



**TOKAT İLİ ORMAN ALANLARINDAN
İZOLE EDİLEN ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN
PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* (Say))
(Coleoptera: Chrysomelidae)'NE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

İLKER POLAT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
Prof. Dr. Yusuf YANAR
Doç. Dr. Dürdane YANAR
Ağustos - 2017
Her hakkı saklıdır**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOKAT İLİ ORMAN ALANLARINDAN
İZOLE EDİLEN ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN
PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* (Say))
(Coleoptera: Chrysomelidae)'NE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

İLKER POLAT

TOKAT
Ağustos - 2017

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015/84 nolu proje ile desteklenmiştir.

İlker POLAT tarafından hazırlanan “Tokat İli Orman Alanlarından İzole Edilen Entomopatojen Fungusların Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)’ne Etkisinin Belirlenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24 AĞUSTOS 2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

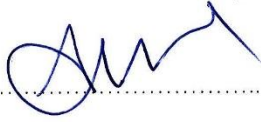
Birinci Danışman
Prof. Dr. Yusuf YANAR
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



İkinci Danışman
Doç. Dr. Dürdane YANAR
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



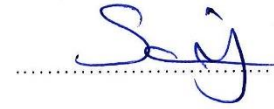
Üye
Yrd. Doç. Dr. Turgut ATAY
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. Sabriye BELGÜZAR
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. İslam SARUHAN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



ONAY



Prof. Dr. Emine AYDINTAŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

12/09/2017

TEZ BEYANI

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

İLKER POLAT

24 Ağustos 2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT İLİ ORMAN ALANLARINDAN İZOLE EDİLEN ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) (Coleoptera: Chrysomelidae)'NE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

İLKER POLAT

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YUSUF YANAR)
(İKİNCİ DANIŞMAN: DOÇ. DR. DÜRDANE YANAR)

Bu çalışma 2014 yılında Tokat İlinde Merkez, Artova, Başçiftlik, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Sulusaray, Turhal, Yeşilyurt ve Zile ilçelerinde yürütülmüş ve çalışmanın materyalini bölgedeki orman alanlarından toplanan toprak örneklerinden elde edilen entomopatojen fungus izolatları ve *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) 3. dönem larva ve erginleri oluşturmuştur. Bölgede bulunan entomopatojen fungus varlığının tespiti amacıyla Tokat Merkez ve ilçelerindeki orman alanlarından 206 adet toprak örneği alınmıştır. Bu surveyler sonucunda 33 entomopatojen fungus izolatı elde edilmiş olup, 25 izolat *Beauveria bassiana*, 8 izolat *Talaromyces* spp. olarak tanımlanmıştır. Entomopatojen funguslar 3. dönem larvalarda erginlere göre daha etkili olmuştur. Elde edilen 33 fungus izolatının *L. decemlineata* erginlerine ve 3. dönem larvalara etkinliğini belirlemek amacıyla 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonunda tek doz denemesi yapılmış olup, yüksek etkiye sahip 4 izolat ile doz-ölüm ve zaman ölüm denemeleri yürütülmüştür. Yapılan analiz sonuçlarına göre LC_{50} değeri 1.4×10^6 konidiospor ml^{-1} ve LT_{50} değeri 10.63 gün ile GOPT-552 numaralı *B. bassiana* izolatı %90 ölüm oranı ile en yüksek etkiyi göstermiştir. Bu izolatın zararlının mücadelesinde daha detaylı değerlendirilmesi için özellikle sera ve tarla şartlarında endofit etkisinin araştırılması için ileriye dönük çalışmaların yapılması gerekmektedir.

2017, 88 SAYFA

ANAHTAR KELİMELE: Entomopatojen, *Leptinotarsa decemlineata*, *Beauveria bassiana*, Mikrobiyal mücadele.

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ISOLATED FROM FORESTLAND IN TOKAT PROVINCE TO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decehlineata* (Say)) (Coleoptera: Chrysomelidae)

İLKER POLAT

GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

SUPERVISOR: PROF. DR. YUSUF YANAR
CO-SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. DÜRDANE YANAR

This study was conducted in Central, Artova, Başçiftlik, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Sulusaray, Turhal, Yeşilyurt and Zile counties of Tokat in 2014. Materials of the study were entomopathogenic fungal isolates which were obtained from soil samples collected from forestland in the region and *Leptinotarsa decehlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) 3. larval instars and adults. In order to determine the presence of entomopathogenic fungi in the region, 206 soil samples were taken from forestlands in Tokat province and its counties. From these soil samples 33 entomopathogenic fungal isolates were obtained. Species distrubition of the isolates as follows; 25 isolates *Beauveria bassiana*, 8 isolates *Talaromyces* spp. Entomopathogenic fungi were found to be more effective on 3. larval instars than adults. In order to determine the effectiveness of isolates on the 3. larval instars and adults of *L. decehlineata*, single dose treatment was performed in 1×10^8 conidiospor ml^{-1} concentrations, dose-mortality and time-mortality treatments were conducted with four isolates having higher virulence. According to the results of analysis, the highest effect was observed in the GOPT-552 coded *B. bassiana* isolate with LC_{50} value of 1.4×10^6 konidispör ml^{-1} , LT_{50} value of 10.63 days and %90 mortality. For the detailed evaluation in the control of the pest, further studies need to be conducted especially to investigate the endophytic activity of this isolate.

2017, 88 PAGES

KEYWORDS: Entomopathogen, *Leptinotarsa decehlineata*, *Beauveria bassiana*, Microbial control.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Tokat yöresinde orman alanlarındaki entomopatojen fungus varlığının belirlenmesi, izole edilmesi ve patates bitkisi zararlısı olan *Leptinotarsa decemlineata* (Say) 3. dönem larva ve erginlerine karşı etkinliği araştırılmıştır. Yüksek lisans tezimin seçilmesinden son aşamasına kadar bilgi, tecrübe ve fikirleriyle daima yol gösterici olan danışman hocalarım Prof. Dr. Yusuf YANAR'a ve Doç. Dr. Dürdane YANAR'a teşekkür ederim. İzolatların moleküler teşhislerini yapan Prof. Dr. İsmail DEMİR (KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü)'e teşekkür ederim. Çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen Tokat Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğrencileri; Ziraat Mühendisi Betül SOY'a, Ziraat Mühendisi Kadriye ATEŞ'e, Ziraat Mühendisi Emine BAYSAL'a, Ziraat Mühendisi Atilla ÖKSÜZ'e, Ziraat Mühendisi Çiğdem ÖZYİĞİT'e ve Ziraat Mühendisi Müslüm ÖZTÜRK'e teşekkür ederim. Yüksek lisans tez çalışmamda patates böceği üretimi ile ilgili olarak bana arazi temin eden, görev yaptığım Kurum olan ORTA KARADENİZ GEÇİT KUŞAĞI TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'ne teşekkür ederim. Tezimi yürüttüğüm süre boyunca manevi desteklerini esirgemeyen aileme de teşekkür ederim.

İlker POLAT

24 Ağustos 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE VE KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
3.1. Arazi Çalışmaları.....	39
3.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	39
3.1.2. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) Üretimi.....	40
3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	41
3.2.1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) Kültürünün Üretilmesi.....	41
3.2.2. Tuzak Böcek Kullanılarak Toprakten Fungus İzole Edilmesi.....	41
3.2.3. Enfekteli Larvalardan Entomopatojenik Fungus İzolasyonu.....	42
3.2.4. İnokulum Üretimi.....	42
3.2.5. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması.....	42
3.2.6. Doz-Ölüm Çalışması.....	45
3.2.7. İstatistiksel Analiz.....	45
4. BULGULAR.....	46
4.1. Toprak Örneklerinden Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatları.....	46
4.2. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 3. Dönem Larvalarına Karşı (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) Tek Doz Taramaları.....	57
4.3. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Erginlerine Karşı (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) Tek Doz Taramaları.....	59
4.4. Doz-Ölüm Çalışmaları.....	61
4.5. Zaman-Ölüm Çalışmaları.....	66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	67
6. KAYNAKLAR	77
7. ÖZGEÇMİŞ.....	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
ml	: Mililitre
g	: Gram
mg	: Miligram
°C	: Santigrat derece
LC ₅₀	: Popülasyondaki Bireylerin %50'sini Öldüren Konsantrasyon
LT ₅₀	: Popülasyondaki Bireylerin %50'sinin Ölmesi İçin Geçen Zaman
da	: Dekar
Kısaltmalar	Açıklama
PDA	: Patates Dextroz Agar
S.D.	: Standart Sapma

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Arazide patates böceği yetiştirmek için kullanılan örtülü kafes.....	40
Şekil 3.2. Fungus solüsyonuna daldırılan ergin patates böcekleri.....	43
Şekil 3.3. Fungus solüsyonuna daldırılan 3. dönem larvalar.....	43
Şekil 3.4. İnokule edilen ergin patates böceklerinin petri kabı içerisinde inkübasyona bırakılması.....	44
Şekil 3.5. İnokule edilen 3. dönem larvaların petri kabı içerisinde inkübasyona bırakılması.....	45
Şekil 4.1. Toprakta tuzak böcek yöntemi ile elde edilen <i>Beauveria bassiana</i> fungus izolatları.....	48
Şekil 4.2. Toprakta tuzak böcek yöntemi ile elde edilen <i>Talaromyces</i> spp. fungus izolatları.....	55
Şekil 4.3. GOPT-552 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları.....	61
Şekil 4.4. GOPT-498-4 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları.....	63
Şekil 4.5. GOPT-562 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları.....	64
Şekil 4.6. GOPT-529-2 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları.....	64

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Patates böceği'nin direnç gösterdiği aktif maddeler.....	3
Çizelge 1.2. 2007 'de mevcut ticari mikoinsektisit ürünler.....	6
Çizelge 3.1. Tokat İli ve ilçeleri 2013 yılı orman alanları.....	39
Çizelge 4.1. Tokat İli ve ilçelerindeki orman alanlarından toplanan toprak örneklerinden elde edilen entomopatojen fungus örnek sayısı.....	46
Çizelge 4.2. Toprakta tuzak böcek yöntemi ile elde edilen fungus izolatları.....	47
Çizelge 4.3. Tek doz tarama (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) sonucunda 3. dönem <i>Leptinotarsa decemlineata</i> larvalarının ortalama yüzde ölüm oranları.....	58
Çizelge 4.4. Tek doz tarama (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) sonucunda <i>Leptinotarsa decemlineata</i> erginlerinin ortalama yüzde ölüm oranları.....	60
Çizelge 4.5. <i>L. decemlineata</i> erginlerinde izolat dozlarının karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.6. <i>L. decemlineata</i> erginlerinin 14. gün sonunda fungus konsantrasyonlarına bağlı ölüm oranlarının probit analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.7. <i>L. decemlineata</i> erginlerinin 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonunda fungustan dolayı ölüm oranlarının zamana göre probit analiz sonuçları.....	66

1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.) mısır, pirinç ve buğdaydan sonra dünyanın en önemli dördüncü temel ürünüdür (Manrique, 2000). Patates küresel gıda güvenliğinde çok önemli bir rol oynar. 2013 yılında dünya patates üretimi 365 milyon ton olarak belirlenmiştir (Faostat, 2014). 2008 yılı, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından uluslararası patates yılı olarak kabul edilmiştir. Patates o yıl boyunca dünyadaki aşırı yoksulluğun ve açlığın ortadan kaldırılması için birinci milenyum kalkınma hedefini yerine getirebilmeye yardımcı olabilecek bir ürün olarak ilan edilmiştir (Fao, 2009). Şu anda gelişmekte olan ülkeler, Çin ve Hindistan gibi önemli ülkelerle birlikte her yıl patates üretim miktarlarını artırma yoluna gitmektedirler (Faostat, 2014). Yıllar boyunca patates üretimindeki bu artışın sebebi daha iyi yetiştirme metotlarına ve yeni patates çeşitlerinin sürekli geliştirilmesine bağlanmıştır. Birçok ülkede beslenme alışkanlıklarındaki değişimler patatese olan talebin artmasına yol açmıştır (Fao, 2009). Ülkemiz patates üretimine bakıldığında hemen her ilde patates üretimi yapılmaktadır. 2016 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'nin patates üretim alanı 1 milyon 449 bin 004 dekar olup, üretimi ise 4 milyon 750 bin 687 ton olarak gerçekleşmiştir. Patates üretiminde önemli illerimizden birisi de Tokat olup, Tokat ilinin patates üretim alanı ise 28 bin 282 dekar olup, üretimi ise 67 bin 902 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2017a). Bu haliyle Tokat İli, Türkiye patates ekim alanlarının yaklaşık %2'sini, patates üretiminin ise yaklaşık %1.4'ünü oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında hem insan beslenmesindeki rolü hem de ülke ekonomisine katkısı açısından patates önemli bir kültür bitkisidir.

Patateste, üretim ve depolama aşamalarında birçok zararlı etmenden dolayı önemli kayıplar gözlenmektedir. Patates üretimini azaltan canlı faktörlerin başında patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) gelmektedir. *L. decemlineata* şayet kontrol edilmezse patates, domates ve patlıcan ürünlerinin yapraklarını yemek suretiyle gerçek bir zarara neden olan ciddi problemlerden bir tanesidir. Anavatanı Kuzey Amerika olan patates böceği, kültür ve yabani Solanaceae bitkileriyle beslenerek yaşamını sürdürür (Kıvan ve Aysal, 2014). 1912 yılına kadar patates böceği'nin Amerika'nın hemen her yerinde yetişen patateslerde beslendiği belirlenmiştir (Gauthier ve ark., 1981). İlimiz genelinde 28.282 da alanda patates üretimi

yapılmakta olup bunun 17.700 da'lık kısmında patates böceğine karşı Entegre mücadele programı uygulanmıştır (Anonim, 2017b).

Patates böceğinin, ekimi yapılan patates alanlarına girişinden bu yana, kontrol için kullanılan birçok insektiside karşı dayanıklılık oluşmuş, Amerika'nın kuzey doğusundaki patateslerin en tahripkâr zararlısı haline dönüşmüştür (Zhao ve ark., 2000). O zamandan beri birçok farklı kontrol metotları denenmiştir. Maalesef bu zararlıyı kontrol etmek için yapılan tüm çabalara rağmen DDT başta olmak üzere diğer klorlanmış hidrokarbonlara, organik fosforlara, karbamatlara ve bazı piretroitlere karşı dayanıklılık geliştirmiştir (Grafius, 1997). Bunun doğal sonucu olarak sürekli ve yoğun insektisit kullanımı çevre kirlenmesine, doğal dengenin bozulmasına ve yukarıda bahsedildiği üzere dayanıklılık (direnc) sorunu gibi bazı önemli problemleri de beraberinde getirmiştir. 1864 yılından beri 100'lerce bileşik patates böceğine karşı test edilmiştir ve ticari olarak patates üretimi gerçekleştirilen tarlalarda insektisitler halen, patates böceği ile mücadelede ana faktör olarak önemini korumaktadır. Çizelge 1.1'de görüldüğü üzere şu anda bu zararlının 56 adet aktif maddeye karşı direnc gösterdiği tespit edilmiştir (Anonim, 2017c). Akılda tutulması gereken önemli bir nokta ise patates böceğinin, kontrolü için kullanılan pestisitlerin büyük bir bölümüne karşı direnc geliştirebilme yeteneğidir. Direnc gelişimine olan yüksek yatkınlık, bu türün doğasında olan bir özellik olarak görülmektedir. Buna muhtemelen büyük ölçüde glikoalkaloit olarak adlandırılan toksinin yüksek konsantrasyonlarına sahip Solanaceae familyasındaki konukçu bitkilerin ve böceğin birlikte evrimi neden olmuştur (Ferro, 1993). Patates böceğinin sentetik organik pestisitlere karşı ilk direnc örneği 1952 yılında DDT için kaydedilmiştir (Quinton, 1955). 1958 yılında Dieldrin'e karşı elde edilen direnci, diğer klorlandırılmış hidrokarbonlara karşı kazandığı direnc izlemiştir (Hofmaster ve ark., 1967). Daha sonraki yıllarda böcek çok sayıda organofosfatlara ve karbamatlara karşı direnc geliştirmiştir (Forgash, 1985). Halen bu böcek arsenikliler, organoklorinler, karbamatlar, organofosfatlar ve piretroidler de dâhil olmak üzere insektisitlerin geniş bir grubuna dirençlidir. Direnc sorunu geçici olarak yüksek derecede etkili neonikotinoid insektisitlerin kullanılmasıyla azaltılmıştır. Fakat neonikotinoidlere karşı ilk direnc vakası birkaç tarla popülasyonunda gözlemlenmiştir (Mota-Sanchez ve ark., 2006; Alyokhin ve ark., 2006; 2007). Direncin önemli sorun alanı Kuzeydoğu A.B.D olmuştur (Forgash, 1985); ama direnc aynı

zamanda Michigan (Ioannidis ve ark., 1991), Kanada (Stewart ve ark., 1997) ve Avrupa’da da (Forgash, 1985; Boiteau, 1988) tespit edilmiştir. Bazı durumlarda yeni bir insektisit (örneğin, endrin) bir yıl sonra ya da kullanımının ilk yılı içerisinde (örneğin, oxamyl) bile başarısız olmuştur (Forgash, 1985). Direnç mekanizmaları kısmen dar coğrafi alanlar içerisinde bile çok çeşitlilik göstermiştir (Ioannidis ve ark., 1991). Üstelik böcekler organofosfatlara, karbamatlara çapraz direnç; organofosfatlara, karbamatlara ve piretroidlere çoklu direnç göstermiştir (Ioannidis ve ark., 1991). Sentetik insektisitlere karşı kazandığı dirence ilave olarak patates böceğinin *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* delta-endotoksin’lerine karşı direnç geliştirme yeteneğine sahip olduğu görülmüştür (Whalon ve ark., 1993; Rahardja ve Whalon, 1995).

Çizelge 1.1. Patates böceği’nin direnç gösterdiği aktif maddeler (Anonim, 2017c)

acetamiprid	chlorfenvinphos	dioxacarb	methoxychlor	phoxim
aldicarb	chlorpyrifos	endosulfan	monocrotophos	propoxur
aldrin	cloethocarb	endrin	N-Desmethylthiamethoxam	Pyrethroids
azinphos-methyl	clothianidin	esfenvalerate	nitenpyram	quinalphos
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i>	cyhalothrin	fenvalerate	oxamyl	rotenone
bensultap	cypermethrin	hydrogen cyanide	parathion	spinosad
				pyrethrins
carbaryl	cypermethrin-alpha	imidacloprid	parathion-methyl	tetrachlorvinphos Z-isomer
carbofuran	DDT	lindane	permethrin	thiacloprid
carbosulfan	deltamethrin	malathion	phorate	thiamethoxam
cartap	dieldrin	methamidophos	phosalone	toxaphene
chlordan	dinotefuran	methidathion	phosmet	trichlorfon

Çapraz ve çoklu direnç oluşumu bu tahripkâr zararlının yönetimini karmaşık bir duruma getirmiştir. Çünkü bu böceğin tarım ortamlarına çok iyi uyum sağlayan karmaşık ve farklı bir yaşam şekli vardır. Pestisitlerin aşırı kullanımı, fitotoksisite ve rezidü problemleri, *L. decemlineata*’da dayanıklılığın değişmesine yol açmıştır (Ioannidis ve ark., 1991; Stewart ve ark., 1997; Mota-Sanchez ve ark., 2000). Maalesef patates böceğini kontrol etmek için kullanılan kimyasal insektisitler, birkaç yıl sonra etkisini kaybetmektedir. Ayrıca, kimyasal insektisitlerin aşırı ve kontrolsüz kullanımı patates yetiştiricileri için masrafa,

ciddi insan sağlığı problemlerine ve evre sorunlarına yol açmıştır. Giroux (2003)'a göre Kanada'nın Quebec eyaletinde içme suyu olarak kullanılan kuyuların %49'u, kimyasal insektisitlerin sürekli kullanımı sonucu kirlenmiş ve bu kirlenmenin %35'ini de patates beğini kontrol etmek için kullanılan Admire ticari adlı imidacloprid'in neden olduğu belirlenmiştir. Patates beğinin insektisitlere direnç mekanizmaları esteraz, karboksilesteraz ve monooksijenaz enzimlerini kapsayan gelişmiş bir metabolizmayı, boşaltımda artışı ve insektisit penetrasyonunda azalmanın yanısıra hedef alınan bölgede duyarsızlaşmayı içerir. Bu durum genellikle bir özelliğin belirlenmesinde alakalı olan bir veya birkaç gen ile birlikte eksik dominant veya eksik resesif bir karakter olarak kalıtımla kazanılır. Bununla birlikte bu bekteki var olan insektisitlere dirençlilik, muhtemelen zararlıyı kontrol etmek isteyen uygulayıcılara önemli bir zorluk olmaya devam edecektir (Almady ve ark., 2012).

Bek biyolojisinin hala tam olarak anlaşılmaması, beğin değişken yaşam biçimi ve direnç yönetim tekniklerinin bazılarının benimsenmesinde üretici isteksizlikleri, başarılı bir direnç yönetimi için engeller oluşturur. Bu engelleri aşmak kolay bir iş değildir. Fakat sürdürülebilir patates üretimi için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, bilim insanları patates beğini kontrol etmek için ilginç alternatifler arayışındadırlar. Bunlardan ilki, yeni insektisitlerin geliştirilmesidir. Grafius (1997), patates beğinin insektisitlere karşı kazanmış olduğu direncin Michigan patates sektörüne maliyet anlamında ekonomik etkilerini araştıran 4 yıllık bir çalışma yrtmştir. Uzun dönemde tahmin edilen maliyet, yılda 1.4 milyon dolara varan kayıplarla birlikte hektara 44 ile 69 dolar arasında değişmiştir. İkinci olarak, mevcut alternatifler, başarısız insektisitlere göre çevreye daha fazla zararlı ve daha az kullanışlı olmuştur. Bu yüzden bunlar değiştirilmek zorunda kalınmıştır. Örneğin, imidacloprid Güney Maine eyaletindeki iki ticari çiftlikte bulunan patates beklerinin kontrolünde etkisiz olmuştur (Alyokhin ve ark., 2007). Sonuç olarak üreticiler oxamyl ve abamectin'in çoklu yaprak uygulamaları ile dikimde karık içerisine imidacloprid'in tekli uygulamasını değiştirmek zorunda kalmışlardır. Her iki bileşik imidacloprid'e göre daha yüksek memeli toksitesine sahip olmuş ve yaprak uygulamaları ilacın sürüklenme ihtimalini ve çalışanların ilaca maruz kalmasını artırmıştır. nc olarak direnç gelişimi nedeniyle hatalı bir insektisit kullanılması sonucu oluşan tehlike, patates tarımının zaten yüksek olan ve algılanan risklerini artırmıştır. Bu veriler, patates

böceğinin en hızlı dayanıklılık geliştiren 10 tür arasında sıralandığını doğrulamaktadır (Mota-Sanchez ve ark., 2006; Whalon ve ark., 2008). Aynı zamanda patates böceğinin doğal düşmanları, böceğe karşı kullanılan pestisitler tarafından etkilenmiştir (Ferro ve Boiteau, 1993).

Predatör ve parazitoit böceklerden sonra biyolojik mücadelede en yaygın kullanılan biyolojik ajanların entomopatojenler olduğu kaydedilmektedir (Deacon, 1983). Mikrobiyal patojenlerin genel olarak dört grubu böceklerde bulunur. Bunlar bakteriler, funguslar, virüsler ve protozoalardır. Bu organizmaların biyolojik özellikleri, böceklerin kontrolünde bunları faydalı ajanlar olarak belirler (Federici, 1999). Bu mikroorganizmaların yanısıra entomopatojen nematodlar da bu gruba dâhil edilmiştir. Çünkü benzer prensiplerin birçoğu bu organizmaların mikrobiyal zararlı kontrol ürünü şeklinde kullanılması durumunda geçerlidir. Bu biyolojik mücadele ajanları içerisinde özellikle entomopatojen fungusların zararlıyı integüment yoluyla enfekte etmesi, kolay üretilmeleri ve adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olması bunları diğerlerine göre ön plana çıkarmaktadır.

Entomopatojen fungusların iki grubunun genel olarak böceklerde hastalıklara neden olduğu bulunmuştur. Bunların çoğunluğu Entomophthorales ve Hypocreales takımlarına aittir (Hibbett ve ark., 2007; Sung ve ark., 2007). Fungusların 700'ün üzerindeki türünün, böceklerde zarar yaptığı bilinmektedir (Wraight ve ark., 2007).

Entomophthorales takımı fungusları böcek patojenleri olarak doğada önemlidir ve genellikle salgınlar aracılığıyla, böceklerin bastırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bunlar öncelikle yaprak bitleri, tırtıllar ve sinekler üzerinde bulunur. Bu funguslar kitle üretiminin zorluğu nedeniyle günümüzde mikrobiyal böcek öldürücü olarak kullanılmamaktadır (Pell ve ark., 2001).

Hypocreales takımına ait funguslar biyo-kontrol ajanları olarak kullanıldığı için ilgi çeken funguslardır. Entomopatojen fungusların bu grubunun tanıtımı ve onların biyo-kontrol ajanları olarak kullanımı ile ilgili olarak, onların biyolojisi ve ekolojisi Inglis ve ark. (2001) tarafından sunulmuştur. Bu guruba ait funguslar birçok böcek takımının

üyelerinde, akarlar, keneler gibi diğer arthropodlar üzerinde bulunmuştur. Çok sayıda mikoinsektisit, *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* türleri kullanılarak geliştirilmiştir (Copping, 2009). Bu grup ticari kullanım için büyük bir potansiyele sahiptir. Günümüzde entomopatojen funguslara ait 100'den daha fazla ticari preparat mevcuttur (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. 2007'de mevcut ticari mikoinsektisit ürünler (Faria ve Wraight, 2007)

Türler	Ürün Miktarı	Yüzdesi (%)
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.	45	37,2
<i>B. brongniartii</i> (Saccardo) Petch	5	4,1
<i>Metarhizium anisopliae</i> s. l.	44	36,4
<i>M. acridum</i> (Driver & Milner)	3	2,5
<i>Isaria fumosorosea</i> (Wize)	7	5,8
<i>I. farinosa</i> (Holmsk.)	1	0,8
<i>Lecanicillium longisporium</i> (Petch) Zare & Gams	2	1,7
<i>Lecanicillium muscarium</i> (Petch) Zare & Gams	3	2,5
<i>Lecanicillium</i> sp.	10	8,3
<i>Hirsutella thompsonii</i> (Fisher)	1	0,8
Toplam	121	100,00

Fungal entomopatojenler mikopestisitler olarak, böcek popülasyonlarını baskılama potansiyeli yüksek preparatlardır (Vega ve ark., 2012). Dünya genelinde 1960'lardan beri önemli miktarda mikoinsektisit ve mikoakarisit geliştirilmiştir (Faria ve Wraight, 2007). *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *M. anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* ve *P. farinosus* toprak altı zararlıları ile biyolojik mücadelede en çok kullanılan entomopatojen funguslardır (Dragonova ve ark., 2008). Paparatti ve Speranza (1999; 2005)'nın sırasıyla yaptıkları çalışmada, ticari olarak satılan *B. bassiana* preparatını *Curculio elephas* (kestane kurdu) ve *C. nucum* (findık kurdu) gibi toprak içerisinde pupa ve ergin olan zararlılara uygulamışlar ve her iki çalışmada da %35 oranında larva ölümü gözlenmiştir. Bu durum patates böceği gibi toprakta pupa olup, toprakta ergin olarak kışlayan zararlıların yaşam döngüsünde toprak fazının önemli bir yeri olduğunu göstermiştir.

Farklı habitatlarda entomopatojen fungusların farklı grupları vardır. Toprak üst yüzeyi ile bu yüzeyde yer alan artıklar ve toprak içerisindeki entomopatojen tür çeşitliliği farklı olabilmektedir. Sosnowska ve ark. (2004), Polonya'daki Białowieża ormanı toprak döküntüsü ve toprak yüzey tabakası içinde *Hypocreales* cinsi, ağaçların alt bitki örtüsü içerisinde ve tepe tacı içerisinde *Entomophthorales* cinsi ve mera içerisinde ise *Gibellula* cinsi örümcek patojeni fungus türlerinin hâkim olduğunu bulmuştur. *Entomophthorales* türlerinin çoğunlukla ılıman orman habitatlarındaki zararlılarda (Burges, 1981), ancak nadiren de tropikal ormanlarda bulunabileceği bildirilmiştir (Evans, 1982). Nemli tropikal ormanlar zengin ve çeşitli birçok böcek patojeni fungus türlerine sahiptir ve türlerin büyük çoğunluğu *Cordyceps* cinsine (*Ascomycota: Hypocreales*) aittir (Evans, 1982; Aung ve ark., 2008). Halbuki *Hypocreales*'in *Beauveria*, *Metarhizium* ve *Isaria* gibi diğer türleri, toprak böcekleri üzerinde bulunan baskın funguslardır (Samson ve ark., 1988; Keller ve Zimmerman, 1989).

B. bassiana ve *M. anisopliae*'nin her ikisinin her yerde yaygın olması gerçeğine rağmen toprak işlemenin zararlı etkilerine karşı *B. bassiana*'nın çok hassas olduğu bilinir ve böylece doğal habitatı sınırlıdır. İşlenmiş topraklarda *M. anisopliae*'nin devamlılık gösterme yeteneği belirlenmiştir. Bu nedenle ilk olarak ormanda ve ikinci olarak ekilebilir topraklarda daha yaygındır (Rath ve ark., 1992; Vänninen, 1995; Quesada-Moraga ve ark., 2007; Sánchez-Peña ve ark., 2011). Raporların çoğu, yoğun olarak işlenmiş topraklarda entomopatojen fungusların görülme sıklığının orman topraklarına kıyasla daha az olduğunu ortaya koymaktadır (Vänninen ve ark., 1989; Miętkiewski ve ark., 1991; Vänninen, 1995; Chandler ve ark., 1997; Bałazy, 2004). Ancak bu kuralın bazı istisnaları vardır, örneğin mera topraklarındaki tuzak böcek enfeksiyonlarının sıklığı gerek orman gerekse de tarla topraklarından daha yüksektir (Baker ve Baker, 1998).

Entomopatojen funguslar yaygın olarak dünya genelindeki ormanların yaprak döküntüsünde ve toprağında bulunur, ancak ılıman ormanlarda entomopatojen fungusların çeşitliliği, tropikal habitatları ile karşılaştırıldığında nispeten düşüktür (Evans, 1982; Grunke-Cimerman ve ark., 1998; Aung ve ark., 2008). Ancak, ılıman ormanlardaki entomopatojenik fungusların çeşitliliği tarım alanlarıyla karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (Sosnowska ve ark., 2004). Onların yaygın oluşlarındaki ve türlerinin

çeşitliliğindeki farklılıklar aynı zamanda ormanların farklı bitki örtüsüyle yakından ilişkilidir (Miğtkiewski ve ark., 1991; Chandler ve ark., 1997).

Beslenme yolu ile böceklerle giren diğer entomopatojenlerin (bakteri ve virüslerin) aksine, entomopatojen funguslar konukçularını epikütikula yoluyla enfekte eder. Enfeksiyon süreci şunları içerir: böcek kütikulası üzerine sporun yapışması, çimlenme borusu aracılığıyla kütikulanın penetrasyonu, böcek vücudu içerisinde fungusun gelişimi ve fungal hif aracılığıyla hemoselde koloni gelişimidir. Entomopatojenik fungusların sporları genellikle böcek kütikulasına bağlanmayı kolaylaştıran glukanlar ve proteinlerden oluşan mukus tabakası ile kaplıdır. Birkaç entomopatojen fungusun çimlenen sporları appressoria olarak adlandırılan özel yapılar üretirler. Appressorium, çimlenen sporun epikütikular yüzeye bağlanmasından sorumludur. Böcek kütikulasının penetrasyon süreci, çim tüpünün enzimatik aktivitesi ve mekanik basıncının ortaklaşa bir sonucudur. Penetrasyonda en büyük rolü lipaz, proteaz ve kitinazın peşpeşe salgılanması oynar. Çoğu entomopatojen fungus böcek vücudu içinde maya benzeri propaguleler (üreme yapıları=blastosporlar), hifal organlar veya bir hücre duvarı eksik protoplastlar olarak büyür. Bu yapılar hemosel boyunca yayılır. Bir böceğin ölümü genellikle (mumyalaşmış) böcek içerisinde misellerin büyüyerek neden olduğu mekaniksel zararın veya patojen tarafından salgılanan ve üretilen toksinlerin bir sonucudur. *Beauveria*, *Metarhizium* ve *Toxopneustes*'un toksinlerin tüm serisini salgıladığı bilinmektedir. Destruxin, bavericin ve efrapetins gibi mikotoksinlerin bir kısmı kimyasal açıdan tam olarak açıklanmıştır ve bunların hastalığın oluşumu sürecindeki faaliyeti ve katkısı bilinmektedir (Roberts, 1981; Hajek ve St. Leger, 1994).

