

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA’DA FARKLI BÖLGELERDEN İZOLE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER
TANISI, *Aphis gossypii* VE *Myzus persicae*’ye KARŞI ETKİNLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Derya BAKİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA'DA FARKLI BÖLGELERDEN İZOLE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER
TANISI, *Aphis gossypii* VE *Myzus persicae*'ye KARŞI ETKİNLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Derya BAKİ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA’DA FARKLI BÖLGELERDEN İZOLE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER
TANISI, *Aphis gossypii* VE *Myzus persicae*’ye KARŞI ETKİNLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

**Derya BAKİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

Bu tez BAP tarafından FDK-2019-4859 nolu proje ile desteklenmiştir

OCAK 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTALYA’DA FARKLI BÖLGELERDEN İZOLE EDİLEN
ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER
TANISI, *Aphis gossypii* VE *Myzus persicae*’ye KARŞI ETKİNLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Derya BAKİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 21/01/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fedai ERLER (Danışman)

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

ÖZET

ANTALYA'DA FARKLI BÖLGELERDEN İZOLE EDİLEN ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI, *Aphis gossypii* VE *Myzus persicae*'ye KARŞI ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Derya BAKİ

Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fedai ERLER

Ocak 2021; 139 sayfa

Bu çalışmada, *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae* zararlılarına karşı Antalya İlinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus türlerinin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, 2018-2020 yılları arasında Antalya'da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Aksu, Alanya, Demre, Döşemealtı, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden alınan 205 toprak ve fungal enfeksiyona maruz kalmış 203 yaprakbitiden entomopatojen fungusların izolasyonları yapılmış ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 23'ü *Beauveria bassiana*, 6'sı *Cunninghamella elegans*, 2'si *Cu. echinulata*, 5'i *Clonostachys rosea*, 1'i *Cl. rogersoniana*, 3'ü *Isaria farinosa*, 2'si *Fusarium proliferatum*, 3'ü *F. fujikuroi*, 2'si *F. acacia-mearnsii*, 1'i *F. oxysporum*, 3'ü *Penicillium bilaiae*, 1'i *Trichoderma atroviride* ve 1'i *T. harzianum* olmak üzere 7 cinse ait 13 farklı fungus türü izole edilmiştir. Yaprakbitilerinden yapılan izolasyonlarda ise 12'si *B. bassiana*, 2'si *Purpureocillium lilacinum*, 2'si *Aspergillus insuetus*, 2'si *A. flavus* ve 1'i *Alternaria alternata* olmak üzere 4 cinse ait 5 farklı fungus türü izole edilmiştir.

Tüm fungus izolatlarının ITS bölgesine ait ITS1/ITS4 PCR ürünlerinin, BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2, PlKa-1, PlMp-1 izolatlarının mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesine ait 983/2218 PCR ürünlerinin ve *A. gossypii* ile *M. persicae* bireylerinden COIdegF1/COIdegR1 primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin sekans dizilimleri belirlenmiştir. İzolatlara ait sekans verileri NCBI BLAST analizi yardımıyla GenBank'taki benzer türler ile kıyaslanmıştır. BLAST analizi sonucuna göre, her bir tür GenBank'taki diğer türler ile %99-100 oranında benzerlik göstermiş ve böylelikle tüm fungus izolatlarının ve *A. gossypii* ile *M. persicae*'nin tür düzeyindeki moleküler teşhisleri doğrulanmıştır. İzolatlara ait sekans dizilimleri kullanılarak filogenetik dendogramlar elde edilmiştir.

Elde edilen entomopatojen fungus izolatları 1×10^7 spor mL^{-1} konsantrasyonda *A. gossypii* ve *M. persicae* erginlerine karşı test edilmiştir. Ön patojenite testlerinde virülensliği yüksek bulunan *B. bassiana* türüne ait BbFn-2, BbKm-2, BbSr-2, BbDs-4 ve BbDm-2 izolatları 5 farklı spor konsantrasyonunda (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 spor mL^{-1}) *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerine karşı petri ve saksı denemelerinde test edilmiştir. Test edilen bu dozlarda, BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2

izolatları 10. günde *A. gossypii*'nin erginlerinde sırasıyla %83.3, %93.3, %93.3, %100 ve %100; %96.7, %96.7, %96.7, %100 ve %100; %80, %93.3, %96.7, %100 ve %100; *M. persicae*'nin erginlerinde sırasıyla %100, %100, %100, %100 ve %100; %86.7, %93.3, %96.7, %100 ve %100; %90.0, %93.3, %93.3, %100 ve %100 ölüme neden olmuştur. BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 izolatlarının LT₅₀ ve LT₉₅ değerleri, ergin *A. gossypii* için sırasıyla, 4.66, 6.82 ve 5.26 gün iken; ergin *M. persicae* için sırasıyla 4.90, 4.66 ve 3.95 gün olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, birbirine yakın patojenite değerleri gösteren *B. bassiana* BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 izolatları, *A. gossypii* ve *M. persicae*'ye karşı en virülens izolatlar olarak tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Aphis gossypii*, Entomopatojen fungus, Mikrobiyal mücadele ve *Myzus persicae*

JÜRİ: Prof. Dr. Fedai ERLER

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR IDENTIFICATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ISOLATED FROM DIFFERENT REGIONS OF ANTALYA, DETERMINATION OF THEIR EFFICACY AGAINST *Aphis gossypii* AND *Myzus persicae*

Derya BAKİ

PhD Thesis in Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Fedai ERLER

January 2021; 139 pages

In this study, the effectiveness of entomopathogenic fungal species isolated from different counties of Antalya province against *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* was investigated. For this purpose, between 2018-2020, entomopathogenic fungi were isolated from 205 soil samples and 203 aphid individuals exposed to fungal infections taken from Aksu, Alanya, Demre, Döşemealtı, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa and Serik counties of Antalya province, where agricultural activities were carried out intensively, and they were identified using molecular methods. According to the results obtained, in the isolations made from soil samples, thirteen different fungal species belonging to seven genera 23 of them were *Beauveria bassiana*, 6 *Cunninghamella elegans*, 2 *Cu. echinulata*, 5 *Clonostachys rosea*, 1 *Cl. rogersoniana*, 3 *Isaria farinosa*, 2 *Fusarium proliferatum*, 3 *F. fujikuroi*, 2 *F. acacia mearnsii*, 1 *F. oxysporum*, 3 *Penicillium bilaiae*, 1 *Trichoderma atroviride* and 1 *T. harzianum* were isolated. In the isolations made from infected aphids, five different fungal species belonging to four genera 12 of them were *B. bassiana*, 2 *Purpureocillium lilacinum*, 2 *Aspergillus insuetus*, 2 *A. flavus* and 1 *Alternaria alternata* were isolated.

ITS1 / ITS4 PCR products of all fungal isolates belonging to the ITS region, 983/2218 PCR products belonging to mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gene region of BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2, PIKa-1, PIMp-1 isolates and PCR products obtained from *A. gossypii* and *M. persicae* using primers COIdegF1 / COIdegR1 that sequences have been determined. Sequence data of isolates were compared with similar species in GenBank with the help of NCBI BLAST analysis. According to the result of BLAST analysis, each species showed 99-100% similarity with other species in GenBank, and thus, the molecular identifications of fungal isolates and *A. gossypii* and *M. persicae* were confirmed. Phylogenetic dendograms were obtained by using the sequence sequences of the isolates.

The obtained entomopathogenic fungal isolates were tested against adult *A. gossypii* and *M. persicae* at a concentration of 1×10^7 conidia mL⁻¹. In preliminary pathogenicity tests, five *B. bassiana* isolates with high virulence (BbFn-2, BbKm-2, BbSr-2, BbDs-4 and BbDm-2) were tested at 5 different spore concentrations (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 and 1×10^9 spores mL⁻¹) against nymphs and adults of *A. gossypii* and *M. persicae* in petri dishes and pot trials. At these tested doses, the isolates BbSr-2,

BbKm-2 and BbDm-2 in petri dish and pot experiments caused 83.3%, 93.3%, 93.3%, 100% and 100%; 96.7%, 96.7%, 96.7%, 100% and 100%; 80%, 93.3%, 96.7%, 100% and 100% mortalities, respectively, in adult *A. gossypii*; 100%, 100%, 100%, 100% and 100%; 86.7%, 93.3%, 96.7%, 100% and 100%; 90%, 93.3%, 93.3%, 100% and 100% mortalities, respectively, in adult *M. persicae* on the 10th day of application. While the LT₅₀ and LT₉₅ values of the isolates BbSr-2, BbKm-2 and BbDm-2 were 4.66, 6.82 and 5.26 days, respectively, for adult *A. gossypii*, they were determined as 4.90, 4.66 and 3.95 days, respectively, for adult *M. persicae*. As a result, BbSr-2, BbKm-2 and BbDm-2 isolates of *B. bassiana*, which showed similar pathogenicity values, were determined as the most virulent isolates against *A. gossypii* and *M. persicae*.

