

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ



**BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] ÜZERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

SATİ YAĞMUR KARAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEKLİSANS TEZİ

BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] ÜZERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ

SATİ YAĞMUR KARAMAN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Sati Yağmur KARAMAN tarafından hazırlanan “Bazı Entomopatojen Fungusların Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 28/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Dr. Öğretim Üyesi İslam SARUHAN**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan **Dr. Öğretim Üyesi İslam SARUHAN**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Üye **Doç. Dr. İsmail ERPER**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Üye **Dr. Öğretim Üyesi Faruk AKYAZI**
Ordu Üniversitesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım..../.../2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.



Tarih

İmza

Sati Yağmur KARAMAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bazı Entomopatojen Fungusların Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Sati Yağmur KARAMAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi İslam SARUHAN

Patates böceği [(*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae))] patates bitkisinde % 70-80 oranında kayıplara neden olan başlıca zararlıların arasında yer almaktadır. Patates böceği ile mücadelede yoğun bir şekilde insektisit kullanılmaktadır. Bu nedenle, birçok bitki zararlısına karşı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılan ve oldukça iyi sonuçlar alınan *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* ve *Metarhizium anisopliae* izolatları patates böceğinin 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri üzerindeki biyolojik etkinlikleri laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Laboratuvar koşullarında patates böceğinde etkili bulunan ve piyasada yaygın olarak kullanılan izolatlardan *B. bassiana* ve *M. anisopliae* patates böceğinin aynı biyolojik dönemlerine saksı denemelerinde uygulanmıştır. Laboratuvar denemeleri 25±2 °C sıcaklık ve %60±5 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. Entomopatojen funguslara ait spor süspansiyonları 1x10⁸ konidi/ml olacak şekilde püskürtme yöntemi şeklinde uygulanmıştır. Çalışma 4 tekerrürlü ve her bir tekerrüre 10 adet böcek konmuştur. Böcekler araziden getirilen taze patates yaprakları ile beslenmiştir. Laboratuvar denemeleri 7 gün, saksı denemeleri 10 gün boyunca takip edilmiş ve ölü bireyler günlük sayılarla yüzde etkiler belirlenmiştir. Laboratuvar denemeleri 7. gün sonuçlarına göre, patates böceğinin 2. larva döneminde *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana* ve *M. anisopliae*, 3. larva döneminde *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *I. fumosorosea*, 4. larva döneminde *B. bassiana* ve *M. anisopliae*, ergin döneminde ise *M. anisopliae* izolatları zararlının biyolojik dönemleri üzerinde %100 etkili bulunmuştur. Saksı denemeleri 10. gün sonuçlarına göre patates böceğinin 2., 3., 4. larva döneminde *B. bassiana* ve *M. anisopliae*, ergin döneminde ise *M. anisopliae* biyolojik dönemleri üzerinde %100 etkili bulunmuştur. Laboratuvar ve saksı denemelerinde bütün dönemlerde en etkili izolat *M. anisopliae* olmuştur. Sonuç olarak çalışmada kullanılan bütün izolatlar patates böceğinin bütün biyolojik dönemlerine karşı kabul edilebilirlik seviyesinde etki göstermiştir. Ancak *M. anisopliae* izolatu ön plana çıkmıştır.

Ocak 2019, 50 Sayfa

Anahtar kelimeler: Patates böceği, Biyolojik mücadele, *Leptinotarsa decemlineata*, *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* ve *Metarhizium anisopliae*

ABSTRACT

Master's Thesis

Determination of the Effects of Some Entomopathogenic Fungi on Potato Beetle
[*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]

Sati Yağmur KARAMAN

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Plant Protection
Supervisor: Dr. İslam SARUHAN

The potato beetle [(*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae))] is one of the main pests that cause 70-80% loss in potato plants. Insecticide is used intensively in the control of potato beetle. For this reason, the biological activity of *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* and *Metarhizium anisopliae* isolates, which are used as a biological control against on many plant pests and give quite good results, on 2nd, 3rd and 4th period larvae and adults of the potato beetle in lab conditions. As isolates that are found to be effective in potato beetle in laboratory conditions and commonly used in the market, *B. bassiana* and *M. anisopliae* were applied to the same biological periods of the potato beetle in flower pot trials. Laboratory tests were carried out at 25±2°C temperature and 60±5% humidity conditions. Spore suspensions of entomopathogenic fungi were applied by spraying with 1x10⁸ conidi/ml. The study was conducted in 4 iterations and with 10 pest per iteration. Insects were fed fresh potato leaves from the field. Laboratory experiments were monitored for 7 days, flower pot trials were monitored for 10 days, and percentage effects were determined by daily mortality count. According to the results of the laboratory experiments on the 7th day, *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana* and *M. anisopliae* were found to be 100% effective in the 2nd larva period of the potato beetle, *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana*, *M. anisopliae* and *I. fumosorosea* in the 3rd larva period, *B. bassiana* and *M. anisopliae* in the 4th larval period, and *M. anisopliae* isolates in the adult period. The 10th day results of the flower pot experiments showed that *B. bassiana* and *M. anisopliae* were found to be 100% effective on the 2nd, 3rd and 4th larva period and *M. anisopliae* on the adult period of the potato beetle. The most effective isolate in each period was *M. anisopliae* in laboratory and pot experiments. As a result, all isolates used in the study showed an effect against all biological periods of the potato beetle that is acceptable. However, *M. anisopliae* was the isolate that stands out.

January 2019, 50 pages

Key words: Colorado potato beetle, Biological control, *Leptinotarsa decemlineata*, *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* and *Metarhizium anisopliae*

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca yardım ve desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi İslam SARUHAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam boyunca desteğini ve fungal izolatların temininde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. İsmail ERPER hocama teşekkür ederim.

Beni bugünlere getirmek için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan anneme, babama ve hep yanımda olan kardeşime sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO. ZRT. 1904. 17. 034 nolu proje numarası ile desteklenmiştir. Desteğinden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisine teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak 2019, Samsun

Sati Yağmur KARAMAN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Patates böceği'nin sistematikteki yeri, biyolojisi ve zarar şekli.....	12
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Patates böceği kültürünün üretilmesi.....	13
3.2.2. Denemelerde kullanılan entomopatojen fungusların hazırlanması.....	16
3.2.3. Entomopatojen fungus izolatlarının çoğaltılması.....	17
3.2.4. Spor süspansiyonlarının hazırlanması.....	20
3.2.5. Konidi canlılığının belirlenmesi.....	21
3.2.6. Laboratuvar denemeleri.....	22
3.2.7. Saksı denemeleri.....	25
3.2.8. İstatiksel analiz.....	28
4. BULGULAR	29
4.1. Laboratuvar Denemeleri Sonuçları Değerlendirmesi.....	29
4.2. Saksı Denemeleri Sonuçları Değerlendirmesi.....	33
4.2.1. Saksı ve laboratuvar denemelerinin karşılaştırılması.....	37
5. TARTIŞMA.....	39
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

%	Yüzde
ml	Mililitre
g	Gram
mg	Miligram
µl	Mikrolitre
ha	Hektar
°C	Santigrat derece

KISALTMALAR

PDA	Patates Dextroz Agar
LT ₅₀	Popülasyondaki Bireylerin %50'sinin Ölmesi İçin Geçen Zaman
LT ₉₀	Popülasyondaki Bireylerin %90'ının Ölmesi İçin Geçen Zaman
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Patates böceğinin 2.(a), 3.(b), 4.(c) dönem larva ve ergini (d).....	12
Şekil 3.2. Patates tarlalarından patates böceğinin toplanması.....	14
Şekil 3.3. Kültürde gelişen patates böceği larvalarının dönemlerine ayrılması.....	15
Şekil 3.4. Denemede kullanılan entomopatojen fungus izolatları a) <i>I. fumosorosea</i> , b) <i>B. bassiana</i> , c) <i>S. lamellicola</i> , d) <i>L. muscarium</i> , e) <i>M. anisopliae</i>	17
Şekil 3.5. PDA'nın manyetik karıştırıcıda çözünmesi ve otoklavda sterilizasyonu...	18
Şekil 3.6. Fungusun aktarılması ve inkübasyona bırakılması.....	19
Şekil 3.7. Entomopatojen fungusların spor süspansiyonları.....	19
Şekil 3.8. Spor süspansiyonunun hazırlanması.....	20
Şekil 3.9. Entomopatojen fungus süspansiyonunun PDA üzerine yayılması.....	21
Şekil 3.10. Kurutma kağıtlarının nemlendirilmesi ve steril yaprakların kurutulması.	22
Şekil 3.11. Entomopatojen fungusların püskürtme yöntemiyle uygulanması.....	23
Şekil 3.12. Işık ve karanlık ortamda inkübasyon süreci.....	24
Şekil 3.13. Ölü bireylerdeki mikosis oranı gözlemlenmesi.....	24
Şekil 3.14. Torf perlit karışımı bulunan patates yetiştirilen saksılar.....	25
Şekil 3.15. Patates yumrularının yüzeysel dezenfeksiyon işlemi.....	25
Şekil 3.16. Patates yumrularının saksılara ekimi.....	26
Şekil 3.17. Entomopatojen fungusların yapraklara püskürtülmesi.....	26
Şekil 3.18. Patates yapraklarının üzerine zararlının aktarılması.....	27
Şekil 3.19. Kafeslerin tül içerisine alınması.....	28
Şekil 4.1. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın 4. dönem larvaları üzerindeki etkisi.....	31
Şekil 4.2. Saksı denemelerinde <i>Metarhizium anisopliae</i> sonucu ölen erginler.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Bu denemede kullanılmış entomopatojen funguslar.....	16
Çizelge 4.1. Entomopatojen fungusların 1×10^8 konidi/ml'de <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 2. larva dönemi üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.2. Entomopatojen fungusların 1×10^8 konidi/ml'de <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 3. larva dönemleri üzerine etkileri.....	30
Çizelge 4.3. Entomopatojen fungusların 1×10^8 konidi/ml'de <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 4. larva dönemleri üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.4. Entomopatojen fungusların 1×10^8 konidi/ml'de <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın ergin dönemleri üzerine etkileri.....	32
Çizelge 4.5. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın farklı dönemleri üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.6. <i>Metarhizium anisopliae</i> 'nin saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın farklı dönemleri üzerine etkileri.....	34
Çizelge 4.7. Entomopatojen fungusların saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 2. larva dönemleri üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.8. Entomopatojen fungusların saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 3. larva dönemleri üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.9. Entomopatojen fungusların saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın 4. larva dönemleri üzerine etkileri.....	36
Çizelge 4.10. Entomopatojen fungusların saksı denemelerinde <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 'nın ergin dönemleri üzerine etkileri.....	36
Çizelge 4.11. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın 3., 5. ve 7. gün laboratuvar ve saksı denemelerinin karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.12. <i>Metarhizium anisopliae</i> 'nin 3., 5. ve 7. gün laboratuvar ve saksı denemelerinin karşılaştırılması.....	38

1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), dünyamızda büyüyen açlık sorununa faydası ve ülke ekonomisine katkısı bakımından önemli bir temel besin ürünüdür. Patates, dünyanın hemen her bölgesinde birim alandan fazla verim sağlaması, besin değerinin yüksek olması ve farklı iklim tiplerinde yetiştiriciliğinin kolay yapılmasından dolayı üretilmektedir (Yüceer ve Kayım, 2012).

Dünya patates üretimi 2017 yılında 19.302,642 milyon hektar alanda 388.190,674 ton yapılmakta olup, patates üretiminde önde gelen ülkeler arasında Çin, Hindistan, Rusya ve Ukrayna yer almaktadır (FAOSTAT, 2017). Türkiye'nin patates üretim alanı 1.428,835 dekar olup, üretimi ise 4.800,000 tondur (TÜİK, 2017). Ülkemiz patates üretimi hemen her ilde yapılmakla birlikte daha çok Niğde, Nevşehir, İzmir, Bolu, Afyon, Trabzon ve Tokat illerinde üretilmektedir.

Patates bitkisi, büyüme ve gelişmesi süresince birçok hastalık ve zararlının etkisine maruz kaldığından dolayı yumru veriminde önemli kayıplar gözlenmektedir. Patates bitkisinde bu kayıplara neden olan başlıca zararlıların arasında Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)], Patates güvesi (*Phthorimaea operculella*), Telkurdu (*Agriotes* spp.), Bozkurt (*Agrotis* spp.), Patates yaprakbiti (*Macrosiphum euphorbiae*), Patates çürüklük nematodları (*Ditylenchus destructor*) gelmektedir (Anonim, 2016a). Bu sayılan zararlılar içinde patates üretimini olumsuz etkileyen başlıca ana zararlı, patates böceğidir.