Tarımsal faaliyetlerin önemli bir potansiyele sahip olduğu ülkemizde yapılan zirai faaliyetlerde çiftçilerin bilinçsizce kimyasallar uygulayarak patates böceğine karşı mücadele ettikleri görülmektedir. Son yıllarda pestisitlerin yaygın kullanımına karşı zararlıların oluşturduğu direnç, mücadelede kullanılan pestisitlerin dozunun ve sayısının artmasına neden olmuş, bu da üretim maliyetini arttırırken diğer yandan da pazara sürülen tarımsal ürünlerin üzerinde insan hayatını tehdit eden pestisit kalıntılarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı patates böceği ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yöntemlerinin araştırılması ve bunların

uygulamaya aktarılması bir zorunluluk olup dünyada bu amaca yönelik çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Çalışmalarda entomopatojen bakteri (Costa ve ark., 2000), entomopatojen fungus (Çam ve ark., 2002) ve bitki ekstraktları (Gökçe ve ark., 2007) kullanılmakta olup, ümitvar sonuçlar elde edilmektedir.

Bu çalışmada Tokat (Merkez), Almus, Erbaa, Niksar, Reşadiye, Başçiftlik, Artova, Yeşilyurt, Sulusaray, Turhal, Zile ve Pazar ilçelerindeki orman alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Bu topraklardan *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) (Büyük mum güvesi) larvaları ile entomopatojen fungus izolasyonu yapılmış ve bu entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say)'nın 3. dönem larva ve erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Çam ve ark. (2002) entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın patates böceğine olan patojenitesini belirlemek amacıyla zararlının farklı gelişim dönemlerinde tek doz deneme testleri yapmışlardır. Üç mililitre spor konsantrasyonu ayrı ayrı olarak 3. dönem larva ve erginlere uygulanarak spor uygulamasından 3 ve 6 gün sonra meydana gelen ölümler kaydedilmiştir. Araştırma sonucunda fungusun patates böceğinin larvalarında ve erginlerinde ölüme yol açtığı, larvalarında erginlere oranla daha etkili olduğu saptanmıştır.

Şahin (2006) yaptığı survey çalışmalarında Kahramanmaraş ilinde çamkese tırtılıının yoğun olduğu 3 farklı bölgeden aldığı topraklardan doğrudan ve tuzak böcek yöntemi (*Galleria mellonella* ve *T. pityocampa* larvaları) kullanılarak *Paecilomyces* cinsine ait 16 tane (%45.71) ve *Beauveria* cinsine ait 19 tane (%54.29) olmak üzere 35 tane fungus izolatu belirlemiştir.

Doğan (2009) yapmış olduğu çalışmada *G. mellonella* larvalarını entomopatojen fungus elde etmek için hedef canlı olarak kullanmıştır. Elde edilen izolasyonlar sonucunda 180 toprak örneğinden 48 adet *B. bassiana* (%97.96) ve 1 adet *B. brongniartii* (Sacc.) (%2.04) bulunmuştur.

Er ve Mart (2009) Kahramanmaraş bölgesinde (Türkoğlu, Göksun, Şekeroba, Elbistan, Pazarcık) 2003- 2005 yıllarında arazi çalışmalarından topladıkları böceklerden ve toprak örneklerinden tuzak böcek (*Galleria mellonella* L. larvası; Pyralidae, Lepidoptera) yöntemi ile entomopatojen fungusların belirlenmesine yönelik çalışma yapmışlar ve en çok *Beauveria* cinsine ait fungusların izolasyonu yapılmıştır.

Sevim (2010) Doğu Karadeniz Bölgesinde zararlı böceklerle karşı etkili olan biyolojik mücadele etmenlerini bulmak için 301 adet toprak örneği almış ve bu örneklerden *Galleria* tuzak böcek yöntemi kullanılarak 62 adet entomopatojen fungus izole etmiştir. Elde ettiği entomopatojen fungus izolatından en yoğun olarak *M. anisopliae* bulunmuş ve

bunu sırasıyla *B. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *Evlachovaea* sp. fungusları takip etmiş ve bölgedeki entomopatojen fungus yoğunluğu %20.59 olarak belirlemiştir.

İzgi (2012) Kahramanmaraş Başkonuş ormanlık bölgelerinde topraktan izole edilen entomopatojen fungusların biyoçeşitliliğini ortaya çıkarmak için yaptığı çalışmada, Başkonuş ormanlık bölgelerinden 2010 ve 2011 yıllarında 9 farklı yükseltiden 87 toprak örneği almış ve tuzak böcek yöntemi (*G. mellonella*) ile entomopatojen funguslar izole etmiştir. 2010 yılı Ekim ayı toprak örneklerinden 27 türün izolatu yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda en çok izole edilen entomopatojen funguslar *B. bassiana* ve *Aspergillus flavus* olduğu belirlenmiştir. 2011 yılı Ekim ayına ait toprak örneklerinden *B. bassiana*, *A. flavus*, *Fusarium* spp. (*F. oxysporum*, *F. solani*) ve *Penicillium* sp. fungusları teşhis edilmiştir. 2011 yılı Aralık ayı toprak örneklerinden ise *B. bassiana*, *A. flavus*, *Fusarium* spp. (*F. oxysporum*, *F. solani*) türleri teşhis etmiştir.

Er (2013) Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş illerindeki antep fıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların varlığını belirlemek amacıyla topladığı 58 toprak örneğinden %87.65 oranında *Beauveria bassiana*, %2.47 oranında *B. brogniartii* ve %9.88 oranında *M. anisopliae* entomopatojen fungus dağılımını belirlemiştir.

Kepenekçi ve ark. (2014) *Purpureocillium lilacinum* TR1 isimli fungus türünün patates böceği'nin, son dönem larvaları üzerindeki etkisini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. İki farklı uygulamanın yapıldığı çalışmada 12 hücreli (her biri 24 mm çapında 20 mm derinliğinde) plastik kaplar kullanılmıştır. Birinci uygulamada her bir hücrenin altına kurutma kağıdı konulurken, ikinci uygulamada her bir hücre 0.2 g steril kum ile doldurulmuştur. Üç ayrı yoğunluktaki (10^6 , 10^7 ve 10^8 spor ml^{-1}) *P. lilacinum* spor süspansiyonu her bir hücreye 0.2 ml uygulandıktan sonra 1 adet patates böceği konularak kapağı kapatılmıştır. Çalışmalar üç farklı sıcaklıkta (15, 25 ve 30°C) yürütülmüştür. Kontrollerde hücre yüzeylerine steril su verilmiştir. Uygulamalardan 2., 4., 6., 8. ve 10. gün sonunda ölümler kaydedilmiştir. Patates böceği ölüm oranları içinde en yüksek etki 25°C'de 10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonunda görülmüştür. Deneme sonunda kontrol olarak kullanılan patates böceği son dönem larvalarında hiçbir ölüm gözlenmemiş

ve tamamı pupa veya ergin döneme geçmiştir. Kum yüzeyine yapılan uygulamalarda daha kısa sürede ölümler gözlenmiştir.

Demir ve ark. (2014) patates böceğine karşı daha etkili bir mücadele etmeni belirlemek ve zararlının entegre mücadele uygulamalarına katkıda bulunmak amacıyla 6 yerel fungus izolatının (*Beauveria bassiana*, Mm-1; *Beauveria bassiana*, Gg-1; *Clonostachys* sp., Gg-3; *Myriodontium keratinophilum*, Gg-11; *Beauveria bassiana*, Dm-5; *Metarhizium anisopliae*, E-1) zararlı üzerindeki insektisidal etkisini laboratuvar ortamında araştırmışlardır. Gg-11 ve E-1 kodlu fungal izolatlar 1×10^7 spor ml^{-1} ile 15 gün sonunda erginler üzerinde %100 ölüm oluşturmuştur. Çalışmalardan sağlanan sonuçlar, *Myriodontium keratinophilum* (Gg-11), *Metarhizium anisopliae* (E-1)'nin zararlı mücadele etmeni olarak geliştirilme ve *Leptinotarsa decemlineata* ve benzeri zararlılara karşı kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Baydar (2015) Ispartanın 6 ilçesinde entomopatojen fungus varlığını tespit amacıyla yaptığı surveylerde *Beauveria* sp. %21.11, *Metarhizium* sp. %5.15, *Fusarium* spp. %45.69, *Aspergillus* spp. %14.29, *Paecilomyces* spp. %0.64, *Penicillium* spp. %2.83 oranlarında belirlemiştir.

Güven ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada farklı konukçu ve bölgelerden izole edilen entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vull. izolatlarının (BMAUM-001, BMAUM-002, BMAUM-003, BMAUM-004) laboratuvar koşullarında patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) 3. dönem larva ve erginleri üzerine etkisini belirlemişlerdir. *Beauveria bassiana* izolatları tek doz (10^8 konidi/ ml^{-1}) olarak püskürtme, daldırma ve kalıntı yöntemleri ile uygulanmış ve uygulamadan 1, 3, 5 ve 7 gün sonra meydana gelen enfeksiyon ve ölümler kaydedilmiştir. Denemeler, tesadüf parselleri deneme deseninde 10 tekerrürlü olarak, 25 ± 1 °C, orantılı nemi % 60 ± 5 'e ayarlı, uzun gün aydınlatmalı (16A:8K) koşullara sahip iklim odalarında yürütülmüştür. Çalışma sonucunda *B. bassiana* izolatlarının her uygulama yönteminde de larvalar üzerinde daha etkili olduğu, erginlerde ise BMAUM-001'de 1 tane, BMAUM-002'de 1 tane ve BMAUM-004'de 2 tane ölüm olduğu saptanmıştır. Püskürtme, daldırma ve kalıntı yöntemlerinde 3. dönem larvalardaki ölüm oranları sırasıyla BMAUM-001 izolatında %

72.7, % 64.5, % 67.7; BMAUM-002 izolatında % 83.6, % 92.9, % 90.8 ve BMAUM-003 izolatında % 83.6, % 59.7, % 79.2 olarak belirlenmiştir.

Uygun ve Karaca (2015) patates böceği ile ilgili yaptıkları bir çalışmada Tokat ili Reşadiye İlçesindeki Hasanşeyh kasabesindeki iki patates tarlasından olası entomopatojen fungusları saptamak amacıyla 1 kg'lık toprak örnekleri almıştır. Hasanşeyh kasabesinde seçilen her iki araziden alınan toprak örneklerinden 4. ve 5. dönem *G. mellonella* larvalarını kullanarak entomopatojen fungus *Beauveria* sp. izole edilmiştir.

Öztürk (2016) patates böceğinden izole edilen 4 entomopatojen fungus ırkının, entomopatojen fungus içeren ticari biyopestisidler olan Priority (*Paecilomyces fumosoroseus*), Nibortem (*Verticillium lecanii*), Nostalgist (*Beauveria bassiana*), Bio-Magic (*Metarhizium anisopliae*), Bio-Nematon (*Paecilomyces* sp.) ve bitki ekstraktları; Nimbedicine EC (Azadiractin)'nin etkilerini laboratuvar koşulları altında *Leptinotarsa decemlineata*'ya karşı etkinliklerini belirlemiştir. İnsektisidal etkiyi karşılaştırmak için Imidacloprid aktif maddeli bir ticari insektisit de kullanılmış olup kontrol grubu olarak distile su kullanılmıştır. Biyolojik kontrol ajanları 2. ve 3. dönem larva dönemlerine, 4. dönem larva dönemlerine ve erginlere spreyleme ve yaprak daldırma metotları olarak uygulanmıştır. Entomopatojen fungusun tek konsantrasyonu (1×10^8 konidi/ml) ve bioinsektisitlerin önerilen dozları uygulama için hazırlanmıştır. Ölü böceklerin sayısı uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonra belirlenmiştir. Denemeler 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullarda, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%60 \pm 5$ nisbi nemde yürütülmüştür. Entomopatojen fungusunlar ve biyoinsektisitler 4. dönem larva dönemleri ve erginlere nazaran diğer larva safhaları üzerine daha etkili bulunmuştur. Sprey metodlarında Bio-Magic, Nibortem ve Nostalgist ikinci dönem larvalarda sırasıyla ile $\%96.4$, $\%92.9$ ve $\%82.1$ oranında ölüme, erginlerde ise sırasıyla $\%20$, $\%36.7$ ve $\%33.3$ oranında ölüme neden olmuştur. 2. ve 4. dönem larva dönemlerine uygulanan tüm *B. bassiana* yerel fungal izolatları $\%100$ ölüme neden olmuştur. Erginlerde görülen ölüm oranı ise $\%58.6$ - $\%86.2$ olmuştur.

Ulusoy (2016) yapmış olduğu çalışmada *Galleria* tuzak yöntemi ve toprak seyreltme yöntemi kullanılarak Türkiye'nin farklı bölgelerinden 150 toprak örneği toplamış ve 71 adet *Beauveria bassiana* izole etmiştir. İzole edilen 71 adet *B. bassiana*'nın; 60'ı *Galleria* tuzak yöntemi kullanılarak, 11'i ise toprak seyreltme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmada ülkemizin topraklarından rastgele seçilen 5 farklı *B. bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) ırkı ile 1 adet standart ırkın (Danimarka) 3 farklı konsantrasyonu (1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 konidiya/ml) tarım zararlısı *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) larvaları üzerinde uygulaması yapılmıştır. LT₅₀ ve LC₅₀ değerlerine bakıldığında *L. decemlineata* için ise KVL 03129 suşunun daha etkili olduğu bulunmuştur.

2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Timonin (1939) enfekteli patates böceği larvalarından izole edilen *Beauveria bassiana*'nın bu böceğin bir patojeni olduğunu belirlemiştir. Deneylerde enfekteli bazı larvaların diğer larval aşamalara geçebildiği görölmüş ama sonunda ileri miselyal büyüme nedeniyle pupal aşamada ölmüşlerdir. Yumurtaların *B. bassiana* sporları ile muamele edildiğinde fungusun yumurtalara saldırmadığı ama yumurtaların açıldıktan 4 gün sonra açığa çıkan enfekteli larvaların ölü bulunduğunu tespit etmiştir. Enfekteli larvalar üzerindeki miselyal gelişmenin zemin üzerindeki topraktan daha fazla olduğu görölmüştür.

Degtyareva (1967) *Beauveria bassiana* spor süspansiyonu ve DDT karışımı ile spreylene *Leptinotarsa decemlineata* larvalarında fark edilen globilin içeriğinde belirgin bir artış ve toplam proteinlerde bazı azalmalar ile beraber protein metabolizmasında belirgin bir bozulma olduğunu bildirmiştir.

Fargues ve Vey (1974) *B. bassiana* fungusu tarafından *L. decemlineata* larvalarının enfekte edilme sürecinin histopatolojik araştırmasını, deri değiştiren enfekteli larvalar üzerinde deneysel olarak gerçekleştirmiştir. Deneyler, art arda deri değiştirerek engellenen ölümlerin, fungusun penetrasyonu ile enfekteli integümentin dışarı atılması arasındaki ilişkiye bağlı olduğunu göstermiştir. Deri değiştirme safhasında larvaların

içerisine *B. bassiana*'nın penetrasyonu, bu fungus tarafından deri değiştirme sıvısının istila edilmesiyle yani oluşum içerisindeki integümentin enfeksiyonu ve deri altındaki dokuların ayrışması ile karakterize edilmiştir. Dokuların ayrışmasını deri değiştirerek bir üst döneme geçen genç larvaların integümental yarılmaları izlemiştir. Deri değiştirme safhasındaki larvalarda çift taraflı bir enfeksiyon süreci görülmüştür. Bir taraftan fungusun, larva integümentinin gömlek değiştirme işlevi ile görevli kısmında meydana getirdiği enfeksiyon, diğer taraftan enfeksiyon sonucu zarar görmüş bölgeler fungusun hifsel organlarının hemolenf içerisine kitlesel penetrasyonu için bir güzergah olmuştur. Bu gibi yaralanmalar, aynı zamanda deri değiştirme sıvısından hemolenfe kadar bakterilerin girişine izin vermiş ve sonrasında bir septisemiye neden olmuştur.

Vey ve Fargues (1977) deri değiştirme sırasında *Beauveria bassiana* tarafından enfekte edilen *Leptinotarsa decemlineata* larvalarında yaptıkları çalışmalarda, deri değiştiren kütikülaya girmek için çalışan fungal penetrasyonun modlarını tanımlamışlardır. Penetran hiflerin mekanik olarak aktif geçişini gözlemlemişler ve deri değiştirme sıvısı içerisinde blastospor oluşumu ve filamentlerin büyümesini izlemişlerdir. Yeni oluşturulan integümente saldırı biçimi, bunun sonucunda integümentte olan değişim ve sonuç olarak vücut boşluğuna girişi de çalışmışlardır. Diğer larvalar deri değiştirebiliyorken, enfeksiyon deri değiştirme öncesinde ölen larvaların bazılarında hızlı bir şekilde gelişmiştir. Koşullar, hastalık oluşumunda en önemli faktör olan ve deri yaralanmalarına neden olan fungusun varlığında anormal bir duruma dönmüştür. Çünkü bu anormal koşullar septisemiye tetikleyerek bakteri ve fungal etmenlerin girişini artırmıştır. Fungus tamamen larvaları istila edip onların ölümüne sebep oluncaya kadar kontamine larvalar hastalık veya zararlanma belirtileri göstermeksizin deri değiştirebilmiş ve uzun bir süre hayatta kalmıştır. Ölümdeki bu gecikme göstermiştir ki deri değiştirme ve hücrel reaksiyonlar belli bir oranda etkili bir savunma mekanizmasıdır.

Samsinakova ve Kalalova (1978) *Paecilomyces farinosus*'un patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) üzerinde etkilerini inceleyerek 4.1×10^7 spor/ml yoğunlukta uygulanan patojenin inkubasyonun 7. gününde, böceğin 1. larva döneminde %96, 2. larva döneminde %70, 3. larva döneminde %82 ve 4. larva döneminde ise %87 oranında ölüm

oluşturduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmanın sonucunda *P. farinosus*' un patates böceğine karşı özellikle 1. larva döneminde *Beauveria bassiana*'dan daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Fargues ve ark. (1980) 1978 yılında Fransa'nın Normandiya ve İvlin illerinde patates parsellerindeki patates böceklerinin larvalarına karşı *Beauveria bassiana*'nın etkinliğini test etmek için tarla denemeleri kurmuşlardır. Sonuçlar 1014 blastospor/ha oranında *Beauveria bassiana* uygulaması Normandiya'daki zararlının larva popülasyonunu büyük ölçüde azaltmış; İvlin'de *B. bassiana* blastosporlarının düşük doz uygulaması (18 ve 73 ırklarla) muamale edilen ve edilmeyen popülasyon seviyeleri arasında önemli ama küçük farklılıklar üretmiş ama yüksek dozlar daha önemli farklılıklar meydana getirmiştir.

Watt ve LeBrun (1984) *Beauveria bassiana*'nın toprak uygulamalarının *Leptinotarsa decemlineata*'nın 1. ve 2. döl pupalarını sırasıyla %74 ve %77'lik bir azalmayla kontrol etmede etkili olduğunu bulmuşlardır. Uygulamalar pupadan çıkan erginlerin azalmasına ve mikosiz oluşumunu artmasına neden olmuştur. Konidialar çıkışı azaltmada blastosporlar olarak üstün olmuş ama mikosiz oluşumunda çok önemli bir fark oluşturmamıştır.

Campbell ve ark. (1985) New York, Long Island'daki Katahdin patateslerinin yetiştirildiği küçük tarla alanlarını, patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say)'dan korumak amacıyla ya entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın 5×10^{13} koloni oluşturan birim/ha dozunu ya da fenvalerate etken maddeli insektisit 227g aktif madde/ha dozunu kullanarak 6 kez muamele etmişlerdir. Birinci döl patates böcekleri tarafından tüketilen toplam bitki yapraklarında ya da yumurta kitlesi büyüklüğünde ve canlılığında *B. bassiana* ve fenvalerate uygulamaları arasında önemli hiçbir farklılık bulunamamıştır. Birinci döl patates böceği larva popülasyonları *B. bassiana*'lı parsellerde önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Birinci döl erginler ve ikinci döl böcek popülasyonları tarafından yumurtlama fenvalerate uygulanan parsellerde daha yüksek olmuştur. Ortalama verim fenvalerate'lı parsellerde 29.4 ton/ha ve *Bb*'lı parsellerde ise %16'lık bir azalma ile 24.6 ton/ha olmuştur. Uygulama yapılmamış yakındaki

parsellerdeki bitkilerin 24 Temmuz'a kadar yaprakları tamamen zarar görmüş ve %60'dan fazla azalma ile 7 ton/ha'dan az verim vermiştir.

Cantwell ve ark. (1986) *Leptinotarsa decemlineata*'nın toprak içerisindeki dönemleri üzerine entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın (7.5 ve 75 g/m²'de) etkisini 1984 ve 1985 yıllarında Maryland'de tarla kafeslerinde bulunan domates bitkilerinde test etmişlerdir. *B. bassiana*'nın her iki seviyesi, kışlayan erginlerde ölümü artırmamıştır. Ancak en yüksek konsantrasyon, 1. nesile ait 4.dönem larvalardan oluşan erginlerde belirgin bir düşüşe neden olmuştur. m²'ye 7.5 g'lık uygulamanın önemli bir etkisi olmamıştır.

Storch ve Dill (1987) entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'yı, 1983-85 yıllarında Amerika'nın Maine eyaletindeki tarlalardaki patatesler üzerinde beslenen *Leptinotarsa decemlineata*'nın kontrolü için test etmişlerdir. *B. bassiana* 5x10¹³ ve 5x10¹² koloni oluşturan birim (kob) oranlarında uygulanmış ve (1983'de fenvalerate, 1984 ve 1985'te permethrin 224 gram aktif madde/ha dozunda uygulanan) standart insektisitlerle mukayese edilmiştir. Sonraki uygulama *L. decemlineata* tarafından yapılan yaprak dökümünü azaltmada en etkili olmuş ve bazı başarılar *B. bassiana*'nın yüksek dozajında elde edilmiş ama düşük dozajlar ile muamele edilen tarlalardaki yaprak dökümü, hiçbir muamele yapılmayan tarlalardaki ile benzer olmuştur. Larvaların miktarı standart insektisit ile muamele edilmiş parsellerde en düşük olmuş ve *B. bassiana*'nın yüksek dozajı ile muamele edilmiş alanlardaki larva miktarı, muamele yapılmamış alanlardakine göre daha düşük bulunmuştur. *B. bassiana*'nın yüksek dozajı ve standart insektisit ile muamele edilmiş bölgelerdeki erginlerin sayısı aynı olmuştur. *B. bassiana*'yı kullanarak Maine'deki *L. decemlineata*'nın yeterli kontrolünü elde etmenin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Hajek ve ark. (1987) Kuzey Amerika'da patates böceği popülasyonlarının kontrolünde *Beauveria bassiana* yaprak uygulamalarının etkinliğini belirlemek amacıyla 3 yıllık bir denemeye iştirak eden 5 araştırma gurubuna ait verileri sunmuşlardır. Her bölgede *B. bassiana*'nın yüksek ve düşük dozajları (5x10¹³ koloni/ha ve 5x10¹² koloni/ha), her bir bölge için önerilen insektisit ve kontrol uygulaması olmak üzere 4 uygulama

kullanılmıştır. İlk değişken tepki, patates veriminde görülmüştür. Tekrarlamalı olarak yürütülen denemelerde 3 yıl boyunca en yüksek verim insektisit uygulanmış parsellerde elde edilmiştir. Deneme bölgelerinde *B. bassiana* uygulanan parsellerden alınan verim, 24 denemenin 8'inde kontrol parsellerindeki verimden daha büyük olmuş fakat bu durumların sadece ikisinde *B. bassiana* uygulanan parsel verimleri de aynı zamanda insektisitli parsel verimlerinden farklı olmamıştır. 1983 verileri bütün eyaletlerdeki veriler ile birlikte değerlendirildiğinde, yüksek dozdaki ya da düşük dozdaki *B. bassiana* uygulamaları ve kontrolleri arasında hiçbir farklılık bulunamamıştır. Kontrol parsellerindeki verimlerden daha yüksek olan patates verimlerinin *B. bassiana*'nın minimum 5.39×10^{11} koloni/ha dozlarında elde edildiği görülmüştür. 1984'de Rhode Island eyaletinde bir çalışmada ise insektisitli parsellerden alınan verimlerden çok da farklı olmayacak şekilde verim veren en düşük *B. bassiana* konsantrasyonu 6.62×10^{12} koloni/ha olmuştur. Farklılık verim açısından olmasına rağmen yaprak döküm oranları 1984 ve 1985'deki *B. bassiana* uygulamaları ve kontrollerinde benzer olmuştur.

Costa ve Gaugler (1989) üç tropikal seviye arasındaki etkileşimleri, fungal enfeksiyona duyarlı böcekler üzerine konukçu bitki etkilerini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say) larvaları 6 solanum konukçusu (*S. chacoense* PI 414143 & 189220, *S. hjertingii* PI 251065, *S. hougasii* PI 161726, *S. kurtzianum* PI 472925 ve *S. tuberosum* L. cv. Lenape) üzerinde yetiştirilmiş ve *Beauveria bassiana*'nın konidiaları ile lokal olarak inokule edilmiştir. Yetiştirme için kullanılan konukçu bitkilerin toplam glikoalkaloit içeriği farklı ($P \leq 0,05$) olmasına rağmen fungal enfeksiyona karşı larvaların duyarlılığı benzer olmuştur. Solanum konukçularının aynı zamanda larvaların sağlığı üzerine etkisi çok sınırlı olmuştur. Muhtemelen lokal olarak *B. bassiana* uygulamasının yani patates böcekleri ağız yoluyla inokule edilmesinin, glikoalkaloitlerin fungus üzerinde sahip olabileceği doğrudan olumsuz etkiyi azalttığı kanısına varılmıştır.

Gaugler ve ark. (1989) yaptıkları bir çalışmada toprakta kışlayan patates böceği erginlerine sonbaharda *B. bassiana*'nın 1.2×10^{10} konidia dozunu toprağa karıştırma, ilkbaharda ise *B. bassiana*'nın 1.3×10^{10} konidia dozunu üç değişik şekilde; a) toprak yüzeyine granül olarak uygulama, b) granül olarak toprağa karıştırma ve c) ıslanabilir toz

formülasyonunda toprağın 7.5cm derinliğine karıştırma uygulamaları yapmışlardır. Toprağın içerisine konidiaların verilmesi fungal dayanımı (sürekliliği) artırmış fakat yüzeye uygulanan konidiaların dayanımı zayıf olmuştur. Genelde iyi kalıcılığa rağmen toprak uygulamaları kışlayan ergin patates böceklerinin kısmen soğuk ve kuru toprak şartları nedeniyle çıkışını azaltmamıştır ama ilkbahardaki yüksek inokulum yoğunlukları nedeniyle çıkan erginlerde önemli oranlarda (%57'ye kadar) mikosiz elde edilmiştir.

Anderson ve ark. (1989) *Leptinotarsa decemlineata*'nın kontrolünde *Beauveria bassiana* ve 5 insektisit formülasyonu kombinasyonunun uygunluğunu ve etkisini incelemişlerdir. Abamectin 0.15 EC, Triflumuron 4 Akışkan, Thuringiensin ABG-6162A (1.5% AI) ve Carbaryl 50 WP ile yapılan testler *B. bassiana*'nın koloni gelişiminin engellenmesinde herhangi bir önemli etki göstermemiştir. Yumurtadan yeni çıkmış patates böceklerinde *B. bassiana*'nın tek başına etkisi aşırı derecede değişken olmuştur. Bir insektisitle verilen *B. bassiana* kombinasyonları, tek başına uygulanan *B. bassiana* uygulamalarından tutarlı bir şekilde daha toksik olmuştur. Çoğu durumda kombinasyon için konsantrasyon-tepki seviyesi, fungusun tek başına uygulandığında hesap edilen seviye ile paralellik göstermiş ve funguslu kombinasyonun toksisitesi göreceli olarak dar sınırlar içerisinde değişmiştir. Bu sonuç iki uygulamanın (*B. bassiana* ve insektisit) eklemeli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. *B. bassiana* + insektisit'li tarla kafes testlerinde ölüm oranları çoğunlukla bireysel etmenler tarafından neden olunanlardan daha büyük olmuş ama sinerjistik bir etki görülmemiştir.

Fargues ve ark. (1991) entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın ikincil etkilerini, *Leptinotarsa decemlineata*'nın henüz yeni deri değiştirmiş 4. dönem larva olarak muamele gören erginleri üzerinde araştırmışlardır. Doğurganlık ve yumurtaların açılması, hayatta kalan erkeklerle çiftleştirilen canlı dişiler içerisinde izlenmiştir. Böcekler 22°C'de yetiştirildiği zaman, erginlerin hayatta kalanları yaşamları boyunca üreme potansiyellerinde bir azalma sergilemiştir. Fungal inokulum dozajına uygun olarak, her bir dişi tarafından konulan yumurtaların miktarındaki azalmalar ve her bir yumurta yığınınındaki ortalama miktarlar sırasıyla %20'den %56'ya ve %18'den %46'ya kadar değişmiştir. Tersine 25°C'de hayatta kalanların doğurganlığı fungal enfeksiyon tarafından etkilenmemiştir. Sıcaklık koşullarına göre *B. bassiana*'nın ikincil etkilerinin

bu değişikliği, 25°C’de muamele edilen larvaların daha düşük enfeksiyon seviyesi ile ilgili olabildiği düşünölmüştür. Ayrıca, her iki sıcaklıkta (22 ve 25°C) larva olarak fungal enfeksiyona uğrayıp sonradan hayatta kalan dişiler tarafından konulan yumurtalar, kontrol böcekleri tarafından konulan yumurtalar kadar verimli olmuştur. Bu durumda patates böceği’nin doğurganlığı üzerine *B. bassiana*’nın ikincil etkisinin sıcaklığa bağımlı olduğu ve bu ikincil etkilerin tarla koşullarında yüksek sıcaklıklarda önemsiz hale gelebildiği sonucuna varılmıştır.

Fargues ve ark. (1994) patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* 4. dönem larvalarının yaprak tüketimi üzerine, entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*’nın etkisini belirlemek için fotometrik bir metot kullanmışlardır. Üç inokulum oranında (10^4 , 3×10^4 ve 10^5 konidia/cm²) test edilmiştir. Üç oranın herhangi birisine maruz kalan *B. bassiana* ile bulaşmış larvalar ilk 24 saatlik süre boyunca, %20’ye yaklaşan önemli beslenme arzusu (phagostimulation) sergilemiştir. İki günde tüketim oranlarında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu süreden sonra, enfeksiyon aşırı açlığa neden olmuş, öyle ki inokule edilen larvalar tarafından erken tüketim, kontrol larvalarına kıyasla önemli bir şekilde daha az olmuştur. Sonuç olarak *B. bassiana* muamelesi tarafından neden olunan, her bir larva başına düşen toplam gıda tüketimindeki azalma test edilen üç oran için %56.6 - %67.8 - %76.2 olmuştur.

Todorova ve ark. (1996) benekli uğur böceği *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake larva ve pupalarının gelişimi üzerine *Beauveria bassiana* ATCC 44860 ve ARSEF 2991 fungus ırklarının etkisini 10^2 , 10^4 , 10^6 ve 10^8 blastospor/ml konsantrasyonlarında değerlendirmişlerdir. *C. maculata*’nın gelişme süreci, bunların kontamine edilmiş polenlerle beslenmesine ya da püskürtme suretiyle muamele edilen 1. ve 2. dönem patates böceği larvalarıyla avlanmalarına izin verilmek suretiyle izlenmiştir. İki *B. bassiana* ırkı *C. maculata*’nın gelişim süreci üzerine farklı etkiler sergilemiştir. ARSEF 2991 ırkı ile muamele edilen patates böceği larvaları *C. maculata*’nın gelişim sürecini azaltıyorken *B. bassiana* ATCC 44860 ırkı ile muamele edilen polen ya da patates böceği larvaları *C. maculata*’nın gelişim sürecini artırmış ama ARSEF 2991 ırkı ile muamele edilen polenler hiçbir etkiye sahip olmamıştır.

