



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUS İZOLATLARININ PATATES
GÜVESİ [(*Phthorimaea operculella*) (ZELLER) (LEPIDOPTERA:
GELECHIIDAE)]' NİN MÜCADELESİNDE KULLANIM
OLANAKLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜSLÜM ÖZTÜRK

Birinci Danışman: Prof. Dr. Dürdane YANAR

İkinci Danışman: Prof. Dr. Yusuf YANAR

TOKAT- 2023

ÖZET

BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUS İZOLATLARININ PATATES GÜVESİ [(*Phthorimaea operculella*) (ZELLER) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)]'NİN MÜCADELESİNDE KULLANIM OLANAKLARI

ÖZTÜRK, Müslüm

Yüksek Lisans

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dürdane YANAR

İkinci Danışman: Prof. Dr. Yusuf YANAR

Ocak 2023, i + 27 sayfa

Bu çalışma yerel entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli Voillemmin (GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562), *Metarhizium brunneum* (Petch) (ORP-13) izolatları ve ticari preparat Nostalgist BL (*Beauveria bassiana* strain Bb-1 %1,5,1x10⁸ kob/ml min) 'nin patates güvesinin [(*Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)] yumurta ve 3'üncü dönem larvalarına karşı etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Patates güvesinin 3'üncü dönem larvalarına karşı entomopatojen fungusların yumruya ve yaprağa püskürtme yöntemi ve yumurta dönemlerine karşı ovisidal etki çalışması olmak üzere 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Laboratuvar ortamında üretimi yapılan GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13 entomopatojen fungus izolatları 1x10⁵, 1x10⁶, 1x10⁷ ve 1x10⁸ konidia/ml spor yoğunluğunda hazırlanarak ve ticari preparat (Nostalgist BL 1x10⁸ konidia/ml) mukayese ilacı kullanılarak doz-ölüm denemeleri yürütülmüştür. Yumruya püskürtme yönteminde yerel izolatlar ve Nostalgist BL 1x10⁸ dozunda 14'üncü gündeki düzeltilmiş ortalama yüzde ölüm verileri % 50'nin altında kalmıştır. Yaprğa püskürtme uygulamasının 1x10⁸ spor/ml dozunda 5'inci günde GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13 izolatlarında sırasıyla %61.0±2.76, %67.0±2.13, %69.0±1.00 ve %75.0±1.66 oranında ortalama yüzde ölüme neden olmuştur. Yerel izolatlar, yaprak uygulamasında dokuzuncu

günde %95'in üzerinde ortalama yüzde ölüme neden olmuştur. Nostalgist BL'de sırasıyla beşinci günde 37.0 ± 2.13 , dokuzuncu günde ise 64.5 ± 5.51 oranında ortalama yüzde ölüm ile etkinliği yerel izolatlarla göre düşük kalmıştır. Ovisidal etki denemelerinde en yüksek etki ORP-13 (61.5 ± 2.89) izolatında görülürken bunu GOPT-562 (47.5 ± 1.34), GOPT-228 (28.0 ± 2.49), GOPT-DYYLD (19.0 ± 2.08) ve Nostalgist BL (11.0 ± 0.6) etkiye sahip olurken aynı izolatların yumurtadan çıkan larvaların ergin döneme ulaşma yüzde engelleme oranı sırasıyla 73.0 ± 1.0 , 61.9 ± 2.0 , 47.2 ± 2.45 , 34.3 ± 2.59 ve 14.7 ± 1.43 oranında olmuştur. Zaman-ölüm verilerinde LT_{50} değerleri ORP-13 de $2.18(1.86-2.50)$ /gün, GOPT-228 $2.82(2.46-3.19)$ /gün, GOPT-562 $2.86(2.5-3.1)$ /gün ve GOPT-DYYLD de $3.09(2.75-3.44)$ /gün olmuştur. Mukayese ilacında (Nostalgist BL) LT_{50} değeri $6.74(5.7-8.1)$ /gün olarak yerel izolatlarla göre etkinliği düşük kalmıştır. Elde edilen bulgular ışığında yaprağa uygulama metodunda ORP-13 ve GOPT-228 izolatları ile patates güvesi mücadelesinde ümit var sonuçlar elde edilmiştir. Bu konuda daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Phthorimaea operculella*, Biyolojik mücadele, Entomopatojen fungus, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum*

ABSTRACT

POSSIBLE USE OF SOME ENTOMOPATOGENIC FUNGAL ISOLATES IN THE CONTROL OF POTATO TUBER MOTH [(*Phthorimaea operculella*) (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)]

ÖZTÜRK, Müslüm

Master's Thesis

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Advisor: Prof. Dr. Dürdane YANAR

Second Advisor: Prof. Dr. Yusuf YANAR

January 2023, iii + 27 pages

This study was carried out to determine the effectiveness of local entomopathogenic fungus isolates (*Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli Voillemin) and *Metarhizium brunneum* (Petch)) and commercial preparation (Nostalgist BL) against potato moth [(*Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae))] eggs and 3rd instar larvae under laboratory conditions. Three different methods were used: Spraying method of entomopathogenic fungi on tubers and leaves to control 3rd instar larvae of potato moth and ovicidal effect study on it's egg stage. GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 and ORP-13 entomopathogenic fungus isolates produced in the laboratory were prepared at 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 and 1×10^8 conidia/ml spore concentrations and by using commercial preparation (Nostalgist BL) dose-mortality trials were performed. According to the results of the analysis, in the tuber spraying method, the 1×10^8 spores/ml concentration of the local isolates and Nostalgist BL had below 50% percent mortality rate on the 14th day. According to the percent mortality data on the 5th day in leaf spray trials, mortality rates caused by GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 and ORP-13 were 61.0 ± 2.76 , 67.0 ± 2.13 , 69.0 ± 1.00 ve 75.0 ± 1.66 respectively. At the end of 9th day, all the local isolates had over %95 mortality rate. On the other hand, the commercial preparation caused 37.0 ± 2.13 , 64.5 ± 5.51 at the end of 5th and 9th day respectively. While ORP-

13 was the most effective isolate in ovicidal effect trials, ovicidal effects of GOPT-562, GOPT-228, GOPT-DYYLD and Nostalgist BL were $\%47.5 \pm 1.34$, $\%28.0 \pm 2.49$, $\%19.0 \pm 2.08$, and $\%11.0 \pm 0.6$ respectively. The rate of hatched larvae reaching adult stages in ORP-13, GOPT-562, GOPT-228, GOPT-DYYLD and Nostalgist BL applications were $\%73.0 \pm 1.0$, $\%61.9 \pm 2.0$, $\%47.2 \pm 2.45$, $\%34.3 \pm 2.59$ ve $\%14.7 \pm 1.43$ respectively. The LT_{50} of ORP-13, GOPT-228, GOPT-562, GOPT-DYYLD isolets at 1×10^8 were 2.18(1.86-2.50)/day, 2.82(2.46-3.19)/day, 2.86(2.5-3.1)/day and 3.09(2.75-3.44)/day respectively. It was determined that Nostalgist BL had a lower killing ability than local isolates with a LT_{50} value of 6.74(5.7-8.1)/day. As a result of this study, it has been seen that entomopathogenic fungi ORP-13 ve GOPT-228 local isolates have a potential to control the larva in leaf spraying method and egg stages of the potato moth. It is thought that the more detailed studies should be carried out under field conditions.

Keywords: *Phthorimaea operculella*, biological control, Entomopatogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum*

ÖNSÖZ

Bu çalışma entomopatojen fungusların patates güvesinin larvaları ve yumurtaları yumru ve yaprak aksamalarına Yüksek lisans tezine başladığım andan bitimine kadar olan süre içinde bilgi, deneyim ve düşünceleriyle her zaman yolumu aydınlatan danışman hocam Prof. Dr. Dürdane YANAR' a ve çalışmalar sırasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf YANAR'a teşekkür ederim. Tezim boyunca yardım etmekten kaçınmayan Ziraat Yüksek Mühendisi Mert KILINÇ'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Mert Can Uçar ve ailesine teşekkür ederim. Bu çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerli aileme çok teşekkür ederim.

Müslüm ÖZTÜRK

6 Ocak 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET (TÜRKÇE).....	i
ABSTRACT (İNGİLİZCE)	iii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Böcek kültürünün elde edilmesi.....	10
3.1.2. Entomopatojen fungusların üretimi ve spor hasadı.....	10
3.1.3. Konidio spor canlılık düzeyinin belirlenmesi.....	11
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Entomopatojen fungus izolatlarının yumruya püskürtme denemeleri.....	11
3.2.2. Entomopatojen fungus izolatlarının yaprağa püskürtme denemeleri.....	12
3.2.3. Ovisidal etki testleri.....	13
3.3. İstatiksel Analiz.....	13
4. BULGULAR.....	14
4.1. Entomopatojen fungusların yumruya püskürtme denemeleri.....	14
4.2. Entomopatojen fungusların yaprağa püskürtme denemeleri.....	16
4.3. Ovisidal etki testleri.....	19
4.4. Zaman-ölüm çalışması.....	20
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	22
6. KAYNAKLAR.....	25

ÇİZELGE LİSTESİ

ÇizelgeNo	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları.....	10
Çizelge 4.1. GOPT-DYYLD entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	14
Çizelge 4.2. GOPT-228 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	14
Çizelge 4.3. GOPT-562 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	15
Çizelge 4.4. ORP-13 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	16
Çizelge 4.5. GOPT-DYYLD entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	16
Çizelge 4.6. GOPT-228 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	17
Çizelge 4.7. GOPT-562 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	18
Çizelge 4.8. ORP-13 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları.....	19
Çizelge 4.9. Lokal entomopatojen fungus izolatlarının ovisidal etkileri ve açılan yumurtalardan çıkan larvalarda ergine ulaşma oranları.....	20
Çizelge 4.10. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda 1×10^8 spor/ml yoğunluğunda yaprak uygulaması yapılan 3'üncü dönem larvaların LT_{50} ve LT_{90} değerleri.....	21

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1.1. <i>Phthorimaea operculella</i> yapraktaki zararı a, b ve c.....	2
Şekil 1.2. <i>Phthorimaea operculella</i> yumrudaki zararı a, b ve c.....	2
Şekil 3.1. Entomopatojen fungus aktarımı (a), spor hasadı (b) ve spor sayımı (c).....	11
Şekil 3.2. Yumru uygulaması mikosis gelişimi larva (a), pupa (b) ve ergin (c).....	12
Şekil 3.3. Yaprğa uygulama denemesi (a), yaprakların spor ile kaplanması (b), larvaların yaprak üzerine yerleştirilmesi (c).....	12
Şekil 3.4. Patates güvesi yumurtası (a), ovisidal etki deneme kurulumu (b) ve ovisidal etki deneme takibi (c).....	13