Yapılan araştırmalarda patates böceğinin patatesten %70-80'lere varan ürün kayıplarına sebep olduğu tespit edilmiştir (Oerke vd, 1994). Patates böceğinin ergin ve larvaları bitkinin yaprakları ile beslenmekte ve eğer bu zararlı ile mücadele edilmezse bitkiyi tamamen yapraksız bırakabilmektedir (Güçlü vd, 2010). Zararlı yaprakla beslenerek doğrudan yaptığı zararın yanı sıra patatesin önemli hastalıklarından olan patates kahverengi çürüklüğü, patates halkalı çürüklüğü ve iğ yumru viroidi hastalıklarının yayılmasında taşıyıcı olarak görev almaktadır (Yüceer, 2011).

Patates böceği, yüksek ve düşük sıcaklıklara karşı toleransı nedeniyle patates yetiştiriciliğinin yapıldığı bütün bölgelerde görülmektedir (Worner, 1988).

Patates böceğinin bütün dönemlerinde bitki yapraklarıyla beslenerek bitki gelişiminin yavaşlamasına ve patates üretiminin azalmasına neden olduğu için bu zararlı ile mücadele de kimyasal mücadelenin zorunlu hale geldiği kaydedilmektedir (Hare, 1980; Hare, 1990).

Patates üretimi yapılan alanlarda, patates böceği mücadelesinde kullanılan pek çok insektiside karşı bu zararlıda dayanıklılık oluşmuş ve patateslerin en önemli zararlısı haline dönüşmüştür (Zhao vd, 2000). Kimyasal mücadelede, sürekli ve yoğun insektisit kullanımı kalıntı bırakarak çevrenin kirlenmesine, insan sağlığının olumsuz etkilenmesine, doğal dengenin bozulmasına ve aynı zamanda mücadelesi yapılan hastalık veya zararlılarda pestisitlere karşı dayanıklılık sorunu gibi bazı önemli problemleri de beraberinde getirmiştir. Kimyasal mücadelenin mevcut dezavantajlarının giderilmesi için tarımda zararlı böceklerle karşı alternatif yöntemler geliştirilmiş ve bu yöntemler arasında da biyolojik mücadele önem kazanmıştır (Durmuşoğlu vd, 2011).

Biyolojik mücadele, direnç problemi olmayan, etkisi süreklilik gösteren, doğal dengenin korunmasını sağlayan, çevre ve insan sağlığı için zararsız bir mücadele yöntemi olarak bilinmektedir (Tan ve Ökten, 2008). Parazitoit ve predatör böceklerden sonra biyolojik mücadelede en çok kullanılan biyolojik ajanların entomopatojenler olduğu tespit edilmiştir (Deacon, 1983).

Biyolojik mücadele etmenleri olarak fungus, bakteri, protozoa, virüs ve nematod gibi mikroorganizmaların kullanılması mikrobiyal mücadeledir (Eilenberg vd, 2001; Lacey ve Goettel, 1995; Demirbağ, 2008). Böceklerde bulunan mikrobiyal patojen olan bakteri, virüs, fungus, nematod ve protozoaların biyolojik özellikleri onların zararlı böceklerin mücadelesinde faydalı ajanlar olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Federici, 1999).

Patates böceği ile mücadelede entomopatojen bakteri (Costa vd, 2000), entomopatojen fungus (Çam vd, 2002) kullanılmakla birlikte ümitvar sonuçlar kaydedilmektedir. Bu biyolojik mücadele ajanları içerisinde entomopatojen fungusların konukçularının iyi bilinmesi, türce fazla olmaları, ticari olarak kolay üretilmeleri, zararlıyı integüment yoluyla enfekte etmesi ve adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olmasından dolayı diğerlerine göre daha çok tercih edilmektedir.

Entomopatojenik funguslardan oluşan birçok ticari preparat bulunmakla birlikte bunlar zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır (Goettel vd, 2005).

Genel olarak Entomophthorales ve Hypocreales takımlarına ait entomopatojen fungusların böceklerde hastalıklara sebep olduğu bulunmuştur (Sung vd, 2007). Entomopatojen funguslar mikopestisitler olarak, zararlı böcek popülasyonlarını baskı altına alma potansiyeli yüksek olan preparatlardır (Vega vd, 2012). *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *P. farinosus* toprak altı zararlılarıyla biyolojik mücadelede çok fazla kullanılan entomopatojen funguslardır (Dragonova vd, 2008). Bu durum entomopatojen fungusların patates böceği gibi toprakta ergin olarak kışlayan ve pupa olan zararlıların mücadelesinde kolaylıkla tercih edilebildiğini göstermektedir.

Kimyasal olarak farklı toksik metabolitlerin varlığı *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Lecanicillium* gibi entomopatojen fungus cinslerinde bulunan türlerde belirlenmiştir. *B. bassiana*'dan beauverisin, bassianin, bassianolide ve beauverolidler; *M. anisopliae*'den destruksinler, sitokalsin C ve swainsonie; *Lecanicillium* spp.'den siklosporin; *Isaria* spp.'den beauvricin ve beauverolidler gibi toksik metabolitler tespit edilmiştir (Zimmermann, 2007a; Zimmermann, 2007b).

Lecanicillium spp., daha önceleri *Verticillium lecanii* olarak bilinen Hypocreales takımına ait entomopatojen fungustur (Zimmermann, 2008). Taksonomik olarak rDNA sıralamasına göre çeşitli türlere ayrılmıştır (Zare ve Gams, 2001). Bu türler *L. muscarium*, *L. lecanii*, *L. longisporum*, *L. attenuatum*, *L. nodulosum* entomopatojen funguslarıdır (Brodeur, 2012). *L. muscarium*, artropodların bilinen iyi bir patojenidir. Bu tür yaprak bitleri, beyaz sinekler, thrips ve diğer böceklerden izole edilmiştir (Goettel vd, 2008; Saruhan vd, 2015).

Simplicillium cinsine ait fungus türleri topraklardan, hastalıklı bitki dokularından nematodlardan ve insan tırnaklarından izole edilmiştir. Bu cins filogenetik olarak *Cordyceps* ile ilişkilidir (Lim vd, 2014). *Simplicillium* spp. cinsi, *S. lanosoniveum*, *S. obclavatum* ve *S. lamellicola* türlerinden oluşmaktadır (Nonaka vd, 2013). Bazı çalışmalar *S. lamellicola*'nın keneleri, Ichinohe kistlerini, *Heterodera glycines* ve *Meloidogyne arenaria*'nın yumurtalarını kontrol etmek için kullanıldığını bildirmiştir (Polar vd, 2005).

Metarhizium cinsindeki türler, geniş böcek konukçularına sahip olan patojenik funguslardır. *M. anisopliae*'nin multilocus fillojisine dayanan dokuz türden oluşan bir tür kompleksi olduğu bulunmuştur (Bischoff vd, 2009). Ascomycota alemine ait anamorfik bir mantar olan *M. anisopliae*, Metarhizium cinsinin en yoğun çalışılan türüdür (Liu vd, 2001).

Hyphomycetes sınıfına ait olan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, daha çok beyazsineklerin nimf dönemlerine karşı tavsiye edilmektedir. Kimyasal insektisitlerle birlikte rahatlıkla kullanılmakta ve sinerjistik etki yapmaktadır. *B. bassiana* 20°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ve %96 neme kadar olan ortamlarda maksimum patojeniteye sahiptir. Bu türün *Bemisia tabaci*'ye karşı ticari olarak satılan ırkında yapılan laboratuvar çalışmalarında oldukça yüksek patojenite gösterdiği tespit edilmiştir (Hoddle, 1999).

Isaria fumosorosea, yaklaşık olarak 30 yıldan beri *Paecilomyces fumosoroseus* olarak bilinmiş ve ardından Isaria cinsine transfer edilmiştir (Zimmermann, 2008). Dünyanın her yerinde yaygın bir böcek patojenidir. Özellikle ılıman ve tropik bölgelerde yaygındır ve çok sayıda konukçuya sahiptir. Ana kaynağı böcekler olmasına rağmen topraktan da izole edilebilmektedir (Samson, 1974).

Entomopatojen funguslar konukçularını solunum, sindirim ve özellikle deri yoluyla enfekte ederler. Deri yoluyla enfeksiyonda konukçu derisinin içerdiği kitin-protein bileşimini parçalama özelliğine sahip enzimlerin önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Öncüler, 1995). Böcek patojeni funguslar, hücre duvarındaki engelleri aşarak kütikula ya doğrudan giriş yaparlar. Bu işlem fiziksel veya enzimatik (hidrolitik enzimler yardımıyla) olarak gerçekleşir. Enfeksiyon sürecinde ilk önce, fungus sporları konukçu kütikulası üzerine yerleşir, daha sonra sporlar çimlenerek kütikula ya giriş organı olan appressoriumu oluştururlar ve kütikula yı delerek giriş gerçekleşir. Appressorium, hiflerin konukçu derisi içine uzanmasına yardımcı olur (Ortiz-Urquiza, 2013). Epidermis ve hipodermiste gelişen hifler böcek vücudunda ve kan hücrelerinde çoğalmalarına devam ederek böceğin ölümüne neden olurlar. Daha sonra ölü bireyler üzerinde saprofitik gelişmeyle yayılabilen eşeysiz sporlarla, kalıcı eşeyli ve eşeysiz dönemler meydana gelir ve en son bu sporlar yeni enfeksiyonlar için çevreye yayılırlar (Deacon, 1983).

Bu çalışmanın amacı patates böceği ile mücadelede, insan ve evre sağlığına zarar vermeyen dayanıklılık riski düşük entomopatojen fungusların kullanım olanaklarını belirlemektir. Bu amaçla, birçok bitki zararlısına karşı bugüne kadar biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılan ve oldukça iyi sonuçlar vermiş olan *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* ve *Metarhizium anisopliae* türlerinin patates böceğinin 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği laboratuvar koşullarında incelenmiş ve en etkili bulunan türlerin saksı denemelerinde patates böceği farklı dönem larva ve erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Leptinotarsa decemlineata, Chrysomelidae familyası içerisinde yer alan polifag bir türdür. Patates üretim alanlarında ekonomik açıdan çok önemli bir zararlı olup, bu zararlı ile mücadele edilmediği durumlarda %70-80'lere varan ürün kayıplarına sebep olduğu bilinmektedir (Oerke vd, 1994). Bu nedenle patates yetiştiriciliğinin yapıldığı ülkelerde bu böcek üzerine yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Timonin (1939), *Beauveria bassiana*'nın *L. decemlineata* larvalarından izole edilen bir patojen olduğunu tespit etmiştir. Yapılan deneyler sonucunda enfekteli bazı larvaların diğer aşamalara geçebildiği fakat sonunda miselyal büyüme sebebiyle pupal aşamada öldükleri belirlenmiştir. *B. bassiana* sporlarının uygulandığı yumurtalar incelendiğinde fungusun yumurtalara bulaşmadığı görülmüş fakat yumurtaların açılmasından 4 gün sonra ortaya çıkan enfekteli larvaların ölü bulunduğu belirlenmiştir.

Fargues ve Vey (1974) patates böceği larvalarının *B. bassiana* entomopatojen fungusu tarafından enfekte edilme sürecini deneysel olarak, deri değiştiren enfekteli larvalar üstünde araştırmıştır. Entomopatojen fungusun penetrasyonu ile enfekteli integümentin dışarı atılması, art arda deri değiştirerek engellenen ölümlerle ilişkili bulunmuştur. *B. bassiana*'nın deri değiştirme anında larvaların içerisine penetrasyonu, integümentin enfeksiyonuna ve deri altındaki dokuların ayrışmasına neden olmuştur. Bu olayı deri değiştirerek üst döneme geçen genç larvaların integümental yarılmaları takip etmiştir. Bu yaralanmalar nedeniyle, deri değiştirme sıvısından hemolenfe kadar bakterilerin girişi ve daha sonrasında septisemi gerçekleşmiştir.

Vey ve Fargues (1977) *L. decemlineata* larvalarının deri değiştirme anında *B. bassiana* fungusu tarafından enfekte edilmesiyle ilgili yaptıkları araştırmalarda, deri değiştiren kütikulaya fungal penetrasyonun modlarını belirlemişlerdir. Deri değiştirme sıvısı içerisinde blastospor oluşumu, filamentlerin uzamasını ve penetran hiflerin aktif geçişini izlemişlerdir. Deri değiştirme öncesinde ölen larvaların bazılarında enfeksiyon hızlı gelişmiştir. Deri yaralanmaları sonucunda septisemi tetiklenerek bakteri ve fungal etmenlerin girişi hız kazanmıştır. *B. bassiana* komple larvaları enfekte edip ölümlerine neden oluncaya kadar kontamine larvalar deri değiştirebilmiş ve uzun bir süre hayatta kalabilmiştir.