Poprawski ve ark. (1997) yaptıkları bir çalışmada *Beauveria bassiana* fungusunun formüle edilmemiş konidialarını, hem predatör *Perillus bioculatus* hem de predatörsüz olarak patates böceğinin tarla popülasyonlarını azaltmak amacıyla uygulamışlar ve şu anda kullanılan kimyasal insektisit kontrol metotlarıyla bu yöntemi karşılaştırmışlardır. Kuru konidialar %0.01'lik Silwet su süspansiyonu içerisinde karıştırılmış ve 5×10^{13} konida/ha dozunda bir sırt pompası aracılığıyla uygulanmıştır. Predatöre ait 1. ve 2. dönem nifler, bir bitkiye bir nif gelecek şekilde salıverilmiştir. Erken sezonda (sıra üzerindeki patatesler çıktıktan sonra) 4 uygulama (3 ila 4 gün aralıklar) ile fungusun yaprak uygulamaları ve haftalık aralıklarla predatör salınımları yapılmıştır. Son fungal uygulamadan sonra etkilenen larva popülasyonlarında gözlemlenen en yüksek mikosiz oranı iki günde % 90'dan fazla olmuştur. Küçük (1. ve 2. dönem larva) ve büyük (3. ve 4. dönem) larvalardaki sezonluk uygulamaların etkileri değerlendirildiğinde uygulamaların hiçbirisinde küçük larvaların yoğunluklarında herhangi bir farklılık olmamıştır. Ama büyük larvalardaki sezonluk yoğunluklar kontrol grubunda, *Beauveria*, kimyasal insektisitlerde (esfenvalerate plus piperonylbutoxide ve oxamyl plus carbofuran) ve *Beauveria-Perillus* uygulamalarında bitki başına sırasıyla 41.4, 9.7, 20.7 ve 9.1 olmuştur. Büyük larva popülasyonlarını azaltan uygulamaların sezonluk etkili olma yüzdeleri *Beauveria*, insektisit ve *Beauveria-Perillus* uygulamalarında sırasıyla %6.6, %50.2 ve %78.0 olmuştur. Büyük larvalar patatesten en fazla yaprak zararına neden olmuştur. 3 ila 4 gün aralıklarla erken dönemdeki larvalara uygulanan *B. bassiana* bu baskının büyük çoğunluğunu ortadan kaldırmıştır. Fungus uygulamaları ciddi oranda yaprak koruması sağlamış ve insektisit uygulamalarından ve diğer herhangi bir uygulamadan daha da etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Lacey ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada *Beauveria bassiana*, genetik yapısı değiştirilerek izole edilmiş *Bacillus thuringiensis* Berliner (Raven) ve aldicarb (Temik)'in 5 haftalık uygulamalarını patates böceğinin kontrolü için karşılaştırmışlardır. *B. thuringiensis*'in düşük ve yüksek dozları (hektara 1.17 ve 7.0lt) uygulanmıştır. *B. bassiana* hektara 5×10^{13} spor dozunda uygulanmıştır. Aldicarb hektara 3.37 kg aktif bileşen dozunda en fazla patates böceği kontrolünü ve patates verimini (45 ton/ha) sağlayacak, ancak hedef olmayan organizmalarda özellikle de predatör Heteroptera'larda en düşük kaybı sağlayacak şekilde uygulanmıştır. Mükemmel böcek kontrolüne uygun

olarak üretilen *B. thuringiensis*'in düşük ve yüksek dozları hektara 33 ton ve 40 ton ürün vermiştir ve predatör Heteroptera ve diğer hedef olmayan organizmaların hayatta kalmasını sağlamıştır. Sıra araları daraltılmadan önce *B. bassiana* uygulanmış parsellerde zayıf bir patates böceği kontrolü sağlanırken sıra araları daraltıldıktan sonra orta ile iyi derece arasında değişen düzeyde kontrol sağlanmıştır. *Beauveria* ile muamele edilen parsellerde verim hektara 33 ton olmuş ve biyoçeşitlilik üzerine etkisi *B. thuringiensis* ile muamele edilen parsellerle karşılaştırılabilir olmuştur. Kışlayan erginlerin en düşük miktarı (0.68–0.84 ergin/0.03 m³ toprak) bakteri ve fungusla muamele edilen parsellerde bulunmuş ve en yüksek miktar ise (3.44 ve 1.84 ergin/0.03 m³ toprak) kontrol ve aldicarb uygulanmış parsellerde gözlenmiştir. Afid gibi yaprak zararlarının mikrobiyal kontrol ajanı uygulanmış parsellerde yüksek yoğunluklar oluşturduğu görülmüş ama aldicarb ile muamele edilen parsellerden bu zararlılar elemine olmuştur.

Jaros-Su ve ark. (1999) patatesin (*Solanum tuberosum*) yaprak hastalıklarını kontrol eden dört fungusitin, patates böceği *Leptinotarsa decemlineata*'nın kontrolünde kullanılan *Beauveria bassiana*'nın sporülasyonu ve bulaşabilirliği üzerine etkilerini laboratuvar ve tarla koşullarında değerlendirmişlerdir. Çalışmada *B. bassiana*'nın neden olduğu böcek ölümleri üzerine fungusitlerin direkt etkileri ile fungusit ve *B. bassiana* uygulaması arasındaki zaman etkisi araştırılmıştır. Toprak içerisinde ve yaprak üzerindeki konidialar üzerine fungusitlerin etkileri, tarla içerisinde incelenmiştir. Larvalar *B. bassiana* ile spreyledikleri zaman kontrolde saf suyun kullanıldığı guruba nazaran önemli ölçüde daha fazla larva ölümü gözlemlenmiştir. Fungusitler tarlada larva ölümü üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Laboratuvarda larvaların hayatta kalanları, fungusit uygulanmış yaprakla beslenen larvalar arasında önemli ölçüde düşük kalmıştır. Laboratuvarda *B. bassiana* kaynaklı ölüm, larvalar sadece bakır hidroksit veya su ile muamele edilmiş yaprakta beslendiği zaman gözlemlenmiştir. Mancozeb ya da chlorothalonil ile muamele edilmiş yaprakla beslenen larvalar, *B. bassiana* uygulamasından bağımsız olarak yüksek ölüme maruz kalmıştır. Tarlada bulunan kadavralardaki *B. bassiana* sporülasyonu üzerine fungusitlerin önemli bir etkisi yok iken, saf su veya bakır hidroksit ile spreylenen parseller içerisindeki konidia üreten kadavraların chlorothalonil ya da mancozeb ile spreylenen parsellere göre daha yüksek oranlarda olduğunu gösteren bir örnek ortaya çıkmıştır. Toprak içerisinde ve yaprak

üzerinde *B. bassiana* konidialarının hayatta kalması, bakır hidroksit ve su ile muamele edilmiş parsellerde, mancozeb ya da chlorothalonil ile muamele edilmiş parsellere göre önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Bakır hidroksit gibi fungusitler, mancozeb ya da chlorothalonile göre fungusa karşı daha az zararlı olabildiği görülmüştür.

Inglis ve ark. (2000) patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* larvalarından ve patatesin (*Solanum tuberosum*) yapraklarından *Beauveria bassiana* konidialarının uzaklaştırılması üzerine yağmurun etkisini araştırmışlardır. İlk deneyde yüzeyler, farklı yoğunluklarda (25, 77 ve 89 mm/h) ve sürelerde (0, 15, 30, 45 ve 60 dak.) yapay yağmura maruz bırakılmıştır. Koloni oluşturan birimin önemli miktarı, yağmura maruz kaldığında yaprakların %89'undan %95'ine kadar ve larvaların ise %34'ünden %70'ine kadar uzaklaşmış ve bu uzaklaşmanın çoğunluğu yağmura maruz kalmanın ilk 15 dakikası içerisinde gerçekleşmiştir. Yağmur yoğunluğu yaprakların ve larvaların üzerindeki konidiaların kalıcılığı üzerine en düşük etkiye sahip olmuş, fakat koloni oluşturan birimin çoğu, en yüksek yağmur yoğunluğu uygulamasına maruz bırakılan larvalardan uzaklaştırılmıştır. Uygulama takiben yaprak ve larvaların her ikisinin kütikülleri üzerinde konidiaların dikkat çeken kümelenmesi gözlemlenmiştir. Yağmur maruz kaldıktan sonra, konidial kümelenme daha az belirgin olmuştur. İkinci deneyde, yağmura maruz kalan konidiaların devamlılığı üzerine altı formülasyonun etkisi araştırılmıştır. Kontrol olarak su, ayçiçeği yağı, ıslanabilir toz ve dört yağ emülsiyonundan oluşan uygulamalar iki oranda uygulanmıştır. Formülasyon patates yapraklarından önemli şekilde koloni oluşturan birimin uzaklaşmasını etkilemiş fakat patates böceği larvalarını etkilememiştir. Ayçiçek yağı içerisine konulup bu şekilde uygulanan konidialar, ilk 30 dk. içerisinde yağın yağmurun 39mm'sine maruz bırakıldığında patates yapraklarından uzaklaştırılamamıştır. Tersine, bu süre boyunca konidiaların kalıcılığı su içerisinde ıslanabilir toz formülasyonunda ve düşük bir hacim oranında (hektara 281 litre suya 2,3 litre yağ) ve yağ emülsiyon formülasyonunda uygulandığında önemli oranda azalmıştır. Yapay yağmur patates böceği larvalarından *B. bassiana* konidialarını daha az miktarda ve yapraklardan ise bunların önemli miktarını uzaklaştırmasına rağmen, su içerisinde uygulanan konidiaların önemli bir kısmı nispeten yüksek yoğunluktaki yağmurlara maruz kaldıktan sonra yerinde kalmıştır. Bulgular göstermiştir ki yaprakların ve larvaların kütikülü ile doğrudan temas içinde olan konidialar, kümeleşmiş halde ve dolayısıyla kütikül

ile temas halinde olmayan konidialara göre yağmur tarafından uzaklaştırılmaya daha az meyilli olmuş ve emülsiyon yağ formülasyonları yaprak üzerindeki konidial tutulmayı artırmıştır.

Todorova ve ark. (2000) farklı kaynak ve coğrafik bölgelerden *Beauveria bassiana*'nın 10 izolatını patates böceğine (*Leptinotarsa decemlineata*) ve yeşil yaprak afidine (*Myzus persicae*) ve bunların predatörü olan benekli uğur böceğine (*Coleomegilla maculata lengi*) karşı 10^7 konidi/ml'lik bir konsantrasyonda laboratuvar koşulları altında test etmişlerdir. Altı izolat, 3 böcek türünün hepsine oldukça virülant bir durum sergilemiştir. Diğer 4 izolat farklı reaksiyonlar sergilemiştir. İzolatlardan 49, 233 ve 210087 iki zararlı böcek için oldukça virülant bir etki sergilerken benekli uğur böceğinde düşük ölüme neden olmuştur.

Klingen ve ark. (2001) Kuzey Norveç'ten dıkları toprak örneklerinden böcek patojeni fungusları belirlemek için tuzak böcek olarak *G. mellonella* ve *Delia floralis* (Fallen) larvaları kullanmıştır. Organik tarımın yapıldığı çiftliklerdeki topraklarda böcek patojeni fungusların çok miktarda olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda *B. bassiana*, *Fusarium merismoides* (L.), *M. anisopliae*, *Tolypocladium cylindrosporium* (Gams) fungusları izole edilmiştir. Tuzak böcek olarak *D. floralis* kullanıldığında *T. cylindrosporium*, *G. mellonella*'dan elde edilene göre daha fazla bulunmuştur

Costa ve ark. (2001) patates böceği larvalarının *Bacillus thuringiensis* CryIIIa delta-endotoksinlerinin akut ve kronik sublethal dozlarına maruz bırakıldığı çalışmada larvaların *Beauveria bassiana*'ya olan duyarlılıklarında önemli oranda ($P>0.05$) bir değişme olmadığını tespit etmişlerdir. *B. bassiana*'ya maruz kalma süreci boyunca önceki maruz kalmadan delta-endotoksine kadar ölüm devam etmiş ve *B. bassiana* aynı zamanda önemli bir düzeyde ölüme neden olmuştur. Delta-endotoksine akut ve kronik olarak maruz kalma önemli oranda larval gelişimi uzatmıştır. Prepupaların ve erginlerin ağırlıkları delta-endotoksine kronik olarak maruz kaldıklarında en büyük etkiye sahip olarak önemli oranda azalmıştır. Zaman ve mekân içinde stres faktörlerindeki (beslenme ve toprak fazları, böcek bağırsağında toksin zararı ya da kutikulaya fungal penetrasyon ve hemoselde aktivite) değişim, *B. bassiana* tarafından neden olunan enfeksiyona karşı

böcek duyarlılığının değişimini engellemiş olabilir. *B. bassiana*'nın endemik popülasyonlarının *Bacillus thuringiensis*'in delta-endotoksinlerine karşı patates böceğinde direnci geliştirme etkisi olduğu düşünülmemektedir.

Fernandez (2001) yaptığı çalışmada (1) *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. fungusuna farklı şekillerde maruz kalan patates böceklerindeki ölümü, (2) patates böceği larvalarının enfekteli kadavralarından gelen *B. bassiana* konidilerinin yaşama kabiliyetini, üretimini ve sporulasyonunu etkileyen konukçu ve çevresel faktörleri, (3) hastalığın patates böceği popülasyonlarındaki yayılımını incelemiştir. Araştırma patates böceği popülasyonlarında *B. bassiana*'nın yayılım sürecinin daha iyi anlaşılmasına yol açmıştır. Patates böceği larvalarındaki en yüksek ölüm oranı (%77) inokule edilen yapraklara maruz kalma ile birlikte *B. bassiana*'nın konidial süspansiyonları ile birlikte böceklerin doğrudan spreyleneceği sayesinde elde edilmiştir. Tek başına doğrudan spreyleme %76 ölümle ve inokule edilen yapraklara maruz kalma ise %34 ölümle sonuçlanmıştır. *B. bassiana* %100 nisbi nemde ve 25 °C sıcaklıkta ölümden sonra iki gün içerisinde sporlanarak larvaları öldürmüş ve böcekbaşına 1.75×10^4 ila 8.7×10^8 konidi üretmiştir. Kadavra boyutunun üretilen konidia miktarı üzerine büyük etkisi olmuştur. 3. ve 4. dönem larvalar, 1. ve 2. dönem larvalardan önemli oranda daha düşük yoğunlukta konidi üretmiştir. *B. bassiana*'nın daha düşük dozları konidi üretimini artırmıştır. Kadavralar %95'den daha düşük nem seviyelerinde konidi üretmemiştir. Nemin orta seviyelerine maruz kalma (kadavralar bir sonraki gün sporlanma için optimal koşullara transfer edildiğinde) sporlanmanın çok uzun bir zaman aldığını göstermiştir. Bu yüzden düşük nisbi nemin fungus için zararlı olduğu görülmüştür. Konidilerin maksimum üretimi için en uygun sıcaklık aralıkları 15 ve 30°C arasında olduğu gözlemlenmiştir. Toprağa maruz kalan kadavralar aynı süre içerisinde toprak olmadan inkübe edilen kadavralardan ortalama olarak daha fazla konidi üretmiştir. Tarla şartlarında *B. bassiana*'nın yaşama kabiliyetini, üretimini ve sporulasyonu için en uygun çevresel koşullar patates bitkisi tacı altında oluşmuştur. Yüksek nisbi nem (>%95) ve toprak nemi sporulasyona ve konidi üretimine yararlı olmuştur. Kadavraların 30 günden daha fazla bir süre boyunca tarla şartlarında dayanabildiği ve konidilerin yaşam kabiliyetinin zamanla azaldığı ama yağmurdan sonra bile tekrar iyileştiği görülmüştür. Patates bitkisi tacı içindeki hastalığın yayılımının tespit edilmesi çok zor olmuştur. Hastalığın yayılması büyük bir olasılıkla

pre-pupa evresindeki böceğin toprakta pupa olup saklanmak amacıyla bir yer ararken toprağa düşmüş sporlanmış kadavralarla toprak yüzeyinde karşılaşması sonucu olmuş olabileceği kanaatine varılmıştır.

Furlong ve Groden (2001) yaptıkları laboratuvar çalışmalarında patates böceği larvalarına karşı uygulanan entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* ile imidacloprid ve cyromazine insektisitlerinin sublethal dozları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İkinci dönem larvalar, *B. bassiana*'nın bir dizi dozları ve imidacloprid'in sublethal dozları ile muamele edilmiş olan patates yaprak diskleri beslendiğinde sinerjistik bir durum gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar larvalar *B. bassiana* konidiaları ile direkt spreylendiklerinde ve imidacloprid ile muamele edilen yaprak diskleriyle doğrudan beslendiklerinde gözlemlenmiştir. *B. bassiana* uygulanmasından 24 saat sonra larvalar imidacloprid'in sublethal dozları ile muamele edilmiş yaprak diskleri ile beslendikleri zaman herhangi bir sinerjistik ilişki tespit edilmemiştir. Fakat sinerjistik ilişki 24 saat sonra larvalar *B. bassiana* konidiaları ile spreylene ve imidacloprid ile muamele edilmiş yaprak diskleri ile beslendiklerinde tespit edilmiştir. Hem imidacloprid hem de triazine grubu böcek gelişim düzenleyicisi olan cyromazine'nin sublethal dozları ikinci dönem larvaların süresini uzatmasına rağmen sadece imidacloprid, *B. bassiana* ile etkileşime girip larva ölümlerinde sinerjistik bir durum oluşturmuştur. Yaprak tüketim çalışmalarında *B. bassiana*'nın en yüksek dozu, inokule edilen ikinci dönem larvalarda teşvik edilmiş beslenmeyi belirlemek için test edilmiştir. Larvalar imidacloprid'in sublethal dozlarıyla muamele edilmiş yapraklar ile beslendiğinde beslenme engellenmiş ve cyromazine'nin sublethal dozuyla muamele edilmiş yaprakla beslendiğinde önemli oranda azalmıştır. *B. bassiana* uygulamasından hemen 24 saat sonra larvaların açlıktan ölmesi, *B. bassiana* ve imidacloprid'in kombine edilmiş uygulamasında benzer sonuçlar oluşturmuş ve *B. bassiana* kontrolleriyle karşılaştırıldığında mikosiz seviyesini artırmıştır. Imidacloprid uygulaması ne böcek kutikulası üzerindeki *B. bassiana* konidia çimlenmesini ne de uygulamadan sonra integümentten alınan konidiaların oranını etkilemiştir.

Wraight ve Ramos (2002) *L. decemlineata* larvalarına karşı çeşitli spreysel uygulamalarının *B. bassiana*'nın yapraktan uygulama etkinliği üzerine olan etkilerini üç sezon boyunca

araştırmışlardır. Uygulamalarda yaprakların alt yüzeyini hedefleyen, 45°'lik açıyla yukarıya yönlendirilmiş ve “drop tube” adı verilen hava akımlı düşey rampa uygulamasına eklenmiş memeler ile CO₂ yardımıyla çalışan hidrolik sırt pülverizatörü kullanılmıştır. Çalışmada 3.45 bar basınçta hektar’a 280 litre sıvı veren pülverizatör kullanılmıştır. *B. bassiana* bir emülsiyon yağ formülasyonu olarak üç oranda (1.25 – 2.5 ve 5x10¹³ konidia/ha) ve iki sprej zaman aralığında (3-4 ve 6-8 günlerde) test edilmiştir. 3-4 gün zaman aralığında yapılan orta ve yüksek orandaki üçlü uygulamalar kontrole göre (%43-65) düşük ve orta seviyelerde sonuç vermiştir. Haftalık aralıklarla yapılan düşük orandaki uygulamalar daha az etkili olmuştur. Islanabilir toz formülasyon (WP) aynı zamanda yağ formülasyonu ile karşılaştırılmıştır. Yağmurda kalıcılığı daha iyi olan yağ formülasyonu önemli derecede WP formülasyonuna (%65 karşı %8 kontrol) göre daha etkili olmuş, ki bu da yağ formülasyonunun yağmura karşı daha dayanıklı olduğunu göstermiştir. Yağ formülasyonlu testler ayrıca iki yöntem kullanılarak karşılaştırılmıştır. 1- “Drop tube”ler ile yapılandırılmış bir püskürtücüden yapılan uygulamalar, 2-Bitki tepe tacının 30cm yukarısından aşağıya doğru yönlendirilmiş “drop tube” olmadan meme uçlarıyla yapılan uygulamalar. “Drop tube”ler üzerine tek olarak eklenen memeli püskürtücü yaprakların üst yüzeyinde ortalama 752 konidi/mm² ve alt yüzeylerinde 482 konidi/mm² (%39) bırakırken “Drop tube” olmadan yapılan püskürtme işlemi yaprakların üst yüzeyinde 1062 konidi/mm² ve yaprak alt yüzeyinde sadece 50 konidi/mm² (<%5) bırakmıştır. Bitki tacının alt kısmından yapılan uygulamalar erken dönemdeki larvalara karşı başlatıldığında bitki tacının üst kısmından yapılan uygulamalara göre daha fazla kontrol sağlamıştır. Geç dönem larvalara karşı başlatılan uygulamalar larvaların iyi bir şekilde kontrolünü sağlamada başarısız sonuç vermiştir. Ancak, tüm uygulamalar hemen hemen geç dönemlere karşı uygulanan ve bitki tacı üzerinden ve haftalık aralıklarla uygulanan spreylemeler, birinci döl ergin böceklerin popülasyonlarında önemli azalmalar (%53-84) vermiştir.

Keller ve ark. (2003) İsviçre’de toplam 82 bölgeden aldıkları toprak örneklerinde *Galleria* tuzak yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmalarda % 96 oranında *M. anisopliae* tespit etmişlerdir. Ayrıca *B. brongniartii* (Saccardo), *I. fumosorosea* gibi diğer entomopatojen fungusları da belirlemişlerdir.

Maranhao ve Alvarez (2003) İspanya'nın Endülüsya, Extremadura ve Canary adalarında 2003 yılında *G. mellonella* tuzak yöntemi kullanılarak topraktaki entomopatojen fungus zenginliği belirlemeye çalışmışlardır. Toprak örneklerinin %81.25'inden entomopatojen fungus elde edilmiştir. Alınan toprak örneklerinin %43.5'inden *M. anisopliae*, %2.5'inden *Isaria* sp. ve *L. lecanii*, %33'ünde *B. bassiana* ve *M. anisopliae*, %2.5'inde *B. bassiana* ve *Isaria* sp. ve *L. lecanii* entomopatojen fungusları izole etmişlerdir.

Asensio ve ark. (2003) İspanya'da tarım yapılan topraklarda, ormanlık arazilerde, maki (*Nerium oleander* L.) bulunan arazilerde ve bahçe arazilerinde böcek patojenlerini tespit etmek 61 ayrı bölgeden alınan toprak örneklerinin %32'inde entomopatojen funguslara rastlamışlardır. Toprakların %21'inde *B. bassiana*, %6.4'ünde *M. anisopliae* ve %4.8 *L. lecanii* tespit edilmiştir. Maki (*N. oleander* L.) arazilerinden aldıkları toprak örneklerinin %22.2 sinde entomopatojen fungusları tespit etmişlerdir.

Tkaczuk ve Renella (2003) İtalya'da ormanlık, otlak, yonca ve buğday tarlarından alınan toprak örneklerinde yapılan entomopatojen fungus tespiti çalışmalarında *G. mellonella* tuzak yöntemi kullanılarak *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *I. fumosorosea* izole etmişlerdir. *B. bassiana* incelenen tüm topraklarda bulunurken *I. fumosorosea* ormanlar hariç bütün topraklardan izole edilmiştir. *M. anisopliae* ise sadece buğday tarlalarında bulunmuştur. Entomopatojen fungus türlerinin *G. mellonella* larvalarını enfekte etme yüzdeleri ormanda %77.3, buğday tarlalarında %27.5, yonca tarlalarında %16.5, otlaklarda ise %9.3 olarak tespit etmişlerdir.

Hozzank ve ark. (2003) 1998 ve 1999 yıllarında Avusturya'nın alçak bölgelerindeki ormanlık araziden, bağ arazisinden, meyve bahçesinden, yol kenarındaki çalılık araziden, nadasa bırakılmış araziden ve ekim yapılmış araziden aldıkları toprak örneklerindeki entomopatojen fungus türlerini tuzak böcek [*G. mellonella* ve *T. molitor* (L.)] kullanarak tespit etmişlerdir. Entomopatojen fungus türleri toprak örneklerinin önemli bir kısmında (%84'ünde) bulunmuştur. En yaygın olarak iki fungus türü, *Beauveria bassiana* (%74), *Metarhizium anisopliae* (%29) ve daha az olarak *I. fumosorosea* (%3) bulunmuştur.

Furlong ve Groden (2003) ikinci dönem patates böceği larvalarının *Beauveria bassiana* konidileri ile muamaleden hemen sonra 24 saat içerisinde beslenme yetersizlikleri, larvaların patojene olan duyarlılığını ve müteakiben sporulasyonu artırmış ama larvaların ölüm süresini azaltmıştır. Besleme araştırmalarında *B. bassiana* uygulaması, sonraki larva gelişim üzerine hiçbir etkiye sahip olmamış ve ölüm uygulamadan 5-6 gün sonra oluşmuştur. 24 saatlik açlık sadece sonraki larva gelişimini geciktirmiş ama ölüm oranını etkilememiştir. *B. bassiana* uygulanarak beslenmeleri engellenen larvalardaki ölüm, uygulamadan 4-5 gün sonra ortaya çıkmıştır. Hem *B. bassiana* uygulaması hem de 24 saat boyunca süren beslenme yetersizliği toplam yaprak tüketimini ve günlük ağırlık artışlarını önemli oranda azaltmıştır. Muamele gününde *B. bassiana*'nın gıdanın biyokütleye dönüştürülmesi üzerine hiçbir etkisi görülmemiştir. Biyokütle, izleyen muamele gününde sadece beslenme yetersizliği ya da *B. bassiana* tarafından etkilenmemiş ama her ikisinin kombinasyonunda önemli şekilde etkilenmiştir. Larvalar sınırlı gıda kaynaklarının bir dizesine maruz kaldıkları zaman, biyokütle mevcut gıdanın tükenmesiyle azalmış aynı zamanda aşırı stres (24 saat boyunca süren açlık) *B. bassiana*'ya olan duyarlılığı artırmıştır. Patates yapraklarına *Dacryodes excelsa* Vahl. ağacının antifeedant özelliğine sahip olan reçinesi lokal olarak uygulandığında ikinci dönem larvaların ağırlık artışlarında ve yaprak tüketimlerinde konsantrasyona bağımlı bir azalma olmuş fakat larva ölüm oranları etkilenmemiştir. Larvalar *B. bassiana*'nın sabit bir konsantrasyonuna ve bir dizi antifeedant konsantrasyonlarına maruz bırakıldıkları zaman 24 saatteki larva ağırlık artışları ve ölüm oranları ile 24 saatteki larva ağırlık artışı ve sporulasyon arasında doğrusal bir ilişki meydana gelmiştir.

Wraight ve Ramos (2004) yaptıkları bir çalışmada *B. bassiana* fungusunun enfeksiyondan sonra birkaç gün içerisinde patates böceği larvalarını öldürme potansiyeline sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak uygun olmayan koşullar altında (örneğin sıcak hava süresince) hastalık oluşumu yavaşlamış, bu durum böceklerin larva gelişimini tamamlamasına ve pupa olmak için toprağa girmesine izin vermiştir. Tarladaki böcek larva popülasyonu, *B. bassiana*'nın GHA ırkının (her biri 2.5×10^{13} konidia/ha olacak şekilde) spreylerine maruz bırakılmıştır. Uygulamalar, erken larval dönemleri hedefleyen 3-4 günlük aralıklarla yapılan 4 spreylemeyi (4 uygulama), büyük larvaları hedefleyen tek spreylemeyi (1 uygulama) ve kontrolü içermiştir. Gelişme

tamamlanıncaya kadar larva popölasyonları örnekleşmiş; olgun larvalar zemine düştüğü için hemen toplanmış ve toprak kafesleri (20 larva/kafes) içerisine yerleştirilmiştir. Sonuçlar (1) kontrol parselleri içerisindeki kafeslere yerleştirilen ve kontrollerden alınan larvalar arasında %22 ölüm oranı; (2) 1 kez ya da 4 kez spreyl uygulaması yapılan parsellerdeki toprağa yerleştirilen ve kontrol parsellerinden alınan larvalar arasında %16-17 ölüm oranı; (3) Kontrol toprağı içerisine yerleştirilen, ya 1 kez ya da 4 kez spreylenen parsellerden alınan larvalar arasında %37-38 ölüm oranı; (4) 1 kez spreylenmiş toprak içerisine yerleştirilen ve 1 kez spreylenmiş parsellerden alınan larvalar arasında %50 ölüm oranı; (5) 4 kez spreylenmiş toprağa yerleştirilen ve 4 kez spreylenen parsellerden alınan larvalar arasında %51 ölüm oranı göstermiştir. Kafeslere düşmeden önceki larva miktarı 1 kez ve 4 kez spreylenen parsellerdeki kontrollere bağılı olarak larva miktarlarında sırasıyla %0 ve %31 azalma göstermiştir. Parsellerde beslenen erginlerin miktarları 1 kez ve 4 kez spreylenmiş böceklerin sayısında sırasıyla %50 ve %70 azalmalar göstermiştir. Bu sonuçlar toprak içerisindeki ölümlerin yaprak spreylemelerinden elde edilen enfeksiyonların öncelikli nedeni olduğı ve büyük larvalara karşı kullanılan spreylerin küçük larvalara karşı kullanılan spreylere göre daha etkili olduğı görölmüştür.

Wraight ve Ramos (2005) entomopatojen bakteri *Bacillus thuringiensis tenebrionis* ile entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* preparatlarının tek başına ve birlikte karışım halinde uygulanmasında patates böceğı (*L. decemlineata*) larvalarının popölasyon değişimine olan etkilerini araştırmışlardır. Tek başına *B. thuringiensis* uygulamasında ilk 14 gün içinde larva popölasyonunun %50-85; *B. bassiana* uygulamasında ise en fazla %25 oranında azaldığı saptanmıştır. Karışım halindeki uygulamada larva popölasyonu %90'ın üzerinde azaldığından *L. decemlineata*'nın kontrolünde her iki preparatın birlikte uygulanabileceğı sonucuna varılmıştır.

Meyling ve Eilenberg (2006) Danimarka'nın Kopenhag bölgesinde yaptıkları topraktan entomopatojen fungus izole etme çalışmalarında *G. mellonella* tuzak yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda tarım arazilerinde en çok *B. bassiana*, çalılık arazilerden alınan toprak örneklerin de ise *I. fumosorosea* funguslarını tespit etmişlerdir.

Sun ve Lui (2008) Çin’de ekili alanlarda ve meyve bahçelerinde *G. mellonella* larvalarını kullanarak topraktaki entomopatojen fungus dağılımları incelenmişlerdir. 2004 ve 2005 yıllarında (kış ayları hariç) yapılan araştırmalar sonucunda 29 tür izole edilmiştir. Bu türlerin 25’i ekili alanlardan, 20’si ise meyve bahçelerinden elde edilmiştir. *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *I. fumosorosea* gibi entomopatojen fungusların hem ekili alanlarda hem de meyve bahçelerinde bulunduğu görülmüştür. Ekili alanlarda daha çok *M. anisopliae*, meyve bahçelerinde ise *B. bassiana* ve *I. fumosorosea* türlerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Noronha ve Goettel (2008) diapoz durumunda ve diapoz durumunda olmayan patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) erginlerinin *Beauveria bassiana* ile inokulasyonunun ardından ölüm oranlarını inceleyen laboratuvar temelli bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçlar laboratuvar da yetiştirilen diyoza pozdaki böcekler ile karşılaştırıldığında, diyoza olmayan böcekler arasında daha yüksek bir ölüm oranı gözlenmiştir. 30 günün sonunda, 10^6 konidi/cm² inokulasyon seviyesinde *B. bassiana* enfeksiyonundan kaynaklanan %85’lik bir ölüm diyoza girmeyen böcekler arasında ve diyoza giren böceklerde ise %20’lik bir ölüm gözlemlenmiştir. 10^4 konidi/cm² olarak inokule edilen böceklerde *B. bassiana* enfeksiyonu nedeniyle diyoza girmeyen böceklerde %20 ölüm, diyozdaki böceklerde ise hiç ölüm görülmemiştir. *B. bassiana* nedeniyle hiçbir ölümün görülmemesi muamele edilmeyen kontrol grubunda gözlenmiştir. Tarladan toplanan diyoza girmeye hazır böceklerle yürütülen benzer bir çalışma da laboratuvar da yetiştirilen diyoza girmemiş böceklerde *B. bassiana* enfeksiyonu nedeniyle gözlemlenen yüksek ölümle benzer sonuçları vermiştir.

Vänninen (2009) Finlandiya’da beş yıl boyunca süren çalışmalarda tarım arazileri ve doğal arazilerden 590 toprak örneği almış ve toprakların %19.8’inden *B. bassiana*, %15.6’sından *M. anisopliae*, %9.2’sinden *I. farinosa*, %1’inden *I. fumosorosea* izole etmiştir.