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
ml	: Mililitre
g	: Gram
mg	: Miligram
°C	: Santigrat derece
da	: Dekar
µl	: Mikrolitre
LT ₅₀	: Popülasyondaki bireylerin %50' sini öldürmesi için geçmesi gereken zaman

Kısaltmalar	Açıklama
PDA	: Patates Dekstroz Agar
S.H.	: Standart hata
S.D.	: Standart sapma
S.E.	: Standart eror
X ²	: Ki-Kare

1. GİRİŞ

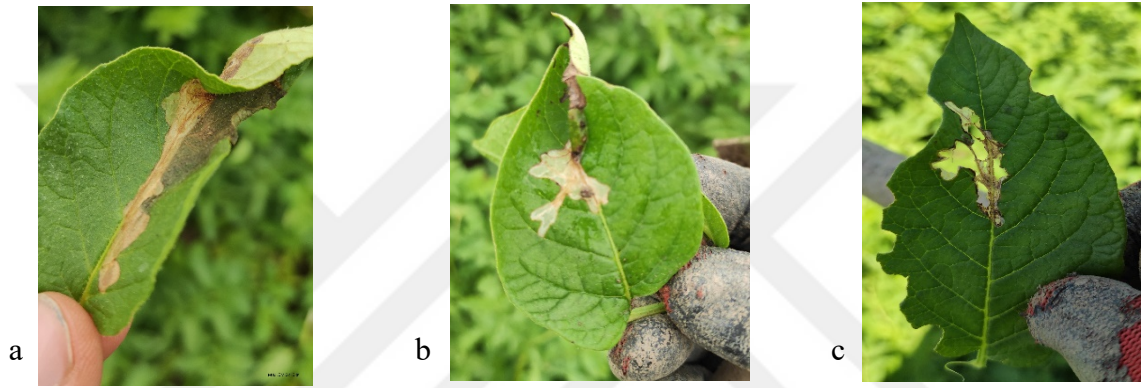
Patates (*Solanum tuberosum* L.) patlıcangiller (Solanaceae) familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Orijini Güney Amerika'nın Alp dağları olan bitki coğrafi keşifler ile birlikte önce Avrupa da sonra tüm Dünyada yayılım göstererek insanoğlunun temel besin kaynaklarından biri olmuştur. Ülkemize 19. yüzyıl sonunda Doğu Karadeniz ve Batı Trakya bölgesinde ilk kez kültüre alınmış ve daha sonrasında diğer bölgelerde de ekimi yapılmaya başlanmıştır (Abed ve Demirhan, 2018). Patates tarımı dünyada ve ülkemizde temel gıda maddesi olarak kullanılmakta ve yoğun olarak tarımı yapılmaktadır.

Patates, pirinç, buğday ve mısırdan sonra dünyada en çok tüketilen dördüncü üründür. Patates önemli miktarda besin ve bitkisel ürünler içermektedir. Patates yumrusunun %15-25'i kuru madde geri kalanı ise sudan oluşmaktadır. Bu kuru madde miktarının içinde protein, vitamin (C, B1, B6) ve minerallerce (K, Mn, Mg, Fe, Cu, P) zengin bir besin kaynağıdır. Niğde, Nevşehir, İzmir, Bolu, Afyon, Konya ve Erzurum gibi illerimizde yoğun olarak tarımı yapılmaktadır. Patates endüstriyel bir ürün olmakla beraber çiftçimizin temel gelir kaynaklarından ve ihracat ile ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır (Dumanoglu ve Öztürk, 2016). Ülkemizde TÜİK 2021 verilerine göre 1 389 179/da alanda 5 100 000 ton patates üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021).

Patates bu üretim süreci boyunca ekiminden, hasadına ve depolanmasından tüketimine kadar birçok hastalık ve zararlıya maruz kalarak verim ve kalite kayıplarına uğramaktadır (Doğan, 2020). Önemli zararlılarına baktığımızda, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (patates böceği), *Phthorimaea operculella* (Zeller) (patates güvesi), *Agriotes spp.* (Sebzelerde tel kurdu) ve *Agrotis spp.* (Sebzelerde bozkurt) gibi önemli zararlıları bulunmaktadır.

Phthorimaea operculella patatesin ekiminden, hasadına ve depolanma süreçleri içerisinde üründe ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Çalışkaner ve ark., 1989). Zararlı kışı ambar veya tarlada kalmış patatesler üzerinde larva ve pupa halinde geçirir. Erginler gece aktiftirler ve konukçusu olduğu bitkinin yaprak, çiçek ve tomurcuk gibi kısımlarının alt yüzeyine yumurtalarını bırakmaktadır. Yine patatesin hasat döneminde toprak sathına yakın olan yumruların gözlerinin yakınlara, yarık ve çatlaklara aynı zamanda hasadı yapılmış tarla yüzeyinde bulunan patates yumrularına da yumurta bırakırlar. Ergin bir dişi 100-200 civarında yumurta bırakabilmektedir. Erginlerin ömrü ekolojik koşullara bağlı olarak 4-13 gün sürmektedir. Yumurtalardan

çıkan larvalar, tarlada konukçusu olduğu bitkilerin yaprak ve sürgünlerinde, ayrıca depolanan patates yumrularında galeriler açmak suretiyle beslenirler. Larva dönemi 7-26 gün arası sürmektedir. Gelişimini tamamlayan larva, patlıcan bitkisinde sürgünlerde ve taze yapraklarda ördüğü bir kokon içerisinde pupa olurken, patatesten yumrudan ayrılarak göz çukurlarında beyaz bir kokon örerek pupa olurlar. Pupa süresi 6-30 gün aralığındadır. Zararlı yılda 3-8 döl vermektedir. Patlıcan, patates, tütün ve domates yapraklarında iki epidermis arasında beslenerek yapraklarda oluşturduğu şeffaf boşluklar daha sonra kahverengine dönüşerek kurur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. *Phthorimaea operculella* yapraktaki zarar şekli a,b ve c

Patates yumrusu üzerindeki gözler etrafına bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar yumru içine girerek düzgün olmayan galeriler açar. Sert yüzeyli olan bu galerilerin içi beyaz renkte pisliklerle doludur. Galerilerin ağzında ise yumru üzerinde biriken siyah renkteki pislikler ile zararlının varlığı kolayca anlaşılır. Zarar görmüş yumrular bakteri ve funguslarla daha çabuk bulaşarak çürürler ve yemeklik olarak kullanılamayacak duruma gelebilir. Hasat öncesi tarlada yumruya bulaşan zararlı, ambarlarda uygun şartları bulunca, çoğalmaya devam eder. Patates yumrusunda gözlerin zarar görmesi sonucunda, patatesin tohumluk özellikleri de azalır veya kaybolur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. *Phthorimaea operculella* yumrudaki zarar şekli a,b ve c

Zararlıının mücadelesinde kültürel önlemler ile zararlıının bulaşmasına engellemeye yönelik uygulamalar yapılmaktadır. Bunlar, boğaz doldurma ve bakım işlemlerinin iyi yapılması, hasat edilen patatesler tarla kenarlarına yığın yapılmadan depoya taşınmalı, öğleden sonra ve akşamüzeri kelebeklerin yumurta bırakmalarına meydan verilmemelidir. Depolama koşullarında temiz ürünlerine dışarıdan meydana gelebilecek bulaşmalardan korunması için pencerelere kelebeklerin geçemeyeceği sıklıkta kafes teller takılmalı. Zararlı 10°C'nin altında gelişemediğinden, patates bu sıcaklığın altında depolanabilmektedir. Kimyasal mücadelesinde ise bakanlıkça önerilen bitki koruma ürünleri kullanılabilir (Anonim, 2008).

Zararlı ile mücadelede geleneksel olarak kimyasal ilaçların kullanımı ile zararlıyı baskı altına almaya çalışılmaktadır. Zaman içerisinde kimyasal ilaçlara direnç kazanan böcekler ile mücadelede zorlanılmaya başlanmıştır. Kimyasalların çevre, insan ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkileri ve böceğin kimyasallara karşı göstermiş olduğu direnç bizleri farklı mücadele yöntemlerine yönlendirmektedir. Bunlardan biriside biyolojik ajanlarla zararlıının kontrol altında tutulmasıdır.

Bu biyolojik ajanlardan biriside entomopatojen funguslar olup mide ve bağırsak yoluyla böceği enfekte etmekle birlikte, doğal açıklıklardan ve deri yoluyla da enfeksiyon meydana getirebilmektedirler. Örneğin *Melolontha melolontha* (Linnaeus) larvalarının bağırsaklarına *Beauveria tenella* suni enfeksiyon yolu ile hastalandırmazken aynı fungusun kütikula ve doğal açıklıklardan enfekte olduğu anlaşılmıştır. Ancak ağız yoluyla bağırsak enfeksiyonunun gerçekleştiği de göz ardı edilmemelidir. Penetrasyon sıklıkla intergümentte melanik reaksiyonların olduğu bölgede gerçekleşir bu fungus tarafından fenol oksidaz aktivesinden kaynaklanabilir. Böcek integümenti lipitler ve fenolik bileşiklerle bağlı proteinlerden ve kitinden oluşmuştur. Epikütikula yüksek konsantrasyonda lipit içerir (yağlı asit ve parafin) ve bu yapılar antifungal etkiye sahiptirler. *Beauveria bassiana*, *B.brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps militaris*, *Aspergillus flavus* ve *Entomophthora muscae* lipolitik enzimlere sahiptirler (Ferrer, 1978).

Entomopatojen funguslar böcek kütikulasına sporlarını yerleştirir daha sonra sporlar çimlenerek böcek dokusu içerisine girerler. Hifler epidermis ve hipodermiste gelişip kan hücrelerinde çoğalarak böceğin ölümüne neden olur. Sporlar ölü böceğin üstünde saprofitik olarak gelişen eşeysiz sporlarla, kalıcı eşeyli ve eşeysiz dönemler meydana

gelir. Böcek patojeni funguslar toksin salgılayarak parazit fungusun doku içine girmeden önce bile böceğin ölümüne neden olurlar. Böcek paraziti funguslar olumsuz çevre şartlarına dayanıklı formlar oluşturur ve saprofitik özelliğe sahiptirler. Bu sayede organik atıklar ve topraktan izole edilip kullanılabilir. Bu sayede organik atıklar ve topraktan izole edilip kullanılabilir.