Etkili savunma mekanizması olan deri değiştirme ve hücresel reaksiyonların ölümdeki gecikmelere sebep olduğu belirlenmiştir.

Samsinakova ve Kalalova (1978) patates böceğinin farklı dönem larvalarına *Paecilomyces farinosus*'un etkilerini araştırmışlardır. Entomopatojen fungusun 4.1×10^7 spor/ml yoğunlukta uygulanan patojenin inkübasyonun 7. gününde, patates böceğinin sırasıyla 1., 2., 3., ve 4. larva dönemlerinde %96, %70, %82 ve %87 oranında ölüm oluştuğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda patates böceğine karşı *P. farinosus*'un *B. bassiana* 'ya göre böceğin birinci larva döneminde daha etkili olduğu bulunmuştur.

Fargues vd (1980), patates böceğinin larvalarına karşı *B. bassiana*'nın etkinliğini incelemek için Fransa'nın Normandiya ve Ivlin illerindeki patates parsellerinde tarla denemeleri kurmuşlardır. Çalışmalar sonucunda Normandiya'daki uygulamada *B. bassiana* 1014 blastospor/ha oranında patates böceğinin larvalarına uygulanmış ve popölasyonu büyük oranda azaltmıştır. Ivlin'deki uygulamada ise *B. bassiana* (18 ve 73 ırkları) blastosporlarının düşük doz uygulaması popölasyon seviyesinde küçük bir oranda azalmaya sebep olurken yüksek doz uygulamasında daha çok oranda azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Watt ve Le Brun (1984) patates böceği üzerine yaptıkları çalışmada *B. bassiana*'nın toprak uygulamalarının *L. decemlinata*'nın 1. döl pupasını %74 ve 2. döl pupasını %77'lik bir azalma sonucu etkili olduğunu incelemişlerdir. Çalışmalar sonucunda pupadan çıkan erginlerin azaldığı ve mikosiz oluşumunun arttığı gözlemlenmiştir.

Campbell vd (1985), patates böceğiyle ilgili yaptıkları bir çalışmada entomopatojen fungus *B. bassiana*'nın 5×10^{13} spor birim/ha dozunu ve Fenvalerate etken maddeli insektisit 227 g aktif madde/ha dozunu patates böceğine uygulamışlardır. Çalışma sonucunda patates parsellerindeki ortalama verim Fenvalerate kullanılan alanda 29.4 ton/ha ve *B. bassiana* kullanılan parselde ise 24.6 ton/ha bulunmuştur.

Storch ve Dill (1987) *L. decemlineata* üzerinde entomopatojen fungus *B. bassiana*'yı 5×10^{13} ve 5×10^{12} koloni oluşturan birim oranlarında uygulamış ve mukayese olarak Fenvalerate ve Permethrin 224 gram aktif madde/ha dozunda uygulanan standart insektisitleri kullanmışlardır.

Yapılan denemeler sonucunda patates böceğinin larva popülasyonu standart insektisitlerle muamele edilmiş parsellerde en düşük bulunmuş ve *B. bassiana*'nın yüksek dozlarının uygulandığı parsellerde uygulanmayan alanlara göre popülasyon seviyesi daha düşük tespit edilmiştir.

Anderson vd (1989), *B. bassiana*'nın tek başına ya da Abamectin 0.15, Thuringiensin ABG-6162A, Triflumuron ve Carbaryl 50 gibi farklı insektisitlerle kombinasyonunun etkisini patates böceği üzerinde deneme yapmışlardır. Yapılan deneme sonucunda *B. bassiana*'nın tek başına olan uygulamalarındaki toksik etki insektisitlerle birlikte kombinasyonundaki etkiden daha düşük bulunmuştur.

Gaugler vd (1989), patates böceği erginlerine karşı yaptıkları bir çalışmada *Beauveria bassiana*'nın 1.2×10^{10} konidia dozunu sonbaharda toprağa karıştırarak, ilkbaharda ise 1.3×10^{10} konidia dozunu toprağın derinliğine üç farklı şekilde karıştırarak uygulamışlardır. Sonuç olarak sonbaharda yapılan uygulamalarda ergin patates böceklerinin çıkışında azalma gözlenmemiş fakat ilkbaharda yapılan uygulamalarda ise erginlerde %57'ye kadar mikosiz gözlemlenmiştir.

Fargues vd (1991), yaptıkları bir çalışmada 22-25°C gibi farklı iki sıcaklıkta *L. decemlineata* ergin dişilerinin doğurganlık ve yumurta açılmalarına entomopatojen fungus olan *B. bassiana*'nın etkisini incelemişlerdir. Sonuçta 22°C'de ergin dişilerin üreme potansiyelinde düşüş ve entomopatojen fungusun uygulanma dozuna bağlı olarak yumurta sayısında azalma görülmüştür. Buna karşılık 25°C'de ise üreme potansiyelinde değişiklik görülmemiştir. Bu sonuca bakılarak *B. bassiana*'nın patates böceğinin doğurganlığı üzerindeki etkisinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği ve yüksek sıcaklıkların doğurganlığı etkilemediği görülmüştür.

Erkılıç ve Uygun (1993) *B. bassiana* (Bals.) Vuill. konidilerinden elde edilmiş Boverin^R isimli ticari preparatı patates böceği [*L. decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)] ve elma iç kurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)] zararlılarına karşı düşük dozlarda insektisitlerle karıştırmış ve bu zararlılarla mücadelede başarıyı yükseltmiştir.

Fargues vd (1994), *L. decemlineata*'nın beslenme alışkanlığı üzerine etkisini incelemek için *B. bassiana*'yı 10^4 , 3.10^4 ve 10^5 konidia/cm² dozlarında patates böceğinin 4. dönem larvaları üzerinde test etmişlerdir. Uygulamayı takiben ilk 24 saat boyunca, entomopatojen fungus olan *B. bassiana* ile bulaşık larvalarda %20'ye

yakın beslenme isteği görülmüştür. Belirli bir süre sonra, kontrol grubuna kıyasla entomopatojen fungus ile bulaşık olan dördüncü dönem larvalar üzerinde erken tüketim daha az görülmüştür. Yapılan deneme sonucunda, larvaların beslenme alışkanlığında azalma gözlemlenmiştir.

Mc Coy vd (1998), *B. bassiana*'nın tek başına veya azaltılmış dozdaki insektisitlerle birlikte patates böceğinin mücadelesinde Doğu Avrupa ülkelerinde ve eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nde kullanıldığını bildirmiştir.

Çam vd (2002), yaptıkları çalışmada, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın böceği üzerine etkisini incelemişler ve entomopatojen fungusun zararlıya olan patojenitesini tespit etmek amacı ile patates böceğinin farklı gelişim dönemlerinde tek doz tarama testi uygulamışlardır. 3. dönem larva ve erginlere ayrı ayrı olarak 3 mm spor konsantrasyonu uygulamasından 3 ve 6 gün sonra oluşan ölümler kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda entomopatojen fungusun patates böceğinin larvalarında ve erginlerinde ölüme yol açtığı ve fungusun patates böceğinin larvalarında daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Wraight ve Ramos (2005) patates böceği larvalarına karşı *B. bassiana* entomopatojen fungus izolatını ve *Bacillus thuringiensis tenebrionis* entomopatojen bakteriyi tek başına veya birlikte kombinasyon halinde uygulamışlardır. Tek başına uygulamalarda *B. bassiana*'da %25 oranında azalma görülmekle birlikte *B. thuringiensis*'de %50-85 oranında larva popülasyonunda azalma tespit edilmiştir. Kombinasyon halindeki uygulamalarda larva popülasyonunda %90'ın üzerinde azalma görülmüştür.

Akbarian vd (2012), patates böceğinin 2. ve 4. dönem larvalarına karşı *B. bassiana* ile *Metarhizium anisopliae*'nin izolatlarının etkisini inceledikleri çalışma sonucunda *B. bassiana* AKB izolatının 2.ve 4. dönem larvalardaki ölüm oranlarının sırasıyla %78.88 ve %44.44 ve *M. anisopliae* izolatının ise larvalar üzerindeki öldürücü etkisinin en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Demir vd (2014), *L. decemlineata*'ya karşı 6 yerel entomopatojen fungus izolatının (*B. bassiana*, Mm-1; *B. bassiana*, Gg-1; *Clonostachys* sp., Gg-3; *Myriodontium keratinophilum*, Gg-11; *B. bassiana*, Dm-5; *M. anisopliae*, E-1) insektisidal etkisini laboratuvar şartlarında incelemişlerdir.

15 gün sonunda, Gg-11 ve E-1 kodlu fungal izolatlar 1×10^7 spor ml^{-1} ile erginler üzerinde %100 ölüme sebep olmuştur. Çalışma sonuçları, *Myriodontium keratinophilum* (Gg-11) ve *M. anisopliae* (E-1)'nın biyolojik mücadele etmeni olarak geliştirilme ve patates böceği gibi benzeri zararlılara karşı kullanılma potansiyeline sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Kepenekçi vd (2014), laboratuvar koşullarında *Purpureocillium lilacinum* TR1 isimli entomopatojen fungus izolatının patates böceğinin son dönem larvaları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. *P. lilacinum*'un üç farklı yoğunluktaki (10^6 , 10^7 ve 10^8 spor ml^{-1}) spor süspansiyonu patates böceğine 0.2 ml uygulanmıştır. Denemeler üç ayrı sıcaklıkta (15, 25 ve 30 °C) incelenmiştir. Deneme sonunda, patates böceği ölüm oranları içinde en yüksek etki 25 °C'de 10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonunda görülmüş ve kontrol grubunda hiçbir ölüm gözlenmemiştir.

Güven vd (2015), laboratuvar koşullarında patates böceği (*L. decemlineata* (Say)) 3. dönem larva ve erginleri üzerine, farklı bölge ve konukçulardan izole edilen entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vull. izolatlarının (BMAUM-001, BMAUM-002, BMAUM-003, BMAUM-004) etkisini incelemişlerdir. *B. bassiana* izolatları 10^8 konidi/ mL^{-1} tek doz olarak püskürtme, daldırma ve kalıntı yöntemleri şeklinde uygulanmıştır. Deneme sonucunda, her üç uygulama yönteminde de *B. bassiana* izolatlarının larvalar üzerinde daha etkili olduğu ve 3. dönem larvalardaki ölüm oranlarının 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 olduğu saptanmıştır.

Hussein vd (2016), patates böceğine karşı yaptıkları çalışmada *Isaria fumosorosea* ırk CCM 8367'yi yalnız ya da *Steinernema feltiae* entomopatojen nematodu ile birlikte kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yalnız başına *I. fumosorosea* uygulamasında 5 gün içerisinde %92.6 ölüm görülmekle birlikte entomopatojen nematod ile kombine uygulama sonucunda %98 ölüme rastlanmıştır. Bu sonuçlara göre, *I. fumosorosea*'nın patates böceğinin ergin öncesi dönemlerine karşı biyolojik mücadele ajanı olabileceği tespit edilmiştir.

Öztürk (2016), laboratuvar koşullarında yaptığı bir çalışmada, püskürtme ve daldırma yöntemleri kullanarak entomopatojen fungus içeren ticari biyopestisitlerden Priority^R (*Paecilomyces fumosoroseus*), Nibortem^R (*Verticillium lecanii*), Nostalgist^R

(*B. bassiana*), Bio-Magic^R (*Metarhizium anisopliae*), Bio-Nematon^R (*Paecilomyces* sp.) ve bitkisel ekstrakt Nimbedicine EC^R (*Azadiractin*)’nin patates böceği 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri üzerine etkilerini incelemiştir. Entomopatojen fungusun 1×10^8 konidi/ml olarak tek konsantrasyonu ve ticari biyopestisitler ise tavsiye dozlarında uygulanmıştır. Çalışma sonucunda entomopatojen funguslar ve biyopestisitler 2. ve 3. dönem larvalarda 4. dönem larva ve erginlere göre daha etkili bulunmuştur. Bio-Magic^R, Nibortem^R ve Nostalgist^R 2.dönem larvalarda sırasıyla %96.4, %92.9 ve %82.1, erginlerde ise %20, %36.7 ve %33.3 oranında ölüme sebep olmuştur. *Beauveria bassiana* yerel fungal izolatları 2. ve 4. dönem larvalarda %100 ölüme, erginlerde ise %58.6-86.2 oranında ölümlere sebep olmuştur.