Kriukov ve ark. (2009) patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say)’nın entomopatojen bakteri *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* Bonnifoi & de Barjak var. *tenebrionis* Krieg et al. ve entomopatojen funguslar *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)

Sorokin veya *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill ile eş zamanlı bir enfeksiyona maruz kalması durumunda larvaların (%95-100'ünde) hızlı bir şekilde ölümüne yol açtığını tespit etmişlerdir. Bakteriler böceklerin beslenmesini bloke ederken fungal sporlar zayıflamış larvaları öldürmüştür. İki patojenin sinerjistik etkisi nispeten $1-5 \times 10^6$ konidi/ml dozunda kaydedilmiş ve bu sinerjistik etki tüm larval dönemlerde kendini belli etmiştir. Bu bakteriyel ve fungal patojenler yapay besin ortamında birbirlerine karşı hiçbir antagonistik etki göstermemişlerdir. Bu mikrobiyal birliktelik %80-90 larva ölüm oranı ve buna bağlı olarak hiçbir yaprak dökümü görülmediği doğal koşullar altında yüksek derecede etkili bulunmuştur.

Noronha ve Goettel (2009) prediyapoz öncesi patates böceklerinde yaptıkları çalışmada, bu böcekleri *B. bassiana* ile yüzeyde muamele edip, daha sonra böcekler kışlamak için toprak içerisine doğru yuva kazarken integüment üzerinde tutulan fungal konidi miktarını ve ek olarak toprak yüzeyinde konidiospora maruz kaldıktan sonra böceklerdeki hastalık başlangıcını değerlendirmişlerdir. Sonuçlar göstermiştir ki böcekler yüzey uygulamasında önemli miktarlarda konidiye maruz kalmış ancak böceklerin çukur derinliği arttıkça integüment üzerinde tutulan konidi miktarı doğrusal olarak azalma göstermiştir. Popülasyonun hemen hemen yarısında (%54 ve %46'sı) çukur derinliği 21 ve 30cm arasında olduğunda tüm konidiler kaybedilmiştir. *B. bassiana* uygulama metodlarından spreyleme, toprağın içerisine konidilerin karıştırılması vs. böceklerdeki hastalığı önemli oranda teşvik etmemiştir ama inokulasyon konsantrasyonu önemli oranda ölüm oranını etkilemiştir. Erginler 10^6 konidi/cm²'ye kıyasla 10^7 konidi/cm² yüzey konsantrasyonuna maruz bırakıldığında çoğu ergin böcek enfekteli olmuştur. Sonbaharda kışlayan popülasyonları azaltmak için *B. bassiana* uygulaması uygun bir seçenek olmamıştır. Çünkü böcekler toprağı kazma süresi boyunca yüzeyde aldıkları konidileri kaybetme eğiliminde olmuşlardır. Böylece kışlama safhası boyunca hastalığın oluşma şansı azalmıştır. İlkbahardaki toprak uygulamaları patates böceği popülasyonlarının azaltılmasında daha yararlı olabileceği öngörülmüştür.

Dubovskiy ve ark. (2010) entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ve organofosforlu insektisitler arasında, kombine uygulamalar sonrası patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say)'nın ölümü üzerine sinerjistik etkiyi tespit

etmişlerdir. Kontrol grubuyla karşılaştırmalı olarak fungus ile bulaştırılmış böceklerde 2. ve 5. günlerde spesifik olmayan esterazlar ve glutatyon-S-transferaz aktivitesinde önemli artışlar gözlenmiştir. Kontrol ile karşılaştırılmalı olarak inokulasyondan sonra 2. ve 5. günlerde fungal enfeksiyonlu böceklerde aynı zamanda implant kapsülleme yoğunluğunda önemli bir azalma kaydedilmiştir. İnsektisit uygulaması kontrol ile karşılaştırıldığında denemenin 2. gününde kapsüllenme yoğunluğunda 1,3 kat'lık bir artışa neden olmuştur. Enfeksiyonlara karşı böceklerin dayanıklılıktan sorumlu sistemlerinin insektisitleri baskılaması, patojen ve insektisit arasındaki sinerjizmin sebeplerinden birisi olarak ele alınmıştır.

Asadalapour ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada farklı böceklerden elde ettikleri 12 türe ait 42 fungal izolatı izole edip tanılamışlardır. Elde edilen fungal izolatlar arasında yedi izolatı Hamedan (İran) ilindeki patates böceği larvaları üzerinde patojenite denemelerinde kullanmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki bütün fungal izolatlar larvalar üzerine patojenik olmuş ve larvaların ölüm yüzdesi fungal spor konsantrasyonunun artmasıyla artmıştır. *Beauveria bassiana* (iki izolat), *Paecilomyces* sp. (iki izolat), *Isaria farinosa*, *Trichoderma koningiopsis* ve *Fusarium verticillioides*'i içeren fungal izolatların 10^7 spor/ml konsantrasyonunda uygulanması sırasıyla %100, %100, %42.2, %42.2, %37.5, %28.37 ve %17.7 larva ölümlerine neden olmuştur. Çalışma *B. bassiana* izolatlarının larvalar üzerinde en patojenik ajan olduğunu göstermiştir. Ek olarak Danito ve Decis insektisitlerinin *B. bassiana*'nın spor çimlenmesi ve miselyum gelişimine etkisi de araştırılmıştır. Sonuçlar bu insektisitlerin *B. bassiana* üzerine biraz etkisi olduğunu göstermiştir. Bu yüzden patates böceğinin entegre mücadelesinin *B. bassiana* ve bu insektisitlerin lethal doz konsantrasyonlarının altında uygulaması suretiyle başarılabileceği görülmüştür.

Akbarian ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarına karşı *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın (4 yerel ve 2 yerel olmayan izolatı) ile *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)'nin (2 yerel izolatını) etkisini araştırmışlardır. Biyoanalizlerde her bir izolatdan beş farklı konsantrasyon 1×10^7 , 5×10^7 , 1×10^8 , 5×10^8 ve 1×10^9 konidi/ml dozlarında 2. ve 4. dönem larvalara uygulanmıştır. Sonuçlar en yüksek konsantrasyonda *B. bassiana*'nın AKB izolatı nedeniyle ölüm yüzdeslerinin 2. ve 4.

dönem larvalar için sırasıyla 78.88 ve 44.44 olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda AKB ve diğer uygulamalar arasında ölüm yüzdeleri açısından önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Diğer izolatlar LRC107, IRAN429C, LRC137, IRAN441C ve Z-1 sırasıyla sonraki sınıflarda skorlanmıştır. Her iki *M. anisopliae* izolatlarından DEMI001 and IRAN437C'nin *B. bassiana* izolatlarıyla karşılaştırıldığında larvalar üzerinde en düşük ölüm oranına sahip olduğu görülmüştür. Tüm denemelerde konidial konsantrasyondaki artış ile birlikte ölüm oranı artmıştır. Elde edilen bu sonuçlardan ötürü 2. dönem larvaların 4. dönem larvalardan daha hassas olduğu görülmüştür.

Mourão ve ark. (2012) patates böceğine karşı 3 biyolojik insektisit (spinosad, azadirachtin ve *Beauveria bassiana*)'nın etkisini ve yaprak dökümü, patates verimi, kalite ve kuru madde üzerine etkilerini ortaya koyan bir çalışma yapmışlardır. Etki; ölüm yüzdesi ve bitkiler üzerindeki 1., 3. ve 4. böcek larva aşamalarının sayısı uygulamadan 2 ve 7 gün sonra belirlenmiştir. Azadirachtin ve *B. bassiana* uygulamasından sadece 7 gün sonra her iki larva dönemine karşı etkili (%65-77 ölüm oranı) olurken, spinosad, thiacloprid'e benzer en yüksek etkiyi (>%97 ölüm oranı) vermiştir. Patates ürün verimi 3 bio-insektisit için benzer olmuş ve thiacloprid için (ortalama 17.5 t/ha) ve kontrolde daha düşük (10.5 t/ha) olmuştur.

Shafighi ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada *B. bassiana*'nın DEBI007 ve IR1217C'den oluşan iki yerel izolatının virülanslığını incelemişlerdir. Her bir izolatın beş farklı konsantrasyonu (1×10^7 – 3.1×10^7 – 1×10^8 – 3.1×10^8 ve 1×10^9 konidia/ml), ikinci dönem larvalar üzerine daldırma yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Sonuç olarak yüksek dozlarda DEBI007 ve IR1217C izolatlarının neden olduğu ölüm oranı sırasıyla %60 ve %57.77 olmuştur. Farklı konidial konsantrasyonların etkileri arasında önemli bir farklılık oluşmuştur; bu nedenle, konidial konsantrasyondaki artışla, ölüm yüzdesi artmıştır. Toprakten önceden izole edilen DEBI007 izolatı IR1217C izolatından daha çok etkili olmuştur. Bu etkili izolat için hesaplanmış LC_{50} değeri 1.4×10^7 konidiospor/ml olmuştur.

Walczak ve ark. (2013) hafif geçen kış aylarının ve soğuk ilkbaharların patates böceğinin gelişimini olumsuz bir şekilde etkilediğini, bununda Polonyada son yıllarda bu böceğin

çoğalım popülasyonlarını azalttığını tespit etmişlerdir. Bu gibi olumsuz koşullarda entomopatojen fungusların kışlayan larvalara karşı yüksek aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Kryukov ve ark. (2014) patates böceği *L. decemlineata*'nın larvaları üzerinde *Cordyceps militaris* (L.) Fr. entomopatojen fungus kültürünün bağışıklık önleyici ve insektisidal aktivitesini ilk kez saptamışlardır. Hayatta kalanlarda doza bağımlı azalmayla sonuçlanan ölümlerin, fungus kültürünün ağızdan alınmasıyla olduğunu, larvaların deri değiştirme ve dolayısıyla gelişme süresinde gecikme olduğunu, toplam hemositlerde (kan hücrelerinde) azalma, hemolenf içerisinde fenoloksidaz aktivitesinde artış, kütikül içerisinde enzim aktivitesinin azalmasının yanı sıra sinerjistik etki seviyesinde *B. bassiana* fungusuna karşı larvaların duyarlılığında artış olduğunu bulmuşlardır.

Wraight ve Ramos (2015) sabah ve akşam saatlerinde hazırlanan fungal patojen *B. bassiana*'nın GHA ırkının tekli ve çoklu yaprak uygulamalarını karşılaştıran spreyleme programlarını tarla sezonu süresince patates ekili küçük araştırma parsellerinde *L. decemlineata*'ya karşı test etmişler, larva ve 1. döl ergin popülasyonlarına karşı etkisini değerlendirmişlerdir. BotaniGard Wp ticari adıyla formüle edilen patojen hektara 468-480 lt püskürtme hacminde 2.5×10^{13} konidia oranında uygulanmıştır. Sonuçlar çoklu uygulama programları ile elde edilebilecek larva kontrolünün çevre nem koşulları ne olursa olsun zayıf olduğunu, ancak oluşan ergin popülasyonların kontrol popülasyonlarına bağlı olarak ortalama %80 oranında azaldığını göstermiştir. Son dönem larvaları hedefleyen *B. bassiana*'nın tek uygulamalı karşılaştırmalı programları ergin popülasyonlarını ortalama %60 oranında azaltmıştır. Sabah ve akşam uygulamalarındaki genel ortalama farklar larva kontrolü ve yaprak döküm zararı açısından önemli olmamıştır. Sonraki döl erginlerinin oluşumu sabah ve akşam uygulamalarında önemli oranda düşük, fakat farklılıklar kontrol yüzdesi açısından küçük olmuştur. *B. bassiana* GHA ırkının çoklu spreyleme programlarından elde edilen ortalama verimler kontrolde olanlardan %18 daha büyük olmuştur. Fakat *B. bassiana* GHA ırkının tekli spreyleme programlarından elde edilen ortalama %5'lik artış önemli görülmemiştir. Gözlemler, orta ve yüksek oranlardaki inokulasyon ve enfeksiyonda ürün kanopisindeki (bitki tacındaki) geniş çevresel şartlar altında elde edilmiştir. Fakat larvalar, toprağa girip pupa olana kadar

larva olarak hayatlarını devam ettirmişlerdir. Mikozis nedeniyle çoğu ölüm toprakta pupalaşma evresindeki pupa öncesi larvalar arasında meydana gelmiştir. Bu sonuçlar *B. bassiana* yaprak uygulamalarının, büyük çiftliklerde ve büyük bölgeler boyunca patates böceği popülasyonunu baskılamayı amaçlayan Zararlılarla Entegre Mücadele (IPM) programlarında önemli bir bileşen olabildiğini göstermiştir.

Tyurin ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada *Metarhizium robertsii*, *M. brunneum* ve *M. pemphigi* ile enfekteli patates böceği larvalarında mikosiz gelişimi ile hümmoral ve hümmresel bağışıklık tepkisini karşılaştırmışlardır. Larvalar *M. robertsii* ve *M. brunneum* ırklarına yüksek derecede duyarlı bulunmuş ama *M. pemphigi*'ye karşı zayıf bir tepki vermiştir. Patojenlere duyarlılığın derecesinde epikutikular ekstraktların fungal büyüme üzerine uyarıcı etkisinin olmadığı görülmüştür. Patates böceğine özgü olmayan *Metarhizium pemphigi* bağışıklık sisteminde herhangi bir önemli değişime neden olmamış ve homoselde kolonize olamamıştır. Larvalar *M. robertsii* ve *M. brunneum* ile enfekte edildiğinde erken mikosiz aşamasında (2. gün) hemosit (kan hücresi) miktarlarında bir artış görülmüş ve ardından 3. gün etkili bir düşüş izlenmiştir. Bağışıklık sistemi hümmreleri, plazmatositler ve granülositler en büyük düşüşü sergilemiştir. Fenoloksidaz aktivitesinde enfeksiyondan 2. ve 3. günden sonra hemolenf ve kütikula içerisinde artış kaydedilmiştir. Bağışıklık sistemindeki bu değişimler spesifik ırk virülensliği ile ilişkilendirilmiştir. Böylece patates böceği larvalarındaki bağışıklık tepkisi, farklı *Metarhizium* türleri tarafından neden olunan mikosiz gelişimindeki farklılıkları belirleyen önemli bir faktör olarak görülmüştür.

Hussein ve ark. (2016) yaptıkları laboratuvar çalışmalarında patates böceğine karşı *Isaria fumosorosea* (syn. *Paecilomyces fumosoroseus*) ırk CCM 8367'yi tek başına ya da entomopatojenik nemotod *Steinernema feltiae* ile kombine uygulandığında oluşan etkiyi değerlendiren bir çalışma yürütmüşlerdir. Patates böceğinin son dönem larvalarında pre-pupa ve pupa dönemlerinin ardından en yüksek duyarlılık gözlenmiştir. Letal konsantrasyon (LC₅₀) 1.03×10⁶ blastospor/ml olarak hesap edilmiştir. Fungusun CCM 8367 ırkı, 7 gün içerisinde %54.5 ölüme neden olan Apopka 97 ırkına göre daha virulent olmuş ve 5 gün içerisinde %92.6 ölüme neden olmuştur. Fungusun nematod ile kombine uygulaması ölümü %98'e kadar artırmıştır. En iyi sonuçlar *S. feltiae* eş zamanlı olarak *I.*

fumosorosea ile birlikte uygulandığında 2 gün içerisinde elde edilmiş; sonraki uygulamalar hem fungusun penetrasyon oranını hem de nematodun gelişmesini olumsuz engellemiştir. *I. fumosorosea*'nın CCM 8367 ırkının patates böceğinin ergin öncesi dönemlerine karşı muhtemel bir biyolojik kontrol ajanı olabileceği sonucuna varılmıştır. Daha yüksek bir etki için entomopatojenik bir nematod ile birlikte uygulama tavsiye edilmiştir.

Tomilova ve ark. (2016) entomopatojen fungus *Metarhizium robertsii* ve *Streptomyces avermitilis*'in doğal bir metaboliti olan avermektin arasındaki etkileşimi patates böceği larvaları üzerinde araştırmışlardır. Avermektinin (ticari adı actarophit) % 0.005'lik yarı dozu ve fungusun (5×10^5 konidi/ml) dozuna sahip eş zamanlı uygulamalarından sonra larva ölümlerinde bir sinerji tespit edilmiştir. Avermektinli uygulamalar böcek hemolenfinde hızlı bir fungal kolonizasyona izin vermiştir. Hemositlerde özellikle immunokompetan hücrelerde (plazmatosit ve granül hücrelerde) mikosizin (inokulasyondan sonraki 3. gününde) ilk safhaları görülmüştür. Tersine avermektinler hemolenfteki hücresel bağışıklığı fungal enfeksiyon için durdurmuştur. Özellikle avermektinler önemli ölçüde fungusla enfekteli ve enfekteli olmayan larvalardaki granül hücrelerinin miktarını azaltmıştır. Laboratuvar koşullarında avermektin tesiri altında gerçekleşen apoptosis (programlı hücre ölümü) sebebi ve hemosit hücre ölümü, hemosit ölümlerinde olası problemlerden birisi olarak görülmüştür. İlave olarak avermektinler, integüment ve hemolenf fenoloksidaz aktivitesini yükseltmiş, enfekteli ve enfekteli olmayan larvaların hemolenf ve şişkin vücutlarındaki glutatyon-S-transferaz aktivitesini artırmıştır. Böylece patates böceği larvalarında *M. robertsii* tarafından gerçekleştirilen fungal enfeksiyonun gelişimi kuvvetlenmiştir. Fungal enfeksiyon ve avermektinlerin kombinasyonu çok bileşenli bioinsektisitlerin gelişimi için olaya yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.

Yaroslavtseva ve ark. (2017) entomopatojen fungus *Metarhizium robertsii* ve *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* var. *tenebrionis* bakterisinin sublethal dozu arasındaki sinerjistik etkiyi *Leptinotarsa decemlineata*'nın 4. dönem larvalarındaki bağışıklık savunma reaksiyonları ve detoksifikasyon sistem aktivitesi ile ilgili olarak çalışmışlardır. Bakteriyel enfeksiyon integümentler üzerinde fungal konidilerin daha fazla çimlenmesine

neden olmuştur. Bakterilerin etkisi altında, toplam hemosit sayısı ve kapsülleme tepkisi de dâhil olmak üzere hücresel bağışıklık parametrelerinde önemli bir azalma bulunmuştur. İntegümentlerdeki fenoloksidaz aktivitesi bakteri enfeksiyonu, mikosiz ve kontrolle karşılaştırılan kombine enfeksiyon altında artmıştır. Ama hemolenf içerisindeki fenoloksidaz aktivitesi sadece bakteriyoz (bakteri enfeksiyonu) altında çoğalmış ve kombine enfeksiyon altında azalmıştır. Hemolenfteki spesifik olmayan esterase ve glutatyon S-transferazın her ikisinin aktivitesi bakteriyozun 3. günü ve mikosizin ilk gününde görülmüştür. Ama detoksifikasyon enzimlerinin engellenmesi kombine edilmiş enfeksiyon altında tespit edilmiştir.

Wraight ve Ramos (2017) patates böceği larvalarına karşı *B. bassiana* GHA ırkının iki formülasyonunun etkinliği üzerine inokulasyon metodunun etkilerini araştırmışlardır. Kuru sera koşulları altında yaklaşık %58 ölüm *B. bassiana* konidileri ile direkt muamele edilen ikinci dönem larvalarda gözlemlenmiş ve benzer şekilde yaprağa uygulandığında (ya yaprak üzerine ya da yaprak altına) larvalar arasında %10'dan düşük ölüm gözlemlenmiştir. Aynı anda hem doğrudan böcek üzerine spreylere ve yaprak spreyleme meodlarının her ikisine maruz kalan larvalar arasında ölüm yaklaşık %64 olmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemenin ana materyalini patates böceğinin (*Leptinotarsa decemlineata*) 3. larva dönemleri ve erginler ile zararlıya karşı uygulanan entomopatojen funguslar oluşturmuştur.

3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışmada Tokat İli Merkez, Almus, Artova, Başçiftlik, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Sulusaray, Turhal, Yeşilyurt ve Zile ilçelerinde farklı yükseltilere sahip orman alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Tokat İli ve İlçelerinde orman alanlarına ait veriler (da) olarak Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tokat İli ve ilçeleri 2013 yılı orman alanları (Anonim, 2014)

Tokat İli ve İlçeleri	Orman Alanı (da)	Alınan Örnek Sayısı	Elde Edilen Entomopatojen Fungus Örnek Sayısı
Tokat (Merkez)	940 330	47	11
Almus	713 553	36	11
Artova	145 200	7	0
Başçiftlik	52 590	3	0
Erbaa	420 000	21	0
Niksar	462 440	23	2
Pazar	33 550	4	0
Reşadiye	471 290	23	1
Sulusaray	93 500	4	0
Turhal	423 320	21	4
Yeşilyurt	75 980	4	1
Zile	269 250	13	3
Toplam	4 101 003	206	33

3.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Tokat İli ve ilçelerindeki orman alanlarından toprak örnekleri tesadüfi olarak alınmıştır. Toprak örnekleri toprağın üst kısmı kaldırıldıktan sonra yaklaşık olarak 5-20 cm derinliğe kadar bel ile alınmıştır. Bir bölgeden toprak alımı sırasında farklı yükseltilerdeki 5 farklı

noktadan örnekleme yapılmış (aralarında en az 5 metre olmasına dikkat edilecek şekilde) ve alınan topraklar plastik torba içerisinde karıştırıldıktan sonra karışımdan yaklaşık 750 g toprak polietilen torbalara konularak laboratuara getirilmiş ve mümkün olduğunca kısa sürede entomopatojenik fungus yönünden incelenmiştir (Ali-Shtayeh ve ark., 2002).

3.1.2. *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) Üretimi

Çalışmada kullanılmak amacıyla patates böceği üretimi için Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde 72 m²'lik tül serada üretim sezonu içerisinde yetiştirilmiş olan patates bitkileri kullanılmıştır (Şekil 3.1). Aynı zamanda ekimi yapılmış olan patates bitkisinden, laboratuvar şartlarında böceği beslemek için kullanılan yeşil aksamda temin edilmiştir.



Şekil 3. 1. Arazide patates böceği yetiştirmek için kullanılan örtülü kafes

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

3. 2. 1. *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) Kültürünün Üretilmesi

Toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonu için *Galleria mellonella* larva kültürleri oluşturmak amacı ile GOP Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarındaki *G. mellonella* pupaları alınmıştır. Pupalardan 1 lt'lik cam kavonozlar içerisine yerleştirildikten sonra 25 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 nisbi nemde inkübasyona bırakılmıştır (Er, 2013). Pupadan çıkan erginlerin yumurta bırakması için kavonozların üst kısmına kâğıt parçası yerleştirilmiştir. Yumurtadan çıkan larvalar, içerisinde besin ortamı (200 g buğday kepeği, 200 g soya unu, 100 g süt tozu, 150 g mısır unu, 200 g gliserol, 50 g maya, 60 g süzme bal) bulunan 1 lt'lik kavonozlara aktararak 4. ve 5. dönem larvalar elde edilmiştir.

3. 2. 2. Tuzak Böcek Kullanılarak Topraktan Fungus İzole Edilmesi

Orman alanlarından laboratuvara getirilen topraklar iklim odasında (25 ± 2 °C) 4 gün tutularak kurutulmuş ve daha sonra içerisinde bulunan yabancı maddelerden (yaprak, taş, odun parçası vb.) arındırmak amacı ile 2 mm eleklerden geçirilmiştir. Hazırlanan her bir toprak örneği 90 mm'lik steril cam petri kaplarına 50'şer gram gelecek şekilde konulmuş ve toprağa steril saf sudan 10'ar ml püskürtülmek suretiyle yaklaşık tarla kapasitesine gelene kadar nemlendirilmiştir. *G. mellonella* larvaları yaşadıkları ortamda ağ (kokon) oluşturmaktadırlar. Çalışmada kullanılan larvaların ağ oluşturmalarını önlemek için larvalar 50°C'de 120 sn bekletildikten sonra petri kaplarına aktarımları gerçekleştirilmiştir. Her bir bölge için 3 tekerrürlü olarak hazırlanan cam petrilerdeki her bir toprak örneğine 5'er adet aynı yaş ve büyüklükte 4. veya 5. dönem *Galleria* larvası konulmuştur. Petrilerin kenarları parafilm ile kapatılarak 25 ± 2 °C'de, karanlıkta 7-14 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince petrilerdeki toprak nemi tarla kapasitesinde tutulmuş ve her gün petriler alt üst edilerek böceklerin toprak ile teması sağlanmıştır (Meyling ve Eilenberg, 2006). Denemeler 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2 kez tekrarlanmıştır.

3. 2. 3. Enfekteli Larvalardan Entomopatojenik Fungus İzolasyonu

İnkübasyon süresi sonunda petriler kontrol edilmiş ve ölü bulunan larvalar ölüm nedenlerinin fungal enfeksiyon olup olmadığının anlaşılması için %1'lik sodyum hipoklorit solüsyonunda 2-3 dk. yüzey sterilizasyonuna tabi tutulduktan sonra steril saf sudan 2 kez geçirilmiş (Quesada-Moraga ve ark., 2007) ve içerisinde nemli filtre kağıdı bulunan steril petrilere alınarak 25 ± 2 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Ali-Shtayeh ve ark., 2002). İnkübasyon neticesinde eksternal fungal büyüme görülen örneklerden funguslar, öze yardımıyla saflaştırılmıştır (Sevim, 2010). Bunun için PDAY [PDA (Potato Dextrose Agar) +%1 yeast ekstrakt] kullanılmıştır. Bakteri kontaminasyonunu engellemek için besi yerine 50 µg/ml ampicilin, 20 µg/ml geniş spektrumlu bir antibiyotik olan tetrasiklin ve 200 µg/ml streptomisin ilave edilmiştir (Ihara ve ark., 2001).

3. 2. 4. İnokulum Üretimi

İnokulasyonlarda kullanılacak spor süspansiyonu elde etmek amacı ile funguslar PDA besi yerinde alt kültürlerle alınmış ve 4 hafta süreyle inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon süresi sonunda kültürlerin bulunduğu petrilerin üzerine pipet ile 10 ml % 0,02'lik Tween 80 içeren steril saf su eklenmiş, cam hokey yardımı ile spor hasadı gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan spor süspansiyonları 3 katlı steril tülbenten süzülerek misel ve agar parçaları uzaklaştırılmıştır. Stok solüsyonlardaki spor yoğunluğu thoma lamı ve ışık mikroskopu kullanılarak belirlenmiştir. Süspansiyonlardan seyreltme yapılarak her bir izolat için 1×10^8 konidi/ml yoğunlukta spor süspansiyonları hazırlanmıştır.

3. 2. 5. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması

Her bir fungus izolatına ait 1×10^8 konidi/ml yoğunluktaki spor süspansiyonlarından 10 ml steril cam petri kaplarına aktarılmıştır. Ergin ve 3. dönem larvalar 5'erli gruplar halinde fungus izolatlarına ait spor süspansiyonlarına daldırılmış ve süspansiyon içerisinde 8-10 sn bekletildikten sonra erginlerin ve larvaların üzerindeki fazla su kurutma kâğıdı ile alınmıştır (Şekil 3.2 ve 3.3).



Şekil 3. 2. Fungus solüsyonuna daldırılan ergin patates böcekleri



Şekil 3. 3. Fungus solüsyonuna daldırılan 3. dönem larvalar

Kontrol olarak içinde spor bulunmayan %0,2 Tween 80 içeren saf su kullanılmıştır. İnokule edilen böcekler 90 mm cam petriler içerisinde 25 ± 2 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Her bir steril cam petri içerisine 5 ml saf su ile nemlendirilmiş steril kurutma kağıtları konulmuştur. Her bir cam petri içerisine ergin ve 3. dönem larvaların beslenebilmesi için taze patates yapraklarının sap kısımları; ıslak pamukla sarılıp, içinde %2’lik gübreli su bulunan küçük tüplere konulup, tüplerin ağızları parafilmle sarılmıştır. Petrilerde bulunan taze patates yaprakları gerektiğinde yenilenmiştir (Şekil 3.4 ve 3.5). 1., 3., 5., 7. ve 11. günlerde canlı ve ölü birey sayımı yapılmıştır. Ölü böcekler steril cam petri kaplarında 5 ml saf su ile nemlendirilmiş kurutma kağıtları üzerine yerleştirilmiş, 14. günde üzerinde fungal gelişme görülen bireyler sayılarak mikosis oranları hesaplanmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 3. 4. İnokule edilen ergin patates böceklerinin petri kabı içerisinde inkübasyona bırakılması



Şekil 3. 5. İnokule edilen 3. dönem larvaların petri kabı içerisinde inkübasyona bırakılması

3. 2. 6. Doz-Ölüm Çalışması

Leptinotarsa decemlineata larvalarına karşı tek doz taramasında etkili bulunan fungus izolatları 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 konidispor ml^{-1} dozlarında denenmiştir. Her uygulama için farklı spor yoğunluğundaki solüsyonlar vortexle karıştırıldıktan sonra kullanılmıştır. Ergin dönemlerdeki böceklerden 5 birey 50 mm çapındaki cam petriler içerisindeki süspansiyona 8-10 sn süre ile daldırılmıştır. Daha sonra yukarıda belirtildiği gibi inkübasyona bırakılmıştır. 1., 3., 5., 7., 9., 11. ve 14. gündeki ölüm oranları ve 2. hafta sonunda ölü bireylerdeki mikosis oranı gözlemlenmiştir. Denemeler süresince günlük bakım işlemleri ve besin ilaveleri yapılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2 kez tekrarlanmıştır.

3. 2. 7. İstatiksel Analiz

Çalışma sonuçları ONE WAY ANOVA yöntemi ile SPSS 17 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir (Spss, 2008). Doz çalışması sonuçları Polo-PC programı kullanılarak analiz edilmiştir (LeOra, 1994).

4. BULGULAR

4.1. Toprak Örneklerinden Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatları

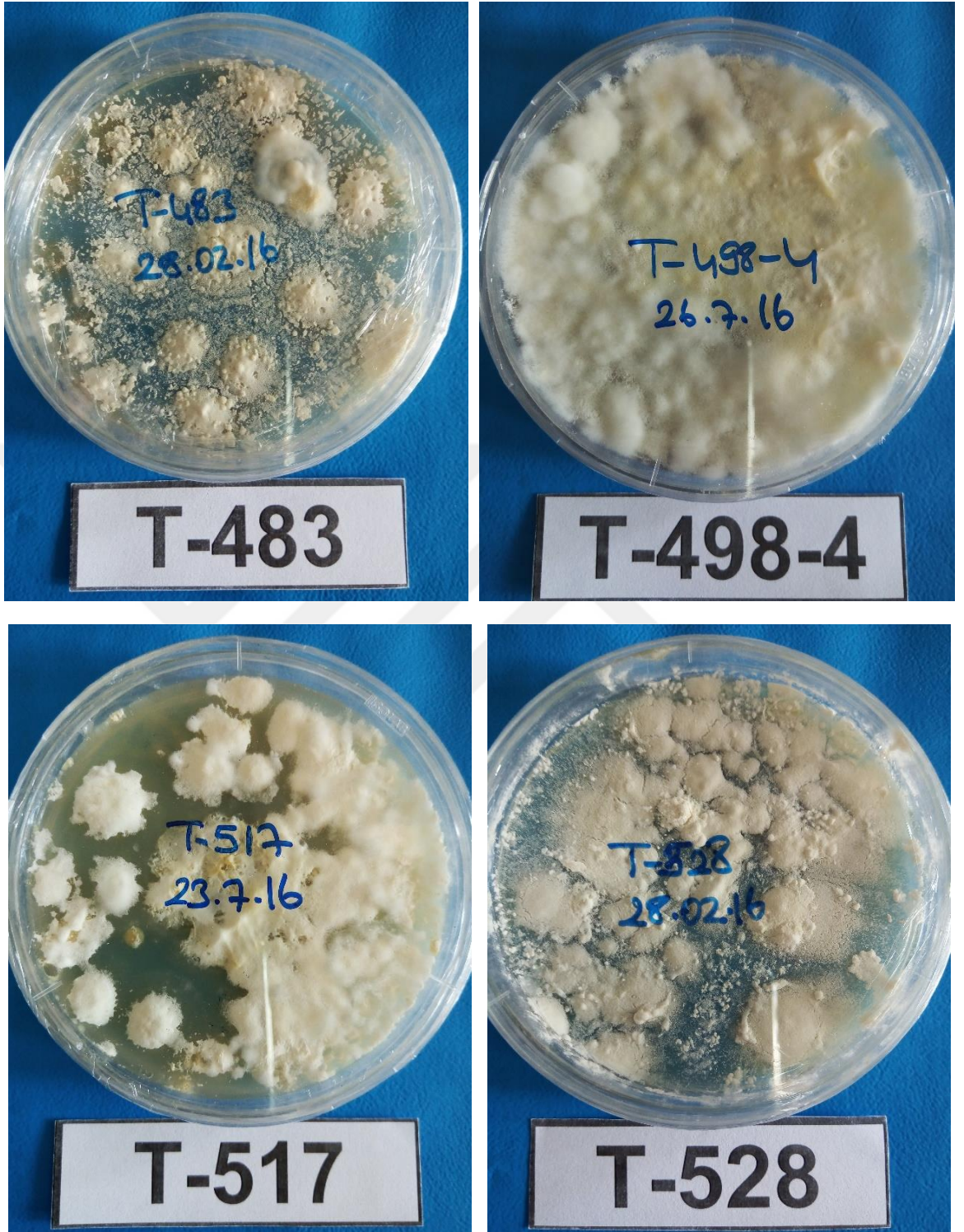
Yapılan tüm izolasyon çalışmaları sonucunda 206 noktadan alınan toprak örneklerinden izole edilen fungus izolatlarının ilçelere göre oransal dağılımı Çizelge 4.1’de ve tanılanan fungus izolatları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tokat yöresinden tuzak böcek olarak kullanılan *G. mellonella* larvalarından 33 adet fungus izolatu elde edilmiş olup bunlar morfolojik ve moleküler (PCR) olarak cins ve tür düzeyinde Prof. Dr. İsmail DEMİR (KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) tanılanmıştır. Bu izolatlardan 25 tanesinin *Beauveria bassiana* (%75.75), 8 tanesinin ise *Talaromyces* spp. olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).