Bizim tez konumuz ise biyolojik mücadele de kullanılan entomopatojen fungusların *Phthorimaea operculella* mücadelesinde kullanımının belirlenmesi hedeflenmektedir. Entomopatojen fungus çalışmaları içerisinde ülkemizde *Phthorimaea operculella* ile ilgili bir çalışma bulunmaması ve bu konuda öncü bir çalışma yapmak açısından daha sonraki yapılacak çalışmalara kaynak olması hedeflenmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, Tokat ilinden toplanan toprak ve böceklerde izole edilmiş ve daha önce yapılan çalışmalar ile yüksek oranda etki gösterdikleri belirlenmiş yerel entomopatojen fungus izolatları (*Beauveria bassiana* ve *Metarhizium brunneum*)'nın ve ticari preparatların patates güvesinin yumurta ve larva dönemlerine karşı etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Patates güvesi tarla döneminde yaprakta beslenerek, hasat öncesi tarlada yumruya bulaşarak depoya taşınır ve zararına depoda devam ederler. Zarar görmüş yumrular bakteriyel ve fungal etmenlerin bulaşması ile çürürler hem tarla hem de depo koşullarında önemli ekonomik kayıplara neden olan önemli bir zararlıdır. Bu konuda yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

İnanlı ve ark., (2012). Domateste zararlı olan *Tuta absoluta* (domates güvesi) yumurta ve larva dönemlerine *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* entomopatojen fungusları ile bir çalışma yürütmüşler. Çalışma bulgularına göre yedinci ve dokuzuncu günde *Beauveria bassiana* izolatının %41.6 ve %66.6 oranında ovisidal etki gösterdiğini, *Metarhizium anisopliae* de ise bu oranın %91.6 ve %100 olduğunu belirtmişlerdir. Domates güvesinin birinci dönem larvalarında ise 9'uncu gün sonunda *Beauveria bassiana* izolatının %12.5, *Metarhizium anisopliae* izolatının ise %91.6 oranında ölüme sebep olduğu belirtilmiştir.

Kepenekçi ve ark., (2013) Türkiye'de tespit edilmiş EPN'lerden, *Steinernema carpocapsae* (Weiser), *Steinernema feltiae* ve *Heterorabdit bacteriophora* (Pınar)'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) denenmiş. Çalışmada, 25°C ve 1000 IJs konsantrasyonunda, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* sırasıyla %96 ve %80 larva ölümüne neden olduğu, *S. feltiae*'nin %40'dan yüksek ölüme sebep olmadığı ortaya koymuşlardır. 25°C'de kadavra uygulamalarında ise *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *S. feltiae*'nin sırasıyla %97, %83 ve %67 larva ölümleri gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, *S. carpocapsae* (Karadeniz izolatı)'nin en yüksek etkiye sahip olduğu belirtmişlerdir.

Deniz (2018), yapmış olduğu çalışmada *Salvia officinalis*, *Lavandula officinalis*, *Thymus vulgaris* ve *Origanum majorana* bitkilerinin 3 farklı konsantrasyonda (%3, %5 ve %10 ml/l) hazırlanan ekstraktlarının Patates güvesinin (*Phthorimaea operculella*) yumurta üzerine ovisidal etkisi ve larva üzerine insektisit etki araştırılmış olup, 7'inci günde %3 ml/l dozunda *L. officinalis* (%48.7), *T. vulgaris* (%46.2), *O. majorana* (%42.5) yüzde ölüm oranında kalırken *S. officinalis* ekstraktının %52.5 ile oranında en yüksek ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarından %10 ml/l dozunda 7'inci gün sonunda *Salvia officinalis*' de %66.2, *Origanum majorana*' da

%67.5, *Thymus vulgaris*' de %73.7 ve *Lavandula officinalis*' in ise %73.7 oranında yumurta ölümleri gerçekleşmiştir. Yedi günlük inkübasyon süresi sonunda %10 ml/l ekstrak dozunda *Salvia officinalis*' de %83.7, *Origanum majorana*' da %91.2, *Thymus vulgaris*' de %87 ve *Lavandula officinalis*' in ise %90 oranında ölümler meydana gelmiştir.

Erdoğan ve Yılmaz (2018), *Leptospermum petersonii* (FMBailey), *Achillea wilhelmsii* (L.) ve *Tanacetum parthenium* (L.) ekstraktlarının patates güvesi üzerine laboratuvar koşullarında yumru daldırma ve larva daldırma yöntemleri kullanılarak etkinlikleri araştırmışlardır. *Leptospermum petersonii* için %0.05, %0.1, %0.3 ve %0.4, *A. wilhelmsii* ve *T. parthenium* için %1, %3, %6 ve %12'lik konsantrasyonlarıyla çalışma yürütülmüşlerdir. *Leptospermum petersonii*' nin larva daldırma yönteminde %0.4 dozunda %100 etki gösterdiği, *Achillea wilhelmsii* %12' lik dozunda %77.5 ve *Tanacetum parthenium* ise bu oranın %85.8'de kaldığını bildirmişlerdir. Yumru daldırma yönteminde larvaya etkinlik çalışmalarında *Leptospermum petersonii* %0.4' lük konsantrasyonunda %100 ölüm oranına çıkarak en yüksek etkiyi göstermiş, *A. wilhelmsii* ve *T. parthenium* %12' lik dozda sırasıyla %81.3 ve %86.9 ölüm oranına sahip olmuşlardır.

Hui-guo ve ark, (2018)' de yapmış oldukları çalışmada *Beauveria bassiana* izolatının *Phthorimaea operculella* larvalarına etkinlikleri araştırılmış. Çalışma patates güvesinin 3'üncü dönem larvaları 1×10^7 konidia/ml spor yoğunluğundaki solüsyonlara 5sn daldırılarak uygulama yapılmış. Uygulama sonucunda 1×10^7 konidia/ml spor yoğunluğunda patates güvesi larvalarında %90.3 ölüm gerçekleşmiş, kontrolde bu oran %13.8 düzeyinde kalmıştır.

Karabörklü ve ark., (2020) yapmış oldukları çalışmada Amerikan beyaz kelebeği (*Hyphantria cunea* Drury)' ne karşı yerel entomopatojen fungus izolatlarını (*Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*) üçüncü, dördüncü ve beşinci dönem larvalarına püskürtme yöntemi kullanarak uygulamışlar. Çalışmada 1×10^5 konidia/ml spor yoğunluğunda hazırlanan izolatlar 10 adet larvaya 4 tekrarlı olarak kurulmuş ve 7 gün süre ile takibi yapılmış. Çalışma sonucuna göre yedinci gün sonunda 3'üncü dönem larvalarda YK23 (*B. bassiana*) izolatının %89.72 ile en yüksek etkiyi gösterdiğini, YK45 (*M. anisopliae*) izolatının ise %76.36 oranında etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir. 4'üncü dönem larva çalışmasında YK23 izolatının %77.78 ile en yüksek etkiyi göstermiş,

YK43(*M. anisopliae*) izolatu ise %72.22 oranında kalmış. 5. dönem larva çalışmasında ise YK38(*M. anisopliae*) izolatu %15 oranında etkinlik göstermiş diğer izolatlar ise bu oranın altında kaldığını bildirmişlerdir. *H. cunea* mücadelesinde 3. dönem larvaya entomopatojen fungus izolatlarının daha etkili olduğunu yapılan çalışma sonucunda bildirmişlerdir.

Kılınç, (2020) yaptığı çalışmada Tokat bölgesinden elde edilen *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. ve *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (1883) izolatları ile patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) üzerinde böceğe püskürtme, böcek daldırma, besine uygulama, ovisidal etki ve antifidant etki çalışmaları sonucunda doz artışına bağlı olarak (1×10^8 konidia/ml⁻¹ dozunda) böceklerdeki ölüm oranının arttığı, yumurta açılımının engellendiği ve böcek beslenmesinin azaldığını belirlemiştir. GOP-228 izolatının patates böceğinin 3'üncü dönem larvaları ile yaptıkları çalışma sonuçlarında böceğe daldırma yönteminde 5'inci günde 1×10^8 dozda %92 yüzde ölüm oranına, böceğe püskürtme yönteminde 1×10^8 dozun 5'inci %68 yüzde ölüm oranına ve besine püskürtme yöntemi ile 1×10^8 dozunun 5'inci gündeki %76 ölüm meydana getirdiğini belirtmişlerdir. GOPT-228' in ovisidal etki çalışmasında yumurta açılım oranı %13.2, ovisidal etki yüzdesi ise %86.8 olarak belirlenmiştir.

Şahin (2021)' de yapmış oldukları çalışmada yerel entomopatojen fungus izolatlarının *Spodoptera littoralis* (pamuk yaprak kurdu)'in larva dönemine karşı etkinlikleri denenmiş. Tek-doz tarama testlerinde 3'üncü günde %50 üzerinde ölüme neden olan [(*Beauveria bassiana* (ORU-50), *Metarhizium brunneum* (ORM-40, ORP-13, ORP-27) ve *Clonostachys rogersoniana* (ORM-48)] izolatları ile doz-ölüm çalışmaları yürütülmüş. Doz-ölüm çalışmasında pamuk yaprak kurdunun 7'inci günde ortalama ölüm verilerinde ORP-13 izolatu 1×10^9 konidia/ml spor yoğunluğunda %60 ölüm oranı ile en etkili izolat olmuş, ikinci en yüksek etki ise ORM-48 izolatında %43.33 olarak belirlenmiştir. Denemenin 13'üncü gününde tüm izolatların 1×10^5 ve 1×10^6 spor/ml konsantrasyonlarında yüzde ölüm oranı %25'in altında kalmış. En yüksek dozda (1×10^9 konidia/ml) ise ORP-27 (*M. brunneum*) %88 oranında ölüm meydana getirmiş, ikinci en etkili izolat ise ORP-13 (*M. brunneum*) %84 oranında ölüme neden olmuştur. Diğer izolatların 1×10^9 dozunda 13'üncü günde ORU-50' de %53.3, ORM-40'da %80.1 ve ORM-48' de %75.4 oranı gözlenmiştir.