Ulusoy (2016), Türkiye’nin farklı bölgelerinden *Galleria* tuzak yöntemi ve toprak seyreltme yöntemi kullanarak 150 toprak örneği toplamış ve 71 adet *B. bassiana* izole etmiştir. Bu denemede rastgele seçilen 5 farklı *B. bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) ırkı ile 1 adet standart ırkın (Danimarka) 3 ayrı konsantrasyonu (1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 konidiya/ml) patatesin ana zararlısı olan *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) larvaları üzerinde uygulanmıştır. Patates böceği için LT₅₀ ve LC₅₀ değerlerine bakıldığında KVL 03129 ırkının daha etkili olduğu saptanmıştır.

Wraight ve Ramos (2017) *B. bassiana* GHA ırkını *L. decemlineata* larvalarına karşı iki farklı metot kullanarak test etmişlerdir. Birinci metotda patates böceği larvalarına karşı *B. bassiana* konidileri direkt olarak uygulanmış ve yaklaşık olarak %58 ölüm meydana gelmiştir. İkinci metotta ise, konidiler yaprağa uygulanmış ve patates böceği larvalarında %10’dan az ölüm gözlemlenmiştir. Sonuç olarak patates böceğine karşı yapılan direkt uygulamalar daha etkili olmuştur.

Yaroslavtseva vd (2017), patates böceğinin 4. dönem larvalarının savunma aktivitesine olan etkiyi incelemek için entomopatojen fungus *Metarhizium robertsii* ve *Bacillus thuringiensis* ssp. *Morrisoni* var. *tenebrionis* bakterisi arasındaki sinerjistik etkiyi test etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda bakteriyel enfeksiyon patates böceğinin integünmentleri üzerinde fungal konidilerin daha fazla ve hızlı gelişmesine yardımcı olarak entomopatojen fungusun etkinliğini artırmış ve zararlının savunma mekanizmasını zayıflatmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemenin ana materyalini Şekil 3.1’de görülen Patates böceği [(*Leptinotarsa decemlineata*) (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae)]’nin 2., 3., 4. larva dönemleri ve erginler ile ayrıca zararlıya karşı uygulanan entomopatojen fungus izolatları *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* ve *Metarhizium anisopliae* oluşturmuştur.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.1. Patates böceğinin 2.(a), 3.(b), 4.(c) dönem larva ve ergini (d) (Anonim, 2017)(<http://www.entofito.com/patates-bocegi-leptinotarsadecemlineata/>)

3.1.1. Patates böceği'nin sistematikteki yeri, biyolojisi ve zarar şekli

Alem: Animalia

Şube: Arthropoda

Alt Şube: Hexapoda

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familya: Chrysomelidae

Alt Familya: Chrysomelinae

Cins: Leptinotarsa

Tür: *L. decemlineata* (Anonim, 2017).

Patates böceği ergini, sarı kırmızımsı renkli, sırtı bombeli ve sertleşmiş olan üst kanatlarının üzerinde 10 tane uzunlamasına siyah renkli banta sahiptir. Toraks sarı renkli olup, ortada genellikle “V” şeklinde ya da böbrek şeklinde, bunun yanında da birkaç adet siyah renkte lekeler bulunmaktadır. Olgun larvası kambur, başı koyu kahverengi olup, vücudu portakal sarısı rengindedir.

Patates böceği kışı toprakta ergin olarak geçirir. Yumurtalarını gruplar halinde veya tek tek yaprakların alt yüzlerine bırakırlar. Yumurtası koyu sarı renklidir. Bir dişi 500-3000 arasında yumurta bırakabilir. Patates böceğinin ülkemizdeki ana konukçuları patates ve patlıcandır. Ergin ve larvaları patates ve patlıcan yapraklarını genellikle dıştan başlayarak içe doğru yemekte ya da yaprakta bir delik açarak bu deliği genişletmek suretiyle beslenmektedir. Patates böceği Marmara Bölgesi koşullarında 3-4, Orta Anadolu Bölgesi koşullarında 1.5 döl vermektedir (Anonim, 2016b).

3.2. Yöntem

3.2.1. Patates böceği kültürünün üretilmesi

Patates böceğinin 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri, 2017 yılı bahar döneminde Samsun ili Çarşamba, Bafra ve Terme ilçelerinde bulunan patates tarlalarından toplanmıştır (Şekil 3.2).

Toplanan patates böceğinin farklı dönemleri, plastik kaplara konularak laboratuvara getirilmiş ve zararlının üreyebilmesi ve beslenme ihtiyaını karşılayabilmesi için iklim odasında ($28\pm2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\%60\pm5$ nisbi nem) yetiştirilen patates bitkisine aktarılmıştır.



şekil 3.2. Patates tarlalarından patates böceğinin toplanması

Yumurtadan çıkan larvalar ve gelişimini tamamlayan ergin kültürleri oluşturulmuştur. Gelişen larvalar, baş genişliği ve ortalama vücut uzunluğuna göre dönemlerine ayrılmıştır (Boiteau ve Le Blanc, 1992) (Şekil 3.3). Patates böceğinin 2. dönem larvalarının boyu yaklaşık 8 mm, eni 4.5 mm, 3. dönem larvalarının boyu 8.5 mm, eni 6 mm, 4. dönem larvalarının boyu 9.5 mm, eni 6.5 mm ve erginin boyu 10-12 mm, eni ise 5-7 mm saptanmıştır (Kekillioğlu ve Yılmaz, 2018).



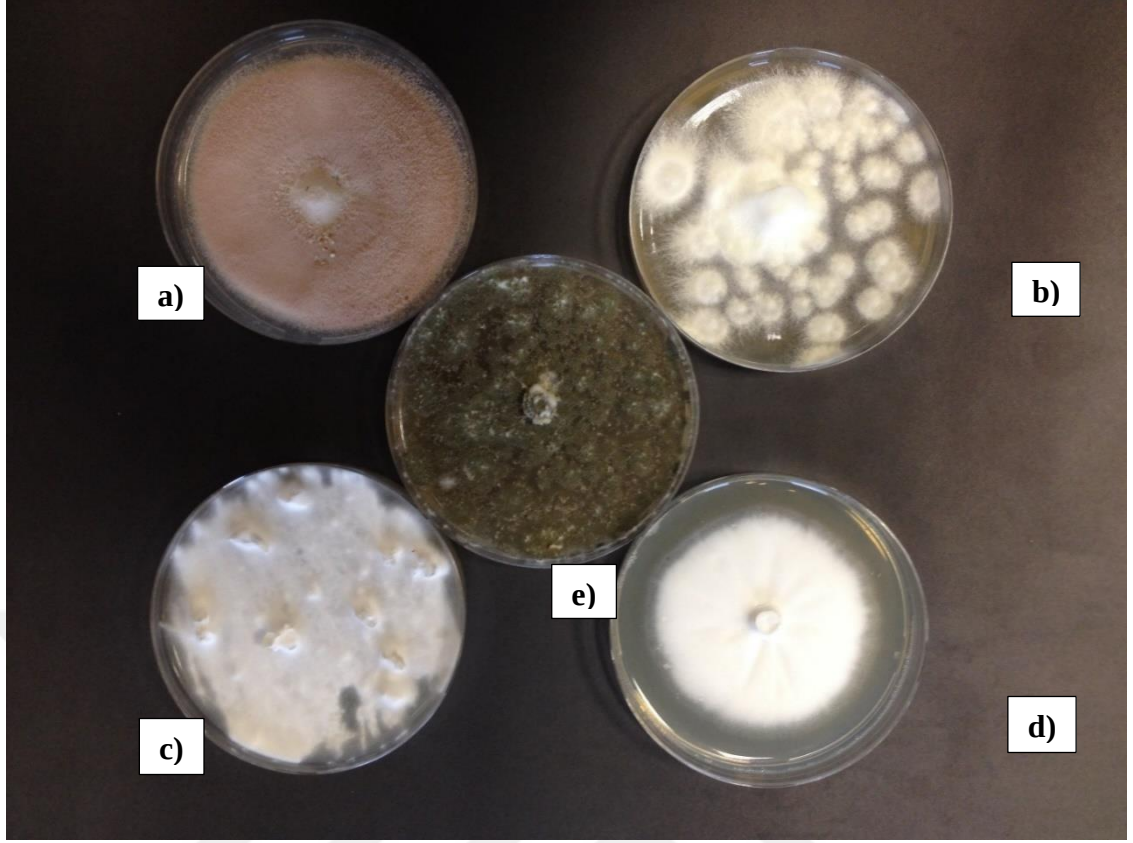
Şekil 3.3. Kültürde gelişen patates böceği larvalarının dönemlerine ayrılması

3.2.2. Denemelerde kullanılan entomopatojen fungusların hazırlanması

Denemede fungal materyal olarak, daha önce Samsun, Giresun, Düzce illeri fındık üretim alanlarından toplanan farklı böcekler üzerinden elde edilmiş ve bölümümüz Mikoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan, teşhisleri Doç. Dr. İsmail ERPER tarafından yapılmış olan, Çizelge 3.1’de verilen entomopatojen funguslar kullanılmıştır (Şekil 3.4).

Çizelge 3.1: Bu denemede kullanılmış entomopatojen funguslar

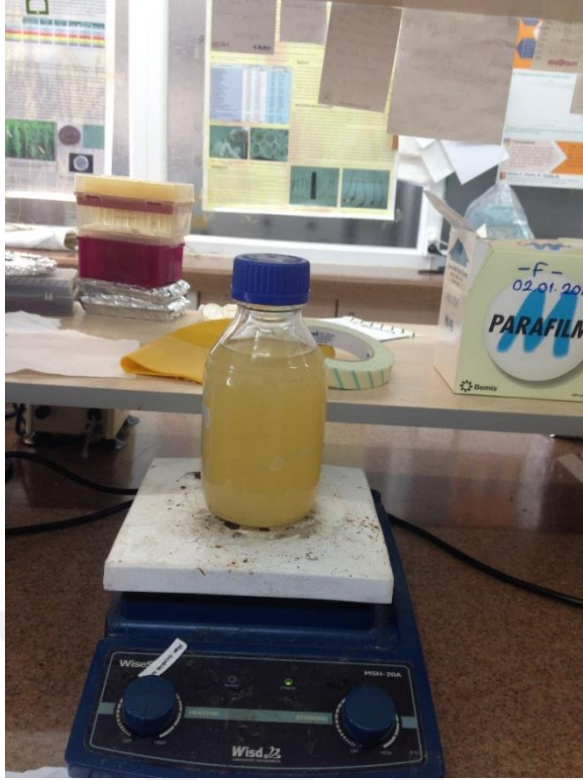
Türler	İzolat kodu	Konukçu	Toplandığı yer
<i>Simplicillium lamellicola</i>	TR-01 (ARSEF 11727)	<i>Palomena prasina</i>	Giresun, Türkiye
<i>Lecanicillium muscarium</i>	TR-08 (ARSEF 11734)	<i>Palomena prasina</i>	Düzce, Türkiye
<i>Beauveria bassiana</i>	TR-55-3 (ARSEF 12165)	<i>Hyphantria cunea</i>	Samsun, Türkiye
<i>Isaria fumosorosea</i>	TR-78-2 (ARSEF 12172)	<i>Hyphantria cunea</i>	Samsun, Türkiye
<i>Metarhizium anisopliae</i>	TR-106	<i>Xylessandurus germanus</i>	Samsun, Türkiye



Şekil 3.4. Denemede kullanılan entomopatojen fungus izolatları a) *I. fumosorosea*, b) *B. bassiana*, c) *S. lamellicola*, d) *L. muscarium*, e) *M. anisopliae*

3.2.3. Entomopatojen fungus izolatlarının çoğaltılması

Kültürde saklanmakta olan fungus izolatları Patates Dekstroz Agar (PDA-Merck, Almanya) besi ortamına aktararak aktiveleştirilmesi sağlanmıştır. 1 litre saf su içinde 39 gram PDA manyetik karıştırıcıda (M Tops MS 300 HS) yaklaşık 5 dakika boyunca çözülmüş ve daha sonra otoklavda (Raypa) 121°C’de 20 dakika steril edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. PDA'nın manyetik karıştırıcıda çözünmesi ve otoklavda sterilizasyonu

Besi ortamı steril koşullarda 9 cm çaplı steril petri kaplarına dökülerek katılaşması sağlanmıştır. Fungus kültürlerinden steril kürdan yardımıyla alınan bir miktar spor kuru olarak PDA ortam yüzeyine sürülmek suretiyle aktarma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kürdanla aktarma işleminden sonra Şekil 3.6'da görüldüğü gibi petri kaplarının etrafı parafilmle çevrilmiş ve fungus kültürleri 7-10 gün süre ile laboratuvar koşullarında inkübasyona bırakılarak geliştirilmiştir.