Çizelge 4.1. Tokat İli ve ilçelerindeki orman alanlarından toplanan toprak örneklerinden elde edilen entomopatojen fungus örnek sayısı

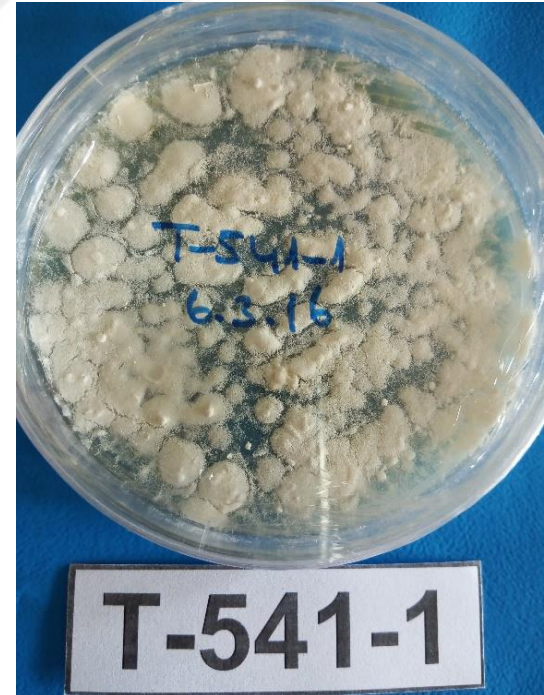
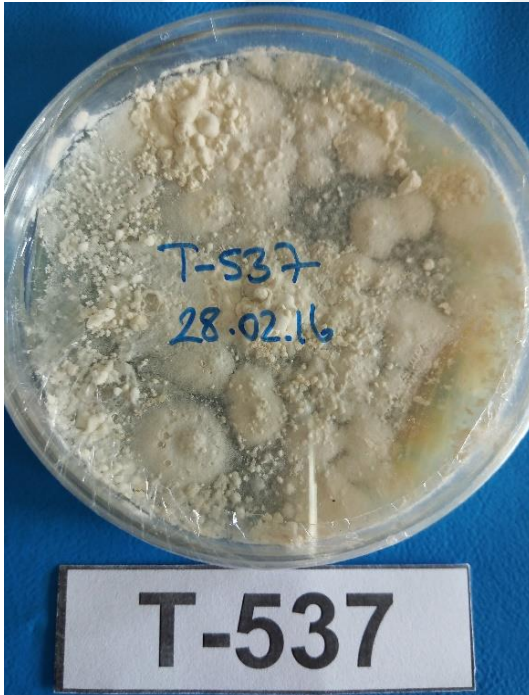
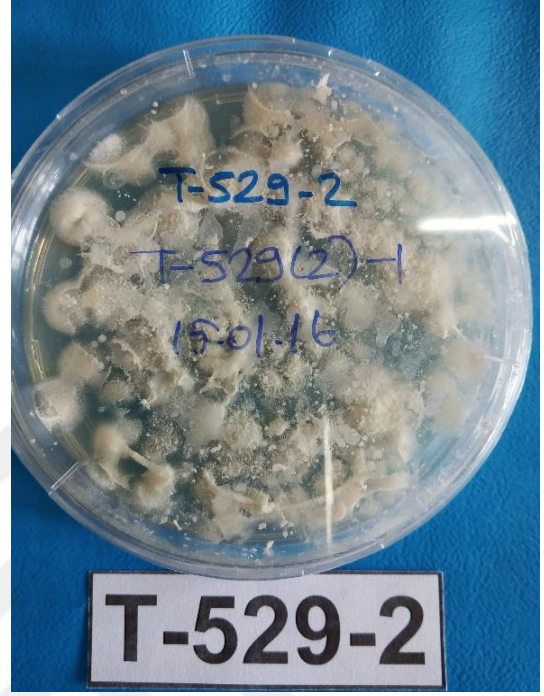
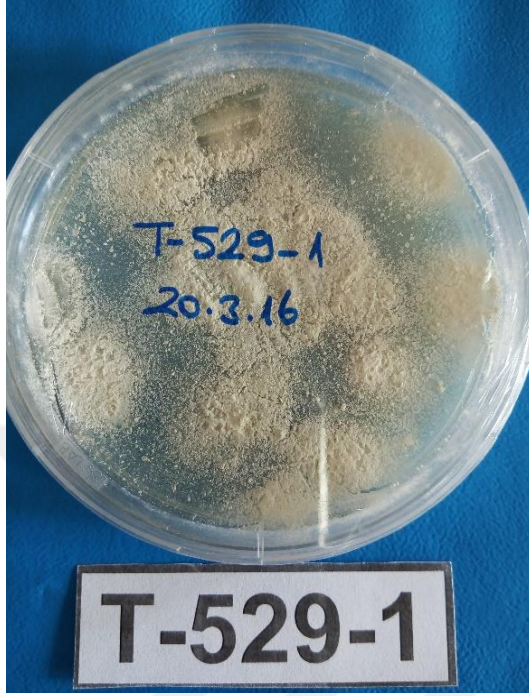
Tokat İli ve İlçeleri	Alınan Örnek Sayısı	Elde Edilen Entomopatojen Fungus Örnek Sayısı	Entomopatojen Varlığı (%)
Tokat (Merkez)	47	11	23.40
Almus	36	11	30.55
Artova	7	0	0.00
Başçıftlık	3	0	0.00
Erbaa	21	0	0.00
Niksar	23	2	8.69
Pazar	4	0	0.00
Reşadiye	23	1	4.34
Sulusaray	4	0	0.00
Turhal	21	4	19.04
Yeşilyurt	4	1	25.00
Zile	13	3	23.07
Toplam	206	33	16.01

Çizelge 4.2. Toprakтан tuzak böcek yöntemi ile elde edilen fungus izolatları

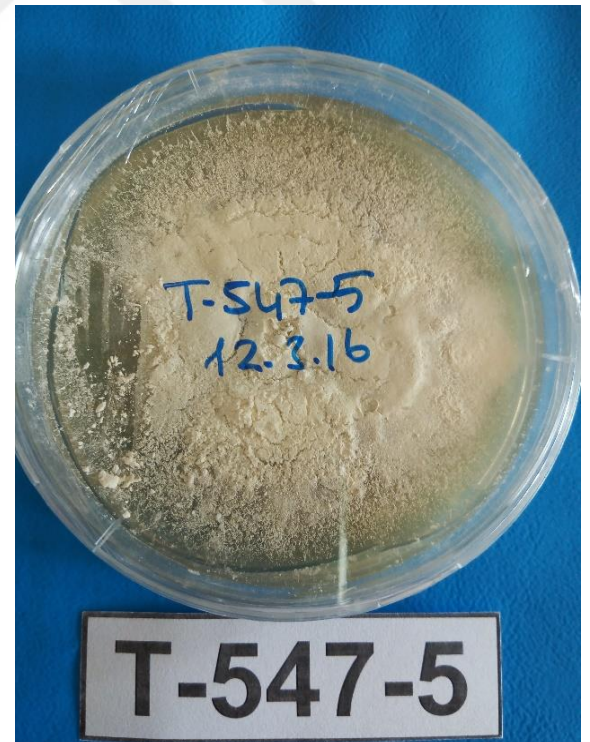
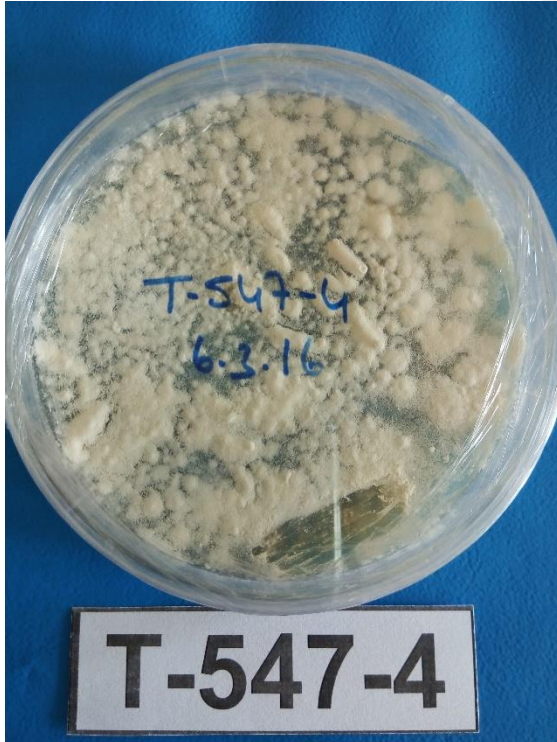
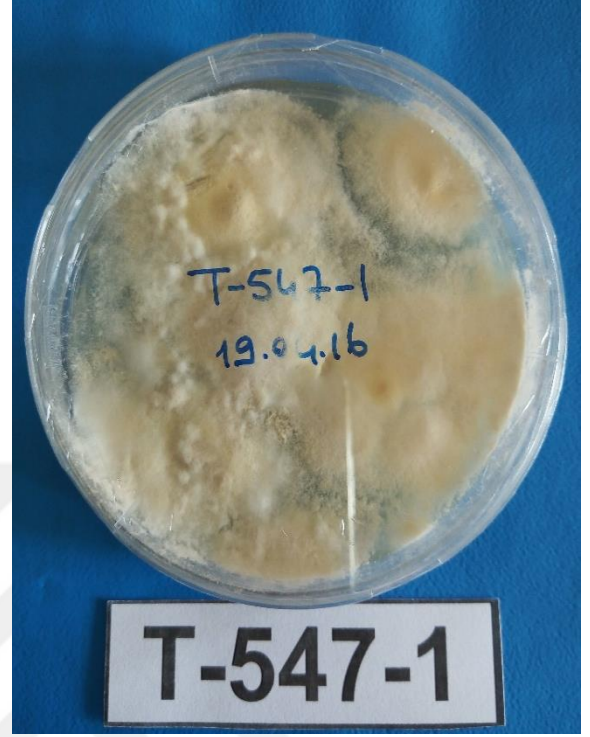
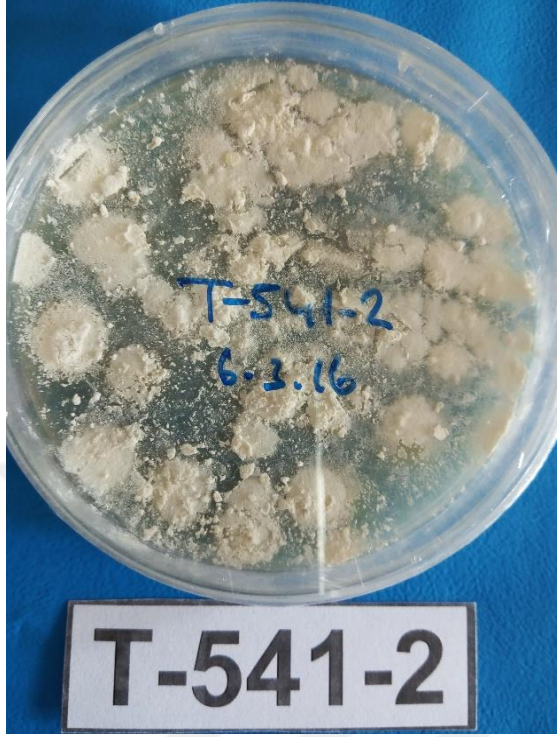
İzolat Numarası	Bulunduğu Yer		Örneğin Alındığı	Koordinatlar			Fungusun Adı
	İlçe	Köy		Kuzey	Doğu	Rakım	
GOPT-479	Merkez	Çamdere	Orman	40° 22' 20"	36° 32' 48"	872	<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-483	Merkez	Merkez	Orman	40° 19' 33"	36° 33' 53"	661	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-498-1	Merkez	Pınarlı	Orman	40° 21' 32"	36° 42' 35"	754	<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-498-2							<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-498-4							<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-501-1	Merkez	Merkez	Orman	40° 19' 56"	36° 30' 07"	628	<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-510	Merkez	Merkez	Orman	40° 19' 46"	36° 30' 30"	606	<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-517	Merkez	Şenköy	Orman	40° 23' 42"	36° 40' 13"	769	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-528	Merkez	Tekneli	Orman	40° 11' 16"	36° 29' 00"	1161	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-529-1	Merkez	Daylıhacı	Orman	40° 12' 38"	36° 30' 36"	1054	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-529-2							<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-537	Almus	Merkez	Orman	40° 22' 22"	36° 52' 00"	1004	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-541-1	Almus	Merkez	Orman	40° 24' 02"	36° 54' 18"	870	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-541-2							<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-547-1	Almus	Ataköy	Orman	40° 25' 09"	36° 54' 29"	808	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-547-2							<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-547-4							<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-547-5							<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-549	Almus	Kuruseki	Orman	40° 24' 54"	36° 54' 42"	872	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-551	Almus	Merkez	Orman	40° 24' 27"	36° 55' 17"	810	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-552	Almus	Merkez	Orman	40° 24' 21"	36° 55' 20"	837	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-557	Almus	Akarçay	Orman	40° 21' 31"	37° 01' 22"	866	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-562	Niksar	Musapınarı	Orman	40° 31' 29"	36° 53' 11"	576	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-563	Niksar	Hamidiye	Orman	40° 34' 16"	36° 55' 06"	270	<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-580-2	Turhal	Çayraltı	Orman	40° 14' 21"	36° 06' 52"	708	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-580-3							<i>Talaromyces</i> sp.
GOPT-583	Turhal	Bahçebaşı	Orman	40° 14' 03"	36° 04' 03"	711	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-584	Turhal	Bahçebaşı	Orman	40° 13' 42"	36° 04' 09"	783	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-597	Zile	Selamet	Orman	40° 13' 29"	36° 00' 37"	952	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-615	Zile	Özyurt	Orman	40° 14' 12"	35° 57' 29"	820	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-617	Zile	Söğütözü	Orman	40° 13' 08"	35° 58' 10"	970	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-624	Reşadiye	Merkez	Orman	40° 22' 45"	37° 21' 19"	516	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-665	Yeşilyurt	Ekinli	Orman	40° 00' 32"	36° 16' 32"	1129	<i>Beauveria bassiana</i>



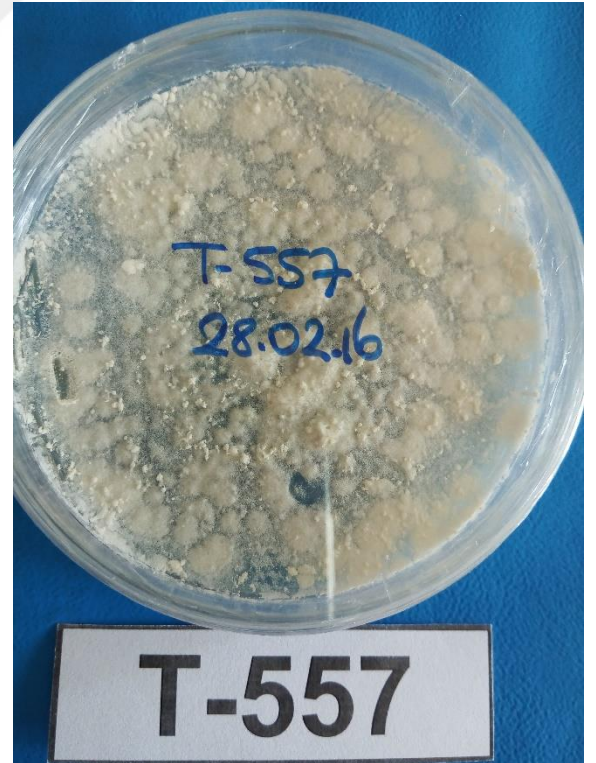
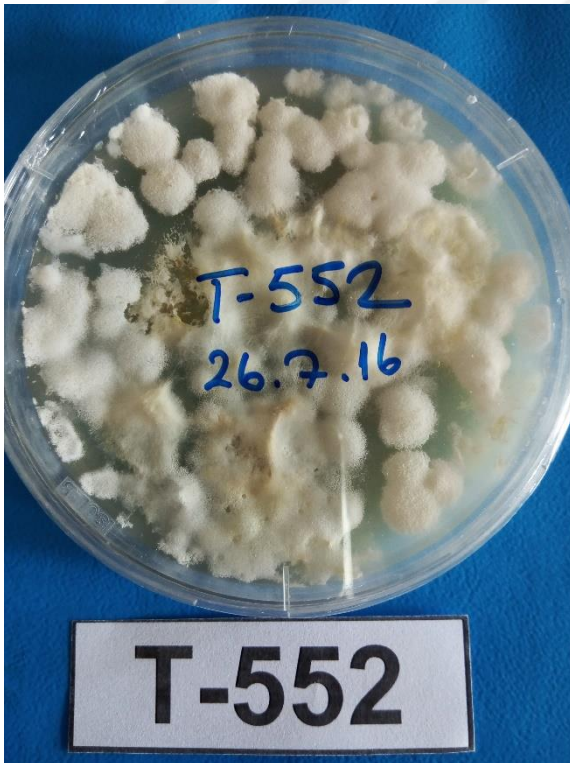
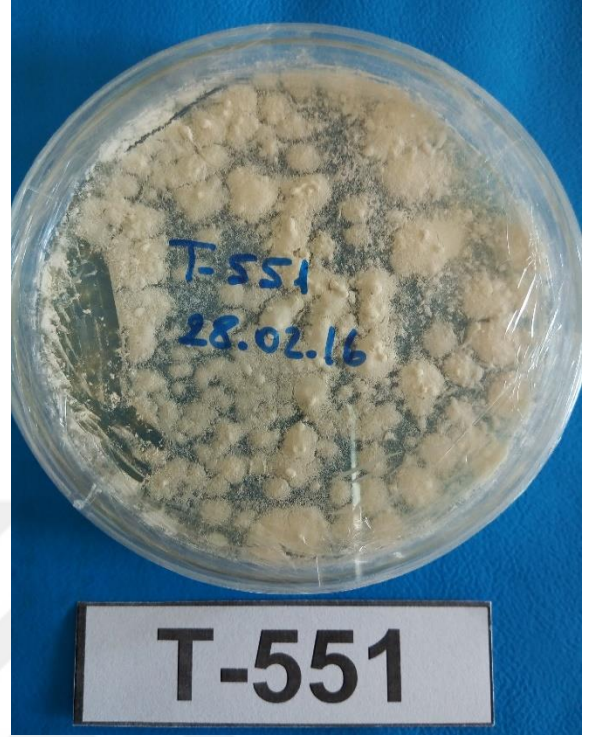
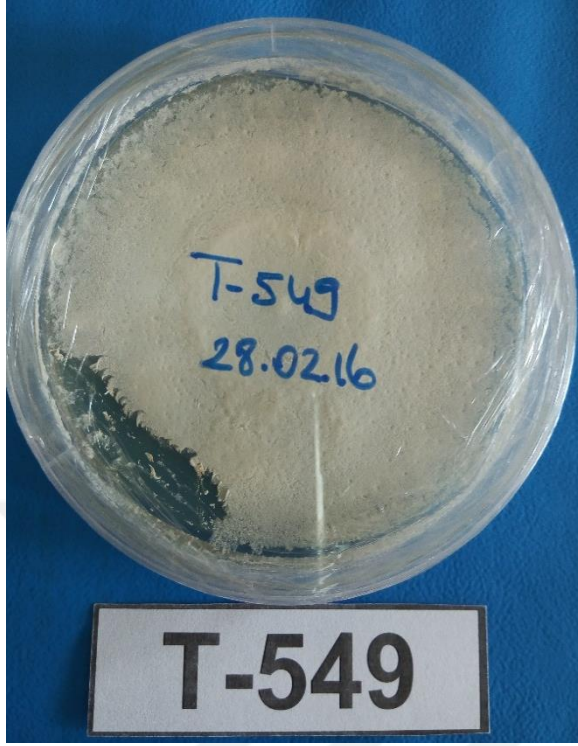
Şekil 4.1. Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



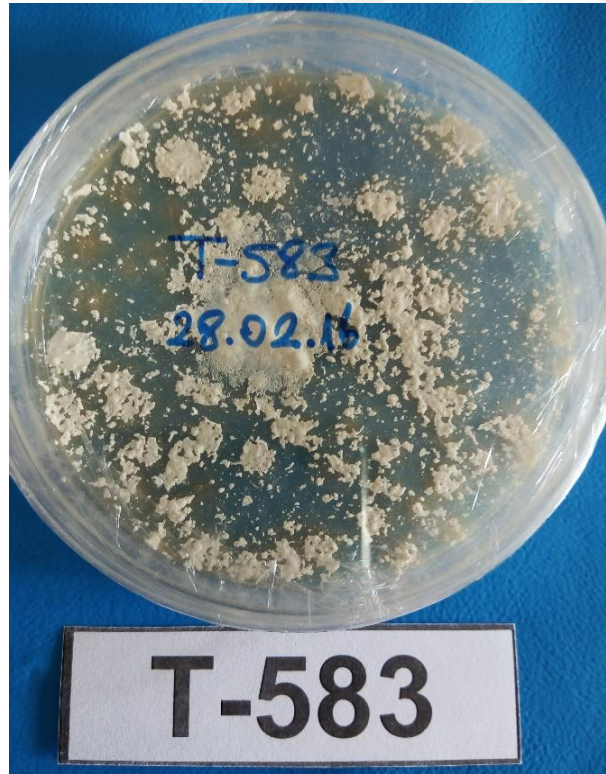
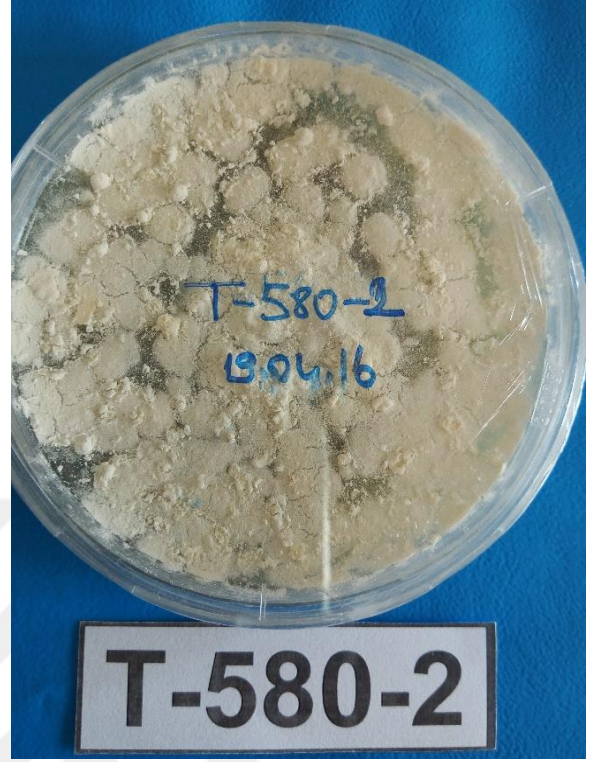
Şekil 4.1. (Devam) Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



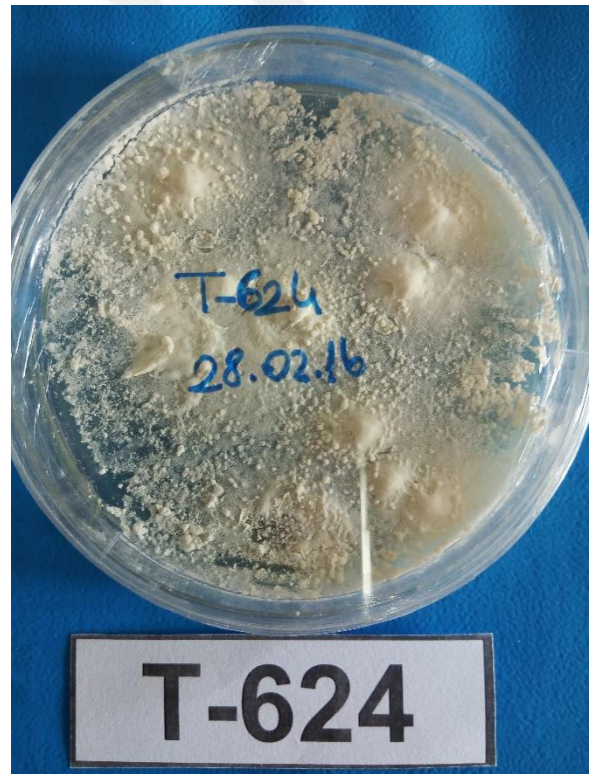
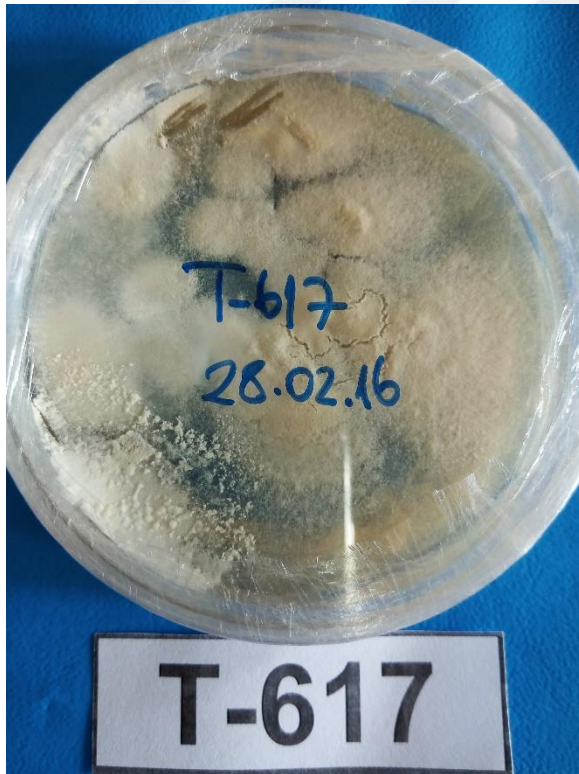
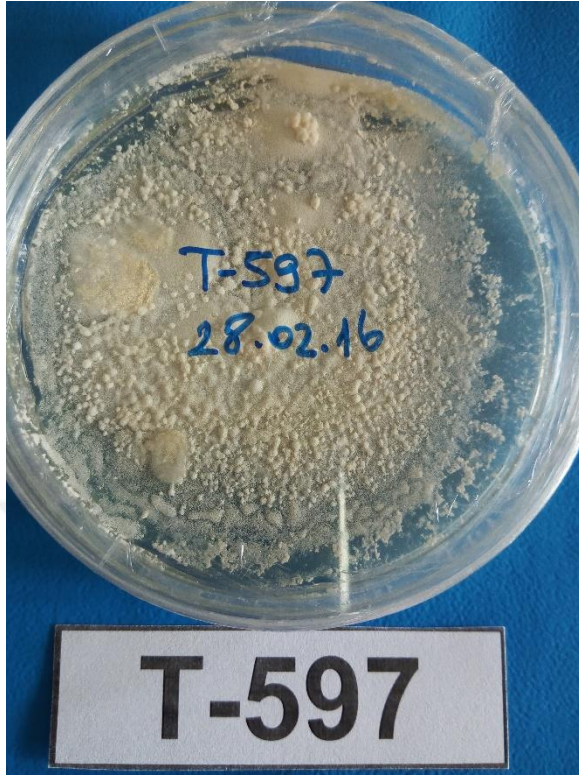
Şekil 4.1. (Devam) Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



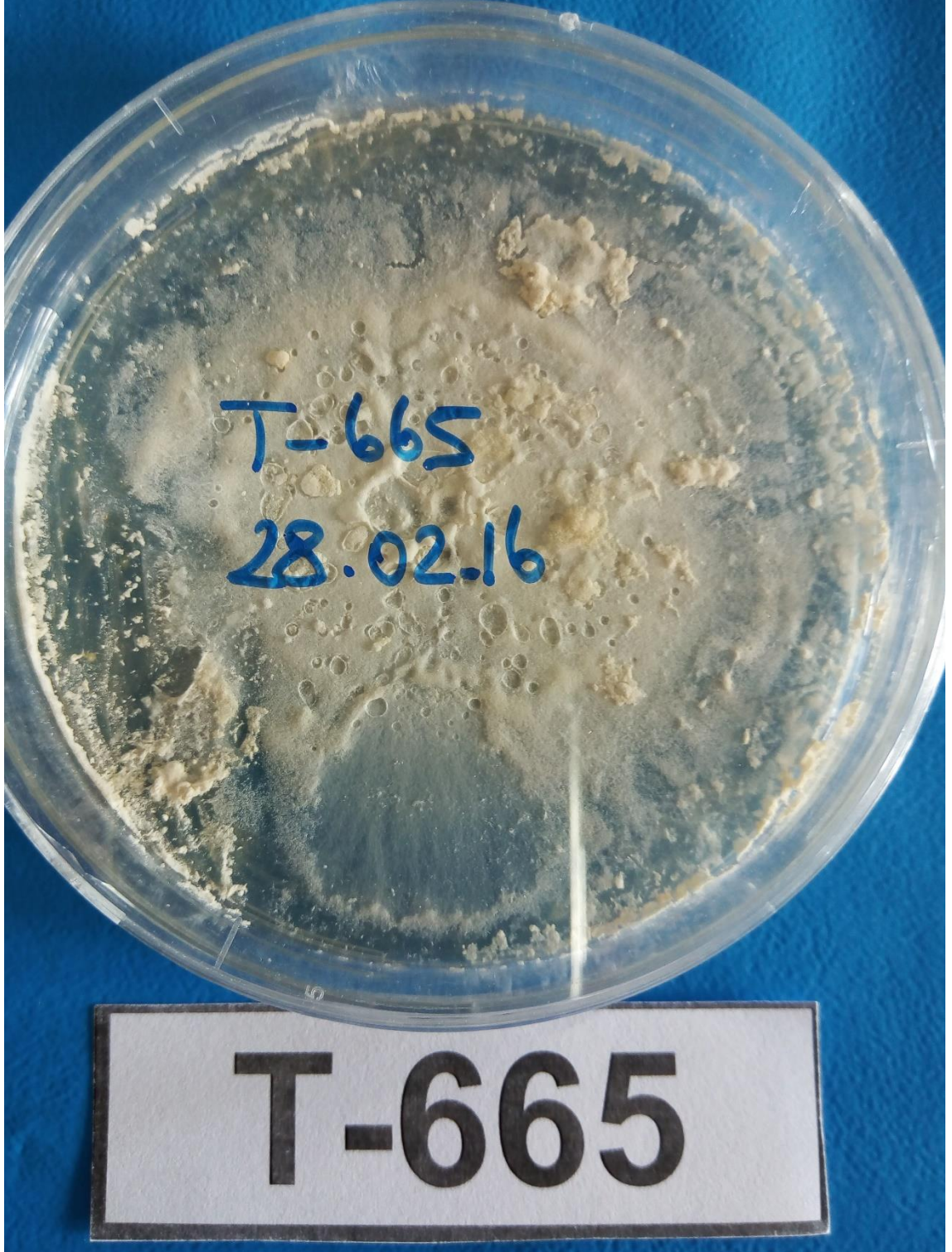
Şekil 4.1. (Devam) Toprakdan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



