde 10. gün sonunda yapılan sayımlarda kontrollerde 0.17 lik bir ölüm meydana gelirken 9.33'nün canlı pupa olduğu görülmüştür. Bununla birlikte *S. feltiae* (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatu) uygulamalarında larva ölümlerinin 6.33 olduğu görülmüş ve canlı pupa

sayısında 2.83 olduğunu tespit etmiştir. *H. bacteriophora* (*Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatu) 'nin ise larvalarının sayımlarında 3.67'si ölü olarak saptamıştır ve 5 bireyde canlı pupa evresine geçiş yaptığını ortaya koymuştur. Larvalara karşı etki denemeleri sonucunda ölü ve canlı ergine rastlanmamıştır. Patates güvesinin pupa evresine yönelik etki denemelerinde ise kontrolde 5.83'ünün canlı olduğunu ve 3.17'sinin ergin hale geldiğini tespit etmiştir. *S. feltiae* uygulamasının sonunda ortalama 3.5 pupa ölü olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 2.83 canlı pupa elde edilirken hızlı bir şekilde pupalardan erginlerin çıkış yaptığı ve 3.67'sinin canlı ergin olduğu görülmüştür. *H. bacteriophora* uygulamasında da 4.83 pupa ile en yüksek ölüm belirlenmiştir. Bununla birlikte 2 canlı pupa tespit edilirken 3.17'lik bir oranda ise ergin olduğu tespit edilmiştir. Larvalara karşı yapılan etki denemeleri sonunda herhangi bir ölü ergine rastlanmamış oluğ her üç uygulamada da canlı ve ergin sayılarının benzer olduğu görülmüştür.

Bu çalışma ile de Türkiye ve Kırgızistan'da saptanmış olan, laboratuvar stoklarımızda mevcut EPN türlerinin (*S. feltiae* 3KG, Tokat-Emir ve *H. bacteriophora* TOK20, 11KG) patates güvesi larvalarına karşı etkinlikleri sera (saksı) koşullarında belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışkaner ve ark., (1989) ve Anonim (2008), patates güvesinin polifag bir zararlı olduğunu ve Solanaceae bitkilerin hemen hemen hepsinde bulunmakla birlikte daha çok patates bitkisini tercih ettiğini belirtmektedir. Bu zararlının tarla ve depo şartlarında patates bitkilerinde kalite ve kantitenin düşmesine sebep olduğunu, beslenmesi sonucu açtığı galerilerden dolayı ürünün kullanılamaz hale getirdiğini bildirilmiştir.

Özer ve ark., (1995) farklı bölgelerden toplamda 106 toprak örneği almış ve bunlardan 5 tanesinde EPN izole etmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada, Rize’den alınan toprak örneklerinden tespit edilen türün *S. feltiae* olduğu belirtilmiştir ve Türkiye’de EPN’lerin varlığını bildiren ilk çalışmadır.

Kepenekci ve ark., (1999), tarafından Ekecik (Aksaray) kışlağında toplanan Kımıl (*Aelia rostrata* Boh.) popülasyonunda *H. bacteriophora* tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen *H. bacteriophora* ülkemizde nematod faunası için yeni kayıt niteliğindedir.

Gökçe ve ark., (2003) tarafından kiraz sineği [*Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae)]’ne karşı EPN’lerin etkisi, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *H. bacteriophora* (Tur-H1) kullanılarak üç farklı konsantrasyonda [25, 50 ve 100 enfektif larva (IJ) 0.2ml-1] ve üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) araştırılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen etkiler; 100 IJ 0.2 ml-1 dozunda ve 15°C’de *S. carpocapsae* %63, *H. bacteriophora* %22 ve *H. bacteriophora* (Tur-H1) %28 olarak bulunmuştur. Aynı dozda ve 25°C’de *S. carpocapsae*’nin %84 etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

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

Koçak ve ark., (2004), tarafından yapılan çalışmada *Eurygaster maura* L. (Hemiptera: Scutelleridae) karşı farklı *S. feltiae* ırklarının (All ve S3) etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada, 25, 50 ve 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonlarında ve üç farklı sıcaklıktaki (10, 15 ve 25°C), uygulamadan 72 ve 96 saat sonra sayım yapılmıştır. *S. feltiae* (All) 100 IJ/0.2 ml su konsantrasyonunda ve 25°C’de %63.8 etki gösterirken, aynı konsantrasyon ve sıcaklıkta *S. feltiae* (S3) %74 etkili bulunmuştur.

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

Evlice ve ark., (2007), tarafından Türkiye’de daha önce tespiti yapılan EPN’lerden *H. 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 verilere göre, elma iç kurdu larva ölüm oranlarının 96 saatin sonrasında *H. bacteriophora* (Tur-H1)’da 15°C’de 25, 50 ve 100 IJ’deki etkiler sırasıyla %5, %10, %10; 25°C’de sırasıyla %72.2, %92.5, %94.4 olarak; *H. bacteriophora* (Tur-H2)’da ise 15°C’de sırasıyla %5, %12.5, %20; 25°C’de ise yine sırasıyla %91.7, %100 ve %100 olarak tespit edilmiştir.

Yılmaz ve ark., (2010), tarafından dört yerel entomopatojen nematod izolatının (*S. carpocapsae* B122, *S. feltiae* B1, *H. bacteriophora* M3 ve *H. megidis* P69) laboratuvar koşullarında 3 farklı sıcaklıkta (15, 23 ve 28°C) mayıs böceği (*Melolontha melolontha* L.) larvalarına karşı virölansı 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.

Kepenekci ve ark. (2013), tarafından Türkiye’de tespit edilmiş EPN’lerden, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*’nın patates güvesi *P. operculella* üzerindeki etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Çalışmada, 100, 500 ve 1000 IJs olmak üzere, farklı konsantrasyonlarda üç farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 25°C) denenmiştir. Ayrıca çalışmada EPN tarafından enfekte edilmiş kadvralar da kullanılmıştır. Çalışmada, 25°C ve 1000 IJ konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırasıyla %96 ve %80 larva ölümüne neden olmuştur. Kadvra içinde EPN uygulamaları hariç, *S. feltiae*’nin %40’dan yüksek ölüme sebep olmadığı ortaya konmuştur. 25°C’de kadvra uygulamalarında, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*’nin sırasıyla %97, %83 ve %67 patates güvesi larva ölümüne neden olmuştur. Çalışmanın sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatu) en yüksek etkiye sahip olduğu bulunmuş ve patates güvesi mücadelesinde etkili bir biyolojik mücadele etmeni olduğu ortaya konmuştur.