KEYWORDS: *Aphis gossypii*, Entomopathogen fungi, Microbial control and *Myzus persicae*

COMMITTEE: Prof. Dr. Fedai ERLER

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Assoc. Prof. Mehmet MAMAY

Assoc. Prof. Cengiz İKTEN

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın temel amacı, Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde her yıl önemli miktarda kimyasal ilaç kullanımıyla baskı altına alınmaya çalışılan *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae* mücadelesinde kullanım potansiyeli olabilecek entomopatojen fungusları belirlemek ve saptanan fungal patojenlerin hedef zararlılara karşı etkinliklerini tespit etmektir. Aynı zamanda elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının geniş bir kültür koleksiyonu oluşturulmuş olup bu koleksiyonun daha sonra yapılacak biyolojik (mikrobiyal) mücadele çalışmalarında kaynak oluşturması hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasında yapılan araştırmaların ve laboratuvar çalışmalarının tümü, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Anabilim Dalı Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

Bu tez konusunun belirlenmesi, deneysel çalışmaların yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilip tartışılması sırasında her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Fedai ERLER'e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez İzleme Komitesinde yer alarak olumlu eleştiri ve katkılarıyla bana destek olan Sayın Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN'e (Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü) ve özellikle moleküler çalışmalarım sırasında büyük desteğini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Cengiz İKTEN'e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) teşekkür ederim. Tez jürisinde yer alarak yaptıkları düzeltmeler ve katkılardan dolayı Sayın Prof. Dr. Levent ÜNLÜ'ye (Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), Sayın Doç. Dr. Mehmet MAMAY'a (Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca; doktora eğitim sürecimde TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı ile beni destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunmak benim için bir onurdur.

Tez çalışmasının yürütülmesi için bölüm imkânlarını kullanmama izin veren Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm Başkanlığı'na, bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, doktora tez çalışmam süresince esneklik göstererek bana destek olan müdürüm Ekrem ÇETİN'e (Antalya Ziraat Karantina Müdürlüğü), doktora tez çalışmasının moleküler analizleri aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Hilal Şule TOSUN'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), arazi surveylerinde destek veren bölümümüz yüksek lisans öğrencileri Barış İMREK, Hasan Ali KÜÇÜK ve Mustafa YÜCESOY'a, istatistiki verilerimin değerlendirilmesinde desteklerini esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü İstatistik Danışma Birimi'nde çalışan Öğr. Gör. Dr. Ebru KAYA BAŞAR'a, biber tohumları ve fidelerinin temininde destek aldığım Ay Fide, Antalya Fide ve Rijk Zwaan şirketlerine ve çalışmamın yürütülmesinde desteklerini gördüğüm tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Son olarak; tez çalışmam süresince yarattığım tüm zorluklara ve onları ihmal ettiğim zamanlara özür olması dileğiyle sevgili oğullarım Muhammed Ali BAKI'ye,

Hüseyin Abdullah BAKİ'ye ve biricik kızım Elif BAKİ'ye, ayrıca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aile bireylerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. <i>Aphis gossypii</i> ile İlgili Kuramsal Bilgiler	4
2.2. <i>Myzus persicae</i> ile İlgili Kuramsal Bilgiler.....	9
2.3. Entomopatojen Funguslar ile İlgili Bilgiler.....	12
2.3.1. Entomopatojenik fungusların sınıflandırılması	13
2.3.2. <i>Beauveria bassiana</i>	15
2.3.3. <i>Metarhizium</i> spp.	15
2.3.4. <i>Trichoderma</i> spp.....	15
2.3.5. <i>Lecanicillium</i> spp.....	16
2.3.6. <i>Isaria</i> spp.	16
2.3.7. <i>Purpureocillium lilacinum</i>	16
2.3.8. <i>Simplicillium</i> spp.	16
2.3.9. Entomopatojenik fungusların genel biyolojisi ve enfeksiyon şekli.....	17
2.3.10. Entomopatojenik fungusların dağılımı ve yayılımı	19
2.3.11. Entomopatojenik fungusların toksinleri	19
2.3.12. Entomopatojenik fungusların özgülüğü ve konukçu seçiciliği.....	21
2.3.13. Entomopatojenik fungusların mikrobiyal mücadelede kullanımı.....	22
2.3.14. Entomopatojen fungusların kitle üretimi	25
2.3.15. Entomopatojenik fungusların geliştirilmesi.....	25
2.3.16. İzolat seçimi.....	25
2.3.17. Genetik modifikasyon.....	26
2.3.18. Formülasyon ve uygulama stratejileri	26
2.3.19. Entomopatojen fungusların avantaj ve dezavantajları.....	27

2.4. Önceki Yapılan Çalışmalar	27
3. MATERYAL VE METOD	37
3.1. Örnekleme Yerleri ve Zamanları.....	37
3.2. Toprak ve Enfekteli Yaprakbiti Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi.....	38
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması.....	38
3.2.2. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin toplanması	38
3.3. Toprak ve Enfekteli Yaprakbiti Örneklerinden Fungus İzolasyonu	40
3.3.1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) larvalarının üretilmesi	40
3.3.2. Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu.....	40
3.3.3. Enfekteli yaprakbiti örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu	42
3.4. Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tanısı	45
3.4.1. Entomopatojen fungus izolatlarının morfolojik karakterizasyonu	45
3.4.2. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonu	45
3.4.3. Hedef gen bölgelerinin çoğaltılması.....	46
3.4.4. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz	48
3.5. Bitki Üretimi.....	48
3.6. <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> Kitle Üretimi.....	49
3.7. Laboratuvar Etkinlik Testleri	50
3.8. Toprak Örneklerinden İzole Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Ön Patojenisite Testi	50
3.9. Ticari Preparatların Hazırlanması	51
3.10. Entomopatojen Fungus İzolatlarının <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'ye Karşı Etkinlikleri.....	52
3.10.1. Petri denemeleri	52
3.10.2. Saksı denemeleri.....	53
3.11. Veri Toplama ve İstatistik Analiz	54
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	56
4.1. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Morfolojik Karakterizasyonu	62
4.2. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu	68
4.2.1 Hedef gen bölgelerinin çoğaltılması.....	68
4.2.2. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz	71

4.3. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Ön Patojenisite Testleri	78
4.3.1. Spor çimlenme oranlarının belirlenmesi	78
4.3.2. Toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının ön patojenite testi.....	79
4.3.3. Toprak ve Enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'ye karşı ön patojenite testleri	80
4.4. Laboratuvar etkinlik testleri	83
4. 4. 1. Petri denemeleri	84
4. 4. 2. Saksı denemeleri	89
5. SONUÇLAR	104
6. KAYNAKLAR	106
7. EKLER.....	131
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Antalya’da Farklı Bölgelerden İzole Edilen Entomopatojen Fungusların Morfolojik ve Moleküler Tanısı, *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*’ye Karşı Etkinliklerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

21/01/2021

Derya BAKİ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
µL	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
L	: Litre
LC ₅₀	: Popülasyonun %50'sini öldüren konsantrasyon
LC ₉₀	: Popülasyonun %90'nını öldüren konsantrasyon
LT ₅₀	: Popülasyonun %50'sinin öldüğü zaman
LT ₉₅	: Popülasyonun %90'nının öldüğü zaman
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm ²	: Milimetre kare
ng	: Nanogram
pH	: Potentia Hydrogenii
sn	: Saniye

Kısaltmalar

3'	: DNA molekülünün 3' terminal hidroksil ucu
5'	: DNA molekülünün 5' terminal fosfat ucu
ARSEF	: Entomopatojen fungus koleksiyonu
Bp	: Baz çifti
C	: Sitozin
CMV	: Hıyar Mozaik Virüsü

ddH ₂ O	: İki kere distile edilmiş saf su
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
dNTP	: Deoksi Nükleotit Trifosfat
EDTA	: Etilendiamintetraasetik asit
EF1- α	: Uzama faktörü 1
EPF	: Entomopatojen funguslar
G	: Guanin
GPS	: Küresel yer belirleme sistemi
GYT	: Galleria tuzak yöntemi
ITS	: İç transkript spacer
L.	: Linnaeus
NaCl	: Sodyum klorür
NCBI	: Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PDA	: Patates Dekstroz Agar
rDNA	: Ribozomal Deoksiribonükleik Asit
RNA	: Ribonükleik Asit
SDA	: Sabaroud Dekstroz Agar
SPSS	: Sosyal Bilimlerde İstatistik Paketi
ssp.	: Alt tür
TAE	: Tris Asetik Asit EDTA
Taq	: <i>Thermus aquaticus</i>
tRNA	: Taşıyıcı Ribonükleik Asit
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
U	: Ünite