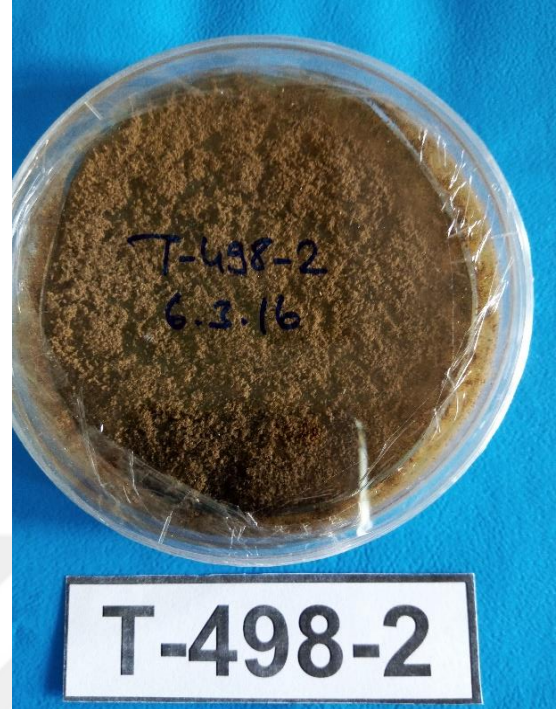
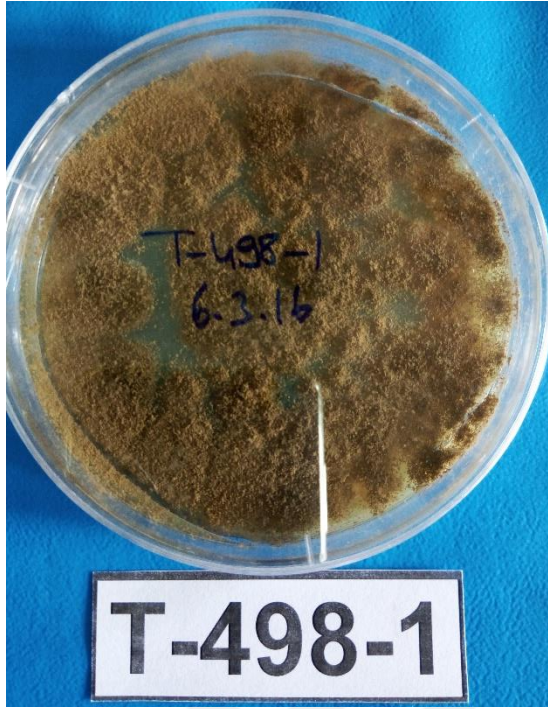
Şekil 4.1. (Devam) Toprakdan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



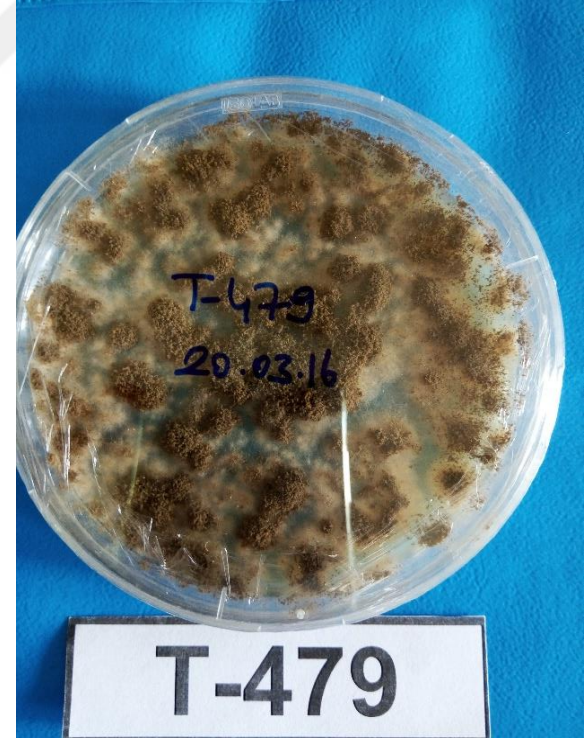
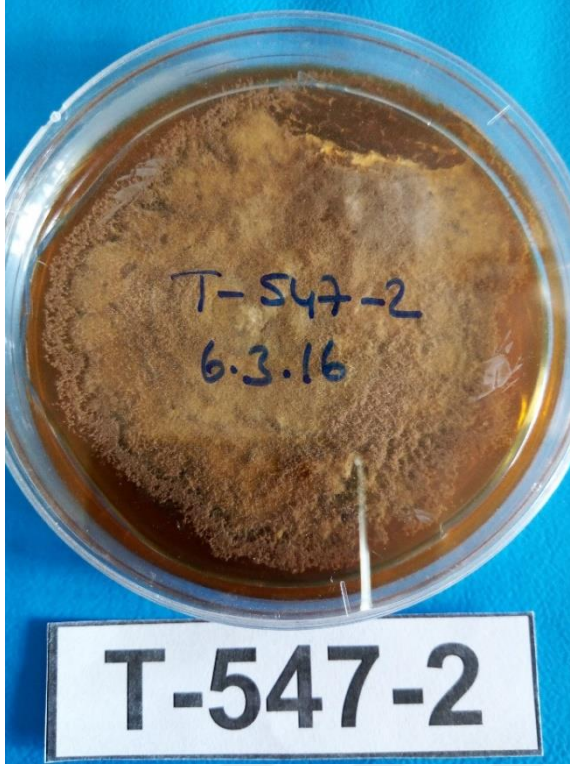
Şekil 4.1. (Devam) Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



Şekil 4.1. (Devam) Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Beauveria bassiana* fungus izolatları



Şekil 4.2. Topraktan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Talaromyces* spp. fungus izolatları



Şekil 4.2. (Devam) Toprakdan tuzak böcek yöntemi ile elde edilen *Talaromyces* spp. fungus izolatları

4.2. *Leptinotarsa decemlineata* 3. Dönem Larvalarına Karşı (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) Tek Doz Taramaları

Elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının spor süspansiyonları ile muamele edildikten sonra 1., 3., 5., 7. günlerdeki 3. dönem larva ölüm oranları Çizelge 4.3.'te sunulmuştur.

Birinci ve üçüncü gün sonunda ölüm oranları incelendiğinde izolatlar arasında önemli farklılıklar olmadığı ($p < 0.05$) görülmüştür. 3. gün sonunda GOPT-597 ve GOPT-549 (%75.00) numaralı izolatlarda görülen ölüm oranları ise kontrolden ve diğer izolatlardan daha yüksek olmuştur. Beşinci günde ölüm oranları arasında önemli farklılıklar bulunmuş olup ($p > 0.05$), GOPT-547-1, GOPT-617, GOPT-549 ve GOPT-665 (%90.00), GOPT-584 ve GOPT-552 (%95.00), GOPT-498-4 (%100.00) numaralı izolatlar 5. gün sonunda yüksek oranda ölüme neden olmuştur. Yedinci günde ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olup ($p > 0.05$), GOPT-597, GOPT-617, GOPT-549, GOPT-624, GOPT-665, GOPT-557, GOPT-583, GOPT-584, GOPT-541-2, GOPT-541-1, GOPT-580-2, GOPT-547-5, GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552, GOPT-562 (%100.00) numaralı izolatlar yüksek oranda ölüme neden olmuştur.

Üçüncü dönem larvalarda en çok ölüme neden olan fungus GOPT-498-4 numaralı izolat olmuştur. Çünkü bu izolat diğer izolatlardan farklı olarak 5. günde %100 ölüme sebep olmuştur.

Erginlerde 11. güne kadar değerlendirme yapılmış olup, 3. dönem larvalarda 7. günden sonra değerlendirme yapılmamıştır. Çünkü larvalarda 7. günden sonra kontroldeki ölüm oranı çok yüksek olmuştur.

Çizelge 4.3. Tek doz tarama (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) sonucunda 3. dönem *Leptinotarsa decemlineata* larvalarının ortalama yüzde ölüm oranları

İzolât Numarası	Ortalama Ölüm *S.D. (%)			
	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	5.00±10.00a	15.00±10.00a
GOPT-498-1	0.00±0.00a	20.00±23.09ab	30.00±25.82abc	65.00±30.00cdef
GOPT-479	0.00±0.00a	30.00±11.54abc	35.00±19.14abcd	60.00±16.33cde
GOPT-547-2	0.00±0.00a	40.00±28.28abc	55.00±19.14abcdef	85.00±19.14defg
GOPT-580-3	0.00±0.00a	20.00±23.09ab	45.00±30.00abcde	55.00±19.14bcd
GOPT-501-1	0.00±0.00a	20.00±16.33ab	30.00±11.54abc	40.00±00.00abc
GOPT-510	5.00±10.00a	45.00±10.00abc	65.00±10.00cdef	70.00±11.54cdefg
GOPT-615	0.00±0.00a	50.00±11.54abc	75.00±25.16cdef	90.00±11.54efg
GOPT-483	0.00±0.00a	45.00±10.00abc	65.00±25.16cdef	80.00±23.09defg
GOPT-547-1	0.00±0.00a	65.00±19.14bc	90.00±11.54ef	95.00±10.00fg
GOPT-563	0.00±0.00a	0.00±0.00a	10.00±11.54ab	25.00±10.00ab
GOPT-498-2	5.00±10.00a	25.00±25.16abc	45.00±10.00abcde	70.00±11.54cdefg
GOPT-597	10.00±11.54a	75.00±37.86c	80.00±28.28cdef	100.00±00.00g
GOPT-537	5.00±10.00a	35.00±19.14abc	60.00±16.33bcdef	85.00±19.14defg
GOPT-617	5.00±10.00a	70.00±11.54bc	90.00±11.54ef	100.00±00.00g
GOPT-549	10.00±20.00a	75.00±10.00c	90.00±11.54ef	100.00±00.00g
GOPT-517	0.00±0.00a	30.00±25.82abc	70.00±20.00cdef	95.00±10.00fg
GOPT-624	10.00±11.54a	50.00±11.54abc	85.00±19.14def	100.00±00.00g
GOPT-665	5.00±10.00a	45.00±10.00abc	90.00±11.54ef	100.00±00.00g
GOPT-557	5.00±10.00a	50.00±11.54abc	80.00±16.33cdef	100.00±00.00g
GOPT-583	10.00±20.00a	50.00±11.54abc	85.00±19.14def	100.00±00.00g
GOPT-529-1	15.00±10.00a	35.00±19.14abc	65.00±19.14cdef	95.00±10.00fg
GOPT-584	0.00±0.00a	65.00±19.14bc	95.00±10.00ef	100.00±00.00g
GOPT-528	15.00±19.14a	50.00±25.82abc	80.00±16.33cdef	95.00±10.00fg
GOPT-529-2	0.00±0.00a	35.00±30.00abc	70.00±34.64cdef	95.00±10.00fg
GOPT-541-2	5.00±10.00a	45.00±19.14abc	80.00±16.33cdef	100.00±00.00g
GOPT-541-1	20.00±16.33a	35.00±19.14abc	60.00±16.33bcdef	100.00±00.00g
GOPT-547-4	5.00±10.00a	40.00±00.00abc	70.00±25.82cdef	95.00±10.00fg
GOPT-580-2	0.00±0.00a	50.00±25.82abc	75.00±19.14cdef	100.00±00.00g
GOPT-547-5	0.00±0.00a	40.00±16.33abc	70.00±11.54cdef	100.00±00.00g
GOPT-498-4	5.00±10.00a	55.00±10.00bc	100.00±00.00f	100.00±00.00g
GOPT-551	10.00±11.54a	50.00±25.82abc	75.00±10.00cdef	100.00±00.00g
GOPT-552	0.00±0.00a	50.00±11.54abc	95.00±10.00ef	100.00±00.00g
GOPT-562	0.00±0.00a	20.00±00.00ab	70.00±11.54cdef	100.00±00.00g

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

4.3. *Leptinotarsa decemlineata* Erginlerine Karşı (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) Tek Doz Taramaları

Elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının spor süspansiyonları ile muamele edildikten sonraki 1., 3., 5., 7. ve 11. günlerdeki ergin ölüm oranları Çizelge 4.4.'te sunulmuştur.

Birinci, üçüncü ve beşinci gün sonunda ölüm oranları incelendiğinde izolatlar arasında önemli bir farklılık bulunmamış olup ($p < 0.05$), izolatlarda görülen ölüm oranları kontrolden ve birbirlerinden önemli bir farklılık göstermemiştir. Yedinci günde ölüm oranları arasında önemli farklılıklar bulunmuş olup ($p > 0.05$), GOPT-498-4 (%66.67) , GOPT-547-5 ve GOPT-551 (%70.00), GOPT-562 (%93.33), GOPT-552 (%100.00) numaralı izolatlar 7. gün sonunda yüksek oranda ölüme neden olmuştur. Onbirinci günde ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olup ($p > 0.05$), GOPT-584 (%80.00), GOPT-528 (%83.33), GOPT-529-2 ve GOPT-541-2 (%86.67), GOPT-541-1, GOPT-547-4 ve GOPT-580-2 (%90.00), GOPT-547-5 (%93.33), GOPT-498-4 ve GOPT-551 (%96.67), GOPT-552 ve GOPT-562 (%100.00) numaralı izolatlar 11. gün sonunda yüksek oranda ölüme neden olmuştur.

Ergin böceklerle kurulan denemelerin sonuçları larva denemeleri kadar yüksek olmasa da etkili sonuçlar elde edilmiştir. Erginlerde en çok ölüme neden olan funguslar sırasıyla GOPT-547-5, GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552 ve GOPT-562 numaralı izolatlar olmuştur. Erginlerde 11 günlük inkübasyon süresi sonunda % 6.67 ile 100.00 arasında değişen ölüm oranları gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. Tek doz tarama (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) sonucunda *Leptinotarsa decemlineata* erginlerinin ortalama yüzde ölüm oranları

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm *S.D. (%)				
	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	11.Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	6.67±10.32ab	10.00±10.95a
GOPT-498-1	3.33±8.16a	6.67±10.32a	6.67±10.32a	6.67±10.32ab	6.67±10.32a
GOPT-479	0.00±0.00a	6.67±16.32a	10.00±16.73a	10.00±16.73ab	10.00±16.73a
GOPT-547-2	6.67±16.33a	10.00±16.73a	10.00±16.73a	10.00±16.73ab	10.00±16.73a
GOPT-580-3	3.33±8.16a	6.67±10.32a	6.67±10.32a	6.67±10.32ab	10.00±16.73a
GOPT-501-1	0.00±0.00a	10.00±10.95a	13.33±10.32a	13.33±10.32ab	16.67±8.16ab
GOPT-510	3.33±8.16a	6.67±10.32a	10.00±10.95a	13.33±10.32ab	16.67±15.05ab
GOPT-615	0.00±0.00a	3.33±8.16a	10.00±10.95a	16.67±8.16abc	16.67±8.16ab
GOPT-483	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	6.67±10.32ab	20.00±12.64ab
GOPT-547-1	0.00±0.00a	10.00±10.95a	13.33±16.33a	16.67±19.66abc	20.00±21.90ab
GOPT-563	0.00±0.00a	6.67±10.32a	6.67±10.32a	16.67±15.05abc	20.00±17.88ab
GOPT-498-2	6.67±16.33a	16.67±19.66a	23.33±23.38a	23.33±23.38abcd	23.33±23.38ab
GOPT-597	3.33±8.16a	13.33±16.33a	13.33±16.33a	16.67±19.66abc	23.33±23.38ab
GOPT-537	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	26.67±10.32ab
GOPT-617	3.33±8.16a	13.33±20.65a	20.00±25.29a	23.33±29.43abcd	26.67±35.02ab
GOPT-549	0.00±0.00a	6.67±16.33a	10.00±16.73a	16.67±15.05abc	33.33±24.22abc
GOPT-517	3.33±8.16a	16.67±15.05a	16.67±15.05a	23.33±15.05abcd	36.67±19.66abc
GOPT-624	0.00±0.00a	6.67±10.32a	16.67±15.05a	26.67±16.33abcde	40.00±21.90abc
GOPT-665	0.00±0.00a	0.00±0.00a	10.00±16.73a	30.00±20.97abcdef	40.00±25.29abc
GOPT-557	3.33±8.16a	3.33±8.16a	10.00±10.95a	23.33±19.66abcd	50.00±20.97bcd
GOPT-583	0.00±0.00a	0.00±0.00a	10.00±16.73a	16.67±15.05abc	50.00±16.73bcd
GOPT-529-1	0.00±0.00a	6.67±10.32a	10.00±10.95a	36.67±15.05abcdefg	66.67±16.32cde
GOPT-584	6.67±10.32a	6.67±10.32a	6.67±10.32a	30.00±20.97abcdef	80.00±21.90de
GOPT-528	0.00±0.00a	6.67±10.32a	10.00±10.95a	43.33±15.05bcdefg	83.33±8.16de
GOPT-529-2	3.33±8.16a	10.00±16.73a	10.00±16.73a	63.33±26.58efghı	86.67±16.33de
GOPT-541-2	0.00±0.00a	6.67±16.33a	6.67±16.33a	36.67±8.16abcdefg	86.67±24.22de
GOPT-541-1	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	53.33±10.32cdefg	90.00±10.95e
GOPT-547-4	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	56.67±15.05defgh	90.00±10.95e
GOPT-580-2	3.33±8.16a	6.67±10.32a	10.00±10.95a	36.67±15.05abcdefg	90.00±10.95e
GOPT-547-5	0.00±0.00a	6.67±10.32a	6.67±10.32a	70.00±20.97ghı	93.33±10.32e
GOPT-498-4	6.67±16.33a	16.67±15.05a	16.67±15.05a	66.67±27.32fghı	96.67±8.16e
GOPT-551	0.00±0.00a	6.67±10.32a	16.67±15.05a	70.00±16.73ghı	96.67±8.16e
GOPT-552	0.00±0.00a	10.00±16.73a	13.33±16.33a	100.00±0.00ı	100.00±0.00e
GOPT-562	0.00±0.00a	13.33±16.33a	20.00±17.88a	93.33±10.32hı	100.00±0.00e

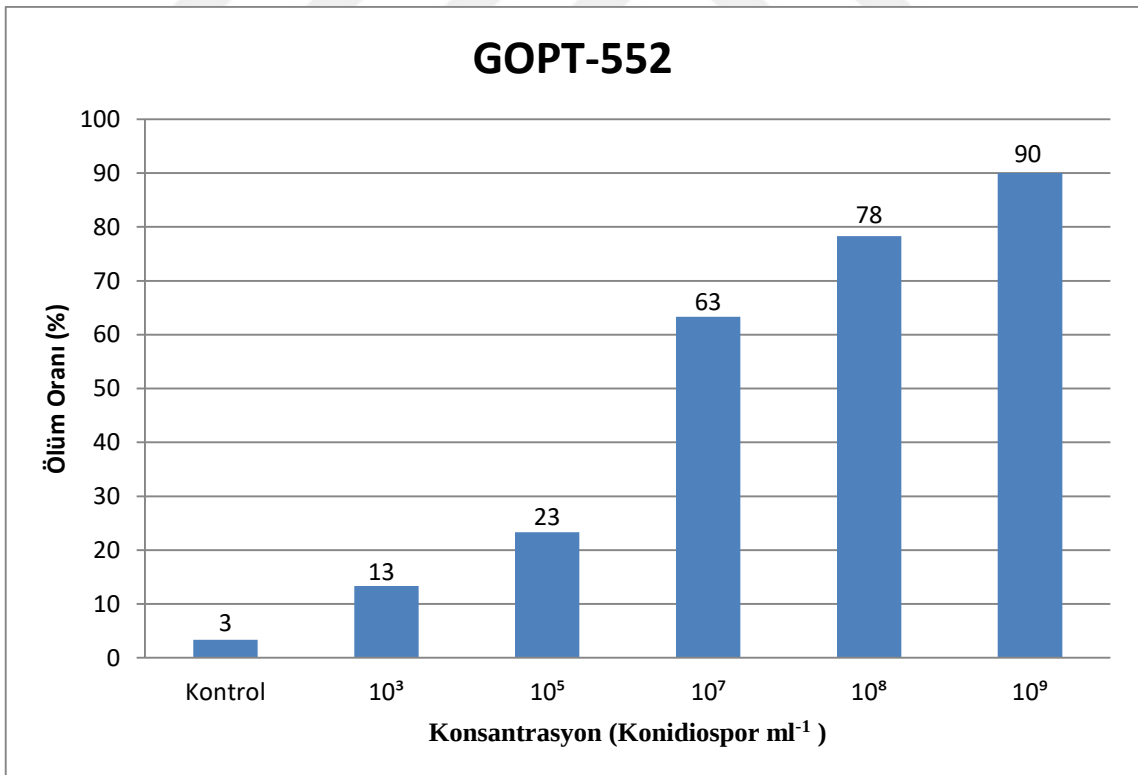
*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, $P<0,05$)

Denemeler süresince zamanla ölüm olması ve mikosis meydana gelmesi, bu zararlının uyguladığımız entomopatojen fungusların etkisi altında olduğunu göstermektedir.

4.4. Doz-Ölüm Çalışmaları

Tek doz taramasının sonuçları göz önünde bulundurularak farklı *B. bassiana* izolatları ile (GOPT-498-4, GOPT-529-2, GOPT-552, GOPT-562) 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarında *L. decemlineata* erginlerine karşı doz-ölüm çalışması yürütülmüştür. Doz-ölüm çalışma sonuçları Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

GOPT-552 numaralı izolatta 1×10^3 dozunda diğer izolatlardan en yüksek oranda ölüm gözlemlenmiştir. Doz artışıyla ölüm oranlarında artışı belirlenmiştir (Şekil 4.3) ve 1×10^9 dozunda %90 oranında ölüm belirlenmiş olup, en fazla ölüm bu izolatta belirlenmiştir.



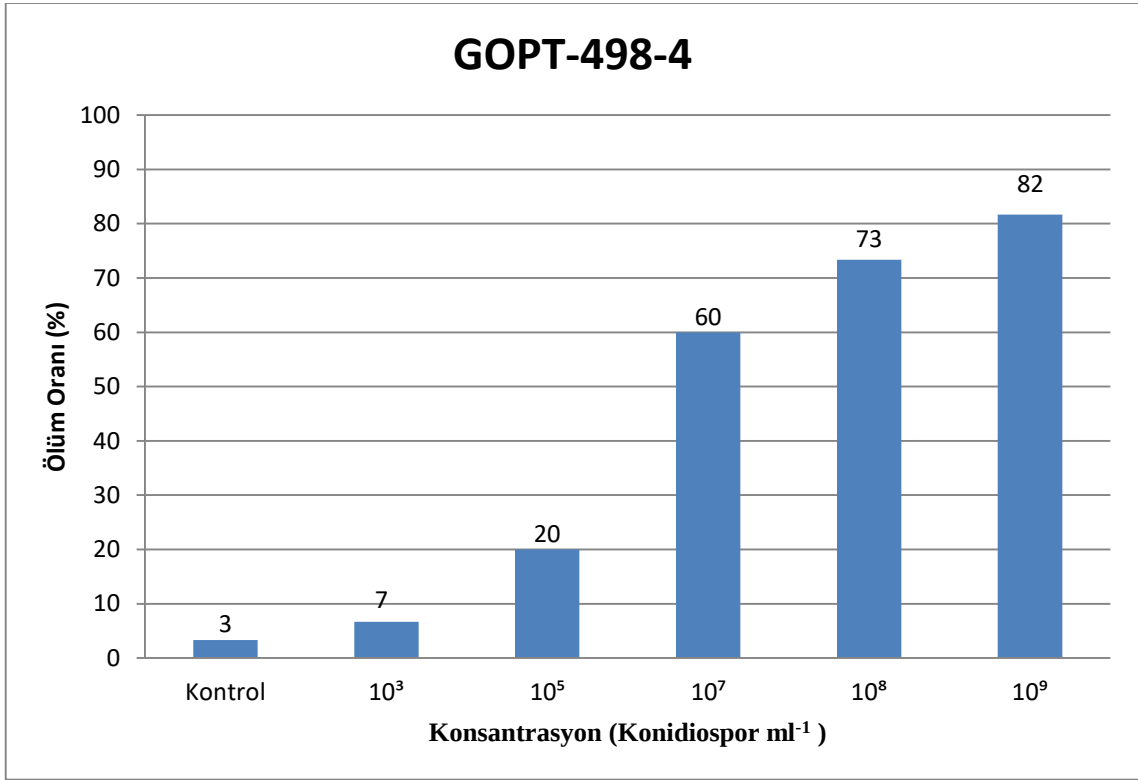
Şekil 4. 3. GOPT-552 numaralı izolatin erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları

Çizelge 4. 5. *L. decemlineata* erginlerinde izolat dozlarının karşılaştırılması

GOPT-498-4 NUMARALI İZOLATIN DOZA BAĞLI ÖLÜM ORANLARI (%)*							
Doz	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün	11.Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a
10 ³	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	6.67±10.32a	6.67±10.32a
10 ⁵	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	6.67±10.32a	10.00±10.95a	20.00±25.30a
10 ⁷	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	21.67±4.08b	25.00±5.47b	40.00±00.00b	60.00±00.00b
10 ⁸	3.33±8.16a	3.33±8.16a	6.67±16.33a	38.33±4.08c	48.33±9.83c	66.67±8.16c	73.33±8.16b
10 ⁹	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	50.00±8.94c	60.00±8.94d	73.33±8.16c	81.67±9.83b
GOPT-529-2 NUMARALI İZOLATIN DOZA BAĞLI ÖLÜM ORANLARI (%)*							
Doz	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün	11.Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a
10 ³	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a
10 ⁵	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	16.67±15.05a	26.67±10.33b
10 ⁷	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	26.67±10.33b	41.67±9.83b	53.33±8.16b	63.33±5.16c
10 ⁸	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	33.33±10.33b	56.67±8.16bc	70.00±8.94bc	76.67±5.16cd
10 ⁹	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	40.00±00.00b	66.67±10.33c	81.67±9.83c	86.67±10.33d
GOPT-552 NUMARALI İZOLATIN DOZA BAĞLI ÖLÜM ORANLARI (%)*							
Doz	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün	11.Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a
10 ³	3.33±8.16a	3.33±8.16a	6.67±10.33a	6.67±10.33a	6.67±10.33a	6.67±10.33a	13.33±16.33a
10 ⁵	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	6.67±10.33a	20.00±25.30a	23.33±32.04a
10 ⁷	0.00±0.00a	6.67±10.33a	6.67±10.33a	26.67±10.33b	43.33±8.16b	60.00±00.00b	63.33±5.16b
10 ⁸	0.00±0.00a	6.67±10.33a	6.67±10.33a	40.00±00.00bc	60.00±00.00bc	68.33±7.52bc	78.33±4.08b
10 ⁹	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	46.67±10.33c	66.67±10.33c	85.00±12.25c	90.00±10.95b
GOPT-562 NUMARALI İZOLATIN DOZA BAĞLI ÖLÜM ORANLARI (%)*							
Doz	1.Gün	3.Gün	5.Gün	7.Gün	9.Gün	11.Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a	3.33±8.16a
10 ³	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	3.33±8.16a
10 ⁵	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	16.67±15.05b	16.67±15.05a
10 ⁷	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	26.67±10.33b	50.00±10.95b	60.00±6.32c	70.00±6.32b
10 ⁸	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	41.67±4.08c	53.33±10.33b	56.67±8.16c	78.33±4.08bc
10 ⁹	0.00±0.00a	3.33±8.16a	6.67±16.33a	50.00±6.32c	60.00±6.32b	70.00±8.94c	86.67±10.33c

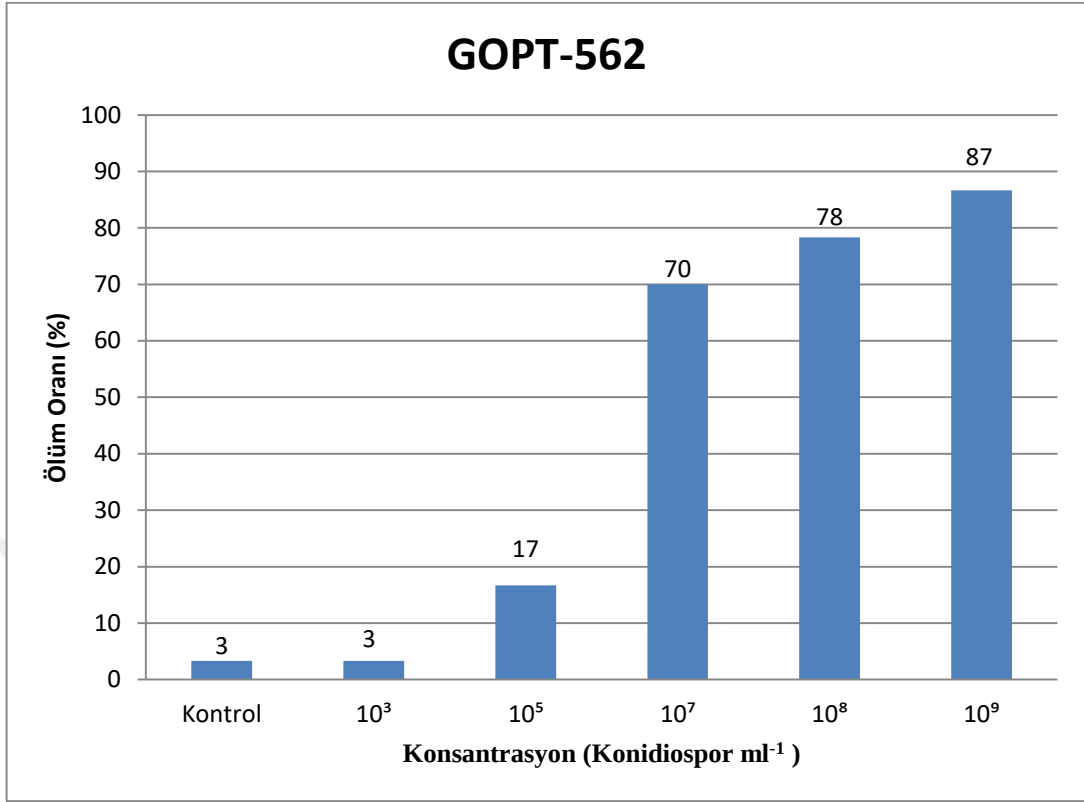
¹ Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, P<0,05)

GOPT-498-4 numaralı izolat 1×10^3 dozunda GOPT-552 numaralı izolatından sonra ikinci en yüksek ölüm oranına neden olan izolat olarak ortaya çıkmıştır. Dozların artışı ile ölüm oranlarının da artışı gözlenmiş ve 1×10^9 dozunda %82 oranında ölüm belirlenmiştir (Şekil 4.4).

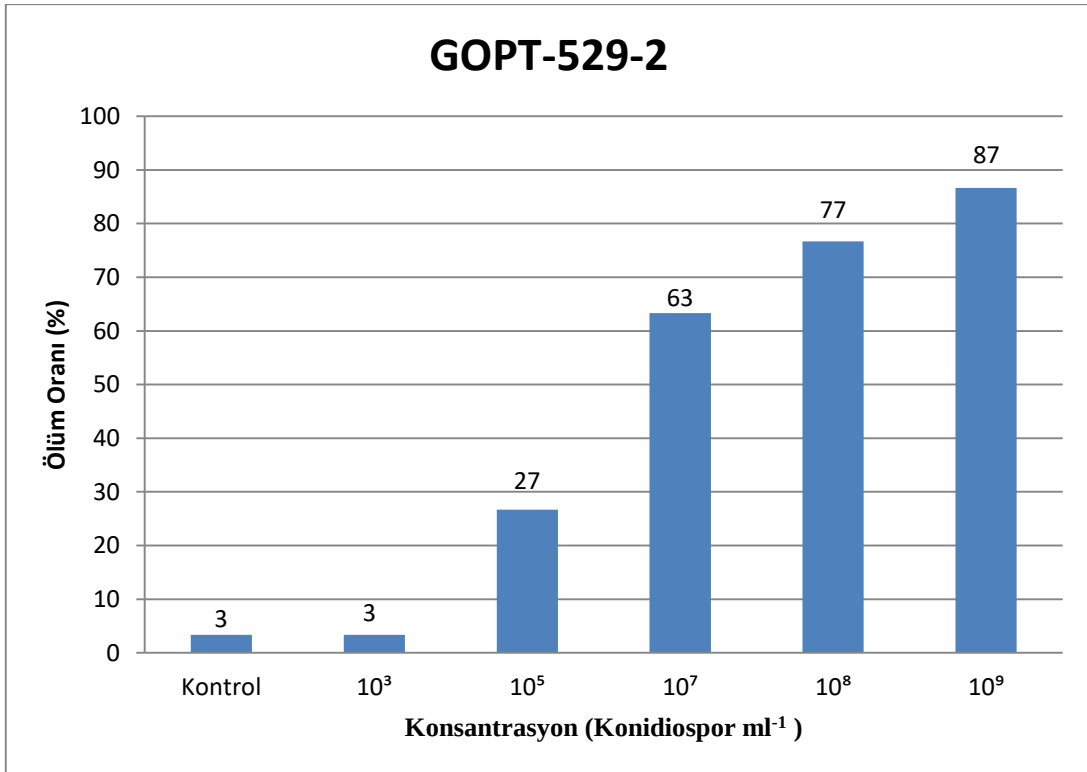


Şekil 4. 4. GOPT-498-4 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları

GOPT-562 numaralı izolatta 1×10^3 dozunda kontrolle aynı oranda ölüm meydana geldiği ve 1×10^7 dozunda %17'den %70'e önemli bir artış gözlenmiştir. Dozların artışı ile ölüm oranlarının da artışı ve 1×10^9 dozunda %87 oranında ölüm belirlenmiştir (Şekil 4.5). GOPT-529-2 numaralı izolatta 1×10^9 dozunda, GOPT-562 numaralı izolatına benzer şekilde %87 gibi yüksek oranda ölüm meydana getirmiştir (Şekil 4.6). Dozların artışı ile ölüm oranlarının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 5. GOPT-562 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları



Şekil 4. 6. GOPT-529-2 numaralı izolatın erginlerde dozlara bağlı ölüm oranları

İzolaların uygulamasından elde edilen verilerin analizlerinin sonuçlarında elde edilen probit doğrularına ait parametreler ve hesaplanmış olan LC_{50} değerleri ve güvenilirlik aralıkları Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6. *L. decemlineata* erginlerinin 14. gün sonunda fungus konsantrasyonlarına bağlı ölüm oranlarının probit analiz sonuçları

İzolot Numarası	Eğim±S.H	X^2 (S.D.)	LC_{50} (Güvenilirlik aralığı) (konidspor ml ⁻¹)
GOPT-498-4	0.319±0.060	31.093 (28)	3.8×10^7 ($8 \times 10^6 - 2.4 \times 10^8$)
GOPT-529-2	0.405±0.064	18.668 (28)	1.1×10^7 ($3 \times 10^6 - 3.8 \times 10^7$)
GOPT-552	0.390±0.060	36.447 (27)	1.4×10^6 ($2.9 \times 10^5 - 5.4 \times 10^6$)
GOPT-562	0.438±0.067	21.743 (28)	9.5×10^6 ($3.3 \times 10^6 - 2.7 \times 10^7$)

Analizler sonucunda en düşük LC_{50} değeri 1.4×10^6 ile GOPT-552 numaralı izolatta elde edilmiştir. Dolayısıyla en virulent izolatın GOPT-552 nolu izolat olduğu sonucuna varılmıştır. Bunu GOPT-562 nolu izolat ($LC_{50}=9.5 \times 10^6$) takip etmiştir. En yüksek LC_{50} değeri ise 3.8×10^7 ile GOPT-498-4 nolu izolatta gözlemlenmiştir.