Şekil 3.6. Fungusun aktarılması ve inkübasyona bırakılması

Denemelerde böceklerle uygulamak için yeterli miktarda *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *M. anisopliae* izolatları bölümümüz Mikoloji Laboratuvarı inkübatöründe (Mammert) geliştirildikten sonra entomopatojen funguslara ait spor süspansiyonları hazırlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Entomopatojen fungusların spor süspansiyonları

3.2.4. Spor süspansiyonlarının hazırlanması

Spor süspansiyonu elde edilirken, PDA ortamı üzerinde gelişen fungusların miselleri bir spatul yardımı ile saf su içerisine alınarak spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Sporların misellerinden ayrılmasını sağlamak için süspansiyon steril tülbentten geçirilmiştir (Şekil 3.8).

Süspansiyonlardan seyreltme yapılarak her bir izolat için 1×10^8 konidi/ml yoğunlukta spor süspansiyonları hazırlanmış ve içerisine %0.03 Tween 20 ilave edilmiştir. Hazırlanan spor süspansiyonunda spor yoğunluğunun hesaplanabilmesi için her bir süspansiyondaki spor sayısı Thoma lamı ve ışık mikroskopi (Olympus CX31) kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.8. Spor süspansiyonunun hazırlanması

3.2.5. Konidi canlılığının belirlenmesi

Entomopatojen fungus sporları Şekil 3.9’da görüldüğü gibi petri kabından spatula yardımı ile toplanarak 10 ml tüplerde %0.1 Tween 20 içeren steril saf su (dH₂O) içine konularak karıştırılmıştır. Bu süspansiyondan Thoma lamı ile spor sayımı yapıp 1×10^5 konidi ml^{-1} seyreltme ayarlandıktan sonra 100 μl alınarak PDA üzerine drigalski spatülü ile yayılmıştır.



Şekil 3.9. Entomopatojen fungus süspansiyonunun PDA üzerine yayılması

Petri kapları 25°C karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. 24 saat sonra çimlenme değerleri gözlemlenmiştir. Genellikle 200 konidi sayılarak çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır. Bu işlem 3 tekerrürden oluşmuştur. Konidi boyunun yarısı kadar çimlenme tüpü oluşturan konidiler, çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Saruhan vd, 2015). Denemelerde konidi çimlenme değeri %90-95’i geçen entomopatojen funguslar kullanılmıştır.

3.2.6. Laboratuvar denemeleri

Entomopatojen fungusların Patates böceği (*L. decemlineata*) üzerindeki etkinliklerini belirlemek amacıyla, denemeler 25 ± 2 °C sıcaklık ve $\%60\pm 5$ orantılı neme sahip bölümümüz Entomoloji Laboratuvarı ortam koşullarında yürütülmüştür. Entomopatojen funguslara ait spor süspansiyonları 1×10^8 konidi/ml olacak şekilde patates böceğinin 2., 3., 4. dönem larva ve erginlerine karşı püskürtme yöntemi ve kontrol grubuna ise steril saf su kullanılarak uygulanmıştır.

Denemede kullanılan 1 kg'lık plastik kapların içerisine iki kat steril kurutma kağıdı serildikten sonra steril saf su ile nemlendirilmiştir. Araziden getirilen taze ve sağlam patates yaprakları steril saf su içerisine tamamen daldırılarak 30 saniye muamele edildikten sonra kurutma kağıtları üzerine alınarak kuruması için bekletilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Kurutma kağıtlarının nemlendirilmesi ve steril yaprakların kurutulması

Kuruyan yapraklar, patates böceğinin beslenmesi için plastik kaplar içerisine yerleştirilmiştir. Deneme boyunca yapraklar tazesı ile değıştirilerek böceğın beslenmesi sağlanmıştır. Daha sonra her bir plastik kap içerisindeki yapraklar üzerine 10'ar adet *L. decemlineata* 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri fırça yardımıyla aktarılmış ve zararlının kaçışının engellenmesi için kapların kapakları kapatılmıştır.

Püskürtme yönteminde; entomopatojen funguslara (*S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *M. anisopliae*) ait izolatların 1×10^8 konidi/ml yoğunluktaki spor süspansiyonları yaprak üzerine yerleştirilen larva ve erginlere 20 cm mesafeden el püskürtme aleti ile ince zerrecikler halinde 3 kez (2ml) püskürtülmüştür (Şekil 3.11).



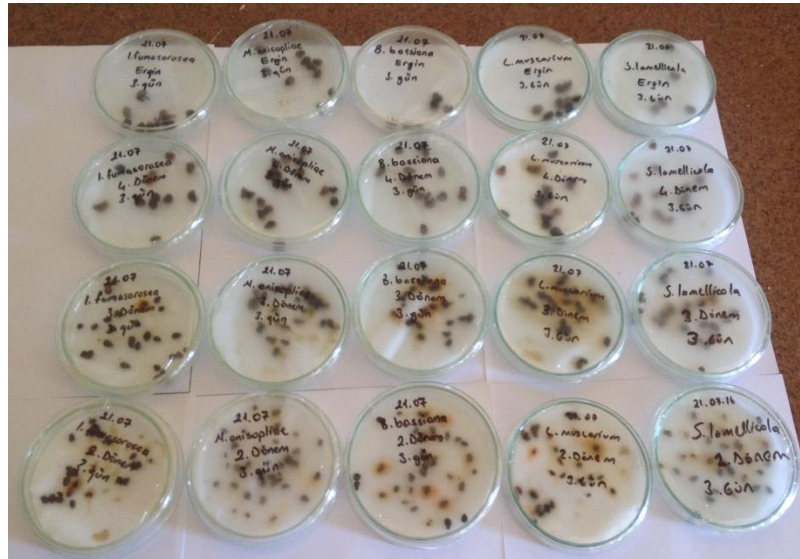
Şekil 3.11. Entomopatojen fungusların püskürtme yöntemiyle uygulanması

Larva ve erginlerin kaçışlarını ve olası bulaşmaları önlemek amacıyla plastik kapların kapakları kapatılıp, $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklığa ve 16 saat ışık, 8 saat karanlık laboratuvar koşullarında inkübasyona bırakılmıştır (Saruhan vd, 2015) (Şekil 3.12). Üstü kapalı plastik kaplara 24 saat bekletildikten sonra hava delikleri açılmıştır. Bu yöntem için yalnızca steril saf su ile yapılan uygulamalar kontrol olarak değerlendirilmiş, tüm uygulamalar 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.12. Işık ve karanlık ortamda inkübasyon süreci

İlk sayım deneme kurulduktan 24 saat sonra yapılmıştır. Daha sonraki sayımlar 24 saatte bir olmak koşuluyla 7 gün boyunca sürmüştür. Çalışma her gün kontrol edilerek ölü bireyler kaydedilmiş ve 25 ± 2 °C’de tekrar inkübasyona bırakılarak fungus gelişimi teşvik edilmiştir. Ölümün fungusun meydana geldiğini doğrulamak için ölü bireyler, nemli kurutma kağıdı içeren petri kaplarına alınmış ve spor gelişimi için bekletilmiştir. 7. günde deneme süresince bekletilen ölü bireylerdeki mikosis oranı gözlemlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Ölü bireylerdeki mikosis oranı gözlemlenmesi

3.2.7. Saksı denemeleri

Çalışmanın ikinci aşaması olan saksı denemelerinde, saksılarda patates yetiştirilmiş ve daha sonra laboratuvar koşullarında patates böceği üzerinde en etkili bulunan ve ticari preparat olarak kullanımı yaygın olan türlerin püskürtme yöntemi kullanılarak zararlı üzerindeki etkinlikleri incelenmiştir.



Şekil 3.14. Torf perlit karışımı bulunan patates yetiştirilen saksılar

Saksı denemesinde öncelikle, Şekil 3.14’de görülen içinde 2’ye 1 oranında torf perlit karışımı bulunan 15 cm boy ve çapındaki saksılarda patates üretimi gerçekleştirilmiştir. Saksılara patates ekimi gerçekleştirilmeden önce patates yumrularının steril olması için %1’lik NaOCl’de yüzeysel dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15). Yumrular plastik kap içerisinde bulunan NaOCl’de 5-10 dakika boyunca bekletildikten sonra steril saf sudan geçirilerek kurutma kağıdında kuruması sağlanmıştır.



Şekil 3.15. Patates yumrularının yüzeysel dezenfeksiyon işlemi

Kuruyan yumrular saksının yarısı torf perlit karışımıyla doldurulduktan sonra üzerine bırakılıp üstü tekrar aynı karışımla kapatılmıştır (Şekil 3.16). Daha sonra çimlenmenin gerçekleşmesi için can suyu verilerek 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda gelişmeye bırakılmıştır.



Şekil 3.16. Patates yumrularının saksılara ekimi

Saksı denemelerinde entomopatojen funguslardan, *M. anisopliae* ve *B. bassiana* 1×10^8 konidi/ml olacak şekilde hazırlanmış spor süspansiyonu her bir saksıdaki patates yapraklarına el püskürtme aleti ile 5ml püskürtülmüştür (Şekil 3.17). Kontrol grubundaki yaprakların üzerine ise steril saf su püskürtülmüştür.



Şekil 3.17. Entomopatojen fungusların yapraklara püskürtülmesi

Püskürtme işlemi tamamlandıktan sonra patates bitkisinin yaprakları üzerine 5'er adet patates böceği 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri fırça yardımıyla aktarılmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Patates yapraklarının üzerine zararlının aktarılması

Daha sonra böceklerin kaçışını ve dışardan canlı girişini engellemek amacıyla kafesler şeffaf tül içerisine alınmıştır (Şekil 3.19). Denemeler başlangıçta tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Canlı ve ölü birey sayıları 10 gün boyunca kaydedilmiştir. Deneme süresince bekletilen ölü bireylerdeki mikosis oranı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.19. Kafeslerin tül içerisine alınması

3.2.8. İstatistiksel analiz

Denemedeki yüzde ölüm oranı ölü bireyler sayılarak başlangıçtaki böcek sayısına oranlanarak bulunmuştur. Entomopatojen fungusların etkisini belirlemek amacıyla, belirlenen ölüm oranlarından sadece kontroldeki ölüm oranlar %5 in üstünde olan denemelerde 7. gün ölüm oranları Abbott formülünden (Abbott, 1925) yararlanılarak düzeltilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan entomopatojen fungusların probit analizleri yapılarak LT (Letal Time) değerleri hesaplanmıştır. LT_{50} ve LT_{90} değerlere SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca elde edilen LT_{50} ve LT_{90} değerlere varyans analizi uygulanmıştır. Farklı grupları belirlemek için Tukey testi ($P < 0.05$) SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır

4. BULGULAR

4.1. Laboratuvar Denemeleri Sonuçları Değerlendirmesi

Entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında patates böceğinin 2. larva dönemi üzerindeki etkilerine bakıldığında 3. günde *M. anisopliae* ile %100 ölüm gerçekleşmiştir. 4. güne bakıldığında *B. bassiana* ile %100 ölüm görülmüştür. Patates böceğinin 5. gün ölüm oranlarına bakıldığında *S. lamellicola* ve *L. muscarium* ile %100 ölüm gerçekleşmiştir. 7. gün sayım sonuçlarına bakıldığında %100 etkiyle *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*'nin benzer ve en yüksek etkiyi gösterdiği ve bunu %97.06 ile *I. fumosorosea*'nın takip ettiği görülmektedir. LT₅₀ değerlerine bakıldığında en yüksek etkiyi göstererek ilk sırayı *M. anisopliae* %1.69 ile almıştır. LT₉₀ değerlerine bakıldığında *M. anisopliae* %2.41 ile en hızlı etkiyi göstermiştir (Çizelge 4.1). LT₅₀ değerlerine bakıldığında *S. lamellicola* ve *I. fumosorosea* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). LT₉₀ değerlerine bakıldığında *L. muscarium* ve *I. fumosorosea* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.1. Entomopatojen fungusların 1x10⁸ konidi/ml'de *Leptinotarsa decemlineata*'nın 2. larva dönemi üzerine etkileri

Entomopatojen Funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *							LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Simplicillium lamellicola</i>	5	32.5	87.5	97.5	100	-	-	2.28 ^b	3.25 ^b
<i>Lecanicillium muscarium</i>	2.5	30	72.5	75	100	-	-	2.71 ^a	4.16 ^a
<i>Beauveria bassiana</i>	7.5	47.5	95	100	-	-	-	1.99 ^c	2.82 ^c
<i>Metarhizium anisopliae</i>	12.5	67.5	100	-	-	-	-	1.69 ^d	2.41 ^d
<i>Isaria fumosorosea</i>	10	35	80	92.5	97.5	97.5	97.06	2.37 ^b	4.23 ^a
Kontrol	0	0	5	5	12.5	12.5	15	0 ^e	0 ^e

*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

Entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında *L. decemlineata*'nın 3. larva dönemi üzerine etkilerine 5. günde bakıldığında *M. anisopliae* ile %100 ölüm gerçekleşmiştir.