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Aphis gossypii</i> 'nin pamuk bitkisi üzerindeki kanatsız formunun stero mikroskoptaki görüntüsü.....	5
Şekil 2.2. <i>Aphis gossypii</i> 'nin pamuk bitkisi yapraklarında beslenmesi	7
Şekil 2.3. <i>Aphis gossypii</i> 'nin pamuk bitkisinin çiçek ve tomurcuklarında beslenmesi	7
Şekil 2.4. <i>Aphis gossypii</i> 'nin pamuk bitkisi gövde ve taze sürgünlerinde beslenmesi	8
Şekil 2.5. <i>Aphis gossypii</i> 'nin nimf ve erginlerinin yaprak damarlarına yakın bölgelerde beslenmesi	8
Şekil 2.6. <i>Myzus persicae</i> 'nin yaprak ve sürgünlerde beslenmesi.....	11
Şekil 2.7. Genel olarak entomopatojenik fungusların yaşam döngüsü.....	17
Şekil 2.8. Fungal enfeksiyon şeması.....	19
Şekil 3.1. Antalya ilinde entomopatojen fungusların izolasyonları için örneklerin alındığı bölgeler	37
Şekil 3.2. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin toplanması	38
Şekil 3.3. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin alındığı farklı bitkiler	39
Şekil 3.4. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının kültüre alınması.....	40
Şekil 3.5. Toprak örneklerinin kültür kaplarına alınması	41
Şekil 3.6. Toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonu	41
Şekil 3.7. Toprak örneklerinde entomopatojen fungusların <i>Galleria mellonella</i> larvaları üzerinde gelişimi	42
Şekil 3.8. Farklı bitkilerde doğal fungal enfeksiyondan ölmüş yaprakbitleri.....	43
Şekil 3.9. Enfekteli yaprakbiti örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu ve stok kültürlerinin oluşturulması.....	45
Şekil 3.10. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonu	46
Şekil 3.11. Etkinlik testlerinde kullanılacak biber fidelerinin iklim odasında yetiştirilmesi.....	49
Şekil 3.12. Ön patojenisite testlerinde <i>Galleria mellonella</i> larvaları ve fungus gelişimi	51
Şekil 3.13. Entomopatojen fungus izolatlarının petri denemeleri ile <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi.....	52

Şekil 3.14. Entomopatojen fungus izolatlarının saksı denemeleri ile <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi.....	53
Şekil 3.15. Entomopatojen fungus izolatlarının saksı denemeleri ile <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi.....	54
Şekil 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının konumları.....	59
Şekil 4.2. Antalya ilinde toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungusların ilçelere göre dağılımı.....	61
Şekil 4.3. Antalya ilinde toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungusların türlere göre dağılımları.....	62
Şekil 4.4. <i>Beauveria bassiana</i> (BbKm-1) izolatının morfolojik tanısı	62
Şekil 4.5. <i>Cunninghamella elegans</i> (CelKl-1) izolatının morfolojik tanısı	63
Şekil 4.6. <i>Cunninghamella echinulata</i> (CecDs-1) izolatının morfolojik tanısı	63
Şekil 4.7. <i>Clonostachys rosea</i> (CrFn-1) izolatının morfolojik tanısı.....	63
Şekil 4.8. <i>Clonostachys rogersoniana</i> (CrgMg-1) izolatının morfolojik tanısı.....	64
Şekil 4.9. <i>Isaria farinosa</i> (IfGp-1) izolatının morfolojik tanısı	64
Şekil 4.10. <i>Fusarium proliferatum</i> (FpGp-1) izolatının morfolojik tanısı	64
Şekil 4.11. <i>Fusarium fujikuroi</i> (FfAl-1) izolatının morfolojik tanısı	65
Şekil 4.12. <i>Fusarium acacia-mearnsii</i> (FacAl-1) izolatının morfolojik tanısı	65
Şekil 4.13. <i>Fusarium oxysporum</i> (FoMg-1) izolatının morfolojik tanısı.....	65
Şekil 4.14. <i>Penicillium bilaiae</i> (PbFn-1) izolatının morfolojik tanısı	66
Şekil 4.15. <i>Trichoderma atroviride</i> (TaAl-1) izolatının morfolojik tanısı	66
Şekil 4.16. <i>Trichoderma harzianum</i> (ThAk-1) izolatının morfolojik tanısı	66
Şekil 4.17. <i>Purpureocillium lilacinum</i> (PlKa-1) izolatının morfolojik tanısı.....	67
Şekil 4.18. <i>Aspergillus insuetus</i> (AiSr-1) izolatının morfolojik tanısı	67
Şekil 4.19. <i>Aspergillus flavus</i> (AfDm-1) izolatının morfolojik tanısı	67
Şekil 4.20. <i>Alternaria alternata</i> (AaKa-1) izolatının morfolojik tanısı.....	68
Şekil 4.21. Fungus izolatların ITS gen bölgesi kullanılarak moleküler karakterizasyonu	69

Şekil 4.22. <i>Beauveria bassiana</i> izolatların spesifik primerler kullanılarak moleküler karakterizasyonu	70
Şekil 4.23. EF1 alpha gen bölgesi kullanılarak <i>Beauveria bassiana</i> ve <i>Purpureocillium lilacinum</i> izolatlarının, COI gen bölgesi kullanılarak <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'nin moleküler karakterizasyonu	70
Şekil 4.24. <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı	76
Şekil 4.25. Diğer fungus izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı	77
Şekil 4.26. <i>Beauveria bassiana</i> ve <i>Purpureocillium lilacinum</i> izolatlarının mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı	78
Şekil 4.27. <i>Beauveria bassiana</i> BbKm-2 izolatının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	95
Şekil 4.28. <i>Beauveria bassiana</i> BbKm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	95
Şekil 4.29. <i>Beauveria bassiana</i> BbSr-2 izolatının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	95
Şekil 4.30. <i>Beauveria bassiana</i> BbSr-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	96
Şekil 4.31. <i>Beauveria bassiana</i> BbDm-2 izolatının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	96
Şekil 4.32. <i>Beauveria bassiana</i> BbDm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	96
Şekil 4.33. <i>Beauveria bassiana</i> BbFn-2 izolatının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	97
Şekil 4.34. <i>Beauveria bassiana</i> BbFn-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	97
Şekil 4.35. <i>Beauveria bassiana</i> BbDs-4 izolatının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	97

Şekil 4.36. <i>Beauveria bassiana</i> BbDs-4 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Aphis gossypii</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	98
Şekil 4.37. <i>Beauveria bassiana</i> BbKm-2 izolatının <i>Myzus persicae</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	98
Şekil 4.38. <i>Beauveria bassiana</i> BbKm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Myzus persicae</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	98
Şekil 4.39. <i>Beauveria bassiana</i> BbSr-2 izolatının <i>Myzus persicae</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi.....	99
Şekil 4.40. <i>Beauveria bassiana</i> BbSr-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Myzus persicae</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	99
Şekil 4.41. <i>Beauveria bassiana</i> BbDm-2 izolatının <i>Myzus persicae</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi	99
Şekil 4.42. <i>Beauveria bassiana</i> BbDm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Myzus persicae</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	100
Şekil 4.43. <i>Beauveria bassiana</i> BbFn-2 izolatının <i>Myzus persicae</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi	100
Şekil 4.44. <i>Beauveria bassiana</i> BbFn-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Myzus persicae</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	100
Şekil 4.45. <i>Beauveria bassiana</i> BbDs-4 izolatının <i>Myzus persicae</i> nimf ve ergini üzerindeki gelişmesi	101
Şekil 4.46. <i>Beauveria bassiana</i> BbDs-4 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının <i>Myzus persicae</i> nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Aphis gossypii</i> 'nin bilimsel sınıflandırılması	4
Çizelge 2.2. <i>Myzus persicae</i> 'nin bilimsel sınıflandırılması	9
Çizelge 2.3. Önemli entomopatojenik fungusların sınıflandırılması ve taksonomileri ..	14
Çizelge 2.4. Yaygın olarak kullanılan entomopatojenik funguslar tarafından üretilen mikotoksinler	21
Çizelge 2.5. Ticari olarak geliştirilmiş, geliştirilmeye devam edilen ve potansiyel olarak dikkate alınan entomopatojenik funguslar	23
Çizelge 3.1. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonunda kullanılan primerler	47
Çizelge 3.2. Entomopatojen fungus izolatlarının tanı ve tespitlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan klasik PCR programları.....	47
Çizelge 3.3. <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'nin moleküler karakterizasyonunda kullanılan primerler	49
Çizelge 3.4. <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'nin moleküler karakterizasyonunda kullanılan Klasik PCR programı	50
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan ticari entomopatojen fungus preparatları	51
Çizelge 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden <i>Galleria mellonella</i> larvaları kullanılarak izole edilen entomopatojen fungus izolatları	60
Çizelge 4.2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekteli afit örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları	61
Çizelge 4.3. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden <i>Galleria mellonella</i> larvaları kullanılarak izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki erişim numaraları	74
Çizelge 4.4. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki erişim numaraları.....	74
Çizelge 4.5. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları	75
Çizelge 4.6. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının spor çimlenme oranları	79
Çizelge 4.7. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının 4. evre <i>Galleria mellonella</i> larvalarına karşı farklı günlerdeki etkinlikleri	81