Kepenekci (2014), dünya üzerinde *Steinernema* cinsine ait 64, *Heterorhabditis* cinsine ait 21 ve *Neosteinernema* cinsine ait 1 tane olup toplam 86 EPN türü tespit edildiğini bildirmiştir.

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

Gülcü (2015), Türkiye topraklarından daha önce elde edilmiş olan EPN’lerden; 2 farklı *Steinernema* türü, 4 farklı *S. feltiae* izolatu ve 4 farklı *H. bacteriophora* izolatının *Helicoverpa armigera* larvaları üzerindeki 3 farklı uygulama yoğunluğunda 25°C’de etkinliği ile ilgili bir araştırma yapmıştır. 72 saat sonunda *H. armigera* larvaları kontrol edilmiş ve *S. feltiae* (113 nolu izolatu) 10 IJ yoğunluğunda *H. armigera* larvalarına karşı infektivitesi en düşük, *S. feltiae* (155 nolu izolatu) ise infektivitesi en yüksek izolatu olduğunu bildirmiştir. 50 ve 100 IJ yoğunluğundaki nematod uygulamalarında ölüm

oranları *S. feltiae* (113 nolu izolat) %91.65, *S. carpocapsae* %100, *S. affine* sırasıyla %95.83-100 ölüm meydana geldiği görülmüştür. *H. bacteriophora* izolatlarından 10 IJ uygulamasında, *H. bacteriophora* (17 nolu izolat) *H. armigera* larvalarında düşük ölüm (%83.33) meydana geldiği görülmüştür. *H. bacteriophora* (13 nolu izolat) tüm yoğunluklarında *H. armigera* larvalarında %100 ölüme neden olmuştur. Sakı denemelerinde, EPN'lerin Plate denemelerine oranla daha düşük oranlarda etkinlik gösterdiğini gözlemlemiştir. *S. affine*'nin 100 IJ kullanılmasının ise larvalarda %100 ölüme neden olduğu bu çalışma sonucu ile ortaya konmuştur. Elde ettiği EPN türlerini 10, 15, 25°C ve tek uygulama dozunda (250 IJ/larva) fındık kurdu (*Curculio nucum*) larvalarına karşı uygulamıştır ve 25°C'de *H. bacteriophora* fındık kurdunun larvalarında oluşturduğu %90.9 ölüm oranı ile diğer nematodların ölüm oranlarına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım Meşepınar, (2018)'ın yaptığı çalışmada; daha önce yapılan çalışmalar sonucu ülkemizde tespit edilen EPN türleri (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı) sera etkinlik çalışmalarında *Phthorimaea operculella* larvaları ve pupaları üzerinde denemeler kurmuştur. Araştırma sonucunda, patates güvesinin larva dönemine yönelik etki denemelerinde 10. gün sonunda yapılan sayımlarda *S. feltiae* (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı) uygulamalarında larvala ölümlerinin 6.33 olduğu görülmüş ve canlı pupa sayısında 2.83 olduğunu tespit etmiştir. *H. bacteriophora* (*Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı)'nin ise larvalarının sayımlarında 3.67'si ölü olarak saptamıştır ve 5 bireyde canlı pupa evresine geçiş yaptığını ortaya koymuştur. Larvalara karşı etki denemeleri sonucunda ölü ve canlı ergine rastlamamıştır. Patates güvesinin pupa evresine yönelik etki denemelerde *S. feltiae* uygulamasının sonunda ortalama 3.5 pupa ölü olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 2.83 canlı pupa elde edilirken hızlı bir şekilde pupalardan erginlerin çıkış yaptığı ve 3.67'sinin canlı ergin olduğu görülmüştür. *H. bacteriophora* uygulamasında da 4.83 pupa ile en yüksek ölüm belirlenmiştir. Bununla birlikte 2 canlı pupa tespit edilirken 3.17'lik bir oranda ise ergin olduğu tespit edilmiştir. Larvalara karşı yapılan etki denemeleri sonunda herhangi bir ölü ergine rastlanmamış olup her üç uygulamada da canlı ve ergin sayılarının benzer olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

MATERYAL

Bu çalışmada ana materyal Türkiye’den ve Kırgızistan’dan daha önce saptanmış ve kültüre alınmış EPN türleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji ve Taksonomi Laboratuvarı (Tokat)’nda bulunan EPN türleri (*S. feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *H. bacteriophora*-TOK20, 11KG), *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları, patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller)] ile patates yumruları, sera, saksı, toprak ve laboratuvarında bulunan diğer malzemelerden oluşmaktadır.

YÖNTEM

3. 1. Laboratuvar kitle üretim çalışmaları

3. 1. 1. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının üretimi

EPN’lerin canlılık durumlarının sürdürülebilmesi için kültürlerin yenilenmesi amacıyla çalışma süresince bal mumu güvesi *Galleria mellonella* larvalarının üretimi yapılmıştır (Şekil 2.). Larvalar üretilmesi amacıyla besi ortamına alınmıştır. Çalışma Entomoloji Laboratuvarında (TOGÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) yapılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda 890 g un, 222 g maya, 500 g gliserin, 500 g bal, 445 g süt tozu ve 445 g buğday kepeği kullanılmıştır. Öncelikle unun ve buğday kepeğinin sterilize işlemi yapılmıştır. Un, kepek, süt tozu ve maya bir kaptaki birleştirilerek üzerine gliserinin ve balın karışımı dökülmüştür (Haydak, 1936; Mohammed ve Coppel, 1983).