4.5. Zaman-Ölüm Çalışmaları

Bu deneme daha önceki denemede konsantrasyon-ölüm ilişkisi belirlenmiş olan *B. bassiana* izolatlarının *L. decemlineata* erginlerine etkileri bakımından ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir ve zaman-ölüm ilişkileri fungusların 1×10^8 konidispor ml^{-1} konsantrasyonunda belirlenmiştir. İzolatların uygulanmasından elde edilen verilerin analizlerinin sonuçlarında elde edilen probit doğrularına ait parametreler ve hesaplanmış olan LT_{50} değerleri Çizelge 4.7’te verilmiştir. LT_{50} değerlerine baktığımız zaman GOPT-529-2, GOPT-552 ve GOPT-562 nolu izolatların LT_{50} değerleri sırasıyla 10.24, 10.63 ve 10.66 gün olmuştur. En yüksek LT_{50} değeri GOPT-498-4 nolu izolatta elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. *L. decemlineata* erginlerinin 1×10^8 konidispor ml^{-1} konsantrasyonunda fungustan dolayı ölümlerinin zamana göre probit analiz sonuçları

İzolat Numarası	Eğim±S.H	X^2 (S.D.)	LT_{50} (Güvenilirlik aralığı) (gün)
GOPT-498-4	2.317±0.477	97.374 (39)	15.131 (10.863 – 36.421)
GOPT-529-2	5.743±0.927	15.664 (39)	10.244 (9.467 – 11.219)
GOPT-552	3.581±0.608	28.205 (39)	10.634 (9.435 – 12.470)
GOPT-562	4.340±0.753	13.172 (39)	10.660 (9.642 – 12.136)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Topraktan izole edilen farklı coğrafik bölgelerdeki entomopatojen funguslar lokal biyolojik mücadele programlarında özel öneme sahiptir. Entomopatojen funguslar toprakta bulunan en önemli biyolojik topluluklardan biridir. Bu çalışma ile Tokat ili ve ilçelerindeki orman topraklarından izole edilen entomopatojen fungusların çeşitliliğinin ve etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda izole edilen entomopatojen fungusların *Leptinotarsa decemlineata* 3. dönem larva ve erginlerine karşı patojenite testi yapılmıştır. Bu çalışmanın ilk aşamasında Tokat ili ve ilçelerinden orman alanlarından toplanan toprak örneklerinden *G. mellonella*'nın 4. veya 5. dönem larvaları kullanılarak 33 adet fungus izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların 25 tanesi (%75.76'sı) *Beauveria bassiana*, geriye kalan 8 tanesi (%24.24'ü) *Talaromyces* spp. olarak belirlenmiştir. Topraktan entomopatojen fungus izolasyonu amacıyla yapılan bazı çalışmalarda (Hozzank ve ark., 2003; Er ve Mart, 2009; İzgi, 2012; Uygun ve Karaca, 2015), yaptığımız çalışmaya benzer olarak toprak örneklerinden en çok *Beauveria* cinsine ait fungusların izolasyonu yapılmıştır. Şahin (2006) ve Baydar (2015) tarafından yürütülen farklı iki çalışmada topraktan izole edilen entomopatojen funguslardan *B. bassiana* oranı sırasıyla %54.29 ve %21.11 olarak belirlenmiş ve yapmış olduğumuz çalışmadaki *B. bassiana* oranından düşük olmuştur. Bunun iklim ve bitki örtüsü farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sevim (2010) tarafından yapılan bir çalışmada topraktan izole edilen entomopatojen fungus yoğunluğu %20.59 olarak belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada entomopatojen fungus yoğunluğu %16.01 olarak belirlenmiştir. Doğan (2009) ve Er (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise topraktan izole edilen *B. bassiana* oranları sırasıyla %97.96 ve %87.65 oranlarında belirlenmiştir. Çalışmamızda topraktan izole edilen *B. bassiana* oranı ise %75.76 olmuştur. Adı geçen çalışmalardaki entomopatojen fungus yoğunluğu ile *B. bassiana* oranlarının bizim çalışmamıza göre yüksek olmasının nedeninin iklim, bitki örtüsü, toprak Ph'sı ve toprak özellikleri (killi ve kumlu) farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yukarıda verilen araştırmaların hepsi entomopatojenik fungusların farklı türlerinin varlığı ve dağılımının farklı toprak örneklerine ve lokalitelere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Yaptığımız çalışmada orman toprağının diğer çalışmalarda da belirtildiği üzere entomopatojenik funguslar için doğal bir rezerv olabileceği öngörülmüştür.

(Brownbridge ve ark., 1993; Sevim, 2010). Yapılan bir çalışmada ormanlık alanlarda, ekilebilir alanlara göre daha fazla *B. bassiana*'ya rastlanmıştır (Bidochka ve ark., 1998). Toprakta izole edilen entomopatojen funguslar kışı toprakta geçiren bazı zararlılara karşı kullanılabilir. Bu konuda çeşitli zararlılar ve patates böceği ile ilgili yapılan araştırmalar mevcuttur (Gaugler ve ark., 1989; Paparatti ve Speranza 1999; 2005). Bu çalışmalara dayanarak, yapmış olduğumuz çalışmada orman topraklarından izole edilen *Beauveria* türünün, pupa olmak için toprağa giren ve kışı ergin olarak toprakta geçiren patates böceğinin 3. dönem larvalarına ve erginlerine karşı kullanabileceği söylenebilir.

Erginlerin tek doz tarama testlerinde fungus izolatlarının 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonunda GOPT-498-4 (%96.67), GOPT-551 (%96.67), GOPT-552 (%100.00) ve GOPT-562 (%100.00) numaralı izolatlar 11. günde %95'in üzerinde yüksek oranda ölüme neden olmuştur. Bu izolatlar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. İkinci en büyük etkiyi %80 ve %93.33 arasında değişen ölüm oranlarıyla GOPT-584, GOPT-528, GOPT-529-2, GOPT-541-2, GOPT-541-1, GOPT-547-4, GOPT-580-2, GOPT-547-5 izolatları izlemiştir. Tukey testine göre ölüm oranları arasındaki farklılıklar incelendiğinde 11.günde GOPT-498-1, GOPT-479, GOPT-547-2, GOPT-580-3 haricindeki bütün izolatlar kontrolden önemli derecede farklı bulunmuştur ve elde edilen istatistiki verilere göre ölümlerin, uygulanan entomopatojen fungus izolatlarından meydana geldiği belirlenmiştir. 1., 3. ve 5. günlerdeki inkübasyon süresi sonunda izolatların neden olduğu ölüm oranları açısından izolatlar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Ayrıca ölen *L. decemlineata* erginleri nem çemberinde inkübasyona bırakılmış ve 14. gün sonunda farklı oranlarda mikosiz gözlemlenmesi ölüm etkisinin entomopatojen funguslardan kaynaklandığının bir diğer göstergesidir. İnkübasyon süresi arttıkça ergin ölüm oranları artmıştır.

Üçüncü dönem larvaların tek doz tarama testlerinde fungus izolatlarının 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonunda GOPT-597, GOPT-617, GOPT-549, GOPT-624, GOPT-665, GOPT-557, GOPT-583, GOPT-584, GOPT-541-2, GOPT-541-1, GOPT-580-2, GOPT-547-5, GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552 ve GOPT-562 numaralı izolatlar %100 oranında ölüme neden olurken GOPT-547-1, GOPT-517, GOPT-529-1, GOPT-528, GOPT-529-2 ve GOPT-547-4 numaralı izolatlar %95 oranında ölüme neden

olmuştur. Tukey testine göre ölüm oranları arasındaki farklılıklar incelendiğinde 7. günde bütün izolatlar kontrolden önemli derecede farklı bulunmuştur ve elde edilen istatistiki verilere göre ölümlerin uygulanan entomopatojen fungus izolatlarından meydana geldiği belirlenmiştir. 1. gün inkübasyon süresi sonunda izolatların neden olduğu ölüm oranları açısından izolatlar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Ayrıca ölen 3. dönem *L. decemlineata* larvaları nem çemberinde inkübasyona bırakılmış ve 14. gün sonunda farklı oranlarda mikosiz gözlemlenmesi ölüm etkisinin entomopatojen funguslardan kaynaklandığının bir diğer göstergesidir. Inkübasyon süresi arttıkça 3. dönem larva ölüm oranları artmıştır.

Erginlerde tek dozda (1×10^8 konidiospor ml^{-1}) öne çıkan izolatlarımız GOPT-498-4 (%96.67), GOPT-551 (%96.67), GOPT-552 (%100.00) ve GOPT-562 (%100.00) olmuştur. Larvalarda ise GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552 ve GOPT-562 numaralı izolatlar %100 oranında ölüme neden olurken GOPT-517, GOPT-529-2 numaralı izolatlar %95 oranında ölüme neden olmuştur. Doz ölüm çalışması için ikisinde hem mikosiz hem de ölüm oranı en yüksek olan izolatlarımız GOPT-498-4, GOPT-529-2, GOPT-552 ve GOPT-562 numaralı izolatlar olmuştur. Ancak larvalarda kullanılan GOPT-517 izolatu 7. gün sonunda %95.00 ölüm meydana getirirken erginlerde ise 11. gün sonunda %36.67 ölüm meydana getirmiştir. Bu durumun en önemli nedeni fungusun genetik çeşitliliği ve larvadan ergin döneme geçerken ki böcek kütikulasının sertleşmesidir

Böcek kütikulası fungal patojenlerin istilasına karşı önemli bir engeldir ve enfeksiyonun başlama safhasının ön koşulu, zararlının integümentine sporun yapışmasıdır. Çalışmamızda kullanmış olduğumuz 33 adet farklı fungus izolatının ergin böceklerde 7. ve 11. günlerde meydana getirdiği ölüm oranları (Çizelge 4.4), 3. dönem larvalarda 5. ve 7. günlerdeki ölüm oranlarından (Çizelge 4.3) düşük olmuştur. Bu düşüklüğün öncelikli nedeni larvadan ergine geçerken böcek kütikulasının sertleşmesidir. Çünkü Wraight ve Ramos (2002)'un yaptığı çalışmaya göre *B. bassiana*, patates böceğinin erken dönemdeki larvalarına karşı daha çok virulent bulunmuştur. Yine yapılan bir çalışmada son dönem larvalardaki *B. bassiana* enfeksiyonu nedeniyle böceklerdeki ölüm oranı böcek kütikulasının sertleşmesi nedeniyle düşük olmuştur (Charnley, 2003). Böceklerde pupal

durum ortaya çıktığında böcek elitrası yumuşak, renksiz ve 4-7 gün boyunca kademeli olarak sertlik ve renk kazanır. Bronzlaşma yeni böcek kütükulasının sertleşmesi suretiyle meydana gelen bir süreçtir. Bu süreç kutikulanın yapısında bir protien karışımı olarak bulunan suda çözünür arthropodinin çözünmez proteine dönüşümünü içerir (Chapman, 1971). Hidrofobisite (su geçirmezlik)'deki bu değişim kütikulaya *B. bassiana* konidilerinin bağlanmasını etkileyebilir. Çünkü normal böcek epikutikulasına konidilerin hidrofobik çekimi *B. bassiana*'nın hastalık oluşturmada önemlidir (Boucias ve ark., 1988). Ancak patates böceği erginlerinin *B. bassiana*'ya duyarlılığını diğer faktörlerde etkileyebilir. Böceğin deri değiştirmesi sırasında depolanan kutikular mumlar ve daha sonra sürekli olarak böcek hayatının intermolt dönemi, mikroorganizmaların büyümesini ve penetrasyonunu engelleyen kimyasallar içerir (David, 1967). Larva kütükulasında ise kimsayal bileşenler olgunlaşmayla (yaşla) değişir ve kutikulanın aşamalı olarak sertleşmesine, diğer taraftan mikrobiyal enfeksiyona karşı iç savunma mekanizmalarının artmasına yol açar (Boman, 1981). Bu iç savunma mekanizmalarından kasıt, insektisitler böcek vücuduna girdiği anda etkili olan bazı enzimler vardır. Bunlar; P450, glutathion-S-transferaz (GST) ve hidrolaz gibi enzimler, insektisitlerdeki kimyasalların ve türevlerinin toksisitesinin giderilmesine yardımcı olurlar (Tsagkarakou ve ark., 2009). Böceklerin pestisitlere veya bitkilerden salgılanan allelokimyasallar gibi toksinlere karşı kendilerini korumak için geliştirdikleri mekanizmalara detoksifikasyon mekanizmaları denilmektedir. Glutathion-S-transferaz (GST) enzimi insektisit detoksifikasyonunun yanında hücresel membranların korunmasına da yardımcı olmaktadır (Yu, 1986). GSTler böceklerde organik fosforlu insektisitlere karşı gelişen dirençte önemli bir role sahiptir (Susurluk, 2008). Hidrolazlar ise böceklerde dâhil birçok çoğu organizmada bulunmakta ve böceklerde enzim aktivitesi direnç arttıkça artmaktadır (Hollingworth ve Dong, 2008). Ester, amid ve fosfat yapılarına sahip olduklarından dolayı piretroitli ve organik fosforlu insektisitler kısa sürede hidrolazlar tarafından detoksifike edilirler. Hidrolazlar içerisindeki en önemli enzim grubu esterazlardır (Yu, 1986). Esteraz enzimleri (asetilkolinesterazlar ve karboksilesterazlar) böceklerde feromon ve hormonlarda, sindirim sisteminde ve sinir iletiminde, üreme ve insektisitlere dirençte etkilidir. Bu esteraz gruplarının organik fosforuların engellenmesindeki rolleri büyüktür (Baffi ve ark., 2005). Ayrıca detoksifikasyon sistem enzimleri böcekleri entomopatojen fungus toksinlerine ve bakteriyel enfeksiyonlara karşı korumada görev alabilir. Mikopatojenlere

karşı önemli savunma mekanizmalarından bir diğeri ise yabancı bir partikülün kapsüllenmesi (kuşatılması) reaksiyonudur (Hajek ve Leger, 1994). Kapsüllenme böceklerin homosel ve kütikulasındaki hifal organların izolasyonu ve eliminasyonu ile sonuçlanır (Chouvenc ve ark., 2009). Yine böcekler deri (gömlek) değiştirmek suretiyle (Fargues, 1972; Vey ve Fargues, 1977) ya da fungal penetrasyonu engelleyen chorion (yumurta kabuğu) ve elytra (kanatlar) gibi bazı koruyucu yapıları sayesinde enfeksiyondan kurtulabilirler (Vey ve ark., 1982; Hunt ve ark., 1984).

3. dönem larvalar için yaptığımız çalışmada GOPT-597, GOPT-617, GOPT-549, GOPT-624, GOPT-665, GOPT-557, GOPT-583, GOPT-584, GOPT-541-2, GOPT-541-1, GOPT-580-2, GOPT-547-5, GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552 ve GOPT-562 numaralı izolatlar, GOPT-501-1, GOPT-563 numaralı izolatlar ile kıyaslandığında ölüm oranlarında sırasıyla (%100, %40, %25) gibi önemli bir farklılık göstermiştir. Bu farklılığın sebebi olarak izolatların genetik çeşitliliği ve bunların ürettiği enzim miktarı gibi diğer faktörler ile böcek kütikulası sertliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, daha önce yürütülen araştırmalar ile benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada 3. dönem larvalardaki ölüm oranları 7. günde (Çizelge 4.3) %70.00, %80.00, %85.00, %90.00, %95.00 ve %100.00 gibi farklı ölüm oranları olup Çam ve ark. (2002), 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonundaki *B. bassiana* izolatının patates böceğinin 3. dönem larvalara olan etkisini belirlemek için yaptıkları ön çalışmada 6. günün sonunda fungal enfeksiyon sonucu görülen ölümlerin %89 olarak gerçekleştiğini ve bu oranın kontrolden farklı fakat imidaclopridden farklı olmadığını bildirmişlerdir. McCoy ve ark. (1988), 2×10^9 spor/g *B. bassiana* uygulamasının patates böceği larvalarında büyük oranlarda ölüme yol açtığını bildirmiştir. Akbarian ve ark. (2012), patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarını *B. bassiana*'nın 1×10^8 konidiaspor ml^{-1} konsantrasyonuna daldırarak ve 15 gün sonra gerçekleşen ölüm oranları 2. dönem larvalar için %39.25, 4. dönem larvalar için %25.55 olmuş ve yaptığımız çalışmaya nazaran düşük ölüm oranlarına sahip olmuştur (Çizelge 4.3). Shafighi ve ark. (2012), *B. bassiana*'nın DEBI007 ve IR1217C'den oluşan iki yerel izolatının 5 farklı konsantrasyonunu, ikinci dönem larvalar üzerine daldırma yöntemi kullanarak uygulamış ve 15 gün sonra alınan ölüm oranları, yüksek konsantrasyondaki

(1×10^9 konidiospor ml^{-1}) DEBI007 ve IR1217C izolatları için sırasıyla %60 ve %57,77 olmuş ve bu sonuçlar yaptığımız çalışmadaki 3., 5. ve 7. gündeki ölüm oranları ile karşılaştırıldığında genel olarak düşük ölüm oranlarına sahip olmuştur (Çizelge 4.3).

Çam ve ark. (2002) 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonundaki *B. bassiana* izolatının patates böceğinin erginlerine olan etkisini belirlemek için yaptıkları ön çalışmada ergin patates böceklerinde gözlenen ölüm oranı 3. günün sonunda %11 olurken inkübasyon süresinin uzatılmasıyla birlikte bir miktar artmış ve 6. günde %20 olarak gerçekleşmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise erginlerdeki ölüm oranları Çam ve ark. (2002)'nin 3. gündeki ölüm oranları ile genel olarak aynı, fakat 7. gündeki ölüm oranlarından genel olarak yüksek olmuştur. Watt ve LeBrun (1984), yaptığımız çalışmayla benzer sonuçlar bildirmiş, *Beauveria bassiana*'nın toprak uygulamalarının *Leptinotarsa decemlineata*'nın 1. ve 2. döl pupalarını sırasıyla %74 ve %77'lik bir azalmayla kontrol etmede etkili olduğunu bulmuştur. Uygulamalar pupadan çıkan erginlerin azalmasına ve mikosiz oluşumunu artmasına neden olmuştur. Yine başka bir çalışmada Todorova ve ark. (2000), farklı *B. bassiana* izolatlarının uygulamadan 8 gün sonra patates böceğine karşı %100, %93.3, %90 ve %86.7 oranında oldukça etkili olduğunu saptamış olup yaptığımız çalışmada 7. ve 11. günlerde elde edilen %86.67, %93.33 ve %100 yüksek ölüm oranları ile benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.4). Güven ve ark. (2015) yaptığı bir çalışmada 4 farklı *B. bassiana* izolatının 1×10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunda patates böceğinin 3. dönem larva ve erginleri üzerine etkisini 3 uygulama yöntemi (püskürtme, daldırma ve kalıntı yöntemi) kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda *B. bassiana* izolatlarının her 3 uygulama yönteminde de yaptığımız çalışmayla benzer olacak şekilde larvalar üzerinde erginlere nazaran daha etkili olduğu saptanmıştır. Daldırma yönteminde 3. dönem larvalardaki ölüm oranları BMAUM-002 için %92.9, BMAUM-001 için %64.5 ve BMAUM-003 için %59.7 olup yaptığımız çalışmadaki GOPT-498-4, GOPT-552 ve GOPT-562 izolatlarında 5. gündeki ölüm oranları için sırasıyla %100, %95 ve %70 olmuştur (Çizelge 4.3). Öztürk (2016), yaptığı çalışmada BMAUM-LDE-001 (*B. bassiana*), BMAUM-LDL-002 (*B. bassiana*), BMAUM-LDE-002 (*B. bassiana*) entomopatojen fungus izolatlarını patates böceğinin 2. ve 3. dönem larvalara püskürtmek ve patates yapraklarına bandırmak suretiyle, yaptığımız çalışmaya benzer olarak 7. günün sonunda GOPT-597, GOPT-617, GOPT-549, GOPT-624, GOPT-665, GOPT-557,

GOPT-583, GOPT-584, GOPT-541-2, GOPT-541-1, GOPT-580-2, GOPT-547-5, GOPT-498-4, GOPT-551, GOPT-552, GOPT-562 numaralı izolatlarla benzer (%100) ölüm oranı bulmuştur. Aynı izolatlar püskürtme metodunda 7. günün sonunda erginlerde sırasıyla %58.6-62.1-86.2 oranlarında ölüm meydana getirmiş ve yaptığımız çalışmadaki 7. gün oranlarından genel olarak yüksek olmuştur. Bu farklılığın nedeninin fungus solüsyonlarının erginlere uygulama yöntemlerinin (daldırma-püskürtme) farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine Nostalgist (*B. bassiana*) ticari bioinsektisidinin 7. günün sonunda patates böceğinin 2. ve 3. dönem larvalarında meydana getirdiği ölüm oranı %82.1 olmuştur. Ergin böceklerde ise ölüm oranı 7. gün sonunda %33.3 olmuştur. Bu ölüm oranları yaptığımız çalışmadaki elde edilen ölüm oranlarından düşük bulunmuştur.

Etkinlik denemelerinin ikinci aşaması olan doz-ölüm denemelerinde ise sadece erginler üzerinden doz ölüm çalışması yapılmıştır. Çünkü larvalarda 7. günden sonra kontroldeki ölüm oranı çok yüksek olmuştur. Doz-ölüm denemelerinde 1., 3. ve 5.gün inkübasyon süresi sonunda fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları açısından dozlar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. 7. günden itibaren doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarında artış görülmüştür. Noronha ve Goettel (2009), ergin dönemdeki patates böceklerinde inokulasyon konsantrasyonunun önemli oranda ölüm oranını etkilediğini, erginler 10^6 konidi/cm² yüzey konsantrasyonuna kıyasla 10^7 konidi/cm² yüzey konsantrasyonuna maruz bırakıldığında çoğu ergin böceğin enfekte olduğunu bildirmiştir. Analizler sonucunda GOPT-529-2 ve GOPT-562 numaralı izolatların zararlıya ölümcül etkilerinin benzer olduğu, bunu GOPT-552 numaralı izolatin takip ederek ölümcül etkisinin daha yüksek olduğu, en fazla ölüme GOPT-552 numaralı izolatin ve en az ölüme ise GOPT-498-4 numaralı izolatin neden olduğu sonucuna varılmıştır. Öztürk (2016), yaptığı çalışmada 3 farklı *B. bassiana* izolatinin 1×10^8 konsantrasyonu ile ergin patates böcekleriyle yaptığı çalışmada 7. günde %58.6-86.2 oranında ölüm meydana getirdiğini belirlemiş, elde ettiğimiz sonuçlara göre aynı konsantrasyonda GOPT-562 ve GOPT-552 numaralı izolatlarda 7. günde sırasıyla %41.67 ve %40.00 ölüm gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada ergin patates böceklerine ticari bir preparat olan Nostalgist (*B. bassiana*), 7. günde %33.3 oranında ölüm meydana getirmiş, yaptığımız çalışmada GOPT-529-2 numaralı izolatta 7. günde %33.3 aynı ölüm

oranı tespit edilmiştir. Akbarian ve ark. (2012), yaptığı çalışmada *B. bassiana*'nın 6 farklı izolatının etkisini beş farklı 1×10^7 , 5×10^7 , 1×10^8 , 5×10^8 ve 1×10^9 konidi/ml konsantrasyonda patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarına karşı uygulamışlar ve sırasıyla %14.18-16.86, %30.18-21.10, %39.25-25.55, %58.14-29.25, %64.99-36.29 ölüm meydana geldiğini belirlemişler, elde ettiğimiz sonuçlara göre GOPT-552 numaralı izolat %90 ile en fazla ölümü meydana getirmiş bunu GOPT-529-2 ve GOPT-562 numaralı izolatlar %86.67 ölüm oranı ile takip etmiştir.

GOPT-498-4 izolatı 11.günde 10^9 konidi/ml dozunda %73.33, 14. günde yine aynı dozda %81.67 ölüm meydana getirmiştir. 14 günlük inkübasyon süresi sonunda 10^7 , 10^8 ve 10^9 konidispore/ml dozları arasında istatistiki bir fark olmamıştır. GOPT-498-4 izolatında ölüm oranı 14. gün inkübasyon süresi sonunda %81.67'de kalmıştır. Bu izolat diğer izolatlarla karşı en düşük ölüm oranlarına sahip olmuştur. GOPT-529-2 izolatında ölüm oranlarının inkübasyon süresi ve doza bağlı olarak arttığı görülmüştür. 14. günün sonunda 10^8 ve 10^9 konidi/ml dozlarında sırasıyla %76.67 ve 86.67 ölüm oranı gerçekleştiği ancak istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. GOPT-562 izolatında ölüm oranlarının inkübasyon süresi ve doza bağlı olarak arttığı görülmüştür. 14. günün sonunda 10^8 ve 10^9 konidi/ml dozlarında sırasıyla %78.33 ve 86.67 ölüm oranı gerçekleştiği ancak istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. GOPT-552 izolatı 11. günde 10^9 konidi/ml dozunda %85.00, 14. günde yine aynı dozda %90.00 ile diğer izolatlardan ayrı olarak en yüksek ölümü meydana getirmiştir. 14 günlük inkübasyon süresi sonunda 10^7 , 10^8 ve 10^9 konidi/ml dozları arasında istatistiki bir fark olmamıştır.

Yapılan probit analizleri neticesinde *L. decemlineata* erginlerine en fazla ölümcül etkisi LC_{50} değeri 1.4×10^6 ile GOPT-552 nolu izolat olmuş ve bunu sırasıyla GOPT-562, GOPT-529-2 ve GOPT-498-4 nolu izolatlar izlemiştir. Shafighi ve ark. (2012), patates böceğinin 2. dönem larvalarını, *B. bassiana*'nın iki yerel (DEBI007 ve IR1217C) izolatına daldırmak suretiyle yaptıkları çalışmada LC_{50} değerlerini sırasıyla 1.4×10^7 ve 2.4×10^7 konidiospor ml^{-1} belirlemişlerdir. DEBI007 izolatı en etkili virulent izolat olarak saptanmıştır. Elde edilen LC_{50} değerleri bizim yaptığımız çalışmada en virulent olarak saptanan GOPT-552 nolu izolatın LC_{50} değerinden yüksek yani daha az virulent bulunmuştur. Akbarian ve ark. (2012), patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarını *B.*

bassiana'nın 6 izolatına (AKB, LRC107, IRAN429C, LRC137, IRAN441C, Z-1) daldırmak suretiyle yaptıkları çalışmada LC₅₀ değerleri AKB izolatında, 2. ve 4. dönem larvalar için sırasıyla 1.3×10^8 ve 7.2×10^9 konidiospor ml⁻¹ değerlerini vererek AKB izolatı en virulent izolat olmuştur. Bu değerler bizim çalışmamızdaki tüm izolatların LC₅₀ değerinden yüksek olup bizim izolatlarımıza göre daha az virulent olmuştur. LT₅₀ değerleri için yaptığımız probit analizlerinde ise GOPT-529-2 nolu izolatın LT₅₀ değeri 10.24 gün ile en kısa sürede *L. decemlineata* erginlerini öldürdüğü saptanmış, bunu GOPT-552, GOPT-562 nolu izolatlar izlemiştir. Yine Akbarian ve ark. (2012), patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarını *B. bassiana*'nın 6 izolatına daldırmak suretiyle yaptıkları çalışmada AKB izolatı LT₅₀ değeri 11.83 gün ile en kısa sürede 2. dönem larvaları öldürdüğü, bunu sırasıyla IRAN429C (11.98 gün), LRC107 (12.75 gün), LRC137 (12.82 gün), IRAN429C (13.05 gün), Z-1 (15.33 gün) izolatları takip etmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızdaki tüm izolatların LT₅₀ değerinden yüksek olup bizim izolatlarımıza göre daha uzun sürede öldürmüştür. Hussein ve ark. (2016), yaptıkları laboratuvar çalışmalarında patates böceğine karşı *Isaria fumosorosea* (syn. *Paecilomyces fumosoroseus*) ırk CCM 8367'yi patates böceğinin son dönem larvalarına uygulamışlar ve LC₅₀ değeri 1.03×10^6 blastospor/ml olarak hesap edilmiştir. Fungusun CCM 8367 ırkı için LT₅₀ değeri 5 gün olarak hesap edilmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızdaki izolatların LC₅₀ ve LT₅₀ değerlerinden daha etkili bulunmuştur. Samsinakova ve ark. (1981), patates böceği 2. dönem larvalarına karşı *B. bassiana*'nın ticari bir formülasyonunu kullanmışlar ve LT₅₀ değerini 3.5 gün olarak bulmuşlardır. Bu değer bizim çalışmamızdaki LT₅₀ değerlerinden daha etkili bulunmuştur. Bu yüksek virülenslik kullanılan ticari formülasyonun kalitesine atfedilebilir. Fakat Butt ve Goettel (2000), laboratuvar koşulları altında fungal izolatların sürekli kültürlenmesi (üretilmesi) ve uzun süreli saklanması en iyi koşullarda bile izolatların virülensliğini olumsuz etkileyebileceğini bildirmiştir. Bir başka nedenin ise fungusun elde edildiği kaynağın toprak ya da böcek olması ve arazideki bitkilere konukçuluk eden mikro ve makroorganizmaların meydana getirdiği farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak izolatlarımızın LC₅₀ ve LT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında GOPT-552 nolu izolatın en virulent izolat olduğu, bunu GOPT-562, GOPT-529-2 nolu izolatların takip ettiği görülmektedir. GOPT-498-4 nolu izolatımız ise virülensliği en düşük izolat olarak

belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda GOPT-552 ve GOPT-562 nolu izolatlar ileriye dönük invivo ve formülasyon çalışmalarında özellikle de yeni bir araştırma konusu olan *B. bassiana* izolatlarının patates bitkisinde endofitik potansiyelinin belirlenmesinde ve bu izolatların arazi şartlarında sıcaklık, nem gibi çevresel faktörlerde patates böceği üzerinde nasıl bir etki yapacağının belirlenmesi açısından önemli olacaktır. Bu biyolojik preparatların kullanılması ile çevremiz kimyasal mücadele ilaçlarının kullanılması ile meydana gelen zarardan bir nebze korunmuş olacak ve insan sağlığına zarar verilmeyecektir. Dolayısıyla patates yetiştiriciliğine de önemli bir katkıda bulunulmuş olacaktır.