Çizelge 4.8. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> üzerindeki etkileri	82
Çizelge 4.9. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının <i>Myzus persicae</i> üzerindeki etkileri	83
Çizelge 4.10. Petri denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği	85
Çizelge 4.11. Petri denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği.....	86
Çizelge 4.12. Petri denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Myzus persicae</i> nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği	87
Çizelge 4.13. Petri denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Myzus persicae</i> erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği.....	88
Çizelge 4.14. Saksı denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği	90
Çizelge 4.15. Saksı denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Aphis gossypii</i> erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği.....	91
Çizelge 4.16. Saksı denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Myzus persicae</i> nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği	92
Çizelge 4.17. Saksı denemelerinde <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının <i>Myzus persicae</i> erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği.....	93
Çizelge 4.18. Saksı denemelerinde <i>Aphis gossypii</i> ve <i>Myzus persicae</i> 'nin nimf ve erginlerine karşı patojenisitesi test edilen <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının LT ₅₀ ve LT ₉₅ değerleri	94

1. GİRİŞ

Antalya ili, elverişli iklim ve toprak koşullarıyla yıllardır sebze ve meyve üretiminde Türkiye’de tarımın kalbi konumundadır. Üretimde kullandığı modern teknoloji ve yoğun tarım teknikleri ile ülkemizin ve ihracat ile dünya nüfusunun beslenmesine katkı sağlayan Antalya ilimiz; Türkiye bitkisel üretim değerinin %6.79’sını karşılayarak 1. sırada yer almaktadır. Türkiye’deki örtüaltı tarım alanlarından cam sera alanının %83.29’u ve plastik sera alanının ise %53.34’ü Antalya’da yer almaktadır. Önemli tarım ürünleri üretiminde Antalya’nın Türkiye üretimindeki payı; domatestede %19.13, hıyarda %28.41, portakalda %27.28, biberde %15.87, elmada %9.60, patlıcanda %20.76, narda %23.87, muzda %26.99, kültür mantarında %53.47, yenidünyada %32.13, keçiboynuzunda %37.28, avokadoda %78.15, susamda %16.91 ve pamukta %1.38’dir. Aynı zamanda Türkiye’deki süs bitkileri üretiminin %12’si, kesme çiçek üretiminin %35’i, karanfil üretiminin ise %54’ü Antalya’da bulunmaktadır. Antalya ili ihracat değerleri açısından incelendiğinde Türkiye yaş sebze ve meyve ihracatının %22.7’sini, süs bitkileri ihracatının %43’ünü, kesme çiçek ihracatının %96.7’sini ve biyolojik mücadele yöntemlerinde kullanılan *Bombus* arısı ihracatının tamamını karşılayarak ihracat geliri ile de ekonomimize önemli katkı sağlamaktadır (Anonim 2019). Antalya’nın tarımsal üretimde iklim ve toprak özelliklerinin iyi oluşu, mevcut alanların modernizasyonunun hızla devam etmesinin yanı sıra dünyadaki gelişmelerde takip edilerek üretim yönteminde ve teknolojisindeki yenilikleri yeni tesis edilen alanlarda da kullanmasının önemi büyüktür. Aynı zamanda yoğun tarım yöntemleri ile farklı kültür bitkilerinin yetiştirildiği tarımsal alanlarda ciddi ürün kayıplarına neden olan çeşitli hastalık, zararlı ve yabancı ot etmenleri ile karşılaşmaktadır. Bu biotik etkenlere karşı gerekli önlemler alınıp mücadele çalışmaları yapılmadığında yaklaşık %35 civarında ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu ürün kayıpları kültür bitkisinin çeşidine, zararlıya ve hastalık etmenine bağlı olarak %100’lere kadar ulaşabilmektedir (Anonim 2000). Tarımsal zararlılar içerisinde yaprakbitleri (Hemiptera: Aphididae) en önemli böcek zararlıları arasında yer almaktadır. Yaprakbitlerinin dünyada 599 cinse ait 4702 türü olduğu bilinmektedir (Blackman ve Eastop 2000). Türkiye’deki türleri belirlemek için yapılan çalışmalarda, kültür ve yabani otsu bitkiler üzerinde 466 yaprakbiti türü tespit edilmiştir (Düzgüneş ve Tuatay 1956; Bodenheimer ve Swirski 1957; Giray 1974; Çanakçıoğlu 1966, 1975; Tuatay 1988, 1990, 1991, 1993a, b, 1999; Toros vd. 2002; Görür 2004; Uysal vd. 2006; Ayyıldız ve Atlıhan 2006; Görür vd. 2012; Barjadze vd. 2014a, b). Yeşil şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae* Sulzer) ve pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glover) dünyada ve ülkemizdeki en yaygın yaprakbiti zararlılarından olup diğer türler arasında önemli bir yere sahiptir (Cottier 1953; Kocourek vd. 1994; Down vd. 1996; Sanchez vd. 2007; Lee vd. 2008; van Driesche vd. 2008). Yeşil şeftali yaprakbiti ve pamuk yaprakbiti meyve ağaçlarında, sebzelerde ve süs bitkilerinde olmak üzere toplam 40 bitki familyasına ait çok sayıda konukçu bitkide zarara neden olmaktadır. Yeşil şeftali yaprakbiti ve pamuk yaprakbiti bitkilerin gövdesinde, genç yapraklarında, çiçeklerinde ve tomurcuklarında bitkinin öz suyunu emerek beslenmektedir. Her iki türe ait nimf ve erginler yaprakların ilk olarak damarlara yakın bölgelerinden, ileriki aşamalarda ise popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak yaprağın tüm yüzeyinden beslenmektedir. Zararlıların beslendiği yaprakların büyümesi yavaşlar, renk açılmaları ve yaprak uçlarında kıvrılmalar başlar. İleriki aşamalarda zararlıların yoğun beslenmesine maruz kalan yapraklar dökülür (Murphy vd. 2006; Capinera 2014).

Bitkilerin en çok sürgün ve genç yapraklarından beslenerek bitki gelişiminin yavaşlamasına ve yapraklarda şekil değişikliğine neden olurlar (Frantz vd. 2004; Murphy vd. 2006). Yeşil şeftali yaprakbiti ve pamuk yaprakbiti konukçu bitkinin öz suyunu emerek birincil olarak zarara neden olurken, yaprak ve sürgünlerde beslenmeleri sırasında absorbe ettikleri fazla şekerli sıvıyı balı madde olarak dışarı atarlar ve atılan tatlımsı maddeler üzerinde saprofit fungusların gelişmesine neden olarak fumajin (karaballık) zararı meydana getirirler. Kök hariç tüm bitki organlarında oluşan fumajin zararı sonucunda, bitkinin solunum ve fotosentez kapasitesi düşer ve yaprak yüzeyinde siyah küflenmeler ile yaprakta erken olgunlaşma meydana gelir (Von Dohlen vd. 2006; Murphy vd. 2006; Güneyi ve Karsavuran 2011). Yeşil şeftali yaprakbiti ve pamuk yaprakbiti virüs hastalıklarının yayılmasında vektör olarak görev yapmaktadırlar ki; bu zarar üreticiler açısından zararının beslenmesi sonucu oluşan zarara göre daha tehlikeli ve önemli olarak görülmektedir (Shands vd. 1972). Bu zararlılar birçok bitkide ekonomik kayıplara neden olan başta hıyar mozaik virüsü hastalığı (CMV) olmak üzere yaklaşık 100'den fazla bitki virüs hastalığının yayılmasında vektör olarak görev yapmaktadırlar (Kennedy vd. 1962; Blackman ve Eastop 1984; Cloquemin vd. 1990; Von Dohlen ve Moran 2000; Murphy vd. 2006). Bu durum; *M. persicae* ve *A. gossypii* zararlılarının bitkide meydana getirdiği zararın büyük olması, virüs hastalıklarında vektör olmaları ve konukçu aralığının geniş olması nedeniyle bu zararlılara karşı mücadelenin önemini arttırmaktadır. Bahsedilen zararlılara karşı savaşında genel tarımsal zararlılarda olduğu gibi genellikle kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır (Velioğlu ve Toros 2006; Vucetic vd. 2008; Akbar vd. 2010). Fakat kullanılan kimyasal ilaçların zararlılara karşı direnç geliştirmesi, hedef dışı organizmaları etkilemeleri, gıdalarda kalıntı bırakmaları, insan-çevre ve doğal dengeye verdiği olumsuz yan etkilerinin ortaya çıkması nedeniyle zararsız ve etkili alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol 1998; Vucetic vd. 2008). Alternatif mücadele yöntemleri içerisinde avantajlarından dolayı en yaygın kullanılan yöntem biyolojik mücadele yöntemidir (Erkılıç ve Uygun 1993; Bora ve Özaktan 1998; Mahr vd. 2001; Lacey vd. 2001; Khan vd. 2008; Mamay vd. 2016; Mamay ve Dağ 2016; Mamay ve Mutlu 2019a, b). Biyolojik mücadelede amaç, zarara neden olan biotik (hastalık, zararlı ve yabancı ot) etmenlere karşı canlı etmenler (mikroorganizmalar, parazitoidler ve predatörler) kullanılarak ekonomik zarar seviyesinin altında tutulmasıdır. Biyolojik mücadele de mikrobiyal ajanların (bakteri, virüs, fungus, protozoa ve nematod) kullanımı insan ve çevre dostu olmaları, gıdalarda kalıntıya neden olmamaları, zararlılarda direnç oluşumunun görülmemesi ve güvenli bir yöntem olmasından dolayı son yıllarda büyük önem kazanmıştır (Kamp ve Bidochka 2002). Bu mikrobiyal ajanlar içerisinde entomopatojen funguslar (EPF) tür çeşitliliğinin fazla olması, kolay tespit ve izole edilebilmeleri, böcekleri kutikula yolu ile kolay enfekte edebilmeleri, etkinliklerinin kısa sürede fark edilebilmesi, geniş konukçu dizisine sahip olmaları, olumsuz çevre koşullarına karşı daha dayanıklı olmaları, yapay besi ortamlarında kolayca geliştirilebilmeleri nedeniyle daha avantajlıdır ve ticari olarak ruhsatlandırılarak zararlılar ile mücadelede etkili bir şekilde kullanılmaktadırlar (Hansoylu 2003; Roy vd. 2006; Trudel vd. 2007; Kılınçer vd. 2010; Er 2013; Lacey vd. 2015).