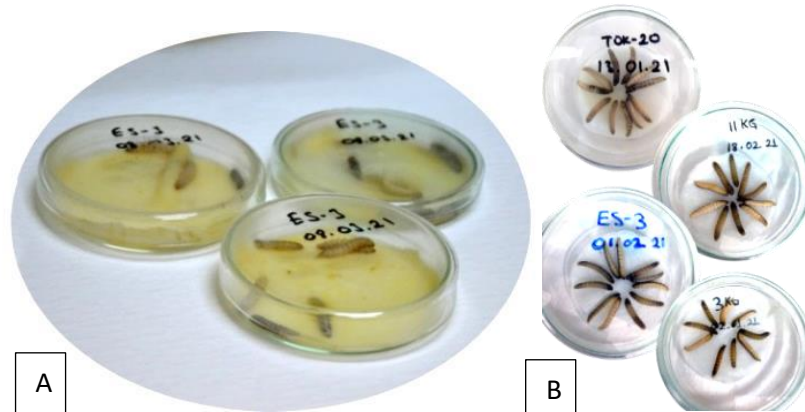
Kapak kısımlarına alüminyum tel yerleştirilip 300 ml olan cam kavanozlar ile hazırlanmış besi ortamından 1 cm yukarısına konulup üstüne *G. mellonella* yumurtaları yerleştirilmiştir. *G. mellonella* üretimi 23-24 °C sıcaklık ve 16:8 (aydınlık: karanlık) koşullarındaki iklim kabinlerinde yapılmıştır.



Şekil 2. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının üretimi. (Foto: M. ORAKCI)

3.1.2. Entomopatojen Nematod (EPN)'ların Üretimi

EPN'lerin devamlı üretilmesi ve bakımı: EPN'lerin üretiminde son dönem *G. mellonella* larvası kullanılmış olup, kokon örmelerinde önüne geçmek adına 55°C'deki suyun içinde 14-21 sn bekletilip 30 sn çeşme suyunun altında yıkanıp hareket etmeyecek hale getirilmiştir (Woodring ve Kaya, 1988).



Şekil 3. Entomopatojen nematodların (EPN) devamlı üretimi ve bakım işlemi. A: EPN'lerin *G. mellonella* larvalarına bulaştırılması B: "White Trap" metodu kullanılarak enfektif EPN larvalarının (IJ) elde edilmesi. (Foto: M. ORAKCI)

Otoklav cihazında daha önce sterilizasyonu sağlanmış 12 cm çapı olan petriler içine 6 cm çaptaki daha küçük petriler kapakları olmadan ters biçimde yerleştirilmiştir. Üstüne sterilize edilmiş kurutma kağıtları konulup saf su ile ıslatılarak 10'ar adet larva kağıtların üstüne yerleştirilmiştir. Her nematod kültürü için 2. ve 3. dönem (IJs) enfektif larvaların bulunduğu kültürlerden pipetler yardımı ile alınıp *G. mellonella* larvalarının üzerlerine uygulanmıştır. Büyük petri kapakları kapatılıp, alüminyum folyoyla sarılıp siyahımsı renkte polietilen torbaların içine konularak (20-23°C) inkübatöre yerleştirilmiştir. 10 gün süre ile her bir gün kontrolleri sağlanmıştır. EPN'lerin enfekte ettiği *G. mellonella* larvalarından "White Trap" yöntemi (White, 1927) yapılarak enfekte olmuş EPN larvalarının (IJ) eldesi sağlanmıştır. Bu EPN larvaları 100 ml'lik kapağı olan mika kutuların içine konulmuştur. Bu kutuların buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir. Nematodların havasız kalıp canlılıklarını kaybetmemeleri için haftada 2 kez kutu kapakları açılıp nematod bulunan su karıştırılıp havalandırması yapılmıştır. Nematodlar etkinliklerini kaybetmemesi adına ayda bir yeni *G. mellonella* larvalarına bulaştırılarak işlem tekrarlanmış ve kültürün yenilenip ve patojenisitelerinin düşmemesi sağlanmıştır.

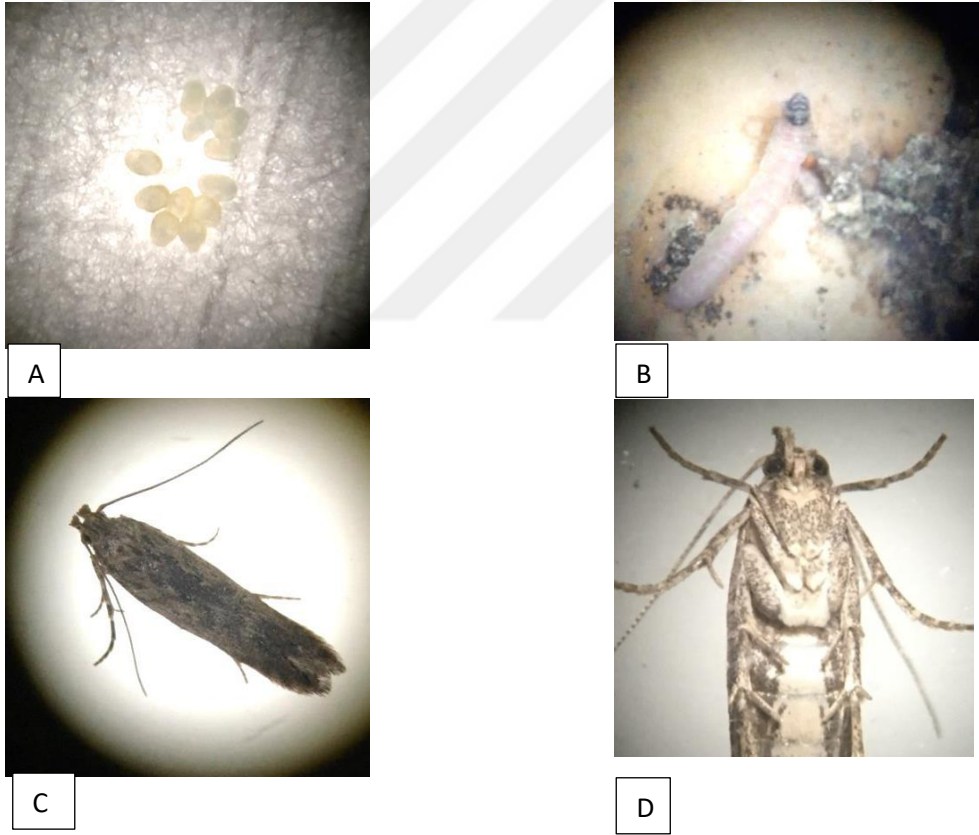
EPN kitle üretimi: EPN'lerin sera-saksı çalışmalarında kullanılması adına laboratuvar ortamında kitle üretimi sağlanmıştır. Bu evrede *in vivo* teknikle IJ'ler kullanılıp nematodlar üretilmiştir. Bal mumu güvesi *G. mellonella*'nın son dönem larvalarının EPN'lerin IJ'leri tarafından enfekte edilmesi sağlanmıştır. 15 cm çapındaki petri kullanılıp hazırlanmış White Trap düzeneğinin her birisi 30'ar adet EPN'lerin enfektesini yapmış olduğu *G. mellonella* larvaları konulmuştur. Laboratuvarında (23-24°C) bekletilen düzeneklerden dışarı çıkış yapmış yeni nesil EPN'ler toplanıp çalışmada kullanılmasına dek tetrapak kutularının içinde sıcaklığı +4°C olan buzdolabında saklanmıştır.