Adhikari Anupa, (2022). Yapmış oldukları çalışmada patatesten hasat sonrası *Phthorimaea operculella*'nin (patates güvesi) depo koşullarında %25 oranında kayıplara neden olduğunu belirtmişler. Bu kayıpların bir kısmı patates güvesi zararından kalanı ise bu zararlanma sonucu oluşan yaralanma ile meydana gelen fungal etmenlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında biyopestisitler kullanarak zararlıların kontrolünü hedeflemişlerdir. Farklı patates çeşitlerine karşı biyopestisitler (*Bacillus thuringiensis*, *Acorus calamus*, *Azadirachta indica*, *Artemisia vulgaris*) kullanılmış. Çalışma *Bacillus thuringiensis*'i patates yumruları üzerine hazırlanmış solüsyon püskürtme yöntemi kullanılarak patates yumrularının yüzeyi kaplanmış, kalan biyopestisitler ise toz formda yumrular üzerine serpilmiş. Çalışma sonucunda *Bacillus thuringiensis*'in patates güvesi erginlerinin çıkışını %19.7 oranında azalttığı, yumrulardaki fizyolojik kaybın %26 olduğu, çürüme oranını %17.8 olduğunu, *Acorus calamus*'un patates güvesi erginlerinin çıkışını %1 etkilediği, fiziksel ağırlık kaybı oranı %12.1, çürüme kaybı %4 oranında olduğunu belirtmişlerdir. *Acorus calamus* larva çıkış oranını %88 azalttığını ve kontrole oranla %93 çürüme kaybını azalttığını belirtmişlerdir. Dabsu ve Kovancı (2022) yapmış oldukları çalışmada *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* izolatlarının domates güvesi (*Tuta absoluta*)'nın 3'üncü dönem larvalarına etkinliklerini denemişler. Elde ettikleri bulgulara göre 7'inci günde 1×10^{10} dozunda *Beauveria bassiana* izolatının %91.3 oranında etkili olduğu, *Metarhizium anisopliae* izolatının %80.1 oranında etkinlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın LC_{50} ve LC_{90} değerleri *Metarhizium anisopliae* için üçüncü, beşinci ve yedinci gündeki değerlerinin 7.47×10^6 ile 4.32×10^{19} konidia/ml arasında değiştiğini, *Beauveria bassiana* izolatının en düşük LC_{50} ve LC_{90} değerlerine sahip olduğu için toksik ve öldürücü izolat olduğu belirtmişlerdir. Zaman-ölüm değerlerinin tüm izolatlarda 1×10^{10} spor/ml konsantrasyonunda LT_{50} değeri 4-13.1 gün aralığında LT_{90} değeri 7.5-19.5 gün aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. *Beauveria bassiana* izolatının LT_{50} 'si 4 gün LT_{90} 'nı 9.9 gün, *Metarhizium anisopliae* için LT_{50} 7.8 gün, LT_{90} 13.8 gün olduğunu ve her iki izolatında *Tuta absoluta* 'ya karşı patojen olduğunu ama izolatlar arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Doğan (2022) yapmış olduğu çalışmada GOPT-228 izolatını çekirgenin ergin dönemine ve üçüncü dönem larvalarına besine püskürtme yöntemi kullanarak etkinlik çalışması yapmış. Elde ettiği verilere göre ergin bireylerde 5'inci günde yüksek dozda (1×10^9) %46

ölüm oranı, 9'uncu günde % 84 ölüm oranına ulaşabildiğini bildirmişlerdir. 3'üncü dönem nimflere besine uygulama çalışmasında 1×10^9 dozunda beşinci günde %46 ölüm, dokuzuncu günde %96 oranında ölüm meydana geldiğini rapor etmiştir. Çekirgede zaman-ölüm çalışmasında GOPT-228'in 1×10^8 dozunun besine uygulama sonuçlarına göre LT_{50} değeri 5.4 günde olarak bildirmiştir.

Polat (2022), yapmış olduğu çalışmada patates böceğine (*Leptinotarsa decemlineata*) GOPT-562 *Beauveria bassiana* izolatını 3'üncü dönem larva ve erginlerine tek doz ve doz-ölüm çalışması yapmışlardır. Çalışmanın tek doz (1×10^8) denemelerinde GOPT-562 izolatının %93' lük ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişler. Aynı izolatla yapılan doz-ölüm çalışmalarında 1×10^3 ve 1×10^5 spor/ml dozlarının yedinci gün yüzde ölüm oranlarında istatistiksel farkın bulunmadığını bildirmişler, 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 dozları ise sırasıyla %26, %41, %50 ölüm oranına sahip olduğunu belirlemişlerdir. 14'üncü gün yüzde ölüm verilerine göre ise en yüksek %86 ölüm oranının 1×10^9 spor/ml dozunda elde ettiği, bunu sırasıyla %78, ve %70 ölüm oranıyla 1×10^8 ve 1×10^7 dozlarının takip ettiği belirtilmiştir. Popülasyon yoğunluğunun %50' sini öldüren süre çalışmasında (LT_{50}) 1×10^8 konidia/ml spor yoğunluğundaki GOPT-562 izolatının LT_{50} değerinin 10.7 gün olarak bildirmişlerdir.

Topkara ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada entomopatojen fungus izolatlarının (*Metarhizium brunneum* ve *Beauveria bassiana*) çayır tırtılı (*Malacosoma neustria*)' nın 4. dönem larvalarına etkinlikleri araştırmışlar. Çalışmanın takibi 14 gün süre ile yapılmış elde edilen verilere göre ORP-13 izolatı düşük dozda (1×10^6) 14'üncü günde %50.6 ölüm oranına ulaşabilmiş, GOPT-301-2 izolatı ise %41.2 ölüm oranında kalmıştır. Her iki izolatın yüksek dozunda (1×10^8) ise %100'lük ölüm oranına ulaşmıştır. ORP-13 ve GOPT-301-2 izolatının zaman-ölüm çalışmasında 1×10^8 spor/ml dozunda LT_{50} değerleri ORP-13'te 7 gün, GOPT-301-2 izolatında 8.2 gün olarak hesaplanmıştır. Elde ettikleri veriler sonucunda her iki izolatında çayır tırtılı için virulent olduğunu ve biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmanın ana materyalini Prof. Dr. Yusuf YANAR ve Prof. Dr. Dürdane YANAR tarafından Tokat ve Ordu illerindeki farklı tarımsal alanlardan izole edilmiş olan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fitopatoloji laboratuvarında bulunan entomopatojen fungus stok kültürleri ve ticari preparat (bkz. Çizelge 3.1) ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Entomoloji laboratuvarında bulunan patates güvesi (*Phthorimaea operculella* (Zeller)) kültürü olmuştur.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları

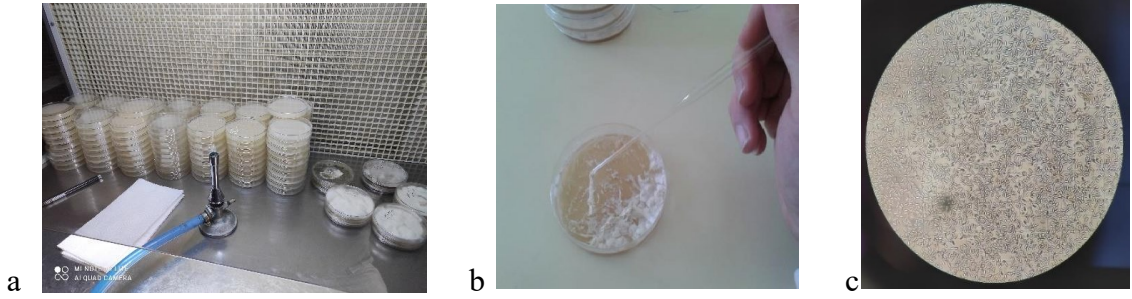
İzolat No	İzolat Adı	İzolasyon Yeri	Accession number
GOPT-228	<i>Beauveria bassiana</i>	Toprak	MK-411546
GOPT-562	<i>Beauveria bassiana</i>	Toprak	MK-411544
GOPT-DYYLD	<i>Beauveria bassiana</i>	Böcek (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	MK-411548
ORP-13	<i>Metarhizium brunneum</i>	Toprak	MW-410195.1
Nostalgist BL	% 1,5 <i>Beauveria bassiana</i> strain Bb-1	-	-

3.1.1 Böcek kültürünün elde edilmesi

Phthorimaea operculella (patates güvesi) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Entomoloji laboratuvarında bulunan stok kültürlerden elde edilmiştir. Kültürün devamı için 5 L 'lik plastik kavanozlara erkek ve dişi bireyler ile patates yumruları konularak kavanozların üzeri bal sürülmüş kurutma kâğıdı ve tül yardımı ile kapatılmıştır. Hazırlanan kültür kapları 25±1°C'de 16:8 aydınlatma koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen yeni yumurtalarla kültürün devamlılığını sağlamak maksadıyla kullanılmıştır.

3.1.2 Entomopatojen fungusların üretimi ve spor hasadı

Toprak ve böceklerden elde edilmiş yerel entomopatojen fungus izolatları stok kültürlerden besi yerine (PDA) aktarım yapılarak 25°C'de 4 hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Dört haftalık inkübasyon süresi sonunda spor hasadı yapılmıştır. PDA ortamında gelişen fungusların üzerine 5 ml Tween 80' li saf su ilave edilerek, spor hasadı cam hokey yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Hasat sonrasında spor yoğunluğunun hesaplanabilmesi ve her bir süspansiyondaki spor sayısını belirlemede Thoma lamı ve ışık mikroskobu kullanılarak hesaplaması yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Entomopatojen fungus aktarımı (a), spor hasadı (b) ve spor sayımı(c)

3.1.3 Konidio spor canlılık düzeyinin belirlenmesi

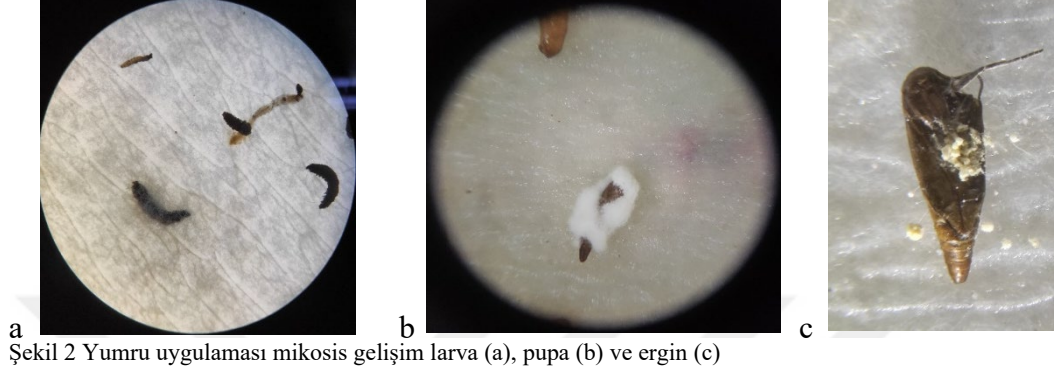
Entomopatojen fungus sporları petri kabından spatula yardımı ile toplanarak 10 ml'lik tüplerde % 0.02 Tween 80 içeren steril saf su (dH₂O) içine konularak karıştırılmıştır. Bu süspansiyondan Thoma lamı ile spor sayımı yapıp 1×10^5 konidi/ml⁻¹ seyreltme ayarlandıktan sonra 100 µl alınarak PDA (petri kaplarında bulunan saf su agar(% 1.5 agar olacak şekilde) üzerine yayma ekimi yapılarak parafilm ile kapatılmıştır. Çimlenme oranlarının belirlenmesi amacı ile bu petriler 25±2 °C sıcaklıkta inkübatörlerde 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda sporların çimlenme durumu mikroskop altındaki sayımlar ile belirlenmiştir. Bu uygulama 3 tekerrürlü olarak yapıp ve her tekerrür için en az 100 spor sayımı yapılmıştır. Sporlardan boyunun en az iki katı uzunluğunda çim tüpü olanlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Çerçi, 2010).