Entomopatojenlerin 6. gündeki etkilerine bakıldığında *S. lamellicola*, *L. muscarium*, *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'da %100 ölüm görülmüştür. *I. fumosorosea*'da %100 etki 7. günde görülmüştür. LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında en yüksek etkiyi *M. anisopliae* izolatı göstermiştir (Çizelge 4.2). LT₅₀ değerlerine bakıldığında *S. lamellicola* ile *B. bassiana*, *L. muscarium* ile *I. fumosorosea* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). LT₉₀ değerlerine bakıldığında *S. lamellicola* ve *L. muscarium* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.2. Entomopatojen fungusların 1x10⁸ konidi/ml'de *Leptinotarsa decemlineata*'nın 3. larva dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *							LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Simplicillium lamellicola</i>	5	17.5	75	87.5	92.5	100	-	2.74 ^a	4.21 ^{ab}
<i>Lecanicillium muscarium</i>	7.5	25	67.5	82.5	97.5	100	-	2.69 ^{ab}	4.20 ^{ab}
<i>Beauveria bassiana</i>	2.5	27.5	60	77.5	95	100	-	2.89 ^a	4.43 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2.5	35	80	90	100	-	-	2.44 ^b	3.64 ^c
<i>Isaria fumosorosea</i>	5	25	75	87.5	97.5	97.5	100	2.64 ^{ab}	4.17 ^b
Kontrol	0	0	2.5	2.5	12.5	15	15	0 ^c	0 ^d

*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

Entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında *L. decemlineata*'nın 4. larva dönemi üzerine etkilerine 5. günde bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* %100 ölüm oranı ile en yüksek etkiyi göstermiştir. Bu etkiyi 7.günde %83.33 ile *S. lamellicola*, %70.67 etkiyle *L. muscarium* ve %66.67 etki ile *I. fumosorosea*'nın takip ettiği görülmüştür. LT₅₀ değerlerine bakıldığında en yüksek etkiyi göstererek ilk sırayı *M. anisopliae* %2.92 ile almıştır. LT₉₀ değerlerine bakıldığında %4.41 ile *B. bassiana* izolatı almıştır (Çizelge 4.3). LT₅₀ değerlerine bakıldığında *S. lamellicola* ve *L. muscarium* aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). LT₉₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.3. Entomopatojen fungusların 1×10^8 konidi/ml’de *Leptinotarsa decemlineata*’nın 4. larva dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *							LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Simplicillium lamellicola</i>	7.5	15	35	52.5	65	77.5	83.33	4.18 ^b	7.32 ^c
<i>Lecanicillium muscarium</i>	10	25	40	47.5	62.5	67.5	70.67	4.41 ^b	8.89 ^b
<i>Beauveria bassiana</i>	2.5	12.5	37.5	77.5	100	-	-	3.18 ^c	4.41 ^d
<i>Metarhizium anisopliae</i>	7.5	22.5	50	75	100	-	-	2.92 ^d	4.44 ^d
<i>Isaria fumosorosea</i>	15	17.5	27.5	32.5	52.5	65	66.67	5.11 ^a	9.72 ^a
Kontrol	0	0	0	0	2.5	7.5	10	0 ^e	0 ^e

* Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, $p < 0.05$)



Şekil 4.1. *Beauveria bassiana*’nın 4. dönem larvaları üzerindeki etkisi

Entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında *L. decemlineata*'nın ergin dönemleri üzerine etkilerine 7. günde bakıldığında en yüksek etkiyi %100 ile *M. anisopliae* göstermiştir. Bunu %95 etkiyle *I. fumosorosea*'nın takip ettiği görülmüştür. *L. muscarium* ve *B. bassiana* %90 ile benzer etkiyi ve %80 ile *S. lamellicola* en düşük etkiyi göstermiştir. LT₅₀ değerlerine bakıldığında en yüksek etkiyi göstererek ilk sırayı *M. anisopliae* %2.96 ile almıştır. LT₉₀ değerlerine bakıldığında %4.61 ile *M. anisopliae* izolatu etkili görülmüştür (Çizelge 4.4). LT₅₀ değerlerine bakıldığında *L. muscarium* ve *I. fumosorosea* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamış ve diğer entomopatojen funguslar farklı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). LT₉₀ değerlerine bakıldığında *S. lamellicola* ve *B. bassiana* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.4. Entomopatojen fungusların 1x10⁸ konidi/ml'de *Leptinotarsa decemlineata*'nın ergin dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *							LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Simplicillium lamellicola</i>	0	10	25	50	65	70	80	4.60 ^a	7.40 ^a
<i>Lecanicillium muscarium</i>	0	30	45	60	80	80	90	3.64 ^c	6.48 ^b
<i>Beauveria bassiana</i>	5	25	30	45	65	70	90	4.24 ^b	7.37 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	5	20	50	90	95	95	100	2.96 ^d	4.61 ^d
<i>Isaria fumosorosea</i>	0	20	45	70	80	95	95	3.47 ^c	5.57 ^c
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^e	0 ^e

*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

4.2. Saksı Denemeleri Sonuçları Değerlendirmesi

Laboratuvar denemelerimizde patates böceğinin biyolojik dönemleri üzerinde en etkili bulunan ve piyasada yaygın preparat olarak kullanılan iki entomopatojen fungus olan *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatları saksı denemelerimizde kullanılmıştır. Entomopatojen funguslardan *B. bassiana*'nın saksı denemelerinde *L. decemlineata*'nın farklı dönemleri üzerine etkilerine 7. günde bakıldığında en yüksek etkiyi %100 ile 2. larva dönemi üzerinde gösterdiği tespit edilmiştir.

Bunu sırasıyla %69.28 ile 3.larva, %53.4 ile 4. larva ve %26.6 ile ergin dönemleri takip etmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Beauveria bassiana*'nın saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata*'nın farklı dönemleri üzerine etkileri

Biyolojik Dönem	GÜNLER (% Ölüm)						
	1	2	3	4	5	6	7
2. larva	0	0	20	40	73.4	93.4	100
Kontrol	0	0	0	0	6.6	13.4	13.4
3. larva	0	0	13.2	26.6	33.4	73.4	69.28
Kontrol	0	0	0	0	0	6.6	13.4
4. larva	0	0	0	13.4	26.6	33.4	53.4
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0
Ergin	0	0	0	13.4	20	20	26.6
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0

Saksı denemesinde kullanılan diğer bir entomopatojen fungus olan *M. anisopliae*'nin *L. decemlineata*'nın farklı biyolojik dönemleri üzerine etkilerine 6. günde bakıldığında, %100 ile en yüksek etkiyi 2. larva dönemi üzerinde gösterdiği tespit edilmiştir. Entomopatojen fungusun 7. gün etkilerine bakıldığında 3. larva dönemleri üzerinde %100 etki göstermiş olup, bunu sırasıyla %66.6 ile 4.larva ve %33.4 ile ergin dönemlerinin takip ettiği görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. *Metarhizium anisopliae*'nin saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata* 'nın farklı dönemleri üzerine etkileri

Biyolojik Dönem	GÜNLER (% Ölüm)						
	1	2	3	4	5	6	7
2. larva	0	6.6	26.6	33.4	80	100	-
Kontrol	0	0	0	0	6.6	13.4	13.4
3. larva	0	6.6	26.6	26.6	46.6	86.6	100
Kontrol	0	0	0	0	0	6.6	13.4
4. larva	0	0	6.6	20	40	60	66.6
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0
Ergin	0	0	0	13.4	26.6	33.4	33.4
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0

Entomopatojen funguslardan *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin saksı denemelerinde patates böceğinin 2. larva dönemi üzerindeki 10 günlük etkilerine bakıldığında zararlıya ilk etkinin %6.6 ile 2.günde *M. anisopliae*'nin gösterdiği tespit edilmiştir. Bunu 3. günde %20 etki ile *B. bassiana*'nın takip ettiği görülmüştür. İki entomopatojen fungusun karşılaştırılması yapıldığında %100 ölüm 6. günde *M. anisopliae* ile görülmüştür. LT₅₀ değerine bakıldığında en yüksek etkiyi %4.00 ile *M. anisopliae* göstermiştir. İki entomopatojen fungusun LT₉₀ değerleri karşılaştırıldığında ise en hızlı etkiyi %5.47 ile *M. anisopliae* izolatı göstermiştir (Çizelge 4.7). LT₅₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* istatistiki olarak farklı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). LT₉₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Çizelge 4.7. Entomopatojen fungusların saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata*'nın 2. larva dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *										LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Beauveria bassiana</i>	0	0	20	40	73.4	93.4	100	-	-	-	4.23 ^a	5.67 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0	6.6	26.6	33.4	80	100	-	-	-	-	4.00 ^b	5.47 ^a
Kontrol	0	0	0	0	6.6	13.4	13.4	20	26.6	33.4	0 ^c	0 ^b

* Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

Entomopatojen funguslardan *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin saksı denemelerinde patates böceğinin 3. larva dönemi üzerindeki 10 günlük etkilerine bakıldığında 7. günde *M.anisopliae*'nin *B.bassiana*'ya göre patates böceği üzerinde %100 daha etkili olduğu görülmüştür. *B. bassiana* izolatında ise %100 ölüm 9. günden itibaren başlamıştır. LT₅₀ değerine bakıldığında en yüksek etkiyi %4.52 ile *M. anisopliae* göstermiştir. İki entomopatojen fungusun LT₉₀ değerleri karşılaştırıldığında ise en hızlı etkiyi %6.41 ile *M. anisopliae* izolatı almıştır (Çizelge 4.8). LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları istatistiki olarak farklı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.8. Entomopatojen fungusların saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata*'nın 3. larva dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *										LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Beauveria bassiana</i>	0	0	13.2	26.6	33.4	73.4	75	93.4	100	-	5.35 ^a	7.54 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0	6.6	26.6	26.6	46.6	86.6	100	-	-	-	4.52 ^b	6.41 ^b
Kontrol	0	0	0	0	0	6.6	13.4	13.4	13.4	26.6	0 ^c	0 ^c

* Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

Entomopatojen funguslardan *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin saksı denemelerinde patates böceğinin 4. larva dönemi üzerindeki 10 günlük etkilerine bakıldığında, 8. günde *M.anisopliae*'nin *B.bassiana*'ya göre patates böceği üzerinde %100 ölüme neden olmuştur. *B. bassiana* ile %100 ölüm 9. günde görülmeye başlamıştır. Kontrol grubunda 10. güne kadar ölümün görülmediği tespit edilmiştir. LT₅₀ değerine bakıldığında en yüksek etkiyi %5.56 ile *M. anisopliae* göstermiştir.