Entomopatojen fungusların 90 cinse ait yaklaşık 700 türü bulunmakta olup, zararlılara karşı mücadelede en yaygın olarak kullanılan cinsler; *Beauveria*, *Entomophthora*, *Isaria*, *Lecanicillium*, *Metarhizium* ve *Spicaria*'dır (Erkılıç ve Uygun

1993; Goettel vd. 2005). *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin, *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare and Gams, *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare & Gams *Purpureocillium lilacinum*, *Paecilomyces fumosoroseus* Wize, *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson *Clonostachys rosea* ve *Isaria farinosa* Wize entomopatojen fungus türlerinden üretilen yaklaşık 150 ticari preparat çeşitli zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır (Goettel vd. 2005; Sookar vd. 2008; Demirbağ vd. 2008; Sevim vd. 2010; İzgi ve Güven 2014). Doğada en yaygın olarak karşılaşılan EPF türleri arasında *B. bassiana* ilk sırada yer alıp yaklaşık 70 kadar farklı bitki zararlısına karşı etkin olarak kullanılmaktadır (Sáenz-de-Cabezón vd. 2003; Goettel vd. 2005; İzgi ve Güven 2014; Güven ve Çaltılı 2016; Baydar vd. 2016; Kushiyeve vd. 2017). Ülkemizde EPF izolatların elde edilmesi ve etkinliğinin farklı zararlılar ile mücadelede kullanılabilme potansiyellerinin araştırılması hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Şahin 2006; Er vd. 2008; Doğan 2009; Er ve Mart 2009; Sevim vd. 2010; Demirci vd. 2011; Özçelik 2012; Er 2013; İzgi ve Güven 2014; Koz ve Güven 2014; Güven vd. 2014; Özcan 2014; Yıldız 2015; Erler ve Ates 2015; Baydar vd. 2016; Topuz vd. 2016; Doğan 2016; Gül 2016; Ulusoy 2016; Ücük 2016; Yeşilirmak ve Karaca 2016; Gök 2018; Alramadan ve Mamay 2019; Kushiyeve 2019; Şakin ve Karaca 2019). Entomopatojen funguslar üzerinde çalışmanın ilk şartı, genellikle o bölgenin doğal koşullarına adapte olmuş tür ve izolatların bulunmasıdır. Çünkü yapılan patojenisite testlerinde, o bölgeden izole edilmiş EPF izolatlarının farklı bir ülke veya bölgeden izole edilmiş EPF izolatlarına göre zararlılar ile mücadelede daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Hicks vd. 2001; Çam vd. 2002; Beron ve Diaz 2005; Eken vd. 2006; Er 2013; Fancelli vd. 2013; Topuz vd. 2016). Entomopatojen funguslar hem toprak hemde enfekteli böceklerden izole edilebilmiştir. Ancak toprak, birçok EPF için doğal bir kaynaktır ve birçok EPF türü çoğunlukla topraktan izole edilmiştir (Gaugler 1988; Shtayeh vd. 2002; Kamp ve Bidochka 2002).

Bu çalışmada farklı tarımsal ürünlerin üretiminde önemli yer tutan Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde her yıl önemli miktarda kimyasal ilaç kullanımıyla baskı altına alınmaya çalışılan *A. gossypii* ve *M. persicae* mücadelesinde kullanım potansiyeli olabilecek entomopatojen fungusların hem toprak hemde enfekteli yaprakbitlerinden izole edilmesi, hedef zararlılara karşı etkinliklerinin belirlenmesi, morfolojik - moleküler karakterizasyonu ve izolatların filogenetik akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda entomopatojen fungus izolatları ile geniş bir kültür koleksiyonu oluşturularak, farklı tarımsal zararlılar ile yapılacak biyolojik (mikrobiyal) mücadele çalışmalarına kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. *Aphis gossypii* ile İlgili Kuramsal Bilgiler

Pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glover), Hemiptera takımından Aphididae familyasına ait önemli bitki zararlıları arasında yer alan polifag bir türdür (Çizelge 2.1.) (Borror vd. 1989). Pamuk yaprakbitleri yumuşak vücutlu böcekler olup hem kanatlı hem de kanatsız formları vardır (Drees 1993). Kanatsız dişilerde vücut 1.2-2.0 mm büyüklükte olup oldukça değişken geniş renk yelpazesi içerisinde normal büyüklükteki bireyler siyaha yakın koyu yeşil renkte iken, yoğun popülasyonların olduğu alanlardaki bireyler daha küçük boyutlarda ve açık sarı renkte görünmektedir (Şekil 2.1.) (Slosser vd. 1989; Ebert ve Cartwright 1997; Toros vd. 2002). Kanatsız dişilerde antenler açık sarı renkli ve vücut uzunluğunun yarısı kadar uzunlukta, mum borucuğu siyah renkte ve bacaklar sarıdan yeşile kadar değişen renktedir (Benthke ve Paine 1991; Anonim 2018). Kanatlı dişilerde ise vücut büyüklüğü 1.2-1.9 mm arasında, gözler siyaha yakın koyu kırmızı, baş ve toraks siyah renkli, abdomen açıktan koyuya kadar değişen yeşil renkte ve iki yanında koyu renkli lekelerle sahip, bacaklar koyu kahverengi, antenler ve mum borucuğu siyah renktedir (Anonim 2018).

Çizelge 2.1. *Aphis gossypii*'nin bilimsel sınıflandırılması

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Sınıf	Insecta
Takım	Hemiptera
Familya	Aphididae
Cins	<i>Aphis</i>
Tür	<i>Aphis gossypii</i> (Glover 1877)

Aphis gossypii'de karışık üreme şekli ve farklı morfolojik formlar görülmektedir. Yaprakbitleri yaşam süreleri boyunca fotoperiyot, azalan sıcaklık, konukçu bitkilerdeki besin azalması, popülasyonun artması veya başka nedenlere bağlı olarak kanatlı ve kanatsız formlar oluştururlar (Carter ve Godfrey 1999; Drees 1993). Bu formların oranları çevresel faktörlere ve türlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Kanatsız formlar ergin olurken 4 gelişme dönemi geçirirken kanatlı formlar 5 dönem geçirirler. Bu farklılıklar kanatlı ve kanatsız formların gelişme dönemlerinin, üremelerinin ve canlı kalma sürelerinin farklı olmasına da neden olmaktadır. İlkbahar ve yaz aylarında aynı konukçu bitki üzerinde birbirini izleyen dölleri kanatsızdırlar, fakat çevresel bir uyarı sonucunda yaprakbitlerinin kanat gelişimi uyarılabilmektedir. Bu farklı formların popülasyonların artış gücüne yaptıkları katkıların daha ayrıntılı ve kesin olarak ortaya çıkarılması için kanatlı ve kanatsız formdan meydana gelen popülasyonların yaşam çizelgeleri farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre formlara ait yaşam çizelgeleri bir popülasyonun yaşamı boyunca gelişme, canlı kalma ve üreme oranlarına göre belli şartlar altında zararlının biyolojisinin kısa bir özetini vererek, popülasyon dinamiğinin daha detaylı olarak anlaşılmasına katkı sağlamış ve elde edilen bu veriler ile zararlının net üreme gücü, ortalama döl süresi, kalıtsal üreme yeteneği, başlangıç popülasyonlarına göre popülasyon artış büyüklüğü teorik olarak hesaplanabilmektedir.