3.2 Yöntem

3.2.1 Entomopatojen fungus izolatlarının yumruya püskürtme denemeleri

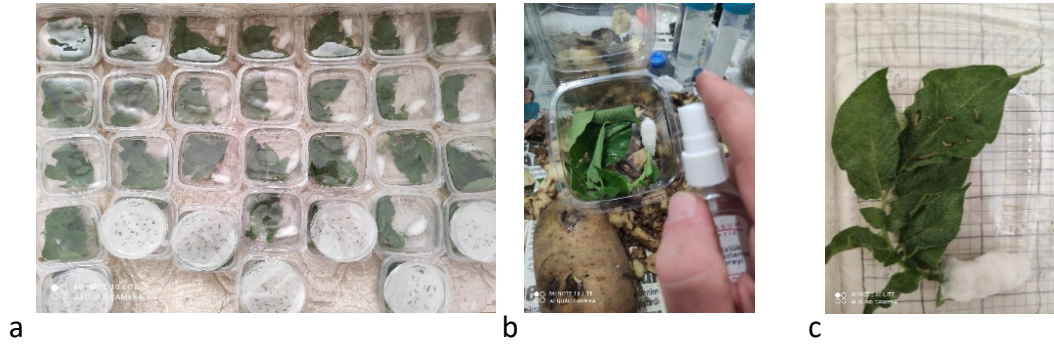
Çalışmada Tokat ve Ordu illerinden elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının [GOPT-228, GOPT-562, GOPT-DYYLD (*Beauveria bassiana*) ve ORP-13, (*Metarhizium brunneum*)] 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 konidia/ml⁻¹ spor yoğunluğunda hazırlanan solüsyonlar ve ticari preparat (Nostalgist BL %1,5 *Beauveria bassiana* strain Bb-1) önerilen dozda kullanılmıştır. Uygulama patates yumrusunun (30-45 mm çapında) üzerini kaplayacak şekilde el pülverizatörü ile yapılmıştır. El pülverizatörü ile her püskürtmede 500µl (5 fis) solüsyon püskürtülmüştür ve patates yumruları kurutma kağıdı üzerine alınıp oda sıcaklığında 1 saat tutularak yumru yüzeyindeki fazla nemin uzaklaştırılması sağlandı sonra yumrular plastik kaplara alınarak her bir yumruya 10 adet 3'üncü dönem larva konulmuş olup 7-14 gün inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol için % 0,02 Tween 80'li saf su kullanılmıştır ve Nostalgist BL (1×10^8 dozda) mükayese ilacı

olarak kurulmuştur. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulup inkübasyon süresince 1'inci günden 14'üncü güne kadar canlı-ölü sayımları yapılarak kayıt altına alındı. Ölü olan larvalar steril saf su ile nemlendirilmiş kurutma kağıdı bulunan cam petrilere alınarak mikosis gelişimi takip edilmiştir (Şekil 3.2).



3.2.2 Entomopatojen fungus izolatlarının yaprağa püskürtme denemeleri

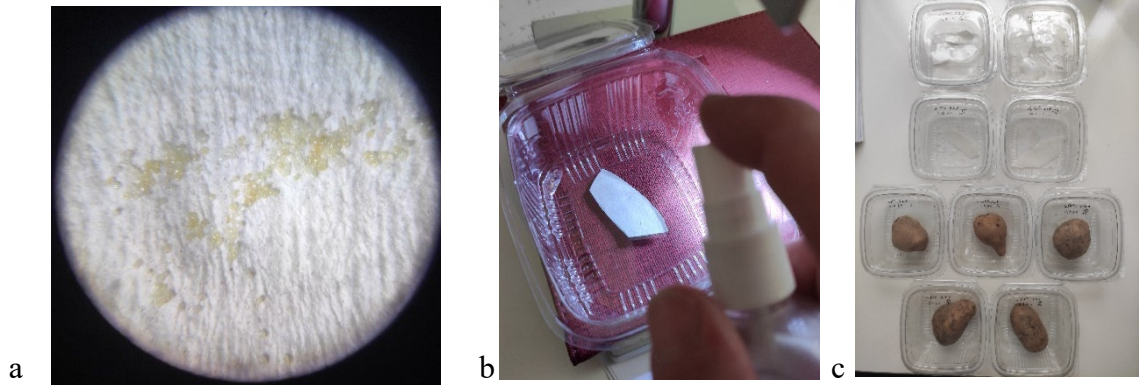
Aynı izolatların yaprağa püskürtme uygulamasında patatesin 3'üncü veya 4'üncü genç sürgün ve yapraklarının üzerini kaplayacak şekilde el pülverizatörü ile 300 µl (3 fis) uygulama yapılmıştır. Uygulama yapılan patates sürgünü ve yaprağı kurutma kağıdı üzerine alınıp oda sıcaklığında yapraktaki fazla nemin kuruması sağlandıktan sonra sürgün ve yaprak üzerine 10 adet 3'üncü dönem larva yerleştirilecek ve 7-14 günlük inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol için % 0,02'lik Tween 80'li saf su ve Nostalgist BL pozitif kontrol olarak kullanıldı. Sürgünlerin canlılığını kaybedip kurumaması için sürgünün sap bağlantı kısmına pamuk sarılarak günlük olarak nemlendirildi. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulup inkübasyon süresince 1'inci günden 14'üncü güne kadar canlı-ölü sayımları yapılarak kayıt altına alınmıştır. Ölü olan larvalar steril saf su ile nemlendirilmiş kurutma kağıdı bulunan cam petrilere alınarak mikosis gelişimi takip edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yaprğa uygulama denemesi (a), yaprakların spor ile kaplanması (b), larvaların yaprak üzerine yerleştirilmesi (c)

3.2.3 Ovisidal etki testleri

Çalışmada Tokat ve Ordu illerinden elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının [GOPT-228, GOPT-562, DYYLD (*Beauveria bassiana*) ve ORP-13, (*Metarhizium brunneum*)] 1×10^8 konidia/ml⁻¹ spor yoğunluğunda hazırlanan solüsyonları ve ticari preparat (Nostalgist BL %1,5 *Beauveria bassiana* strain Bb-1) önerilen dozda kullanılmıştır. Kontrol için %0,02'lik Tween 80'li saf su ve Nostalgist BL pozitif kontrol olarak kullanıldı. *Phthorimaea operculella* (patates güvesi) 5 l'lik plastik kaplara erkek ve dişi patates güvesi erginleri konularak kapların ağzı patates güvesini yumurta koyabilmesi için kurutma kağıdı ve tül yardımı ile kapatıldı ve besin olarak ballı su yapıp 5 l'lik kabın içerisine yerleştirildi. 24 saat sonra kurutma kağıdı üzerinde elde edilen yumurtalar binoküler mikroskop yardımıyla 20 şerli olarak sayıldı. Elde edilen yumurta paketlerine el püskürteci yardımıyla yukarıda verilen izolat ve ticari preparatların 300 µl spor solüsyonu uygulandı ve 10 gün süre ile yumurta açılımları takibi yapıldı (Şekil 3.4). Açılan yumurtalar canlı olarak kabul edilmiş açılmayanlar ölü olarak sayılmıştır. Larva çıkışı olan yumurtalar başka bir kaba alınarak ergine ulaşma oranları değerlendirilmiştir (Yanar, 2011).



Şekil 3.4.3 Patates güvesi yumurtası (a), ovisidal etki deneme kurulumu (b), ovisidal etki deneme takibi(c)

3.3 İstatiksel Analiz

Yüzde ölüm verileri Abbott formülü (Abbott, 1925) kullanılarak düzeltilmiştir. SPSS 17 paket programı ile ONE WAY ANOVA yöntemi kullanılmıştır, uygulamalar arasındaki farklılıklar ise TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (SPSS, 2008). Doz çalışması sonuçları Polo-PC programı kullanılarak LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri analiz edilmiştir (LeOra, 1994).