İki entomopatojen fungusun LT₉₀ değerleri karşılaştırıldığında ise en hızlı etkiyi %7.58 ile *M. anisopliae* izolatı göstermiştir (Çizelge 4.9). LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları istatistiki olarak farklı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.9. Entomopatojen fungusların saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata*'nın 4.larva dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *										LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Beauveria bassiana</i>	0	0	0	13.4	26.6	33.4	53.4	86.6	100	-	6.33 ^a	8.34 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0	0	6.6	20	40	60	66.6	100	-	-	5.56 ^b	7.58 ^b
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.4	0 ^c	0 ^c

*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)

Entomopatojen funguslardan *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin saksı denemelerinde patates böceğinin ergin dönemi üzerindeki 10 günlük etkilerine bakıldığında, diğer dönemlere göre ergin dönemde etkinin 10. günde *M. anisopliae* ile %100'e ulaştığı görülmüştür. LT₅₀ değerine bakıldığında en yüksek etkiyi %6.91 ile *M. anisopliae* göstermiştir. İki entomopatojen fungusun LT₉₀ değerleri karşılaştırıldığında ise en hızlı etkiyi %9.52 ile *M. anisopliae* izolatı göstermiştir (Çizelge 4.10). LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları istatistiki olarak farklı grupta yer aldıkları için aralarındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.10. Entomopatojen fungusların saksı şartlarında *Leptinotarsa decemlineata*'nın ergin dönemleri üzerine etkileri

Entomopatojen funguslar	GÜNLER (% Ölüm) *										LT ₅₀	LT ₉₀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Beauveria bassiana</i>	0	0	0	13.4	20	20	26.6	46.6	73.4	80	7.89 ^a	11.18 ^a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	0	0	0	13.4	26.6	33.4	33.4	73.4	80	100	6.91 ^b	9.52 ^b
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ^c	0 ^c

*Aynı sütunu takip eden farklı küçük harfler arasında istatistiki olarak fark vardır (Tukey test, p<0.05)



Şekil 4.2. Saksı denemelerinde *Metarhizium anisopliae* sonucu ölen erginler

4.2.1. Saksı ve Laboratuvar Denemelerinin Karşılaştırılması

Patates böceğinin 2., 3., 4., larva ve ergin dönemlerine uygulanan entomopatojen funguslardan *B. bassiana*'nın laboratuvar ve saksı denemelerindeki 3., 5. ve 7. gün etkileri karşılaştırıldığında aynı gün sürede laboratuvar koşullarındaki etkinin patates böceğinin her döneminde saksı koşullarındaki etkiye göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Her iki koşulda da *B. bassiana* en hızlı 2. larva dönemi üzerinde etkili olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. *Beauveria bassiana*'nın 3., 5. ve 7. gün laboratuvar ve saksı denemelerinin karşılaştırılması

Dönemler	3. Gün		5. Gün		7. Gün	
	Laboratuvar	Saksı	Laboratuvar	Saksı	Laboratuvar	Saksı
2. larva	95	20	100	69.28	100	100
Kontrol	5	0	12.5	6.6	15	13.4
3. larva	60	13.2	94.29	33.4	100	69.28
Kontrol	2.5	0	12.5	0	22.5	13.4
4. larva	37.5	0	100	26.6	100	53.4
Kontrol	0	0	2.5	0	10	0
Ergin	30	0	65	20	90	26.6
Kontrol	0	0	0	0	0	0

Patates böceğinin 2., 3., 4., larva ve ergin dönemlerine uygulanan entomopatojen funguslardan *M. anisopliae*'nin laboratuvar ve saksı denemelerindeki 3., 5. ve 7. gün etkileri karşılaştırıldığında aynı gün sürede laboratuvar koşullarındaki etkinin patates böceğinin her döneminde saksı koşullarındaki etkiye göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. *Metarhizium anisopliae*'nin 3., 5. ve 7. gün laboratuvar ve saksı denemelerinin karşılaştırılması

Dönemler	3. Gün		5. Gün		7. Gün	
	Laboratuvar	Saksı	Laboratuvar	Saksı	Laboratuvar	Saksı
2. larva	100	26.6	100	78.59	100	100
Kontrol	5	0	12.5	6.6	15	13.4
3. larva	80	26.6	100	46.6	100	100
Kontrol	2.5	0	12.5	0	22.5	13.4
4. larva	50	6.6	100	40	100	66.6
Kontrol	0	0	2.5	0	10	0
Ergin	50	0	95	26.6	100	33.4
Kontrol	0	0	0	0	0	0

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılan entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana*, *Simplicillium lamellicola*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium muscarium*, ve *Metarhizium anisopliae* türleri Patates böceği (*L. decemlineata*) 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri üzerine laboratuvar ve saksı denemelerinde uygulanarak etkinliği araştırılmıştır. Entomopatojenik funguslar zararlı böceklerle karşı mikrobiyal mücadele etmeni olarak kullanılmaktadır (Roberts, 1989). Zararlılara karşı yaygın olarak kullanılan türlerin çoğu *Lecanicillium*, *Metarhizium*, *Isaria*, *Beauveria* ve *Hirsutella* cinslerine aittir. Entomopatojen fungus türleri arasında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* önemli bir yere sahiptir (Zimmermann, 2007a; Zimmermann, 2007b).

Beauveria bassiana Çin’de Çam Tırtılı’na (*Dendrolimus* spp.), Avrupa’da afidlere ve Mısır Kurdu’na (*Ostrinia nubilalis*), Brezilya’da ise Muz Kurdu’na (*Cosmopolites sordidus*) karşı yaygın olarak kullanılmaktadır (Goettel vd, 2005). Yapmış olduğumuz çalışmada *B. bassiana*’yı patates böceği larva ve erginlerine karşı püskürtme yöntemiyle uyguladık. Çam vd (2002), *B. bassiana*’nın patates böceklerinin erginlerinde larvalara karşı daha etkili olduklarını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da *B. bassiana*’dan benzer sonuçlar bulunmuş olup, 7. günde laboratuvar koşullarında tüm larva dönemlerinde %100, ergin dönemde ise %90 etki göstermiştir. Acarbulut (2013) *Tuta absoluta* mücadelesinde *B. bassiana*’yı 7. günde laboratuvar koşullarında etkinin %98.68-%100 arasında değiştiği ve saksı denemelerinde ise zararlı ile bulaşma öncesinde yapılan uygulamaların etkili olduğunu bildirmiştir. *B. bassiana* ile yaptığımız çalışmanın saksı koşullarında ise 2.larva döneminde %100 etki göstermiş olup, bunu sırasıyla 3., 4., larva ve ergin dönemleri %69.28, %53.4, %26.6 etkilerle takip etmiştir.

Patates böceğine uyguladığımız *M. anisopliae* entomopatojen fungus izolatının 7. gün laboratuvar sonuçlarına baktığımızda 2., 3., 4. dönem larva ve erginleri üzerinde %100 etki gösterdiği tespit edilmiştir. Laboratuvar koşullarında zararlının tüm gelişme dönemleri üzerinde etkili olduğu ve ticari olarak yaygın kullanıldığı için saksı denemelerimizde zararlıya karşı uygulanmıştır. *M. anisopliae* izolatının uygulandığı saksı denemesi sonuçlarımızda zararlının 2. ve 3. larva dönemlerinde %100, 4. larva döneminde %66.6 ve ergin dönemde ise %33.4 etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Kassa vd (2002), yaptıkları çalışmada depo zararlısı olan *Sitophilus zeamais* ve *Prostephanus truncatus*'a karşı *M. anisopliae* izolatının etkinliğini test ettikleri çalışma sonucunda *P. truncatus*'da %98-100 etki ve *S. zeamais*'de %92-100 arasında ölüm meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamız sonucunda patates böceğine etki eden diğer bir entomopatojen fungus izolatımız *I. fumosorosea*'ya bakıldığında 2. larva döneminde %97.06, 3. larva döneminde %100, 4. larva döneminde %66.67 ve ergin dönemde ise %95 öldürücü etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Chemmer vd (2016), *Cameraria ohridella* pupalarına karşı *I. fumosorosea* entomopatojen fungusun etkinliğini inceledikleri çalışma sonucunda ise LC₅₀ değeri 0.09x10⁴ spor/ml ve pupaların yaşam süresi olarak 7.14 gün olan en öldürücü fungus izolatı olarak tespit edilmiştir.

Patates böceği üzerindeki etkisini incelediğimiz bir başka entomopatojen fungus olan *L. muscarium*'un laboratuvar sonuçlarını incelediğimizde zararlının 2. ve 3. larva dönemleri üzerinde %100, 4. larva döneminde %66.67 ve ergin dönem üzerinde %90'lık bir öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Cuthbertson vd (2005), laboratuvar ve sera koşullarında tatlı patatesteki *Bemisia tabaci* üzerinde *L. muscarium* entomopatojenik fungusun etkinliğini araştırdıkları çalışma sonucunda beyazsinek larvalarında %90 üzerinde ölüm tespit etmişlerdir.

S. lamellicola entomopatojen fungus izolatımızın patates böceği üzerindeki etkisinin sonuçlarına baktığımızda 2. ve 3. larva dönemlerinde %100, 4. larva döneminde %83.33 ve ergin dönemde ise zararlı üzerindeki etkisi %90 olarak tespit edilmiştir.

Entomopatojen fungusların laboratuvar şartlarında *L. decemlineata*'nın 2. larva dönemi üzerinde LT₅₀ değerlerine bakıldığında en etkili izolat %1.69 ile *M. anisopliae* bulunmuştur. LT₉₀ değerine bakıldığında ise en hızlı etki %2.41 ile *M. anisopliae*'da tespit edilmiştir.

Laboratuvar denemelerimizde patates böceğinin 3. larva dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungus izolatlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında sırasıyla %2.44 ve %3.64 ile en yüksek etkiyi göstererek *M. anisopliae* izolatı almıştır.

Patates böceğinin 4. larva dönemi üzerine entomopatojen fungusları uygulamış olduğumuz laboratuvar çalışmalarının LT₅₀ değerleri incelendiğinde %2.92 ile en yüksek etkiyi *M. anisopliae* göstermiştir. LT₉₀ değerlerine bakıldığında en hızlı etkiyi %4.41 ile *B. bassiana* izolatı göstermiştir. Ulusoy (2016), *B. bassiana*'nın bir suşu ile patates böceği larvaları üzerinde etkililiğini test etmek amacıyla yaptığı

benzer çalışma sonucunda LT₅₀ ve LD₅₀ değerlerine bakıldığında patates böceği için KVL 03129 suşunun daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Patates böceğinin laboratuvar koşullarında ergin dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungusların LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri karşılaştırıldığında sırasıyla %2.96 ve %4.61 ile en etkili izolat *M. anisopliae* bulunmuştur.

Entomopatojen fungus türleri arasında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* önemli bir yere sahiptir (Zimmermann, 2007a; Zimmermann, 2007b). Çalışmamızın saksı denemeleri kısmında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* türleri ticari olarak kullanımı yaygın olan ve laboratuvar denemelerimizde patates böceğine etkisi en yüksek entomopatojenler olması nedeniyle kullanılmıştır. Saksı denemelerimizin sonuçları incelendiğinde patates böceğine uygulanan entomopatojen funguslar *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatlarının zararlının tüm larva dönemlerindeki ölüm oranlarının zararlının ergin dönemindeki ölüm oranından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak zararlının larva döneminden ergin döneme geçerken böcek kutikulasının kalınlaşması olarak gösterilebilir. Böceğin deri değiştirmesi esnasında biriken kutikular mumlar ve sonrasında böcek yaşamının intermolt dönemi, mikroorganizmaların büyümesini ve penetrasyonunu engelleyen kimyasal bileşenler içermektedir (David, 1967). Larva kutikulasında ise kimyasal bileşenler olgunlaşmayla farklılaşır ve kutikulanın sertleşmesine bir yandan da mikrobiyal enfeksiyonlara karşı iç savunma mekanizmalarının yükselmesine sebep olmaktadır (Boman, 1981). Yapılan bir çalışma sonucunda entomopatojen fungus *B. bassiana* patates böceğinin erken dönemindeki larvalarına karşı virulent tespit edilmiştir (Wraight ve Ramos, 2002). Benzer başka bir çalışmada ise *B. bassiana*'nın uygulandığı son dönem larvalardaki ölüm oranı böcek kutikulasının sertleşmesi sebebiyle düşük tespit edilmiştir (Charnley, 2003).

Patates böceğinin saksı denemelerinde 2.larva dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungusların LT₅₀ ve LT₉₀ sonuçları kıyaslandığında sırasıyla en yüksek etkiyi %4.00 ve %5.47 ile *M. anisopliae* izolatı göstermiştir. Zararlının 3.larva dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungusların LT₅₀ ve LT₉₀ sonuçları karşılaştırıldığında sırasıyla %4.52 ve %6.41 ile *M. anisopliae* etkili bulunmuştur.

Saksı denemelerinde 4. larva dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungusların LT₅₀ ve LT₉₀ sonuçları karşılaştırıldığında sırasıyla %5.56 ve %7.58 ile yine *M. anisopliae* izolatı etkili bulunmuştur.

Ergin dönemi üzerine uygulanan entomopatojen fungus izolatlarının LT_{50} ve LT_{90} sonuçları kıyaslandığında sırasıyla %6.91 ve %9.52 ile en yüksek etkiyi *M. anisopliae* izolatı göstermiştir.