3.1.3. Patates güvesi popülasyonunun kitle üretimi

Patates güvesi laboratuvar veya sera şartlarında üretilebilmektedir. Ticari olarak patates yetiştiriciliği yapılan yerlerde pestisit kullanımından dolayı patates güvesi çok zor bulunmaktadır.

Denemede kullanılacak olan patates güvesi popülasyonları, bulaşık olan araziden toplanıp laboratuvarına getirilmiş ve $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve 14:10 (aydınlık: karanlık) koşullarındaki iklim kabinlerinde kültüre alınıp üretimi yapılmıştır (Şekil 4. ve 5.).

Tarladan bulaşık getirilen patates yumruları 6.5-7 litrelik plastik kaplara alınıp üst kısımları tül yardımı ve kurutma kâğıdı ile kapatılmıştır. Laboratuvar şartlarında ergin dişi bireylerin yumurta bırakması beklenmiştir. Yumurtalar kurutma kâğıdından ayrılıp başka kavanoza patates yumruların üzerine bırakılarak yumurtadan çıkacak olan patates güvesi larvalarının patates yumrularını enfekte etmesi sağlanmıştır.



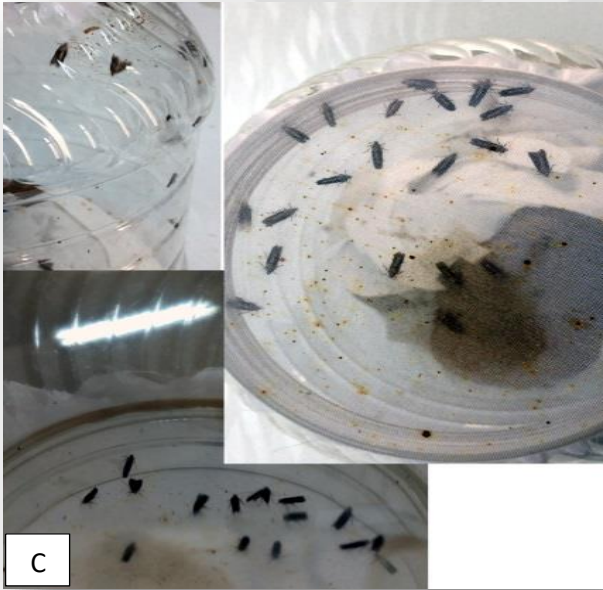
Şekil 4. Patates güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] popülasyonlarının elde edilmesi ve kitle üretimi. A: Yumurta; B: Larva; C ve D: Ergin. (Foto: M. ORAKCI)



A



B



C



D

Şekil 5. Patates güvesinin [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] kitle üretimi. A: Enfekteli patates yumrusu; B, C ve D patates güvesi üretimi. (Foto: M. ORAKCI)

3. 2. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları

Çalışma kontrollü koşullardaki TOGÜ serasında saksı denemesi olarak sürdürülmüştür.

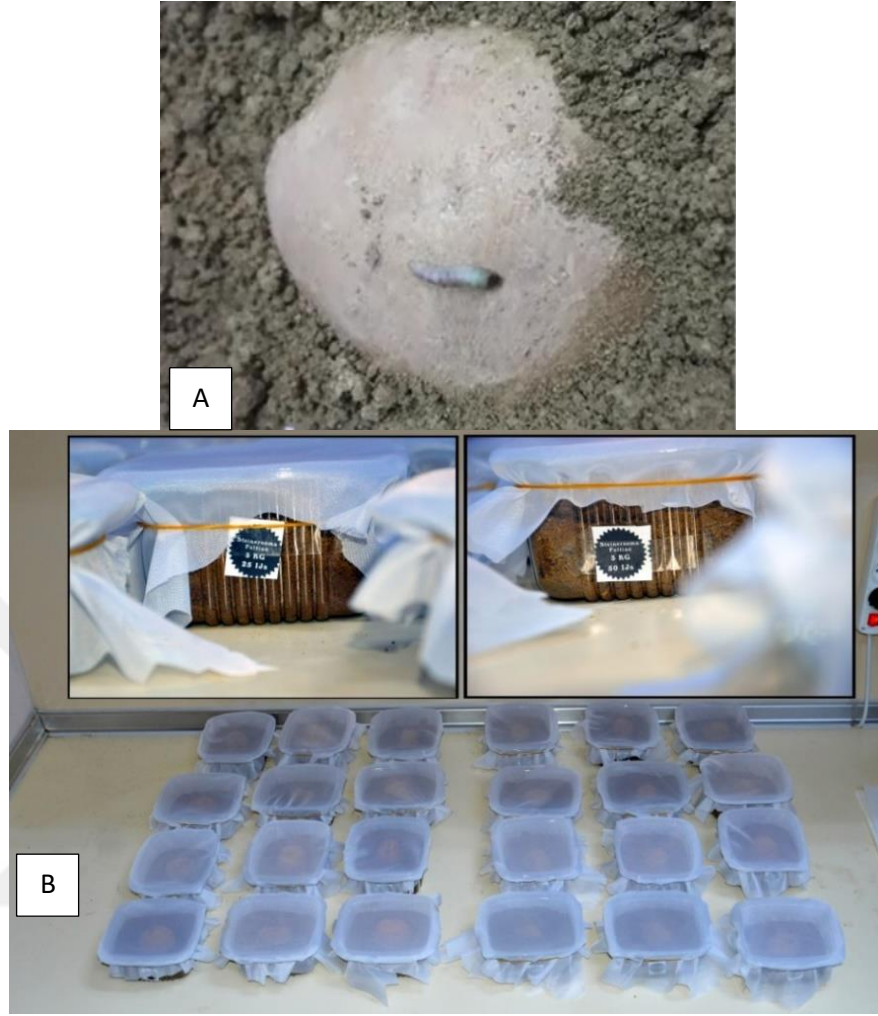
Daha önceki çalışmalarda ülkemizden ve Kırgızistan'dan elde edilen EPN türleri (*S. feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *H. bacteriophora*-TOK20, 11KG izolatları) sera etkinlik uygulamalarında denemelere alınmıştır.