(Parsons 1964; Pianka 1978; Mousseau ve Dingle 1991; Dixon vd. 1990; McIntyre ve Gooding 2000; Yanagi ve Miyatake 2002; Al-Lawati ve Bienefeld 2009). Partenogenik döllerde erkek yaprakbitleri ve yumurtalar bulunmamaktadır. Optimal koşullar altında, 4-5 günde 1 döl tamamlanabilir ve bir dişi 80'den fazla nimf üretebilir. Bir pamuk yaprakbiti, yılda 51 döl verebilir (Slosser vd. 1989). Yapılan araştırmalarda, optimum gelişme için en uygun sıcaklığın 27.5 °C olduğu bildirilmiştir (Akey ve Butler 1987). Henneberry ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, 26.7 °C'de laboratuvar koşulları altında, pamuk yaprakbitlerinin günde ortalama 1.7 nimf ürettiği ve 4.1 günde ergin oldukları bulunmuştur. Erginin yaşam süresi ortalama 16.1 gündür. Yaprakbitlerinin diğer bir karakteristik özelliği konukçu değişikliğidir (Dixon 1990). Bu süreçte, eşeyli üreme için birinci, eşeysiz üreme için ikinci bir konukçu bitki kullanılır (Blackman ve Eastop 1984). Eşeyli ve eşeysiz çoğalabilen zararlı, ülkemiz pamuk alanlarında eşeysiz olarak üremektedir.



Şekil 2.1. *Aphis gossypii*'nin pamuk bitkisi üzerindeki kanatsız formunun stereomikroskoptaki görüntüsü

Yaprakbitlerinde bulunan tanısal yapılar kornikuluslardır. Kornikulus, abdomenin arka tarafında bulunan tüp benzeri yapılardır. Kornikulus kasları kasıldığında mumsu bir salgı dışarı atılır. Bu salgı havada katılaşır ve predatörlerin ağız parçalarının çalışmasını engeller, böylece predatörlerin yaprakbitlerini avlama yetenekleri azalmış olur (Miyazaki 1987). Yaprakbitleri ayrıca, kornikuluslardan alarm feromonları salgılayarak diğer yaprakbitlerini doğal düşmanlara karşı uyarır (Borrer vd. 1989). Bir fundatrix, genellikle yeni bitki veya bitki parçalarını kolonileştirmedeki ilk aşamadır (Miyazaki 1987).

Dünyanın birçok bölgesine yayılmış polifag bir zararlı olan *A. gossypii*; Aizoaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Araceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Cannaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Gramineae, Guttiferae, Labiatae, Leguminosae, Liliaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Pedaliaceae, Polyonaceae, Portulacaceae, Punicaceae, Ronunculaceae, Rosaceae, Rutaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Umbelliferae, Violaceae

ve Vitaceae familyalarının içinde yer aldığı 92 familyaya ait 700'den fazla konukçu bitkiden beslenen önemli bir zararlıdır (Blackman ve Eastop 1984; Slosser vd. 1989; O'Brien vd. 1993; Toros vd. 2002).

Aphis gossypii'nin ülkemizde ilk olarak İyriboz tarafından 1937 yılında Ege Bölgesi'nde *Euphorbia* sp., *Hibiscus esculentus*, *Rhamnus* sp., *Citrus sinensis* bitkileri üzerinde tespiti yapılmıştır (İyriboz 1937). Daha sonra yapılan çalışmalarda Türkiye'de Düzgüneş ve Tuatay (1956) tarafından *Carduus* sp., *Citrus bigardia*, *Cucumis melo* ve *Gossypium* sp. bitkilerinde; Tuatay (1967) tarafından *Cucumis* sp.'de; Çanakçıoğlu (1967) tarafından *Eucaliptus camaldulensis*, *Salix alba* ve *Solanum lycopersicum*'da; Giray (1974) tarafından *Carthamus tinctorius*, *Citrullus vulgaris*, *Punica granatum*, *Lactuca sativa*, *Eriobotrya japonica* ve *Gossypium hirsutum*'da; Çanakçıoğlu (1975) tarafından *S. tuberosum*'da; Yumruktepe ve Uygun (1994) tarafından tüm turuncgil çeşitlerinde; Tuatay (1993) tarafından *Ageratum* sp., *Alliaria* sp., *Amaranthus* sp., *Anchusia* sp., *Asparagus* sp., *Begonia* sp., *Bideus* sp., *Canna* sp., *Capsella* sp., *Chrysanthemum* sp., *Cineraria* sp., *Crategus* sp., *Crocus* sp., *Pveunia* sp. ve *Rhamnus* sp. türleri üzerinde *A. gossypii*'nin tespiti yapılmıştır. Çıraklı vd. (2008), ülkemizde *A. gossypii*'nin Ege Bölgesi, Doğu Akdeniz, Mersin, Antalya, Bolu-Gerede, Kaş, Kahramanmaraş ve Iğdır olmak üzere birçok bölgede de yayılım gösterdiğini, başta pamuk bitkisi olmak üzere pek çok bitkide ekonomik kayıplara neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Aphis gossypii konukçu bitkilerin yapraklarında (Şekil 2.2.), çiçek ve tomurcuklarında (Şekil 2.3.) gövde ve taze sürgünlerinde (Şekil 2.4.) bitkinin öz suyunu sokup emerek beslenmektedir. Zararlının nimf ve erginleri yaprakların ilk olarak damarlara yakın bölgelerinden, ileriki aşamalarda ise yaprağın tüm yüzeyinden beslenmektedir (Şekil 2.5.). Zararlıların beslendiği yapraklar sağlıklı yapraklara göre küçük, açık renkli ve kıvrılmış olarak görülmektedir. Yoğun zararlıların beslenmesine maruz kalan yapraklar ileri aşamalarda dökülmektedir (Murphy vd. 2006; Capinera 2014).



Şekil 2.2. *Aphis gossypii*'nin pamuk bitkisi yapraklarında beslenmesi



Şekil 2.3. *Aphis gossypii*'nin pamuk bitkisinin çiçek ve tomurcuklarında beslenmesi



Şekil 2.4. *Aphis gossypii*'nin pamuk bitkisi gövde ve taze sürgünlerinde beslenmesi

Bitkilerin en çok sürgün ve genç yapraklarında beslenerek büyük koloniler oluştururlar ve beslenmeleri sırasında tatlımsı maddeler salgılayarak fumajin zararının oluşmasına neden olurlar. Salgıladıkları bu maddeler üzerinde saprofit funguslar gelişerek bitki yüzeyini neredeyse tamamen kaplar. Sonuç olarak yaprak solunumu ve fotosentez zorlaşır, bu etkiler ile bitki gelişimi yavaşlar, verim ve kalite düşer (Frantz vd. 2004; Murphy vd. 2006; Dehkordi vd. 2013). Güleç (2013), halk arasında ballı basra, afit, zenk, püseron, sirin, kevzi, kezbi olarak adlandırılan pamuk yaprakbitinin sokup emme sırasında bitki bünyesine toksik maddelerin aktarımı sonucunda bitkilerde ur, gal, yapraklarda renk değişimi ve kıvrılma gibi deformasyonlara neden olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra pamuk yaprakbitlerinin beslenmeleri sırasında çıkardıkları balımsı maddelerin yapraklar üzerinde fumajin zararı oluşturmalarına neden olarak, bitkinin fotosentez yapmasını engellediğini bildirmiştir. Satar vd. (1999), *A. gossypii*'nin kozmopolit bir zararlı olduğunu belirterek, zararlıının ılıman iklim bölgelerinde sera ve tarlalardaki bitkilerle beslenmesi ile doğrudan zarara neden olduğunu fakat asıl zararı çok çeşitli hastalıklara sebep olan 76 virüsün yayılmasında vektörlük yaptığı için tehlike arz ettiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2.5. *Aphis gossypii*'nin nimf ve erginlerinin yaprak damarlarına yakın bölgelerde beslenmesi

Aphis gossypii'nin bitkilerin yaprak, çiçek ve taze sürgünlere emgi ile doğrudan zarar vermesi, fumajin nedeniyle bitkide solunum ve fotosentezi engelleyerek dolaylı olarak zarar vermesi (Frantz vd. 2004; Murphy vd. 2006), kanatlı formları ile birçok viral hastalığın taşınmasına vertörlük yapması (Düzgüneş ve Tuatay 1956), polifag bir zararlı olması, partenogenetik çoğalması, yılda çok sayıda döl vermesi ve bir dölünü çok kısa (4-5 gün) sürede tamamlaması (Aldryhim ve Khalil 1995), bir konukçudan diğerine çok kolay bir şekilde geçiş yapabilmesi (Satar vd. 2007; 2009), kanatlı ve kanatsız formlarının bulunması, sıcaklık değişkenliklerine karşı dayanıklı olması (Xia vd. 1999), popülasyon artışına bağlı olarak bitkinin çap ve büyüklüğünü etkileyerek bitkiyi diğer zararlılara karşı daha hassas hale getirmesi bu zararlı ile mücadelenin önemini arttırmaktadır.