Laboratuvar denemeleri sonuçları, saksı denemeleri sonuçlarına göre daha etkili bulunmuştur. Bunun nedeni olarak laboratuvar denemelerinde ortam ve nem koşullarının entomopatojen fungusların gelişebilmesi için daha uygun olması gösterilebilir. Saksı denemelerinde entomopatojen funguslar patates bitkisinin yaprakları üzerine püskürtülmüş daha sonra üzerine patates böcekleri konulmuştur. Laboratuvar denemelerinde ise entomopatojen funguslar direk zararlı üzerine püskürtülmüştür. Bu durumda laboratuvar denemelerinin saksıya oranla etkili olmasının bir nedeni olarak gösterilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, laboratuvar ve saksı denemelerinde *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. muscarium*, *I. fumosorosea* ve *S. lamellicola* izolatları patates böceğinin larva ve ergin dönemlerine karşı kabul edilebilirlik seviyesinde etki göstermiştir. Denemelerde patates böceğinin biyolojik dönemlerinde en etkili izolat *M. anisopliae* olmuştur. Bu çalışma ile patates böceğiyle mücadelede kimyasallar kullanılmadan, doğaya ve insan sağlığına zarar vermeden entomopatojen fungus izolatlarıyla zararlıyı biyolojik mücadele yöntemiyle baskı altında tutulabileceğini ve alternatif bir mücadele yöntemi olacağını göstermiştir. Bu nedenle, bu türlerin patates böceğinin biyolojik mücadelesinde kullanılabilmesi için geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Acarbulut, H. 2013. Entomopatojen, *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.)'nın Domates güvesi (*Tuta absoluta*) (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ne Karşı Biyolojik Savaş Etmeni Olarak Kullanım Olanakları. (Yükseklisans Tezi), Isparta.
- Akbarian, J., Ghosta, Y., Shayesteh, N. and 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.
- Anderson, T.E., Hajek, A.E., Roberts, D.W., Preisler, H.K. and 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, 2016a. ([https:// www. tarim. gov. tr / GKGM/ Belgeler/ Bitki % 20Sağlığı %20 Hizmetleri/hastalikzararlilari_ile_mucadele_dokumanlari/patates.pdf](https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki/%20Sağlığı%20Hizmetleri/hastalikzararlilari_ile_mucadele_dokumanlari/patates.pdf)) (ErişimTarihi: 29.09.2017).
- Anonim, 2016b. ([https:// www. tarim. gov. tr/ GKGM/ Belgeler/ Bitki %20 Sağlığı%20 Hizmetleri /hastalik _ zararlılari_ ile _ mucadele _ dokumanlari/ patates. pdf](https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki/%20Sağlığı%20Hizmetleri/hastalik_zararlilari_ile_mucadele_dokumanlari/patates.pdf)) (Erişim Tarihi: 29.09.2017).
- Anonim, 2017. Patates böceğinin 2., 3., 4. dönem larva ve ergini ([http://www.entofito.com/ patates-bocegi-leptinotarsa-decemlineata/#!](http://www.entofito.com/patates-bocegi-leptinotarsa-decemlineata/#!)) (Erişim Tarihi: 01.10.2017).
- Bischoff, J. F. A. 2009. Multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*, v.101,p.512-530,2009. Available from: [http:// www. mycologia. org/ content/ 101/ 4/ 512. full.pdf](http://www.mycologia.org/content/101/4/512.full.pdf). Accessed: Dec. 19, 2012. Doi: 10.3852/07-202.
- Boiteau G. and Le Blanc I.P.R. 1992. Colorado potato beetle life stages. *Agriculture Canada, Communication Branch, Otiawa* 6s.
- 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.
- Brodeur, J. 2012. Host specificity in biological control: insights from opportunistic pathogens. *Evolutionary Applications* 5: 470-480.
- Campbell, R.K., Anderson, T.E., Semel, M. and 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.
- Charnley, A.K. 2003. Fungal pathogens of insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Adv. Bot. Res.* 40: 241-321.

- Chemmer, R. S., Chladekova, P. Medo, J. and Barta, M. 2016. Natural Prevalence of Entomopathogenic Fungi in Hibernating Pupae of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and Virulence of Selected Isolates. Plant Protection Science 52(3),199-208.
- Costa, S.D., Barbercheck, M.E. and 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.
- Cuthbertson, A.G.S. and Walters, K.F.A. 2005. Pathogenicity of the entomopathogenic fungus, *Lecanicillium muscarium*, against the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* under laboratory and glasshouse conditions. Mycopathologia, 160, 315–319.
- 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.
- 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.
- Demirbağ, Z. 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, s.325.
- Dragonova, S., Donkova, R. and 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.
- Durmuşoğlu, E., Hatipoğlu A. ve Balcı, H. 2011. Bazı Bitkisel Kökenli İnsektisitlerin Laboratuvar Koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) Larvalarına Etkileri. Türk Entomoloji Dergisi, 35 (4), 651-663.
- Eilenberg, J., Hajek, A. and Lomer, C. 2001. Suggestions for Unifying the Terminology in Biological Control. Biocontrol, 46: 387-400.
- Erkılıç, L. ve Uygun, N. 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılması olanakları, Türk. Ento. Derg. 17 (2): 117-128.
- Faostat, 2017. FAOSTAT. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>) (Erişim Tarihi: 31.01.2019).
- Fargues, J. and Vey, A. 1974. Modalites 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. and 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. and 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. and 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.
- 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.
- Gaugler, R., Costa, S.D. and Lashomb, J. 1989. Stability and efficacy of *Beauveria bassiana* soil inoculations. *Environ. Entomol.* 18 (3): 412-417.
- Goettel, M. S., Eilenberg, J. and Glare, T. 2005. Entomopathogenic Fungi and Their Role in Regulation of Insect Populations. In “ *Comprehensive Molecular Insect Science.*” (L. I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill, eds), Amsterdam: Elsevier, 361-405 pp.
- Goettel, M. S., Koike, M., Kim, J.J., Aiuchi, D., Shinya, R. and Brodeur, J. 2008. Potential of *Lecanicillium* spp. for management of insects, nematodes and plant diseases. *Journal of Invertebrate Pathology.* 98: 256-261.
- Güçlü, Ş., Ak, K., Eken, C., Akyol, H., Sekban, R., Beytut, B. ve Yıldırım, R. 2010. Pathogenicity of *Lecanicillium muscarium* against *Ricania simulans*. 1721-8861.
- Güven, Ö., Çayır, D., Baydar, R. ve Karaca İ. 2015. Entomopatogen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vull. izolatlarının patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] üzerindeki etkisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 2015, 6 (2): 107-116. ISSN 2146-0035.
- Hare, J.D. 1980. Impact of defoliation by the colorado potato beetle. *J. Econ. Entomology*, 73(2): 369-372.
- Hare, J. D. 1990. Ecology and management of the colorado potato beetle. *Annual Review of Entomology*, 35: 81-100.
- Hoddle, M. S. 1999. The Biology and Management of Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae) on Greenhouse Grown Ornamentals. Department of Entomology, University of California, Riverside, CA 92521 USA.
- Hussein, H.M., Skokova Habustova, O., Puza, V. and 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.

- Kassa, G.Z., Stephan, D. and Vidal, S. 2002. Susceptibility of *Sitophilus zeamais* (Motssch.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to Entomopathogenic fungi from Ethiopia. *Biocontrol Science and Technology*, 12 (6):727-736.
- Kekillioğlu, A. ve Yılmaz, M. 2018. Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin Nevşehir İlinde Yaşamsal Etkileşim ve Çeşitliliği Üzerine Bir Ön Çalışma. ISSN: 1300-0225. 28 (1) 2018, 100-107.
- Kepenekçi, İ., Tülek, A., Oksal, E., Alkan, M., Erdoğan, D., Evlice, E. ve Oksal, D. 2014. Entomopatojen 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.
- Lacey, L. A., and Goettel, M.S. 1995. Current Developments in Microbial Control of Insect Pests And Prospects for The Early 21 st Century. *Entomophaga*, 40: 3-27.
- Lim, S. Y., Lee, S., Kong, H. G., and Lee, J. 2014. Entomopathogenicity of *Simplicillium lanosoniveum* Isolated in Korea 2014. Dec; 42 (4): 317-321.
- Liu, Z. Y. 2001. *Cordyceps brittlebankisoides*, a new pathogen of grubs and its anamorph, *Metarhizium anisopliae* var. *majus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 78, p. 178-182, Available from: [http://cordyceps.us/files/Liu et al 2001brittlebankisoides.pdf](http://cordyceps.us/files/Liu%20et%20al%202001brittlebankisoides.pdf)>. Accessed: Dec. 19, 2012. Doi: 10. 1006/jipa. 2001. 5039.
- Mc Coy, C. W., Samson R. A. and Boucias, D. G. 1988. Entomogenous fungi In 'CRC Handbook of Natural pesticides. Microbial Insecticides, PartA. Entomogenous Protozoa and Fungi 'C M Ignoffo (e), CRC Press, Boca Raton, 5, 151-236.
- Nonaka, K., Kaifuchi, S., Omura, S. and Masuma, R. 2013. Five new *Simplicillium* species (Cordycipitaceae) from soils in Tokyo, Japan. *Mycoscience* 54: 42-53.
- Oerke, E.C., Dehne, H.W., Schonbeck, F. and Weber, A. 1994. Crop production and crop protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops,, Amsterdam, Netherlands, 808 pp.
- Ortiz-Urquiza, A. and Keyhani, N.O. 2013. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*, 4: 357-374.
- Öncüer, C. 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 41, 54s, Aydın.
- Öztürk, H.E. 2016. Bazı Biyoinsektisit ve Entomopatojen Fungusların *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)'ya Etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 25s.
- Polar, P., Kairo, M.T.K., Peterkin, D., Moore, D., Pegram, R. and John SA. 2005. Assessment of fungal isolates for development of a Myco-Acaricide for cattle tick control. *Vector- Borne and Zoonotic Diseases* 3: 276-284.

- Rath, A.C. 2000. The Use of Entomopathogenic Fungi for Control of Termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10, 563-581.
- Roberts, D., W. 1989. Word Picture of Biological Control of Insects by Fungi, *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84, 89-100.
- Samsinakova, A. and 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 fur Angewandte Entomologie*, 87: 68-75.
- Samson, R. A. 1974. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. *Studies in Mycology*. 6: 1-119.
- Saruhan, I., Erper, I., Tuncer, C. ve Akca, I. 2015. Efficiency of some entomopathogenic fungi as biocontrol agents against *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). *Pak J Agric Sci* 52(2):273-278.
- Storch, R.H. and 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. and Spatafora, J.W. 2007. Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fungi. *Studies in Mycology*, 57: 5-59.
- Tan, A.N. ve Ökten, M.E. 2008. Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.) Goeldi, 1877. (Tylenchida: Heteroderidae)'nın Biyolojik Savaşımı. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 65-72.
- Timonin, M. I. 1939. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. on Colorado potato beetle larvae. *Can. J. Res.* 17, 103-107.
- TÜİK, 2017. Bitkisel Üretim İstatistik Verileri ([http:// www. tuik. gov. tr/](http://www.tuik.gov.tr/) Pre Tablo. Do? alt_id=1001) (Erişim Tarihi: 31.01.2019).
- Ulusoy, M. 2016. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. sporlarının bazı zararlı böcekler üzerindeki etkisinin incelenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 143s.
- Vega, F.E., Meyling, N.V., Luangsaard, J.J. and Blackwell, M. 2012. In *Fungal Entomopathogens in Insect Pathology*. Vega, F.E. & Kaya, H.K., eds., 171-220, Elsevier, San Diego.
- Vey, A. and 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.
- Watt, B. A. and Le Brun, R. A. 1984. Soil effects of *Beauveria bassiana* on pupal populations of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 13, 15-18.
- Worner, S.P. 1988. Ecoclimatic Assessment of Potential Establishment of Exotic Pests. *Journal of Economic Entomology*, 81(4), 973-983.

- Wraight, S.P. and 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. and 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. and 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. and 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.
- Yüceer, Ü.S. 2011. Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'ne dayanıklı bitkiler elde etmek amacıyla patates (*Solanum tuberosum* L.)'in genetik transformasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), S:134, Adana.
- Yüceer, S. Ü. ve M. Kayım, 2012. Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'ne Dayanıklı Bitkiler Elde Etmek Amacıyla Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Genetik Transformasyonu Ç. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl: 2012 Cilt: 27-3.
- Zare, R. and Gams, W. 2001. A revision of *Verticillium* sect. Prostata IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. Nova Hedwigia 73: 1-50.
- Zhao, J.Z., Bishop, B.A. and 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.
- Zimmermann, G. 2007a. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Science and Technology 17: 553-596.
- Zimmermann, G. 2007b. Review on safety of the entomopathogenic fungus *M. anisopliae*. Biocontrol Science and Technology 17: 879-920.
- Zimmermann, G. 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces farinosus*): biology, ecology and use in biological control. Biocontrol Science Technology. 18: 865-901.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Sati Yağmur KARAMAN

Doğum Yeri : TOKAT/MERKEZ

Doğum Tarihi : 15.10.1993

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Ondokuzmayıs Anadolu Lisesi (2012)

Lisans : Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü (2016)

Yüksek Lisans : Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı (Eylül 2016 –Halen devam ediyor.)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

TARIM KREDİ KOOPERATİFLERİ (2017-Halen devam ediyor)

Bilimsel Yayınlar

1. Bazı Entomopatojen ve İnsektisitlerin Patates Böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin Üzerine Etkileri (2016).