3.2.1. Patates bitkilerinin yetiştirilmesi

Patates yumruları steril edilen tarla toprağında 20x22 cm boyutlarındaki saksılarda Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi serasında yetiştirilmiştir.

3.2.2. Patates güvesi larvasının patates yumrularına bulaştırılması

Kültüre alınan ve üretimi yapılmış olan patates güvesi larvaları sera şartlarında saksılar içinde yetiştirilip patates bitkilerine enfektesi sağlanmıştır. Bu nedenle saklama kaplarının içerisindeki toprağa yerleştirilen yumrulara 10'ar adet patates güvesi larvaları verilip suni bulaştırma sağlanmıştır (Şekil 6.).



Şekil 6. Sera-Saksı Etkinlik Çalışmaları. A: Patates güvesinin suni bulaştırılması; B: Saklama kaplarının içerisindeki patates yumrusu ve üstü tül ile kapatılmış saklama kapları. (Foto: M. ORAKCI)

10×8 cm boyutundaki saklama kabının üst açık kısımları tül ile sıkı bir biçimde kapatılıp larvaların kap dışına çıkması engellenmiştir. Çalışmada kullanılan saksı ve saklama kaplarının içine konulan topraklar steril edilerek su ile nemlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan saklama kaplarının içine birer adet patates yumrusu konulmuştur ve çalışma sonunda topraktaki ölü veya canlı larvaların rahat ve sağlıklı tespit edilmesi adına uygun delik büyüklüğü olan bir elek ile elenmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olup 2 tekrarlı kurulmuştur.

3.2.3. Patates güvesi larvalarına EPN'lerin bulaştırılması

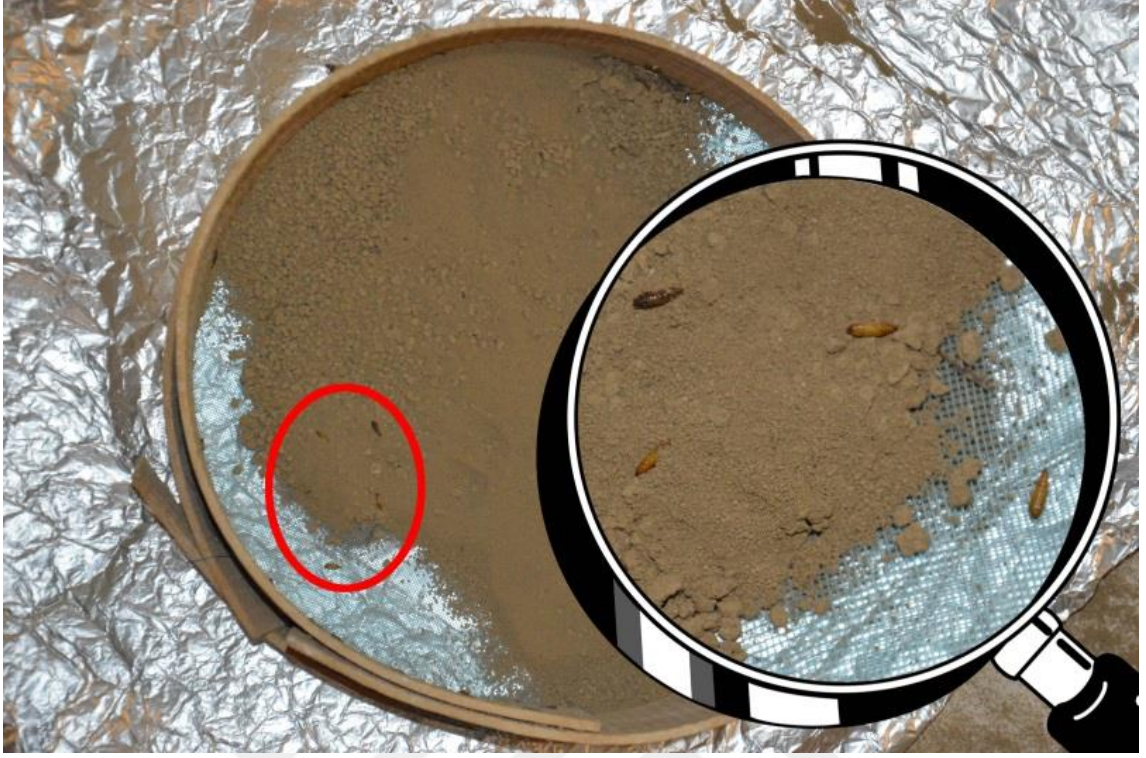
500 ml'lik kaplara 300 ml steril edilmiş toprak içine de bir adet patates yumrusu (yaklaşık 76-84 g) konulup 10 tane 3. ve 4. dönem patates güvesi larvası (10 tane larvanın ağırlık ortalaması 0.139 gr. 15 kez 10 adet larvanın tartıldıktan sonraki ortalama ağırlığı alınmıştır) suni olarak bulaştırılmıştır.

Toprağın yüzeyi dikkate alınıp 2 farklı doz uygulaması yapılmıştır. İlk olarak 25 IJ cm^{-2} [$80 \text{ cm}^2 (\text{toprak yüzeyi}) \times 25 \text{ IJs cm}^{-2} = 2000 \text{ IJ}$] ($200 \text{ IJ larva}^{-1}$) ikinci olarak 50 IJ cm^{-2} [$80 \text{ cm}^2 (\text{toprak yüzeyi}) \times 50 \text{ IJ cm}^{-2} = 4000 \text{ IJ}$] ($400 \text{ IJs larva}^{-1}$) hesabıyla uygulama yapılmıştır. Kontrollerde saf su kullanılmıştır.

3.2.4. denemenin sonunda patates güvesi larvalarının elde edilmesi ve sayım işlemi

Sera şartlarındaki patates bitkisinin saksıları içinde EPN uygulaması yapılan saklama kapları 10. günün ardından saksılar içinden alınarak ağızlarındaki tüller çıkarılıp kaplar içindeki canlı veya ölü patates güvesi larvaları sayılarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 8.).