2.2. *Myzus persicae* ile İlgili Kuramsal Bilgiler

Kültür bitkilerindeki önemli zararlılardan biri olan Yeşil şeftali yaprakbiti *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) kozmopolit bir tür olup, tarım arazileri ve seralarda 50 farklı familyadan 400'den fazla bitki türü ile beslenen ve konukçu listesi oldukça zengin bir zararlıdır (Çizelge 2.2.) (Cottier 1953; Blackman ve Eastop 1984; Schoonhoven vd. 2005; Uygun vd. 2010; Bass vd. 2014).

Çizelge 2.2. *Myzus persicae*'nin bilimsel sınıflandırılması

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Sınıf	Insecta
Takım	Hemiptera
Familya	Aphididae
Cins	<i>Myzus</i>
Tür	<i>Myzus</i> (=Nectarosiphon) <i>persicae</i> (Sulzer 1776)

Myzus persicae, 1.8-2.5 mm arasında, soluk sarımsı yeşil, beyazımsı yeşil, grimsi yeşil ve kıvımsı gibi çok geniş renk yelpazesine sahip böceklerdir (Cottier 1953). Yeşil şeftali yaprakbitleri yumuşak vücutlu, sokucu emici ağız yapısına sahip böcekler olup kanatlı ve kanatsız formları vardır (Drees 1993). Kanatlı partenogenetik dişilerde abdomen oldukça parlak, baş ve toraks siyahımsı renkte görülebilmektedir (Blackman ve Eastop 1984; Blackman 1987). Kanatlı bireyin abdomen dorsalinde yer alan 3 şerit, ortada kaynaşmış koyu bir leke şekli oluşturmaktadır. Kornikul uca yakın şişkin görünümde ve üzerinde herhangi bir desen bulunmamaktadır. Yeşil şeftali yaprakbitinin yaşam döngüsü önemli ölçüde iklim, çevre ve konukçuya göre değişmekle birlikte ve büyük oranda kış sıcaklıklarına bağlıdır. Yeşil şeftali yaprakbiti ortalama 10-12 günde bir döl verir. Dişilerin yaşam süresi yaklaşık 41 gündür ve doğduktan 12 gün sonra üreyebilmektedir. Bir yılda 10'dan fazla döl meydana getirebilir ve hatta uygun iklim koşullarında döl sayısı 30-40'a kadar çıkabilmektedir. Kışı soğuk olan bölgelerde yaprakbitleri çiftleşir ve oval yumurtalarını (0.6 mm x 0.3 mm) taş çekirdekli meyve ağaçlarına, özellikle de *Prunus* cinsi ağaçların kabuk çatlaklarına bırakır (Toba 1964). İlkbahar başlarında, kışı geçiren yumurtalar açılır ve nimfler genç yaprak, tomurcuk ve çiçeklerden beslenerek zarara neden olur. En yoğun zararı yaprakbiti popülasyon artışının zirvesi olan yaz başlarında meydana getirir. Yeşil şeftali yaprakbiti sıcak

iklimlerde ve ülkemizde, yıl boyunca partenogenetik vivipar çoğalarak yaşamına devam etmektedir.

İlk olarak 1776'da İsviçreli bilim adamı Johann Heinrich Sulzer tarafından tespit edilip tanımlanan *M. persicae*'nin Asya orjinli olduğu ve oradan da tüm dünyaya yayıldığı bildirilmiştir (Blackman ve Eastop 2000). *M. persicae*'nin Avrupa, İspanya, Slovenya, Afrika, Arjantin, Asya, Güney ve Batı Avustralya, Kuzey Amerika, Yunanistan, Yeni Zelanda, Tazmania, Venezuela, Tunus, Pakistan, Irak, Mısır, İsrail Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Lübnan'da bulunduğu bildirilmiştir (Bodenheimer ve Swirski 1957; Tuatay 1991; Kocadal 2006; Boukhris-Bouhachem vd. 2007; Szpeiner 2008). *M. persicae* dünyada Acanthaceae, Aroideae, Amaranthaceae, Apocynaceae, Araceae, Aizoaceae, Araliaceae, Asclepiadaceae, Balsaminaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Chenopodiaceae, Crassulaceae, Caryophyllaceae, Compositae, Convolvulaceae, Celastraceae, Cruciferae, Geraniaceae, Gramineae, Liliaceae, Leguminaceae, Loganiaceae, Labiatae, Malvaceae, Nyctaginaceae, Orabanchaceae, Onagraceae, Polygonaceae, Papaveraceae, Pedaliaceae, Polemoniaceae, Rubiaceae, Ranunculaceae, Rutaceae, Rosaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Tropaeolaceae, Thymeleaceae, Urticaceae, Umbelliferae, Violaceae ve Verbanaceae familyalarındaki bitkilerde bulunan polifag bir türdür (Bodenheimer ve Swirski 1957; Çanakçıoğlu 1975; Blackman ve Eastop 1984; Toros vd. 2002). Ülkemizde *M. persicae*'ye ait ilk kayıt Ankara'da 1938 yılında *Spinacia oleracea* üzerinde yapılmıştır (Bodenheimer ve Swirski 1957). Ayrıca ülkemizde *Cerasus avium*, *Citrus* sp. (Düzgüneş ve Tuatay 1956), *Cirsium* sp., *Hibiscus* sp., *Fuchsia* sp., *Coleus* sp., *Crataegus* sp., *Prunus avium*, *Prunus persica*, *Nicotiana tabacum*, *Daucus carota* (Bodenheimer ve Swirski 1957) ve *Solanum tuberosum* (Çanakçıoğlu 1975), *Atropa belladonna*, *Begonvillea* sp., *Carthamus tinctorius*, *Foeniculum vulgare*, *Gazania* sp., *Helianthus annuus*, *Senecio* sp., *Sesamum indicum* (Giray 1974), *Allium sativum*, *Althea rosea*, *Antirrhinum majus*, *Asparagus* sp., *Begonia* sp., *Boreava orientalis*, *Brassica campestris*, *Hordeum* sp., *Linaria genistifolia*, *Solanum lycopersicon*, *Verbana* sp., *Viola tricolor*, *Beta vulgaris*, *Hedera* sp., *Gossypium*, *Citrus nobilis*, *Cucurbito pepo*, *Scorzonera* sp. ve *Tulipa* sp. (Tuatay 1991), *Capsella bursa-pastoris*, *Capsicum annum*, *Cucumis sativus*, *Lactuca sativa*, *Malus communis*, *Phaseolus vulgaris*, *Prunus persicae*, *Rhaphanus sativus*, *Solanum melongena*, *Triticum* sp., *Maclura pomifera* ve *Malva neglecta* (Toros vd. 2002) üzerinde bulunmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde yabancı ot türlerinden beyaz kazayağı (*Chenopodium album* L.) ve yaygın takla otu (*Amaranthus retroflexus*)'nun *M. persicae*'ye ara konukçuluk yaptığı ve daha sonra diğer kültür bitkilerine yayıldığı bildirilmiştir.

Myzus persicae yaprak alt yüzeyinde yoğun koloniler oluşturarak bitkilerin özellikle damarlara yakın kısmında olmak üzere taze sürgün ve çiçeklerinde bitki özsuynunu sokup emerek zarara neden olur (Murphy vd. 2006; Capinera 2014). Beslenen bitkilerin yaprak ve sürgünlerinde kıvrılmalar, renk açılmaları, kloroz, nekroz ve fumajin zararı, çiçeklerde kuruma ve dökülmeler, meyvede şekil bozuklukları ve kayıpları, bitki genelinde bodurluk ve gelişme geriliği görülmektedir (Şekil 2.6) (Blackman ve Eastop 1984; Özdemir ve Toros 1997; Toros vd. 2002; Frantz vd. 2004; Özdemir vd. 2006; Capinera 2014). Polifag bir tür olan Yeşil şeftali yaprakbitinin en önemli zararlarından biri de virüs hastalıklarının yayılmasında vektörlük yapmasıdır. Bu tür yaklaşık 100'den fazla virüsü persistent ve nonpersistent olarak taşıyarak bitkilerde

dolaylı olarak ciddi zarara neden olmaktadır (Kennedy vd. 1962; Cloquemin vd. 1990; Von Dohlen ve Moran 2000). Özellikle biber bitkilerinde ciddi ekonomik zarara neden olan hıyar mozaik virüsü (CMV), patates bitkilerinde patates acuba mozaik, patates yaprak kıvrıcıklığı, patates A ve patates Y virüsü, tütün bitkisinde tütün solgunluk virüsü, tütün yaprak bükülme virüsü, domates bitkisinde domates sarı ağ virüsünü taşıması önemlidir (Blackman ve Eastop 1984; Toros vd. 2002; Murphy vd. 2006).