4. BULGULAR

4.1 Entomopatojen fungusların yumruya püskürtme etkinlik denemeleri

Yerel entomopatojen fungus izolatları (GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13) ile mukayese ilacının (Nostalgist BL) yumruya püskürtme uygulaması istatistiksel analize tabi tutuldu elde edilen veriler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4.1. GOPT-DYYLD entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolot Numarası	GOPT-DYYLD Larva Yumru Uygulaması				
	Ortalama Ölüm Oranı (%)				
	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	14.Gün	14.Gün Düzeltilmiş veriler
GOPT-DYYLD 1x10 ⁵	6.0±1.63d	8.00±1.33c	4.0±0.66c	22.0±1.33bc	11.2±1.46b
GOPT-DYYLD 1x10 ⁶	24.0±1.63b	27.0±2.60b	22.7±2.86b	27.0±2.60b	16.9±2.97b
GOPT-DYYLD 1x10 ⁷	30.0±2.58b	38.0±2.00a	34.7±2.13a	49.0±2.33a	41.9±2.56a
GOPT-DYYLD 1x10 ⁸	38.0±2.00a	38.0±2.00a	34.7±2.13a	43.0±3.00a	35.0±3.44a
Nostalgist BL 1x10 ⁸	15.0±1.66c	23.0±3.00b	18.5±3.20b	51.0±3.78a	44.3±4.27a
Kontrol	1.81±0.84d	5.45±1.08c	0.0±0.0c	12.2±1.46c	0.0±0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-DYYLD'nin 1x10⁵, 1x10⁶, 1x10⁷, 1x10⁸ ve Nostalgist BL(1x10⁸) dozlarında yedinci gün düzeltilmiş verileri sırasıyla %4.0±0.66, 22.7±2.86, 34.7±2.13, 34.7±2.13 ve 18.5±3.20 oranında ortalama yüzde ölüm gerçekleşmiştir. Uygulamanın on dördüncü gün düzeltilmiş verilerinde GOPT-DYYLD'nin 1x10⁷ (41.9±2.56), 1x10⁸ (35.0±3.44) dozları ile Nostalgist BL 1x10⁸ (44.3±4.27) arasında istatistiksel farkın olmadığı görülmektedir ($F=69.36$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$). (bkz. Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2. GOPT-228 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolot Numarası	GOPT-228 Larva Yumru Uygulaması				
	Ortalama Ölüm Oranı (%)				
	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	14.Gün	14.Gün Düzeltilmiş Veriler
GOPT-228 1x10 ⁵	15.0±1.66a	22.0±1.33a	17.2±1.46b	47.0±1.52b	39.7±1.68b
GOPT-228 1x10 ⁶	16.0±1.63a	27.0±1.52a	22.7±1.68ab	47.0±1.52b	39.7±1.68b
GOPT-228 1x10 ⁷	20.0±0.0a	28.0±1.33a	23.8±1.46a	48.0±1.33ab	40.8±1.46b
GOPT-228 1x10 ⁸	18.0±2.00a	28.0±1.33a	23.8±1.46a	56.0±1.63a	49.6±1.79a
Nostalgist BL 1x10 ⁸	15.0±1.66a	23.0±3.00a	18.5±3.20ab	51.0±3.78ab	44.3±4.27ab
Kontrol	1.81±0.84b	5.45±1.08b	0.0±0.0c	12.2±1.46c	0.0±0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-228 adlı izolatın 5'inci günden 14'üncü güne kadarki geçen zamanda ortalama yüzde ölüm oranlarında zamana bağlı artış meydana geldiği görülmektedir. On dördüncü gün düzeltilmiş ortalama yüzde ölüm verilerine bakıldığında GOPT-228'in 1×10^5 ve 1×10^6 spor /ml yoğunluğunda $\%39.7 \pm 1.68$, 1×10^7 spor/ml konsantrasyonunda ise $\%40.8 \pm 1.46$ ölüm gerçekleşmiş olup, aralarında istatistiksel fark bulunmamaktadır. Ancak 1×10^8 spor/ml konsantrasyonunda ortalama $\%49.6 \pm 1.79$ ölüm ile en etkili izolat olmuştur ($F=143.7$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$). Mukayese ilacı (Nostalgist BL 1×10^8)'nın 14'üncü gün düzeltilmiş ölüm oranı $\%44.3 \pm 4.27$ olmuştur (bkz. Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. GOPT-562 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolat Numarası	GOPT-562 Larva Yumru Uygulaması Ortalama Ölüm Oranları (%)				
	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	14.Gün	14.Gün Düzeltilmiş Veriler
GOPT-562 1×10^5	9.0 $\pm$ 1.00c	17.0 $\pm$ 1.52a	12.0 $\pm$ 1.52b	28.0 $\pm$ 2.49c	18.0 $\pm$ 2.85c
GOPT-562 1×10^6	15.0 $\pm$ 1.66bc	19.0 $\pm$ 1.79a	14.1 $\pm$ 1.86ab	37.0 $\pm$ 2.13bc	28.3 $\pm$ 2.49b
GOPT-562 1×10^7	17.0 $\pm$ 1.52ab	21.0 $\pm$ 2.33a	16.3 $\pm$ 2.46ab	41.0 $\pm$ 2.76b	32.8 $\pm$ 3.17b
GOPT-562 1×10^8	23.0 $\pm$ 2.13a	24.0 $\pm$ 1.63a	19.4 $\pm$ 1.79a	44.0 $\pm$ 1.63ab	36.4 $\pm$ 1.79ab
Nostalgist BL 1×10^8	15.0 $\pm$ 1.66bc	23.0 $\pm$ 3.00a	18.5 $\pm$ 3.20ab	51.0 $\pm$ 3.78a	44.3 $\pm$ 4.27a
Kontrol	1.81 $\pm$ 0.84d	5.45 $\pm$ 1.08b	0.0 $\pm$ 0.0c	12.2 $\pm$ 1.46d	0.0 $\pm$ 0.0d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-562'nin yumruya püskürtme uygulamasında patates güvesinin 3'üncü dönem larvalarına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir. Yedinci gün düzeltilmiş ölüm verileri tüm dozlarda $\%20$ 'nin altında kalmıştır. On dördüncü gün düzeltilmiş ölüm verilerinde 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 dozlarında sırasıyla $\%18.0 \pm 2.85$, $\%28.3 \pm 2.49$, $\%32.8 \pm 3.17$ ve $\%36.4 \pm 1.79$ oranında ölüm gözlenmiştir. Mukayese ilacında ise $\%44.3 \pm 4.27$ ile en yüksek etki görülmüştür ($F=61.9$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$).

Çizelge 4.4. ORP-13 entomopatojen fungus izolatının yumru uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolot Numarası	ORP-13 Larva Yumru Uygulaması Ortalama Ölüm Oranları (%)				
	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	14.Gün	14.Gün Düzeltilmiş Veriler
ORP-13 1×10^5	10.0±0.0d	13.0±1.52b	8.00±1.52b	32.0±2.49c	22.6±2.88c
ORP-13 1×10^6	13.0±1.52cd	24.0±1.63a	19.4±5.68a	38.0±2.49c	29.4±2.88bc
ORP-13 1×10^7	20.0±0.0a	25.0±1.66a	20.5±1.83a	41.0±2.76bc	32.8±3.17b
ORP-13 1×10^8	18.0±1.33ab	25.0±1.66a	20.5±1.83a	52.0±1.33a	45.2±1.46a
Nostalgist BL 1×10^8	15.0±1.66bc	23.0±3.00a	18.5±3.20a	51.0±3.78ab	44.3±4.27a
Kontrol	1.81±0.84e	5.45±1.08c	0.0±0.0c	12.2±1.46d	0.0±0.0d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

ORP-13'ün yedinci gün düzeltilmiş yüzde ölüm oranları 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 ve Nostalgist BL 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla %8.0±1.52, %19.4±5.68, %20.5±1.83, %20.5±1.83 ve %18.5±3.20 olarak gerçekleşmiştir. Diğer taraftan 14'üncü gün düzeltilmiş ölüm oranları ise sırasıyla %22.6±2.88, %29.4±2.88, %32.8±3.17, %45.2±1.46 ve %44.3±4.27 ($F=69.4$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$) olmuştur (bkz. Çizelge 4.4).

4.2 Entomopatojen fungusların yaprağa püskürtme denemeleri

Yerel entomopatojen fungus izolatları (GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13) ile mukayese ilacının (Nostalgist BL) yaprağa püskürtme uygulaması istatistiksel analize tabi tutuldu elde edilen veriler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4.5. GOPT-DYYLD entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolot Numarası	GOPT-DYYLD Larva Yaprak Denemesi Ortalama Ölüm Oranları (%)					
	3.Gün	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	9.Gün	9.Gün Düzeltilmiş Veriler
GOPT-DYYLD 1×10^5	33.0±2.13a	55.0±1.66b	78.0±1.33b	75.8±1.46b	96.0±2.21a	95.6±2.43a
GOPT-DYYLD 1×10^6	32.0±1.33a	57.0±2.13b	79.0±1.00b	76.9±1.10b	97.0±1.52a	96.7±1.68a
GOPT-DYYLD 1×10^7	38.0±1.33a	65.0±1.66a	86.0±2.21a	84.6±2.43a	97.0±1.52a	96.7±1.68a
GOPT-DYYLD 1×10^8	36.0±3.05a	61.0±2.76ab	89.0±1.00a	87.9±1.10a	99.0±1.00a	98.9±1.10a
Nostalgist BL 1×10^8	22.0±2.49b	37.0±2.13c	46.0±2.66c	39.7±2.99c	68.0±4.89b	64.5±5.51b
Kontrol	0.0±0.0c	0.0±0.0d	10.0±0.0d	0.0±0.0d	10.0±0.0c	0.0±0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-DYYLD izolatının neden olduğu yedinci gün düzeltilmiş ölüm oranları 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 ve Nostalgist BL 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla $\%75.8 \pm 1.46$, $\%76.9 \pm 1.10$, $\%84.6 \pm 2.43$, 87.9 ± 1.10 ve $\%39.7 \pm 2.99$ olmuştur. GOPT-DYYLD izolatının dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm oranlarına bakıldığında 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla $\%95.6 \pm 2.43$, $\%96.7 \pm 1.68$, $\%96.7 \pm 1.68$ ve $\%98.9 \pm 1.10$ ($F=272.8$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$) ölüm gerçekleşmiş olup, aralarında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Ancak tüm dozlar Nostalgistten istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek etki göstermiştir ($F=272.8$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$) (bkz. Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. GOPT-228 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolat Numarası	GOPT-228 Larva Yaprak Denemesi					
	Ortalama Ölüm Oranları (%)					
	3.Gün	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş ş Veriler	9.Gün	9.Gün Düzeltilmiş Veriler
GOPT-228 1×10^5	33.0 $\pm$ 1.52a	57.0 $\pm$ 1.52bc	79.0 $\pm$ 1.00b	76.9 $\pm$ 1.10b	95.0 $\pm$ 1.66a	94.5 $\pm$ 1.83a
GOPT-228 1×10^6	36.0 $\pm$ 1.63a	55.0 $\pm$ 1.66c	79.0 $\pm$ 1.00b	76.9 $\pm$ 1.10b	93.0 $\pm$ 1.52a	92.3 $\pm$ 1.68a
GOPT-228 1×10^7	38.0 $\pm$ 1.33a	63.0 $\pm$ 1.52ab	86.0 $\pm$ 1.63a	84.6 $\pm$ 1.79a	98.0 $\pm$ 1.33a	97.8 $\pm$ 1.46a
GOPT-228 1×10^8	39.0 $\pm$ 1.00a	67.0 $\pm$ 2.13a	87.0 $\pm$ 2.13a	84.6 $\pm$ 2.43a	96.0 $\pm$ 1.63a	95.6 $\pm$ 1.79a
Nostalgist BL 1×10^8	22.0 $\pm$ 2.49b	37.0 $\pm$ 2.13d	46.0 $\pm$ 2.66c	39.7 $\pm$ 2.99c	68.0 $\pm$ 4.89b	64.5 $\pm$ 5.51b
Kontrol	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0e	10.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d	10.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-228'in yaprağa uygulama etkinlik çalışmasında 7'inci gün düzeltilmiş verilerinde 1×10^5 ve 1×10^6 spor/ml yoğunluğunda $\%76.9 \pm 1.10$ ortalama ölüm oranı gerçekleşirken, 1×10^7 ve 1×10^8 spor/ml yoğunluğunda ise sırasıyla $\%84.6 \pm 1.79$ ve $\%84.6 \pm 2.43$ ortalama ölüm ile en yüksek etki gözlenmiştir. İlk iki konsantrasyonun (1×10^5 ve 1×10^6 spor/ml) neden olduğu ölüm oranı arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ancak son iki konsantrasyonun (1×10^7 ve 1×10^8 spor/ml) neden olduğu ölüm oranı istatistiksel olarak birbirinden farklı değilken ilk iki konsantrasyondan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Mukayese ilacı (Nostalgist BL) ise $\%39.7 \pm 2.99$ oranında ölüm meydana getirmiştir. Dozların yedinci gündeki ölüm oranları mukayese ilacından istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Uygulamanın dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm oranları 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla $\%94.5 \pm 1.83$,