Kaplar içindeki topraklar uygun delik büyüklüğü dikkate alınarak seçilen elek yardımı ile ölü ve canlı larvalar elde edilmiştir. Kapların içindeki patates yumruları son olarak göz ile kontrol edilip gerektiğinde parçalayıp patates güvesi larvalarının yumru içinde olup olmadıklarına bakılıp kontrolleri sağlanmıştır. Canlı olmayan larvalardan EPN çıkışının görülmesi için gerektiğinde "White Trap" metodu kullanılarak olabilecek EPN çıkışlarının takibi yapılmıştır (White, 1927). Ölü larvalardan EPN çıkmadığı durumda kadvralar parçalanıp ölüm sebeplerinin EPN olup olmadıkları kontrol edilerek karar verilmiştir.



Şekil 7. Sera-saksı etkinlik çalışmalarında kontrollerdeki larva döneminden pupa dönemine geçiş yapan pupalar (Foto: M. ORAKCI)

3. 3. Uygulamaların Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Verilere tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılmıştır. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 (McKenzie ve Goldman, 2005) paket programı yardımıyla yürütülmüştür.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, önceki yıllarda Türkiye’den ve Kırgızistan’dan elde edilmiş, laboratuvar stoklarımızda var olan EPN türlerinin (*Steinernema feltiae*-3KG, Tokat-Emir ve *Heterorhabditis bacteriophora*-TOK20, 11KG izolatları) patates güvesinin larvalarına karşı etkinlik denemeleri sera (saksı) şartlarında belirlenmiştir.

4.1. Patates güvesinin larva dönemine karşı etki denemeleri

Araştırma sonucunda (10. gün) yapılan sayımlarda EPN uygulamalarında, 25 IJ cm⁻² dozda *S. feltiae*-3KG, *S. feltiae*-Tokat-Emir, *H. bacteriophora*-TOK20 ve *H. bacteriophora* 11KG uygulamalarında sırasıyla %92.07, %74.02, %58.49, %29.83 oranında ölüm tespit edilmiştir ($F=99.17$; $P<0.05$). 2. doz olarak kullanılan 50 IJs cm⁻² dozda ise yine sırasıyla %99.71, %82.19, %78.79, %56.76 oranında ölüm tespit edilmiştir ($F=291.58$; $P<0.05$). 25 IJ cm⁻² dozda en yüksek etkiyi *S. feltiae*-3KG %92.07 ile göstermiş ve bunu *S. feltiae*-Tokat-Emir %74.02 ölüm oranı takip etmiştir. En düşük etkiyi %29.83 ile *H. bacteriophora* 11KG göstermiştir. 50 IJ cm⁻² dozda en yüksek etkiyi yine *S. feltiae*-3KG %99.71 ölüm oranı göstermiştir, bunu yine *S. feltiae*-Tokat-Emir %82.19 ölüm tespit edilmiştir. 50 IJ/cm⁻² dozda en düşük etkiyi %56.76’lık ölüm ile *H. bacteriophora* 11KG göstermiştir. Çalışmada ölü pupaya rastlanmamıştır (Çizelge 1.)

Çizelge 1. *Steinernema feltiae* 3KG, *S. feltiae* Tokat-Emir, *H. bacteriophora*-TOK20, *H. bacteriophora* 11KG izolatlarının 10. gün sonrasında patates güvesine etkisi

Uygulama	[<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]			
	25 IJ cm ⁻²		50 IJ cm ⁻²	
	Ölüm%	Canlı%	Ölüm%	Canlı%
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> 11KG	29.83±0.20 c	70.17±0.20 b	56.76±0.45 c	43.23±0.45 b
<i>H. bacteriophora</i> - TOK20	58.49±0.58 b	41.50±0.58 c	78.79±0.37 b	21.21±0.37 c
<i>Steinernema feltiae</i> Tokat-Emir	74.02±0.64 ab	25.98±0.64 cd	82.19±0.40 b	17.81±0.40 c
<i>S. feltiae</i> - 3KG	92.07±2.08 a	7.93±2.08 d	99.71±0.70 a	0.29±0.70 d
Kontrol	0.29±0.61 d	98.73±1.11 a	0.29±0.61 d	99.71±0.61 a
F Değeri	99.17 P<0.05	99.17 P<0.05	291.58 P<0.05	291.58 P<0.05

* Aynı sütünları takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, $P<0,05$).

Larva dönemine karşı yapılan uygulamalarda *S. feltiae* 3KG ve *S. feltiae* Tokat-Emir izolatlarının, *H. bacteriophora*-TOK20 ve *H. bacteriophora* 11KG izolatlarına nazaran daha etkili olduğu açıkça görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

EPN'lerle çalışmaların çok olduğu ve *P. operculella*'nın larvasına, prepupasına, pupasına ve erginine yönelik etkinliklerinin araştırıldığı denemelerde larvalara ve prepupalara etkin sonuçların alındığı görülürken, EPN'lerin enfeksiyonlarının pupalarına ve erginlerine karşı hassasiyetlerinin düşük olduğu bildirilmektedir (Ivanova ve ark., 1994; Sweelam ve ark., 2010; Hassani-Kakhki ve ark., 2013). Bu çalışmada, *S. feltiae* 3KG ve Tokat-Emir izolatının 25 IJ cm⁻² dozunda uygulanması sonucunda larva dönemindeki etkinliği %60'ın üzerinde olurken *H. bacteriophora* 11KG ve TOK20 izolatlarının ölüm oranları %60'ın altında kalmıştır. *P. operculella*'ya karşı *S. feltiae* 3KG ve Tokat-Emir izolatının 50 IJ cm⁻² dozunda uygulanması sonucunda larva dönemindeki etkinliği %80'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. *H. bacteriophora* 11KG ve TOK20 izolatlarının ölüm oranları %80'in altında olduğu belirlenmiştir. Patates güvesine karşı en yüksek etkiyi gösteren nematod konsantrasyonu 50 IJ cm⁻² dozda %99.71 ile *S. feltiae* 3KG izolatı olduğu ortaya konmuştur.