6. KAYNAKLAR

- Akbarian, J., Ghosta, Y., Shayesteh, N., Safavi, S.A., 2012. Pathogenicity of some isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin on 2nd and 4th larval instars of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae), under laboratory conditions. African Journal of Microbiology Research Vol. 6(34), pp. 6407-6413. ISSN 1996-0808.
- Ali-Shtayeh, M.S., Abdel-Basit, M. ve Jamous, R., 2002. Distribution, Occurrence and Characterization of Entomopathogenic Fungi in Agricultural Soil in the Palestinian Area, Mycopathologia, 156: 235-244.
- Almady, S., Khelifi, M. ve Beaudoin, M.P., 2012. Control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), Using Predator Insects Released by a Mechanical Prototype. Journal of Environmental Science and Engineering, 1: 1279-1287.
- Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Rogers, D., Mahoney, M. ve Wollam, J., 2006. Susceptibility of imidacloprid-resistant Colorado potato beetles to non-neonicotinoid insecticides in the laboratory and field trials. Am. J. Potato Res. 83: 485-494.
- Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Castaldo, C., Rogers, D., Mahoney, M. ve Wollam, J., 2007. Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle. Pest Management Science. 63: 32-41.
- Anderson, T.E., Hajek, A.E., Roberts, D.W., Preisler, H.K. ve Robertson, J.L., 1989. Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae): Effects of combinations of *Beauveria bassiana* with insecticides. J. Econ. Entomol. 82(1):83-89
- Anonim, 2014. Tokat Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. ÇKS kayıtları.
- Anonim, 2017a. TUIK 2016 verileri (<http://www.tuik.gov.tr>).
- Anonim, 2017b. Tokat İli 2016 Yılında Uygulanan Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) Mücadelesi İcraat Raporu. Tokat Gıda Tarım Hayvancılık İl Müdürlüğü. Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü.
- Anonim, 2017c. Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD). <http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=141>
- Asadalapour, M., Zafari, D. ve Zare, R., 2011. Hyphomycetous Fungi Isolated From Insects And Their Pathogenic Effect On Colorado Beetle in Hamedan Province. Department of Plant Protection, BuAli Sina University of Hamedan. Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology) Winter 2011; 24(4):470-465.
- Asensio, L., Carbonell, T., Lo'pez-Jime'nez, J.A. ve Lo'pez-Llorca, L.V., 2003. Entomopathogenic fungi in soils from Alicante province, Spanish Journal of Agricultural Research, 3: 37-45.
- Aung, O.M., Soyong, K. ve Hyde, K.D., 2008. Diversity of entomopathogenic fungi in rainforests of Chiang Mai Province, Thailand. Fungal Diversity, 30: 15-22.
- Baffi, M.A., Pereira, C.D., Souza, G.R., Bonetti, A.M., Ceron, C.B. ve Goullart, L.R., 2005. Esterase profile in a pyrethroid-resistant Brazilian strain of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari, Ixodidae). Genetics and molecular biology. 28 (4): 749-753.

- Baker, C.W. ve Baker, G.M., 1998. Generalist Entomopathogens as Biological Indicators of Deforestation and Agricultural Land Use Impacts on Waikato Soils. *New Zealand Journal of Ecology*, 22 (2):189-196.
- Bałazy, S., 2004. Znaczenie obszarów chronionych dla zachowania zasobów grzybów entomopatogenicznych [Significance of protected areas for the preservation of entomopathogenic fungi]. *Kosmos*, 53 (1): 5-16 (in Polish with English summary).
- Baydar, R., 2015. Isparta İli Tarım ve Tarım Dışı Topraklarından Entomopatojen Fungusların İzolasyonu ve Tanısı, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 36s.
- Bidochka, M.J., Kasperski, J.E. ve Wild, G.A.M., 1998. Occurrence of The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Soils From Temperate and Near-Northern Habitats. *Canadian Journal of Botany*, 76(7), 1198-1204.
- Boiteau, G., 1988. Control of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say): learning from the Soviet experience. *Bull. Entomol. Soc. Can.* 20: 9-14.
- Boman, H.G., 1981. Insect responses to microbial infections. In: "Microbial control of pests and plant diseases, 1970- 1980". Burges HD (ed.) Academic Press, London, pp. 769-784.
- Boucias, D.G., Pendland, J.C. ve Latge, J.P., 1988. Nonspecific factors involved in attachment of entomopathogenic deuteromycetes to host insect cuticle. *Appl. Environ. Microbiol.* 54 (7): 1795-1805.
- Brownbridge, M., Humber, R.A., Parker, B.L. ve Skinner, M., 1993. Fungal Entomopathogens Recovered from Vermont Forest Soils, *Mycologia*, 85, 358-361.
- Burges, H.D., 1981. Strategy for the microbial control of pests in 1980 and beyond. In: *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, H.D. Burges, (Ed.), pp. 797-836, Academic Press, London and New York.
- Butt, T.M. ve Goettel, M.S., 2000. Bioassays of entomogenous fungi. In: Navon A, Ascher KRS (eds.) *Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 141–195.
- Campbell, R.K., Anderson, T. E., Semel, M. ve Roberts, D.W., 1985. Management of the Colorado potato beetle using the entomogenous fungus *Beauveria bassiana*. *American Potato Journal*. January, Volume 62, Issue 1, pp 29-37.
- Cantwell, G.E., Cantelo, W.W. ve Schroder, R.F.W., 1986. Effect of *Beauveria bassiana* on underground stages of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Great Lakes Entomologist* 19, 81-84.
- Chandler, D., Hay, D. ve Reid, A.P., 1997. Sampling and occurrence of entomopathogenic fungi and nematodes in UK soils. *Applied Soil Ecology*, 5(2): 133–141.
- Chapman, R. F., 1971. "The insects: structure and function." American Elsevier, New York, pp. 441-447.
- Charnley, A.K., 2003. Fungal pathogens of insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Adv. Bot. Res.* 40:241-321.
- Chouvenc, T., Su, N.Y. ve Robert, A., 2009. Cellular encapsulation in the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera), against infection by the

- entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* // Journal of Invertebrate Pathology. Vol.101. Issue 3. P.234–241.
- Copping, L.G., 2009. The Manual of Biocontrol Agents, 4th edition. BCPC Publications, Alton.
- Costa, S. D. ve Gaugler, R., 1989. Influence of *Solanum* Host Plants on Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Susceptibility to the Entomopathogen *Beauveria bassiana*. 531-536.
- Costa, S.D., Barbercheck, M.E. ve Kennedy, G.G., 2000. Sublethal acute and chronic exposure of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to the delta-toxin of *Bacillus thuringiensis*. Journal of Economic Entomology, 93: 680-689.
- Costa, S.D., Barbercheck, M.E. ve Kennedy, G.G., 2001. Mortality of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) after sublethal stress with the CRYIIIA delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis* and subsequent exposure to *Beauveria bassiana*. J. Invertebr. Pathol. 77, 173–179.
- Çam, H., Gökçe, A., Yanar, Y. ve Kadioğlu, İ., 2002. Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say Üzerindeki Etkisi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum, 359-364.
- David, W.A.L., 1967. The physiology of the insect integument in relation to the invasion of pathogens. In "Insects and physiology." (J.W.L. Bearnent and J.E. Trehere, Eds.), pp. 17-35. Oliver and Boyd, London.
- Deacon, J.W., 1983. Microbial Control of Pests and Diseases. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 31-41.
- Degtyareva, EN., 1967. Protein and carbohydrate metabolism in larvae of the Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. under the influence of the white muscardine fungus *Beauveria basiana* (Bals.) Vuill. Zash Est Kiev 4: 110-113.
- Demir, İ., Eski, A., Erbaş, Z., Sönmez, E. ve Demirbağ, Z., 2014. Bazı Entomopatojenlerin Laboratuvar Ortamında *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)'ya Karşı Değerlendirilmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, sayfa 356.
- Doğan, Y., 2009. Türkiye topraklarından elde edilen entomopatojen fungusların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, s 105.
- Dragonova, S., Donkova, R. ve Geogieva, D., 2008. Impact of strains of entomopathogenic fungi on some main groups of soil microorganisms. Journal of Plant Protection Research, Vol.48, No.2, pp:169-179.
- Dubovskiy, I.M., Kryukov, V.Yu., Benkovskaya, G.V., Yaroslavtseva, O.N., Surina, E.V. ve Glupov, V.V., 2010. Activity of the detoxificative enzyme system and encapsulation rate in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) larvae under organophosphorus insecticide treatment and entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) infection. Euroasian Entomological. 9(4): 577–582.
- Er, M.K. ve Mart, C., 2009. Kahramanmaraş İlinde Belirlenen Bazı Entomopatojen Funguslar ve İlin Entomopatojen Fungus Kullanımı Bakımından Değerlendirmesi, KSÜ Doğa Bil. Derg., 12(2):52.
- Er, M.K., 2013. Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş Antepfıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların tespiti. Türk. biyo. мүс. derg., 4 (2): 155-163.

- Evans, H.C., 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology*, 7 (1): 47–60.
- Fao, 2009. International year of the potato: New light on a headen treasure. Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Faostat, 2014. <http://faostat.fao.org> [Online]. FAO. [Accessed August 5th 2014].
- Fargues, J., 1972. Etude des conditions d'infection des larves de doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say par *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Fungi Imperfecti). *Entomophaga* 17: 319-337.
- Fargues, J. ve Vey, A., 1974. Modalités d'infection des larves de *Leptinotarsa decemlineata* par *Beauveria bassiana* au cours de la mue. (Means of infection of the larvae of *Leptinotarsa decemlineata* by *Beauveria bassiana* during the moult.) *Entomophaga*, Volume 19, Issue 3, pp 311-323.
- Fargues, J., Cugier, J.P. ve Weghe, P., 1980. Plot experiments on the fungus *Beauveria bassiana* (Hyphomycete) against *Leptinotarsa decemlineata* (Col., Chrysomelidae). *Acta Oecologica, Oecologia Applicata* Vol. 1, No. 1, pp. 49-61.
- Fargues, J., Delmas, J.C., Auge, J. ve Lebrun, R.A., 1991. Fecundity and egg fertility in the adult Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) surviving larval infection by the fungus *Beauveria bassiana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Volume 61, Issue 1, pages 45–51.
- Fargues, J., Delmas, J.C. ve Lebrun, R.A., 1994. Leaf Consumption by larvae of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Infected with the Entomopathogen, *Beauveria bassiana*. *Journal of Economic Entomology* (Impact Factor: 1.6), 87 (1): 67-71.
- Faria, M.R. ve Wraight, S.P., 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*, 43: 237-256.
- Federici, B.A., 1999. A perspective on pathogens as biological control agents for insect pests. In: T.S. Bellows, T.W. Fisher (eds), *Handbook of biological control*. Academic Press, San Diego. pp. 517–548.
- Fernandez, S., 2001. Study of Conidia Production and Transmission of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. in Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). A Thesis. Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy (in Biological Sciences). The University of Maine. Electronic Theses and Dissertations. Paper 348.
- Ferro, D.N., 1993. Potential for resistance to *Bacillus thuringiensis*: Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) - a model system. *Am. Entomol.* 39: 38-44.
- Ferro, D.N. ve Boiteau, G., 1993. Management of insect pests. In: Randall CR (ed.) *Potato Health Management*, APS Press, St. Paul, U.S.A., FL, pp: 103-115.
- Forgash, A.J., 1985. Insecticide resistance in the Colorado potato beetle. In “Proceedings of the Symposium on the Colorado potato beetle.” 18th International Congress of Entomology (D.N. Ferro and R.H. Voss, Eds.), pp. 33-52. Res. Bull. 704. Amherst, Massachusetts Agricultural Experiment Station.
- Furlong, M.J. ve Groden, E., 2001. Evaluation of synergistic interactions between the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) pathogen *Beauveria bassiana* and the insecticides imidacloprid and cyromazine. *J. Econ. Entomol.* 94(2), 344–356.

- Furlong, M.J. ve Groden, E., 2003. Starvation induced stress and the susceptibility of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, to infection by *Beauveria bassiana*. J. Invertebr. Pathol. 83, 127–138.
- Gaugler, R., Costa, S.D. ve Lashomb, J., 1989. Stability and efficacy of *Beauveria bassiana* soil inoculations. Environ. Entomol. 18 (3):412-417.
- Gauthier, N.L., Hofmaster, R.N. ve Semel, M., 1981. History of Colorado potato beetle control. In: “Advances in potato pest management.” (J.H. Lashomb and R.A. Casagrande, Eds.), pp. 13-33. Hutchinson Ross, Stroudsburg, PA.
- Giroux, I., 2003. Contamination de l’eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre (Contamination of groundwater by pesticides and nitrates in regions cultivated in potatoes), Ministry of Environment of Quebec, Envirodoq No. ENV/2003/0233
- Gökçe, A., Whalon, M.E., Çam, H., Yanar, Y., Demirtaş, İ. ve Gören, N., 2007. Contact and residual toxicities of thirty plant extracts to Colorado potato beetle larvae. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 40: 441-450
- Grafius, E., 1997. Economic impact of insecticide resistance in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on the Michigan potato industry. Journal of Economic Entomology, 90: 1144-1151.
- Grunde-Cimerman, N., Zalar, P. ve Jerm, S., 1998. Mycoflora of cave cricket *Troglophilus neglectus* cadavers. Mycopathologia, 144 (2): 111–114.
- Güven, Ö., Çayır, D., Baydar, R. ve Karaca İ., 2015. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vull. izolatlarının patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] üzerindeki etkisi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi 2015, 6 (2): 105-114. ISSN 2146-0035.
- Hajek, A.E., Soper, R.S., Roberts, D.W., Anderson, T.E., Biever, K.D., Ferro, D.N., LeBrun, R.A. ve Storch, R.H., 1987. Foliar applications of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin for control of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae): an overview of pilot test results from the northern United States. Can. Entomol. 119, 959–974.
- Hajek, A.E. ve St. Leger, R.J., 1994. Interactions between fungal pathogens and insect host. Annual Review of Entomology, 39: 293-322.
- Hibbett, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lücking, R., Thorsten Lumbsch, H., Lutzoni, F., Matheny, P.B., McLaughlin, D.J., Powell, M.J., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Y.C., Gams, W., Geiser, D.M., Griffith, G.W., Gueidan, C., Hawksworth, D.L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R.A., Hyde, K.D., Ironside, J.E., Köljal, U., Kurtzman, C.P., Larsson, K.H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J.M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J.D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J.P., Schüssler, A., Sugiyama, J., Thorn, R.G., Tibell, L., Untereiner, W.A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.J. ve Zhang, N., 2007. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. Mycological Research, 111: 509–547.
- Hofmaster, R.N., Waterfield, R.L. ve Boyd, J.C., 1967. Insecticides applied to the soil for control of eight species of insects on Irish potatoes in Virginia. J. Econ. Entomol. 60: 1311-1318.

- Hollingworth, R.M. ve Dong, K., 2008. The Biochemical and Molecular Genetic Basis of Resistance to Pesticides in Arthropods. (Global Pesticide Resistance in Arthropods, Ed: Whalaon, M.E., Mota-Sanchez, D. and Hollingworth, R.M.). 40-90, Cromwell, UK.
- Hozzank, A., Wegensteiner, R., Waitzbauer, W., Burnell, A., Mracek, Z. ve Zimmermann, G., 2003. Investigations on the occurrence of entomopathogenic fungi and entomoparasitic nematodes in soils from Lower Austria. Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes Iobc Wprs Bulletin, 26: 77-80.
- Hunt, D.W.A., Borden, J.H., Rahe, J.E. ve Whitney, H.S., 1984. Nutrient-mediated germination of *Beauveria bassiana* conidia on the integument of the bark beetle *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae). Journal of Invertebrate Pathology. 44: 304-314.
- Hussein, H.M., Skoková Habuštová, O., Půža, V. ve Zemek, R., 2016. Laboratory Evaluation of *Isaria fumosorosea* CCM 8367 and *Steinernema feltiae* Ustinov against Immature Stages of the Colorado Potato Beetle. PLoS ONE 11(3): e0152399. doi:10.1371/journal.pone.0152399.
- Ihara, F., Yaginuma, K., Kobayashi, N., Mishiro, K. ve Sato, T., 2001. Screening of Entomopathogenic Fungi against the Brown-Winged Green Bug, *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae), Applied Entomology and Zoology, 36 (4): 495-500.
- Inglis, G.D., Ivie, T.J., Duke, G.M. ve Goettel, M.S, 2000. Influence of Rain and Conidial Formulation on Persistence of *Beauveria bassiana* on Potato Leaves and Colorado Potato Beetle Larvae. Biological Control Volume 18, Issue 1, May, Pages 55-64.
- Inglis, G.D., Goettel, M.S., Butt, T.M. ve Strasser, H., 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: T.M. Butt, C. Jackson, N. Magan (eds), Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential. CAB International, Wallingford. pp. 23-69.
- Ioannidis, P.M., Grafius, E. ve Whalon, M.E., 1991. Patterns of insecticide resistance to azinphosmethyl, carbofuran and permethrin in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology. 84: 1417-1423.
- İzgi, 2012. Kahramanmaraş Başkonuş Ormanlık Alanlarından Alınan Toprak Örneklerinden İzole Edilen Entomoptojen Funguslar, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 41s.
- Jaros-Su, J., Eleanor Groden, E. ve Zhang, J., 1999. Effects of Selected Fungicides and the Timing of Fungicide Application on *Beauveria bassiana*-Induced Mortality of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Department of Biological Sciences, University of Maine, Orono, Maine.
- Keller, S. ve Zimmerman, G., 1989. Mycopathogens of soil insects. In: Insect-Fungus Interactions. Wilding, N.; Collins, N.M.; Hammond, P.M. & Webber, J.F. (Eds.), pp.240-270, Academic Press, London.
- Keller, S., Kessler, P. ve Schweizer, C., 2003. Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metharhizium anisopliae*, Bio Control, 48: 307-319.
- Kepenekci, İ., Tülek, A., Oksal, E., Alkan, M., Erdoğan, D., Evlice, E. ve Oksal, D., 2014. Entomopatogen Fungus *Purpureocillium lilacinum* TR1'un Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin Son Dönem

- Larvalarına Etkisi Üzerine Ön Çalışmalar. V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, sayfa 318.
- Kıvan, M. ve Aysal, T., 2014. Laboratuvar koşullarında *Perillus bioculatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)' un gelişme süresi ve ölüm oranı üzerinde ön çalışmalar. Türk. biyo. мү. derg., 5 (1): 23-29.
- Klingen, I., Eilenberg, J. ve Meadow, R., 2001. Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils, Agriculture, Ecosystems and Environment, 91: 191–198.
- Kriukov, V., Khodyrev, V.P., Iaroslavlseva, O.N., Kamenova, A.S., Duışembekov, B.A. ve Glupov V.V., 2009. Synergistic action of entomopathogenic hyphomycetes and the bacteria *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* in the infection of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. Prikl Biokhim Mikrobiol. Sep-Oct;45(5):571-6.
- Kryukov, V., Yaroslavlseva, O.N., Dubovskiy, I.M., Tyurin, M.V., Kryukova, N.A. ve Glupov, V.V., 2014. Insecticidal and immunosuppressive effect of ascomycete *Cordyceps militaris* on the larvae of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. Biology Bulletin, 41 (3): 276–283.
- Lacey, L.A., Horton, D.R., Chauvin, R.L. ve Stocker, J.M., 1999. Comparative efficacy of *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* and aldicarb for control of Colorado potato beetle in an irrigated desert agroecosystem and their effects on biodiversity. Entomol. Exp. Appl. 93, 189-200.
- LeOra, S., 1994. Polo-PC: Probit and Logit analysis. Berkeley CA: LeOra Software.
- Manrique, L. M., 2000. Potato production in the tropics. Manrique International limited, Agrotech, Honolulu, HI, USA.
- Maranhao, E.A.A. ve Santiago-Alvarez, C., 2003. Occurrence of entomopathogenic fungi in soils from different parts of Spain, Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, IOBC wprs Bulletin, 26 (1): 59-62.
- McCoy, C.W., Samson, R.A., Boucias, D.G., 1988. Entomogenous fungi. In: 'CRC Handbook of Natural Pesticides, Microbial Insecticides, Part A, Entomogenous Protozoa and Fungi.' CM Ignoffo (ed.), CRC Press, Boca Raton, 5:151– 236.
- Meyling, N.V. ve Eilenberg, J., 2006. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. Agriculture Ecosystems and Environment 113, 336-341.
- Miętkiewski, R., Żurek, M., Tkaczuk, C. ve Bałazy, S., 1991. Occurrence of entomopathogenic fungi in arable soil, forest soil and litter. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E, 21 (1/2): 61–68, (in Polish with English summary).
- Mota-Sanchez, D., Whalon, M.E., Grafius, E. ve Hollingworth, R., 2000. Resistance of Colorado potato beetle to imidacloprid. Resistant Pest Management Newsletter. 11: 31-34.
- Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R.M, Grafius, E.J. ve Moyer, D.D., 2006. Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera : Chrysomelidae). Pest Management Science, 62: 30-37.
- Mourão, I., Moreira, H., Rodrigues, R., Moura, L. ve Brito, L.M., 2012. Evaluation of the effectiveness of natural insecticides on the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Revista de Ciências Agrárias (Portugal). 35 (2): 308-315.
- Noronha, C. ve Goettel, M.S., 2008. Differential Susceptibility between Diapausing and Non-Diapausing Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) Treated

- with *Beauveria bassiana*. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1), 55-58.
- Noronha, C. ve Goettel, M.S., 2009. "The Effect of Digging by the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) (Coleoptera: Chrysomelidae) on the Acquisition and Retention of *Beauveria bassiana* Conidia." Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 3 (Spec. Issue 1), pp. 59-64.
- Öztürk, H.E., 2016. Bazı Biyoinsektisit ve Entomopatojen Fungusların *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)'ya Etkileri, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 25s.
- Paparatti, B. ve Speranza, S., 1999. Biological Control of Chestnut Weevil (*Curculio elephas* Gyll.; Coleoptera, Curculionidae) with the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes), Acta Horticulture, II. International symposium on chestnut, Bordeaux, 494, 459-464.
- Paparatti, B. ve Speranza, S., 2005. Biological Control of Hazelnut Weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) Using the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). Acta Horticulture, VIth International symposium on hazelnut, Tarragona-Reus, 686, 407-412.
- Pell, J.K., Eilenberg, J., Hajek, A.E. ve Steinkraus, D.C., 2001. Biology, ecology and pest management potential of Entomophthorales. In: T.M. Butt, C. Jackson, N. Magan (eds), Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential. CAB International, Wallingford. pp. 71-153.
- Poprawski, T.J., Carruthers, R.I., Speese III, J., Vacek, D.C. ve Wendel, L.E., 1997. Early-season applications of the fungus *Beauveria bassiana* and introduction of the Hemipteran Predator *Perillus bioculatus* for control of Colorado potato beetle. Biol. Control 10, 48-57.
- Quesada-Moraga, E., Navas-Cortés, J.A., Maranhao, E.A.A., Ortiz-Urquiza, A. ve Santiago-Álvarez, C., 2007. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. Mycological Research, 111 (8): 947-966.
- Quinton, R.J., 1955. DDT-resistant Colorado potato beetles? Proceedings of North-Central Branch of the Entomological Society of America, 9:94-95.
- Rahardja, U. ve Whalon, M.E., 1995. Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* CryIIIA delta-endotoxin in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 88: 21-26.
- Rath, A.C., Koen, T.B. ve Yip, H.Y., 1992. The influence of abiotic factors on the distribution and abundance of *Metarhizium anisopliae* in Tasmanian pasture soils. Mycological Research, Vol. 96, No. 5, pp. 378-384.
- Roberts, D.W., 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980. H.D. Burges (Ed.), pp. 441-464, Academic press, London and New York.
- Samsinakova, A. ve Kalalova, S., 1978. The fungus *Paecilomyces farinosus* Br. et Smith (Deuteromycetes). A study on conditions of its use for the control of the Colorado beetle, Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 87: 68-75.
- Samsinakova, A., Kalalova, S., Vlcek, V. ve Kybal, J., 1981. Mass production *Beauveria bassiana* for regulation of *Leptinotarsa decemlineata* populations. J. Invert. Pathol. 38(2):168-174.

- Samson, R.A., Evans, H.C. ve Latgé, J.P., 1988. Atlas of Entomopathogenic Fungi. Springer-Verlag, New York.
- Sánchez-Peña, S.R., San-Juan Lara, J. ve Medina, R.F., 2011. Occurrence of entomopathogenic fungi from agricultural and natural ecosystems in santillo, mexico, and their virulence towards thrips and whiteflies. Journal of Insect Science, 11 (1): 1-10.
- Sevim, A., 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi'nden Entomopatojenik Fungusların İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Virülanslarının Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı, Doktora tezi, Trabzon: 31-32.
- Shafighi, Y., Kazemi, M.H., Ghosta, Y. ve Akbarian, J., 2012. Insecticidal efficacy of two isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) (Vuill.), on the second larval stage of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col: Chrysomelidae). Archives of Phytopathology And Plant Protection, 45 (15).
- Sosnowska, D., Bałazy, S., Prishchepa, L. ve Mikulskaya, N., 2004. Biodiversity of Arthropod Pathogens in the Białowieża Forest. Journal of Plant Protection Research, 44 (4): 313-321.
- Spss Inc., 2008. Spss Statistics for Windows, Version 17.0 Chicago.
- Stewart, J.G., Kennedy, G.C. ve Sturz, A.V., 1997. Incidence of insecticide resistance in populations of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), on Prince Edward Island. Canadian Entomologist, 129 (1): 21-26.
- Storch, R.H. ve Dill, J.F., 1987. *Beauveria bassiana* for control of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Maine. Technical Bulletin, Maine Agricultural Experiment Station. Technical bulletin: 128, 8 pp.
- Sung, G.H., Hywel-Jones, N.L., Sung, J.M., Luangsaard, J.J., Shrestha, B. ve Spatafora, J.W., 2007. Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. Studies in Mycology, 57: 5–59.
- Sun, B.D. ve Liu, X.Z., 2008. Occurrence and diversity of insect-associated fungi in natural soils in China, Applied Soil Ecology, 39(1) :1 100–108.
- Susurluk, H., 2008. İki benekli Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae)'de Piretroid İnsektisitlere Karşı Oluşan Direncin Moleküler Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Şahin, H., 2006. Çam Kese Tırtılı (*Thaumetopoea pityocampa* (Den&Schiff)) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae)'na Karşı Farklı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Etkinliklerinin Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Timonin, M.I., 1939. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. on Colorado potato beetle larvae. Can. J. Res. 17, 103–107.
- Tkaczuk, C. ve Renella, G., 2003. Occurrence of entomopathogenic fungi in soils from Central Italy under different managements. Bulletin OILB/SROP 26 (1): 85–89.
- Todorova, S.I., Côté, J.C. ve Coderre, D., 1996. Evaluation of the effects of two *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin strains on the development of *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake (Col., Coccinellidae). Volume 120, Issue 1-5, pages 159–163.
- Todorova, S.I., Coderre, D. ve Côté, J.C., 2000. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* isolates toward *Leptinotarsa decemlineata* [Coleoptera:

- Chrysomelidae], *Myzus persicae* [Homoptera: Aphididae] and their predator *Coleomegilla maculata lengi* [Coleoptera: Coccinellidae]. *Phytoprotection*, 81 (1):15-22.
- Tomilova, O.G., Kryukov, V.Y., Duisembekov, B.A., Yaroslavtseva, O.N., Tyurin, M. V., Kryukova, N.A., Skorokhod, V., Dubovskiy, I.M. ve Glupov, V.V., 2016. Immune-physiological aspects of synergy between avermectins and the entomopathogenic fungus *Metarhizium robertsii* in Colorado potato beetle larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*. Volume 140, October 2016, Pages 8–15.
- Tsagkarakou, A., Van Leeuwen, T., Khajehali, J., Ilias, A., Grispou, M., Williamson, M.S., Tirry, L. ve Vontas, J., 2009. Identification of Pyrethroid Resistance Associated Mutations in the Para Sodium Channel of the Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). *Insect Molecular Biology*, 18(5): 583- 593.
- Tyurin, M.V., Kryukov, V.Yu., Yaroslavtseva, O.N., Elisafenko, E.A., Dubovskiy, I.M. ve Glupov, V.V., 2016. Comparative analysis of immune responses in Colorado potato beetle larvae during development of mycoses caused by *Metarhizium robertsii*, *M. brunneum* and *M. pempighi*. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, Volume 52, Issue 3, pp 252-260.
- Ulusoy, M., 2016. Entomopatogen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill sporlarının bazı zararlı böcekler üzerindeki etkisinin incelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 143s.
- Uygun, Z. ve Karaca İ., 2015. Tokat İli Patates ve Patlıcan Üretimi Yapılan Alanlarda Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Yayılışı, Doğal Düşmanları ve Popülasyon Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 19(2), 184-189.
- Vänninen, I., Husberg, G.B. ve Hokkanen, H.M.T., 1989. Occurrence of entomopathogenic fungi and entomopathogenic nematodes in cultivated soils in Finland. *Acta Entomologica Fennica*, 53: 65–71.
- Vänninen, I., 1995. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type. *Mycological Research*, 100 (1): 93–101.
- Vänninen, I., 2009. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type, *Mycological Research*, 100: 93-101.
- Vega, F.E., Meyling, N.V., Luangsaard, J.J. ve Blackwell, M., 2012. In *Fungal entomopathogens in Insect Pathology*. Vega, F.E. & Kaya, H.K., eds., 171-220, Elsevier, San Diego.
- Vey, A. ve Fargues, J., 1977. Histological and ultrastructural studies on *Beauveria bassiana* infection in *Leptinotarsa decemlineata* larvae during ecdysis. *Journal of Invertebrate Pathology* 30(2): 207-215.
- Vey, A., Farques, J. ve Robert, P., 1982. Histological and ultrastructural studies of factors determining the specificity of pathotypes of the fungus *Metarhizium anisopliae* for the scarabeid larvae. *Entomophaga* 27: 387-397.
- Walczak, F., Bandyk, A., Jakubowska, M., Roik, K., Tratwal, A., Wielkopolan, B. ve Złotkowski, J., 2013. Phytosanitary condition of crops in Poland in 2012 and expected occurrence of pests in 2013. Poznań: IOR-PIB.

- Watt, B.A. ve LeBrun, R.A., 1984. Soil effects of *Beauveria bassiana* on pupal populations of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 13, 15–18.
- Whalon, M.E., Miller, D.L., Hollingworth, R.M., Grafius, E.J. ve Miller, J.R., 1993. Selection of a Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) strain resistant to *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol.* 86: 226-233.
- Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D. ve Hollingworth, R.M., 2008. The MSU Arthropod pesticide resistance database. Available online: <http://www.pesticideresistance.org>. Last accessed 7 April.
- Wraight, S.P. ve Ramos, M.E., 2002. Application Parameters Affecting Field Efficacy of *Beauveria bassiana* Foliar Treatments against Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Biological Control*, Volume 23, Issue 2, Pages 164–178.
- Wraight, S.P. ve Ramos, M.E., 2004. Investigations of Colorado Potato Beetle Mortality Following Foliar Applications of *Beauveria bassiana*. *Society for Invertebrate Pathology Annual Meeting Proceedings*. 37:103.
- Wraight, S.P. ve Ramos, M.E., 2005. Synergistic interaction between *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis tenebrionis* based biopesticides applied against field populations of Colorado potato beetle larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 90: 139-150.
- Wraight, S.P., Inglis, G.D. ve Goettel, M.S., 2007. Fungi. In: L.A. Lacey, H.K. Kaya (eds), *Fieldmanual of techniques in invertebrate pathology*, 2nd edition. Springer, Dordrecht. pp. 223–248.
- Wraight, S.P. ve Ramos, M.E., 2015. Delayed efficacy of *Beauveria bassiana* foliar spray applications against Colorado potato beetle: Impacts of number and timing of applications on larval and next-generation adult populations. *Biological Control*, 83: 51–67.
- Wraight, S.P. ve Ramos, M.E., 2017. Effects of inoculation method on efficacy of wettable powder and oil dispersion formulations of *Beauveria bassiana* against Colorado potato beetle larvae under low-humidity conditions. *Biocontrol Science and Technology*, Volume 27, Issue 3.
- Yaroslavtseva, O.N., Dubovskiy, I.M., Khodyrev, V.P., Duisembekov, B.A., Kryukov, V.Y. ve Glupov, V.V., 2017. Immunological mechanisms of synergy between fungus *Metarhizium robertsii* and bacteria *Bacillus thuringiensis ssp. morrisoni* on Colorado potato beetle larvae. *Journal of Insect Physiology* Volume 96, January, Pages 14–20.
- Yu, S. J., 1986. Host plant induction of microsomal monooxygenases in relation to organophosphate activation in fall armyworm larvae, *Florida Entomologist* 69, 579–587.
- Zhao, J.Z., Bishop, B.A. ve Grafius, E.J., 2000. Inheritance and synergism of resistance to imidacloprid in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 93 (5): 1508-1514.

7. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İlker POLAT
Doğum Tarihi ve Yeri : 26.03.1980
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0530 385 04 53
e-mail : ikropolit@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi (Bahçe Bitkileri Bölümü)	2013
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi (Bitki Koruma Bölümü)	2002
Lise	Tokat Mehmet Akif Ersoy Lisesi	1997

İŞ DENEYİMİ

YIL	YER	GÖREV
2007-2011	Samsun Lâdik İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
2011-2013	Tokat Artova İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Ziraat Yüksek Mühendisi
2013-2015	Tokat Pazar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Ziraat Yüksek Mühendisi
2015-....	Tokat Orta Karadeniz Geçit Kuş. Tar. Arş. Ens. Müdürlüğü	Ziraat Yüksek Mühendisi