%92.3±1.68, %97.8±1.46 ve %95.6±1.79 olmuştur ve konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır (F=269.4; df=5; 0.0001<P<0.01). Mukayese ilacının %64.5±5.51 ortalama yüzde ölüm oranı ile GOPT-228'e göre etkinliği düşük kalmıştır (bkz. Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. GOPT-562 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolat Numarası	GOPT-562 Larva Yaprak Uygulaması Ortalama Ölüm Oranları (%)					
	3.Gün	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltimi Veriler	9.Gün	9.Gün Düzeltimi Veriler
GOPT-562 1x10 ⁵	38.0±1.33a	64.0±1.63a	85.0±1.66a	83.5±1.83a	96.0±1.63a	95.6±1.79a
GOPT-562 1x10 ⁶	42.0±2.90a	67.0±1.52a	87.0±1.52a	85.7±1.68a	98.0±1.33a	97.8±1.46a
GOPT-562 1x10 ⁷	43.0±1.52a	65.0±1.66a	88.0±1.33a	86.8±1.46a	99.0±1.00a	98.9±1.10a
GOPT-562 1x10 ⁸	41.0±1.00a	69.0±1.00a	90.0±2.10a	89.0±2.31a	99.0±1.00a	98.9±1.10a
Nostalgist BL 1x10 ⁸	22.0±2.49b	37.0±2.13b	46.0±2.66b	39.7±2.99b	68.0±4.89b	64.5±5.51b
Kontrol	0.0±0.0c	0.0±0.0c	10.0±0.0c	0.0±0.0c	10.0±0.0c	0.0±0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre (p ≤ 0.05) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-562 beş günlük inkübasyon süresi sonunda 1x10⁵, 1x10⁶, 1x10⁷ ve 1x10⁸ spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla %64.0±1.63, %67.0±1.52, %65.0±1.66 ve %69.0±1.0 ölüm oranları sergilemiştir. Nostalgist BL 1x10⁸ spor/ml konsantrasyonunda aynı günde %37.0±2.13 ortalama ölüme neden olmuştur. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda ise bütün dozlarda %95'in üzerinde ölüm gerçekleşmiş olup, dozlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak GOPT-562'nin 9'uncu günde neden olduğu ölüm oranı Nostalgist BL'den istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olmuştur (F=313.9; df=5; 0.0001<P<0.01) (bkz. Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. ORP-13 entomopatojen fungus izolatının yaprak uygulamasında 3'üncü dönem larvalar üzerindeki ortalama yüzde ölüm oranları

İzolat Numarası	ORP-13 Larva Yaprak Uygulaması Ortalama Ölüm Oranları (%)					
	3.Gün	5.Gün	7.Gün	7. Gün Düzeltilmiş Veriler	9.Gün	9.Gün Düzeltilmiş Veriler
ORP-13 1×10^5	30.0±1.49 b	52.0±1.33b	78.0±1.33b	75.8±1.46b	96.0±1.63a	95.6±1.79a
ORP-13 1×10^6	48.0±2.49a	74.0±1.63a	87.0±1.52a	76.9±1.10b	97.0±1.52a	96.7±1.68a
ORP-13 1×10^7	49.0±1.79a	77.0±1.52a	92.0±2.49a	84.6±2.43a	99.0±1.00a	98.9±1.10a
ORP-13 1×10^8	52.0±1.33a	75.0±1.66a	92.0±1.33a	87.9±1.10a	98.0±1.33a	97.8±1.46a
Nostalgist BL 1×10^8	22.0±2.49c	37.0±2.13c	46.0±2.66c	39.7±2.99c	68.0±4.89b	64.5±5.51b
Kontrol	0.0±0.0d	0.0±0.0d	10.0±0.0d	0.0±0.0d	10.0±0.0c	0.0±0.0c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

ORP-13 izolatı 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla %52.0±1.33, %74.0±1.63, %77.0±1.52 ve %75.0±1.66 ölüme neden olmuştur. Nostalgist BL ise 1×10^8 spor/ml konsantrasyonunda aynı sürede %37.0±2.13 ölüm oluşturmıştır. Dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm verilerinde ise 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 spor/ml konsantrasyonlarında sırasıyla %95.6±1.79, %96.7±1.68, %98.9±1.10 ve % 97.8±1.46 ölüm gerçekleşmiş ve dozlar arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmazken, Nostalgist BL ile spor konsantrasyonları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($F=297.6$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$) (bkz. Çizelge 4.8).

4.3 Ovisidal etki testleri

Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatlarının ovisidal etki ve açılan yumurtalardan çıkan larvaların ergine ulaşma oranları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Yerel entomopatojen fungus izolatları GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13'ün neden olduğu ovisidal etki oranları sırasıyla %19.0±2.08, %28.0±2.49, %47.5±1.34 ve %61.5±2.89 ($F=150.5$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$)'dir. En düşük etki %11.0±0.6 oranı ile Nostalgist BL'de görülmüştür. Açılan yumurtalardan çıkan larvaların ergin döneme ulaşmalarını engelleme oranları ise sırasıyla %34.3±2.59, %47.2±2.45, %61.9±2.0 ve %73.0±1.0 olmuştur. Yine en düşük etki %14.7±1.43 ile Nostalgist BL'de elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yerel entomopatojen fungus izolatlarının *Phthorimaea operculella* yumurtalarına etkinliklerinin ticari preparata göre istatistiki

olarak önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir ($F=235.0$; $df=5$; $0.0001 < P < 0.01$) (bkz. Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Lokal entomopatojen fungus izolatlarının ovisidal etkileri ve açılan yumurtalardan çıkan larvalarda ergine ulaşma oranları.

Ovisidal Etki Verileri						
İZOLAT NUMARASI	Yumurta Sayısı (ny)	Yumurtadan Çıkan Larva Sayısı (nl)	Larvadan Ergine Ulaşan Birey Sayısı	Ovisidal Etki Yüzdesi (% $\pm$ SH)	Yumurta Açılım Yüzdesi (% $\pm$ SH)	Ergin Döneme Ulaşma Yüzde Engelleme Oranı (% $\pm$ SH)
GOPT-228 1×10^8	200	144	86	28.0 $\pm$ 2.49c	72.0 $\pm$ 2.49c	47.2 $\pm$ 2.45c
ORP-13 1×10^8	200	77	44	61.5 $\pm$ 2.89a	38.5 $\pm$ 2.89a	73.0 $\pm$ 1.00a
DYYLD 1×10^8	200	162	107	19.0 $\pm$ 2.08d	81.0 $\pm$ 2.08d	34.3 $\pm$ 2.59d
GOPT-562 1×10^8	200	105	62	47.5 $\pm$ 1.34b	52.5 $\pm$ 1.34b	61.9 $\pm$ 2.00b
Nostalgist BL 1×10^8	200	178	139	11.0 $\pm$ 0.6e	89.0 $\pm$ 0.6e	14.7 $\pm$ 1.43e
Kontrol	200	200	163	0.0 $\pm$ 0.0f	100.0 $\pm$ 0.0f	0.0 $\pm$ 0.0f

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

4.4 Zaman-ölüm çalışması

Zaman-ölüm çalışmasında yaprağa püskürtme yönteminde patates güvesinin 3'üncü dönem larvalarının LT_{50} ve LT_{90} değerleri hesaplanarak Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. En düşük LT_{50} ve LT_{90} değerleri sırasıyla 2.18 ve 7.49 gün ile ORP-13 *Metarhizium brunneum* izolatında elde edilmiş olup, 3'cü dönem larvalarda en virulent izolat olduğu belirlenmiştir. Bunu GOPT-228 (2.82(2.46-3.19)/gün), GOPT-562 (2.86(2.5-3.1)/gün) ve GOPT-DYYLD (3.09(2.75-3.44)/gün) takip etmiştir. Diğer taraftan ticari preparat Nostalgist BL'de ise en uzun ölüm süresiyle virülanslığı en düşük biyolojik ajan olmuştur. Elde edilen veriler sonucunda yerel entomopatojen fungus izolatlarının mukayese ilacına (Nostalgist BL) göre popülasyon sayısını düşürmede daha etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda 1×10^8 spor/ml yoğunluğunda yaprak uygulaması yapılan 3'üncü dönem larvaların LT_{50} ve LT_{90} değerleri

İzolat/Uygulama	EĞİM±SE	LT_{50} (%95 Güven Aralığı) (Gün)	LT_{90} (%95 Güven Aralığı) (Gün)	X^2 (S.D)
GOPT-228 1×10^8	2.48±0.20	2.82(2.46-3.19)	9.28(7.84-11.54)	26.76
ORP-13 1×10^8	2.3±0.20	2.18(1.86-2.50)	7.49(6.35-9.24)	21.95
GOPT-DYYLD 1×10^8	2.85±0.22	3.09(2.75-3.44)	8.71(7.6-10.48)	40.86
GOPT-562 1×10^8	2.91±0.22	2.86(2.5-3.1)	7.87(6.8-9.3)	27.40
Nostalgist BL 1×10^8	1.90±0.22	6.74(5.7-8.1)	31.6(21.8-56.4)	32.72

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Zararlı böceklerle mücadelede entomopatojen funguslar önemli bir biyolojik kontrol ajanıdır. Bu çalışmada Tokat ilinden toplanan toprak ve böceklerden izole edilmiş, daha önceki yapılan çalışmalarda yüksek oranda etki gösteren yerel entomopatojen fungus izolatları *Beauveria bassiana* (GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOTP-562), *Metarhizium brunneum* (ORP-13) ve mukayese ilacı (Nostalgist BL 1×10^8) patates güvesinin yumurta dönemine ve 3' üncü dönem larvaları ile mücadelesinde etkinlikleri araştırılmıştır.

Tarla ve depo koşullarında patates yumrularında sorun oluşturan önemli zararlılardan birisi patates güvesi (*Phthorimaea operculella*) olup, depoda mücadele edilmediği takdirde %25 düzeyde kayıp oluşturabilmektedir. Kaybın önlenmesinde yaygın olarak kullanılan mücadele yöntemi tarlada patatesin bekletilmeden toplanması, öğleden sonra ve akşam saatlerinde tarlada ürün bırakmamak, depoya taşınımında bulaşık ürünlerin ayrılması, depoların ince kafes teller ile camlarının kapatılması ve kimyasal olarak da fumigasyon çalışması yapılmaktadır. Bu yöntemin etkinliğinin düşük olması ve hedef dışı organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri alternatif mücadele yöntem arayışını öne çıkartmaktadır. Bu bağlamda entomopatojen fungusların kullanımı önem arz etmektedir. Mevcut çalışma kapsamında kullanılan GOPT-DYYLD, GOPT-228, GOPT-562 ve ORP-13 yerel entomopatojen fungus izolatları doza bağlı olarak farklı düzeylerde ölüm oranları sergilemiştir. Mücadelede yerel entomopatojen fungus preparatları kullanılarak, üç farklı yöntem (yumruya püskürtme, yaprağa püskürtme ve ovisidal etki denemeleri) ile etkinlikleri araştırılmıştır.