Hassani-Kakhki ve ark., (2013) *P. operculella*'nın 4. dönem larvasına yönelik yaptıkları çalışmada *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* izolatının (ticari ve FUM7) *S. feltiae* ve *S. glaseri*'den daha etkin olduğunu ortaya koymuşlardır. Yürütülen bu çalışmada ise *S. feltiae* izolatlarının (3KG ve Tokat-Emir) *H. bacteriophora* (TOK20 ve 11KG) izolatlarından daha etkili olduğu görülmüştür.

2011 yılı ortalarına kadar EPN'lerin patates güvesine karşı mücadelesindeki kullanımına dair Türkiye'de çalışmaya rastlanmamıştır (Kepenekci, 2012; Kepenekci 2014). Kepenekci ve ark., (2013)'nin patates güvesi'nin *in vitro* şartlarında kontrolüne yönelik yaptıkları laboratuvar çalışmasında 25°C sıcaklıkta *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)'nın toprağın içindeki patates güvesinin son dönem larvalarına karşı %96 oranında etkili olduğunu ortaya koymuşlar ve sera saksı çalışmalarına geçişinin yerinde olacağına karar vermişlerdir.

Keleş (2019), patates böceğine karşı bazı EPN'lerin [*Heterorhabditis bacteriophora* TOK 20 izolatı, *H. bacteriophora* TOK 44 izolatı ve *Steinernema carpocapsae* TOK 05 izolatı etkinliğinin araştırıldığı çalışmasında toprak uygulamalarında 25 IJs dozunda

püskürtme şeklinde yapmış ve toprak uygulamalarında en yüksek ölüm oranını *H. bacteriophora* (TOK 20) (%71,00)'da tespit etmiştir. Kadavra uygulamalarında da aynı izolatın en yüksek ölüm oranına (%28,00) sahip olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise patates güvesine karşı *H. bacteriophora* (TOK20) 25 IJ doz uygulamasında 80 cm² (toprak yüzeyi) $\times$ 25 IJ cm⁻² = 2000 IJ baz alınarak uygulanmış ve patates güvesinin larva dönemine yapılan denemelerde %58.49'luk bir larva ölümü tespit edilmiştir. Elde edilen veriler arasındaki farkın, aynı EPN izolatı kullanılmış olması göz önüne alındığında, konukçu farklılığından kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Yıldırım Meşepınar (2018), patates güvesine karşı EPN türleri (*Steinernema feltiae*-Balıkesir izolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale izolatı) sera etkinlik çalışmalarında 25 IJ doz için larva dönemine karşı yaptığı uygulamalarda *S. feltiae*-Balıkesir izolatında %63.30'luk bir ölüm oranı ve *H. bacteriophora*-Çanakkale izolatında ise %36.70'lik bir ölüm görülmüştür. Bu çalışmada ise en yüksek etkiyi gösteren *S. feltiae* 3KG izolatı 25 IJ dozda %92.07'lik bir oranda larva ölümü ve yine aynı dozda *H. bacteriophora* TOK20 izolatında %58.49 oranında bir ölüm saptanmıştır. 50 IJ dozda ise yine en yüksek etkiyi *S. feltiae* 3KG izolatı gösterip larva ölüm oranının %99.71 olduğu ve *H. bacteriophora* TOK20 izolatının 50 IJs dozda %78.79'luk bir larva ölümü görülmüştür. *S. feltiae* 3KG izolatının, *S. feltiae*-Balıkesir izolatına göre daha etkin olduğu açıkça görülmektedir ve bunun izolatların farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. *H. bacteriophora* TOK20 izolatının, *H. bacteriophora*-Çanakkale izolatına göre daha etkili olduğu da tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen veriler göz önüne alındığında, ülkemizde patates güvesi mücadelesinde EPN kullanımı ümitvar bir yöntemdir. *S. feltiae*-3KG izolatının iki farklı doz uygulamasında yüksek oranda larva ölümüne sebep olduğu görülmektedir. Uygulamalar sonucunda en etkili olduğu görülen *S. feltiae*-3KG izolatının tarla koşullarında da denenmesi biyolojik mücadele açısından izlenecek yöntemlere ışık tutacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S., 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal Economic Entomolgy*, 18, 265-267.
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 3). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Ankara. Pb:332.
- Atay, T. ve Kepenekci, İ., 2015. Biological Control potential of Turkish Entomopathogenic Nematodes Against *Holotrichapion pullum* (Gyllenhal) (Coleoptera, Apionidae). *Egyptian Journal Biological Pest Control* 26(1), 2016, 7-10pp.
- Bedding, R.A. ve Molyneux, A.S., 1982. Penetration of Insect Cuticle by Infective Juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica*, 28, 354-359.
- Burnell, A.M. ve Stock, S.P., 2000. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and Their Bacterial Symbionts Lethal Pathogens of Insects. *Nematology*, 2, 31-42.
- Çalışkaner, S., Dörtbudak, N. ve Has, A., 1989. Orta Anadolu Bölgesi'nde Patateslerde Zarar Yapan Patates Güvesi (*Phthorimaea operculella* zeller) Üzerinde Sürvey çalışmaları., *Bitki Koruma Bülteni*, 29 (1-2), 65-74.
- Deacon, J. W., 1983. Microbial control of pests an diseases. Van Nastrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 31-41pp.
- Dutky S.R. ve Hough, W.S., 1955. Note on a parasitic nematode from codling moth larvae *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera, Olethreutidae). *Proc.Entomol. Soc. Wash.*, 57 (5); 244.
- Evlice, E., Kepenekci, İ. ve Zeki, C., 2007. İki Entomopatojen Nematodun Elma İçkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) Üzerindeki Etkileri. *Entomopatojenler & Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu*, Trabzon, 53 s.
- Fan, X. ve Hominick, W.M., 1991. Effects of low storage temperature on survival and infectivity of two *Steinernema* species (Nematoda: Steinernematidae) *Revue Nematology*. 14:407–412.
- Finnegan, M.M., Downes, J.D., O'Regan, M. ve Griffin, C.T., 1999. Effect of Salt and Temperature Stresses on the Survival and Infectivityof *Heterorhabditis* spp. Infective Juveniles. *Nematology*, 1, 69–78.

- Foley, D.H., 1985. Tethered Flight of the Potato Moth, *Phthorimaea operculella*. Physiological Entomology. No:10, 45-51.
- Forst, S. ve Nealson, K., 1996. Molecular Biology of the Symbiotic-Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp. Microbiological Review., 60, 21-43.
- Gökçe, A., Kepenekci, İ., Özdem, A., Kara, K. ve Susurluk, A.İ., 2003. Infectivity of three Entomopathogenic Nematodes to European Cherry Fruit Fly. 9th European Meeting IOBC/WPRS Working Group, Insect Pathogens and Entomoparasitic Nematodes Growing Biocontrol markets Challenge Research and Development, Kiel, Germany, Abstract 32 p.
- Gülcü, N., 2015. Yeşilkurt *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Hafez, M., Zaki, F. N., Moursy, A., & Sabbour, M. (1997). Biological effects of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Seller). Anzeiger Fur Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 70(8), 158–159.
- Hassani-Kakhki, M., Karimi, J. ve Hosseini, M., 2013. Efficacy of entomopathogenic nematodes against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory conditions. Biocontrol Science and Technology, 23,146-159.
- Haydak, M. H., 1936. A food for rearing laboratory insect. J. Econ.Ent., 29 (5), 1026.
- Hazır, S., Kaya, H.K., Stock, S.P. ve Keskin, N., 2003. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pests. Turkish Journal of Biology, 27, 181-202.
- Ivanova, T.S., Borovaya, V.P. ve Danilov, L.G., 1994. A biological method of controlling the potato Moth. *Zashchita rastenii* Moskva, 2: 39.
- Kaya, H.K. ve Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. Annu. Rev. Entomol. 38: 181-206.
- Kaya, H.K. ve Koppenhöfer, A.M., (1999). Biology and Ecology of Insecticidal nematodes. Optimal Use of Insecticidal Nematodes in Pest Management. S. Polavarapu (ed.). New Brunswick, New Jersey, USA.1-8 pp.

- Keleş, G., 2019. Tokat İlinden Elde Edilen Entomopatojen Nematodların Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] (Coleoptera: Chrysomelidae)]'ne Karşı Etkinliklerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat, 51.
- Krambias, A., 1976. Climactic Factors Affecting the Catches of Potato Tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Zeller) at a Pheromone trap. Bulletin of Entomology Research. No:66, 81–85.
- Kepenekci, I, ve Susurluk, A. (2006). (Rhabditida: steinernematidae) against *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitus capitata*. Nematologia Mediterranea (2006), 34: 95-97
- Kepenekci, Ilker, Tülek, A., Alkan, M. ve Hazir, 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., 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., 2014. Nematolojik Çalışmalar için Arazi ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. Nematoloji El Kitabı.ISBN: 978-605-4627-71-9, Siyasal Kitabevi, XXII+455 sayfa.
- Kepenekci, İ., Babaroğlu, N., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. Türkiye İçin Yeni Bir Entomopatojen Nematod *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). 4. Biolojik Mücadele Kongresi, Adana, 587-596.
- Kepenekci, İ., Gokce, A. ve Gaugler, R., 2004. Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). Nematropica, 34:199-204.
- Koçak, E., Gokce, A. ve Kepenekci, İ., 2004. Infectivity of Two Isolates of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) in Relation *Eurygaster maura* L.

- (Hemiptera: Pentatomidae) Adults. Second International Conference on Sunn Pest, Aleppo, Syria, p. 32.
- 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.
- Mohammed, M. A. ve Coppel, H. C. 1983. Mass Rearing of the Greater Wax Moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) for Small-scale Laboratory Studies. Great Lakes Entomol., 16, 139-141.
- Rondon, S.I. ve Herve M., 2017. Effect Of Planting Depth And Irrigation Regimes On Potato Tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) Damage Under Central Pivot Irrigation In The Lower Columbia Basin. Journal of Economic Entomology. No:110, 2483–2489.
- Özer, N., Keskin, N. ve Kırbaş, Z., 1995. Occurence of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. Nematologica, 41, 639-640.
- Öztekin, E., 2009. Bitkisel kökenli bazı yağların ve bileşenlerin patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* L., (Col.: Chrysomelidae)'nin bazı biyolojik dönemlerine karşı toksik etkisi. Yüksek Lisans Tezi.
- Schmiege, D.C., 1963. The feasibility of using a neoplectanid nematode for control of forest insect Pest. *J. Econ.Entomol.*, 56(4):427-431.
- Sweelam, M.E., Kolaib, M. O., Shadeed, M.I. ve Abolfadel, M.A., 2010. Biological control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* by entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae*. Minufiya J. agric. Res., 36: 427-435.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi:01.06.2021
- Wang, Y., & Gaugler, R. (1998). Host and Penetration Site Location by Entomopathogenic Nematodes against Japanese Beetle Larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 72(3), 313–318. <https://doi.org/10.1006/jipa.1998.4805>
- White, G.F., 1927. A Method for Obtaining Infective Nematode Larvae From Cultures. Science, 66, 302-303.
- Woodring, J.L. ve Kaya, H.K., 1988. Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes. Southern cooperative series bulletin (USA).

- Wouts, W.M., 1991. “*Steinernema (Neoaplectana)* and *Heterorhabditis* species”, In: Nickle, W.R. and Dekker, M. (eds.). *Manual of Agricultural Nematology* New York, 1016-1035 pp.
- Yan, J. jie, Sarkar, S. C., Meng, R. xia, Reitz, S., & Gao, Y. lin. (2020). Potential of *Steinernema carpocapsae* (Weiser) as a biological control agent against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 389–393.
- Yeşilayer, A. ve Deniz, M. (2019), Dört Farklı Bitki Ekstraktının Patates Güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)] Yumurta ve Larvasına Karşı Toksik Etki Çalışması.
- Yıldırım Meşepınar, Y., 2018. Patates Güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’ne Karşı Bazı Entomopatojen Nematodların (*Steinernema feltiae*-Balıkesir İzolatı ve *Heterorhabditis bacteriophora*-Çanakkale İzolatı) Sera-Saksı Denemeleriyle Etkinliğinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat, 42.
- Yılmaz, H., Gokce, C., Demir, I. ve Demirbag, Z., 2010. Laboratory screening of the pathogenicity of some local entomopathogenic nematode isolates against the European Cockchafer, *Melolontha melolontha* (Col.: Scarabaeidae). 43th Annual Meeting of Society for Invertebrate Pathology, p. 61.