GOPT-228'in 1×10^8 spor/ml dozunda yumruya püskürtme uygulamasının yedinci ve on dördüncü gün düzeltilmiş ölüm oranları sırasıyla 23.8 ± 1.46 ve 49.6 ± 1.79 ortalama yüzde ölüm oranı ile en yüksek etkiyi göstermiştir. Mukayese ilacında ise (Nostalgist BL) yine aynı günlerde 18.5 ± 3.20 ve 44.3 ± 4.27 oranında ortalama yüzde ölüm meydana getirmiştir (bkz. Çizelge 4.2). Aynı izolatin 1×10^8 spor/ml dozunda yaprağa püskürtme uygulamasında yedinci ve dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm verilerinde sırasıyla 87.0 ± 2.13 ve 95.6 ± 1.79 oranında ortalama yüzde ölüm gerçekleşmiştir. Dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm verilerinde 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 dozlarında sırasıyla 94.5 ± 1.83 , 92.3 ± 1.68 ve 97.8 ± 1.46 ortalama yüzde ölüm oranları ile yüksek doz ile düşük doz arasında istatistiksel açıdan fark oluşturmamaktadır. Nostalgist BL'de ise bu oranlar yedinci ve dokuzuncu gün düzeltilmiş ölüm verilerinde sırasıyla 46.0 ± 2.66

ve %64.5±5.51 ortalama yüzde ölüm düzeyinde kalmıştır (bkz. Çizelge 4.6). GOPT-228'in ovisidal etki yüzdesi %28.0±2.49 oranında ekili olurken, çıkan larvaların ise ergin döneme ulaşma yüzde engelleme oranı ise %47.2±2.45 oranında etkilemiştir. Mukayese ilacında ise bu oranlar sırasıyla %11.0±0.6 ve %14.7±1.43 oranında kalarak en düşük etkinliği göstermiştir (bkz. Çizelge 4.9). GOPT-228'in yaprak uygulamasına göre zaman-ölüm değeri LT_{50} 'de 2.82(2.46-3.19)/gün ve LT_{90} değeri 9.28(7.84-11.54)/gün olarak hesaplanmıştır. Mukayese ilacında LT_{50} değeri 6.74(5.7-8.1)/gün ve LT_{90} değeri 31.6(21.8-56.4)/gün olarak yerel izolata göre daha düşük etkinlik göstermiştir (bkz. Çizelge 4.10). Yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde GOPT-228'in patates böceğinin 3'üncü dönem larvalarına etkinliği araştırılmış, 1×10^9 dozunda beşinci gün verisinde %76 ortalama yüzde ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ovisidal etki çalışmasında ise %13.2 oranında ovisidal etki yüzdesi olduğunu bildirmişlerdir. (Kılınç, 2020). Yapılan başka bir çalışmada ise GOPT-228'i çekirgelerin besinine uygulayarak 3'üncü dönem nimflerde etkinlikler denenmiştir. 1×10^9 dozunda %96 oranında ortalama yüzde ölüm oranına ulaştığını, çalışmanın zaman-ölüm denemesinde ise LT_{50} değeri 5.4/gün olduğunu bildirmişlerdir (Doğan, 2022). Elde edilen veriler arasındaki istatistiksel farkların kullanılan yöntem ve farklı böcek türlerinde kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bir diğer izolat ORP-13'te yumruya püskürtme denemesinde 1×10^8 spor/ml dozunda yedinci ve on dördüncü günlerde ölüm oranları sırasıyla %20.5±1.83 ve %45.2±1.46 ortalama yüzde ölüm oranında etkili olmuştur. Mukayese ilacında ise aynı günlerde sırasıyla %18.5±3.20 ve %44.3±4.27 oranında yüzde ortalama ölüm gerçekleşmiştir (bkz. Çizelge 4.4). Uygulamanın yaprağa püskürtme denemesinde yedinci ve dokuzuncu günlerde 1×10^8 spor/ml dozunda %87.9±1.10 ve 97.8±1.46 oranında ortalama yüzde ölüm oranına ulaştığı görülmektedir. Nostalgist BL'de ise bu oran aynı günlerde %46.0±2.66 ve %64.5±5.51 ortalama yüzde ölüm oranında kalmıştır (bkz. Çizelge 4.8). ORP-13'ün ovisidal etkisi ve ergin çıkışına etki oranları sırasıyla %61.5±2.89 ve %73.0±1.0 etkileyerek yerel izolatlarla ve mukayese ilacına göre en etkili izolat olmuştur (bkz. Çizelge 4.9). Uygulamanın zaman-ölüm denemelerinde LT_{50} değeri 2.18(1.86-2.50)/gün ve LT_{90} değeri 7.49(6.35-9.24)/gün olarak en etkili izolat olmuştur. Nostalgist BL'de ise LT_{50} değeri 6.74(5.7-8.1)/gün ve LT_{90} değeri 31.6(21.8-56.4)/gün ile yerel izolatlarla göre en düşük etkinliği göstermektedir (bkz. Çizelge 4.10). Yapılan benzer çalışmalarda pamuk yaprak kurdunun ikinci dönem larvalarına püskürtme yöntemi ile

etkinliği araştırılmış. ORP-13'ün 1×10^9 spor/ml dozunda dokuzuncu gün verilerinde %84 oranında virülent olduğunu bildirmişlerdir (şahin, 2021). ORP-13 izolatı patates güvesi ve pamuk yaprak kurdu mücadelesinde kullanılabılır olduğu arasındaki farklılıkların böcek türü ile kullanılan yöntemden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak gerçekleştirilen bu çalışmada *Phthorimaea operculella* ile mücadelede geleneksel olarak kullanılan kimyasal pestisitlere alternatif olarak entomopatojen fungusların özellikle GOPT-228 ve ORP-13'n patates güvesi mücadelesinde yaprağa uygulama metodu ile kullanılabılme potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur. Patates güvesi ile mücadelede kullanılabilecek olan entomopatojen fungusların farklı dönemlere uygulaması yapılarak etkinliklerinin araştırılması ve yüksek etki gösteren izolatlar ile tarla koşullarında farklı formülasyon denemeleriyle çevresel faktörlerden kaynaklanan olumsuzlukların belirlenmesi gerektiği kanaatindeyiz.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W. S., 1925. A Method of Computing The Effectiveness of An İnsecticide. – J. Econ. Entomol, 18: 265-267.
- Abed, M.M., Demirhan, B., 2018. Patates Bitkisine (*Solanum tuberosum* L.) Genel Bir Bakış. Interntional Journal of Life Sciences and Biotechnology, 1(1):1-9.
- Adhikari, A., Shrestha, K.A., Timsina, S., Adhikari, A., 2022. Efficacy of Biopesticide İn Management of Patato Tuber Moht, *Phthorimaea operculella* (Zeller), İn Potato Uder Storage. Journal of Agriculture and Food Research, Cilt:10
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 247.p, Ankara.
- Anonim, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. (01.11.2022)
- 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), 65-71.
- Çerçi F. S., 2010. Bazı Fungus İzolatlarının Pamuk Yaprak Kurdu *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae), Larvalarına Ölüm Etkilerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dabsu, T. K., Kovancı, O. B. 2022. Evaluation Of The Pathogenicity Of Some Entomopathogenic Fungi Against Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) Larvae. Türk. Biyo. Mücadele Derg. 13 (2): 103-117
- Deniz, M., 2018. Farklı Bitki Ekstraktlarının Patates Güvesi [*Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'ne Etkisi Üzerine Araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Dumanoglu, Z., Öztürk, G. 2016. Patates (*Solanum tuberosum* L.) Tarımı ve Önemi. Mas Journal of Applied Sciences, 2757-5675.
- Doğan, E., Karaca, İ. 2020. Afyonkarahisar İli Patates Alanlarında Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Yayılışı.

- Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Cilt 24, Sayı 1, 90-95.
- Doğan, K.M. 2022. Tokat İlinde Yaygın Olarak Bulunan Yeşil Çekirge *Poecilimon glandifer* (Karabag) (Orthoptera: Tettigoniidae) Mücadelesinde Bazı Entomopatojen Fungusların Kullanım Potansiyeli Üzerine Araştırmalar.(Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Erdoğan, P., Yılmaz, B.S., 2018. Insecticidal Effect of Three Different Plant Extracts on Potato Tuber Moth [*Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae)]. Journal of Food Science and Engineering, 8, 215-221.
- Ferron, P., 1978. Biological Control Of Insect Pests By Entomogenous Fungi. Ann. Rev. Entomol., 23, 409-442.
- Hui-guo, Y., Sheng-young, W., Zhong-yen, L., Rondon, I.S., Yu-lin, G. 2018. Sub-lethal Effects of *Beauveria bassiana* (Balsamo) on Field Populations of the Potato Tuber Worm *Phthorimaea operculella* Zeller in China. Journal of Integrative Agriculture. 17(4): 911–918.
- İnanlı, C., Yoldaş, Z., Birgücü, A.K. 2012. Entomopatojen Funguslar *Beauveria bassiana* (Bals.) ve *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)’nin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)’nın Yumurta ve Larva Dönemlerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2012, 49 (3): 239-242
- Karabörklü, S., Altın, N., Yıldırım, I., Öztemiz, S., Sadıç, E., Aydın, Ö. 2020. Bazı Yerel Entomopatojen Fungusların Amerikan Beyaz Kelebeğine *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) Karşı Laboratuvar Koşullarındaki İnsektisidal Aktivitesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 11(1):119-128.
- Kepenekci, İlker, Tülek, A., Alkan, M., & 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
- Kılınç, M., 2020. Bazı Entomopatojen Fungus İzolatlarının İn-Vivo Ve İn-Vitro Şartlarda Patates Böceği’ ne [*Leptinotarsa decemlineata* (SAY) (Coleoptera: Chrysomelidae)] İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar.

(Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat.

LeOra, S., 1994. Polo-PC: Probit and Logit Analysis. Berkeley CA: LeOra Software.

Polat, İ., Yanar, Y., Yanar, D. 2022. Efficacy of Local Entomopathogenic Fungi Isolated
From Forestlands in Tokat Province (Türkiye) Against the Colorado Potato
Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae).
Türk. Entomol. Derg., 46 (2): 159-173

Spss Inc., 2008. Spss Statistics for Windows, Version 17.0 Chicago.

Şahin, F., Yanar, Y. 2021. Pathogenicity of Some Local Entomopathogenic Fungus
Isolates On the Cotton Leafworm Larvae, *Spodoptera littoralis* (Boisd.)
(Lepidoptera: Noctuidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control. 31:150.

Topkara, E.F., Yanar, O., Şahin, F., Yanar, Y., ve Yanar, D. 2022. Efcacy Of *Metarhizium*
brunneum and *Beauveria bassiana* Isolates Against The European Tent
Caterpillar, *Malacosoma Neustria* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Lasiocampidae).
Egyptian Journal of Biological Pest Control, 32:89.