Şekil 2.6. *Myzus persicae*'nin yaprak ve sürgünlerde beslenmesi

Myzus persicae'nin bitkilerin yaprak, çiçek ve taze sürgünlerine emgi ile doğrudan zarar vermesi, fumajin nedeniyle bitkide solunum ve fotosentezi engelleyerek dolaylı olarak zarar vermesi (Murphy vd. 2006), kanatlı formları ile birçok viral hastalığın taşınmasına vektörlük yapması (Düzgüneş ve Tuatay 1956), polifag bir zararlı olması, partenogenetik çoğalması, yılda çok sayıda döl vermesi ve bir dölünü çok kısa (4-5 gün) sürede tamamlaması (Aldryhim ve Khalil 1995), bir konukçudan diğerine çok kolay bir şekilde geçiş yapabilmesi (Satar vd 2009), kanatlı ve kanatsız formlarının bulunması, sıcaklık değişkenliklerine karşı dayanıklı olması (Xia vd. 1999), popülasyon artışına bağlı olarak bitkinin çap ve büyüklüğünü etkileyerek bitkiyi diğer zararlılara karşı daha hassas hale getirmesi bu zararlı ile mücadelenin önemini arttırmaktadır.

Yeşil şeftali yaprakbitinin, bahçe bitkilerinden tarla bitkilerine, seralardan süs bitkilerine kadar çok geniş bir konukçu aralığı bulunmaktadır ve dünya çapında geniş yayılım göstermektedir. Üreme ve çoğalma yeteneği çok yüksek olan bu zararlıya karşı bir önlem alınmadığı takdirde çok büyük zararlara neden olabilmektedir (Frantz vd. 2004; Murphy vd. 2006). *M. persicae*'nin hızlı üreme kapasitesine sahip olması, yıl boyunca çok sayıda döl vermesi, bitkilerin yaprak, çiçek ve taze sürgünleriyle beslenmesi, fumajine neden olması, meyve kalitesi ve verimini düşürmesi, konukçu aralığının geniş olması ve ciddi zarara neden olan virüs hastalıklarına vektörlük yapması nedeniyle mücadelesi oldukça zor olan bir zararlıdır. Bu nedenle, *M. persicae*'nin mücadelesinde kısa sürede etkili olan pestisitler kullanılmaktadır. Ancak kimyasal mücadele, zararlının tarımsal üretimde kullanılan bu ilaçlara karşı dirençli hale gelmesine ve ürünlerde kalıntı sorununa neden olmaktadır (Gordon ve McEwen 1984; Lowery ve Sears 1986 a, b; Çanakçıoğlu ve Mol 1998; Velioğlu vd. 2008; Vucetic vd. 2008). Kimyasalların bu gibi olumsuz etkileri düşünüldüğünde zararlılarla mücadelede entegre mücadele yaklaşımı çerçevesinde alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sözü edilen bu zararlılara karşı Antalya ilinde çoğunlukla kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Kullanılan pestisitler zararlıların direnç kazanmasının yanı sıra çevre kirliliğine de sebep olmaktadır. Ayrıca ürün üzerindeki

pestisit kalıntıları zaman zaman insan sağlığını tehdit eder boyutlarda olup, bu yüzden son yıllarda ihraç edilen bazı tarımsal ürünlerin geri gönderildiğine şahit olunmaktadır. Son yıllarda kimyasal mücadeleye alternatif olarak, biyolojik mücadelenin özellikle de mikrobiyal etmenlerin sürdürülebilir tarımda kullanılmasının önemi gittikçe artmaktadır. Mikrobiyal mücadele etmenleri (virüs, fungus, bakteri, protozoa, nematod vs.) ile hazırlanan preparatlar, önemli birçok zararlıya karşı uygulandığında başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

2.3. Entomopatojen Funguslar ile İlgili Bilgiler

Tarım ürünlerinde kalite ve verim kayıplarına neden olan birçok hastalık ve zararlı bulunmaktadır. Sağlıklı ve sürdürülebilir bir tarım için bunlarla bilinçli bir şekilde mücadele etmek gerekmekte ve yıllardır zorunlu olarak bu mücadeleler sürdürülmektedir. Tarımda zararlı olan hastalık ve zararlılarla mücadelede değişik yöntem ve teknikler geliştirilmiştir. Bunlar biyolojik mücadele, biyoteknik mücadele, entegre mücadele, fiziksel-mekaniksel mücadele ve kimyasal mücadeledir (Uygun vd. 2010). Bu mücadele yöntemleri arasında kimyasal mücadele, kolay uygulanabilir olması ve kısa zamanda sonuç alınabilmesi gibi nedenlerden dolayı diğer mücadele yöntemlerinin arasında en yaygın olarak kullanılan mücadele yöntemidir. Fakat bu mücadelede kullanılan pestisitlerin yanlış ve yoğun kullanılması, çevre ve insan sağlığına olan zararı, hastalık ve zararlılarda ortaya çıkan direnç sorunları gibi birçok zararlı etkisi göz önünde bulundurulduğunda son zamanlarda artan farkındalık ile beraber biyolojik temelli mücadeleye doğru bir yönelim başlamıştır. Böceklerde direnç oluşumuna neden olmaması, ürünlerde kalıntı sorununun görülmemesi, çevre dostu olması, daha etkin, güvenilir ve sürekli savunma sağlayabilmesi gibi birçok avantajdan dolayı biyolojik mücadeleye olan ilgi son zamanlarda artmıştır (Erkılıç ve Uygun 1993).

Biyolojik mücadele, ürünün verimini ve kalitesini korumak için zararlı organizmanın popülasyon yoğunluğunu ve etkisini en aza indirmek ya da zararsız seviyeye düşürmek için doğada tabii olarak bulunan mikro (entomopatojenler) ve makro organizmaların (predatörler ve parazitoidler) kullanılmasıdır (Eilenberg vd. 2001). Doğal biyolojik mücadelede memeliler, balıklar, kuşlar, salyangozlar, protozoalar, böcekler, akarlar, funguslar, bakteriler ve virüsler hedef zararlıları yok etme amacı ile kullanılmaktadır. Doğal biyolojik mücadelenin yetersiz kaldığı durumlarda fungus, bakteri, virüs, nematod ve protozoa gibi mücadele etmenlerinin kullanıldığı biyolojik mücadelenin temeli olan mücadeleye mikrobiyal mücadele denir (Lacey ve Goettel 1995; Eilenberg vd. 2001; Demirbağ 2008; Sevim vd. 2014). Bu mikroorganizma grupları arasında mikrobiyal mücadelede en çok entomopatojen funguslar (EPF) çalışmakta ve kullanılmaktadır (Lacey ve Goettel 1995). Entomopatojen funguslar, mikrobiyal mücadele etmenleri arasında önemli bir yere sahip olup bir kısmı ticari olarak da ruhsatlandırılmış ve geliştirilmiştir (Kılınçer vd. 2010; Er 2013).

Dünyada var olan yaklaşık 1.5-5.1 milyon fungus türünün 750-1000'i entomopatojen kategorisinde bulunmaktadır (St. Leger vd. 2010; Hibbett vd. 2011). Entomopatojen funguslar; zararlılarla mücadelede ilk defa kullanılan, yüksek potansiyele sahip önemli mikrobiyal mücadele etmenleridir. Ayrıca, yaklaşık 100 yıldır biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (Roberts 1989; Roy vd. 2006). Entomopatojen funguslar ilk defa 1776'da De Geer tarafından bir enfekteli böceğin saptanmasıyla keşfedilmiştir. 1835'te *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota:

Hypocreales) ipek böceği larvalarında Bassi tarafından keşfedilmiş, izole edilmiş ve diğer kelebek larvalarına inoküle edilmiştir. Bassi bu başarısından sonra *B. bassiana*'nın zararlı böceklerle mücadelede kullanılabileceği fikrini ortaya atmıştır (Steinhaus 1975). 1878 yılında Metchnikoff tarafından *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) fungusunun *Anisoplia austriaca* Hbst. (Coleoptera; Scarabaeidae) ile mücadelede kullanılabileceği ileri sürülmüş ve uygulamalar sonucunda başarılı sonuçlar alınmıştır. Entomopatojen fungusların mikrobiyal insektisit olarak ilk üretimi ve kullanımı 1888'de Krassiltstchik tarafından gerçekleştirilmiştir (Krassiltstchik 1888). 1889'da *Melolontha* spp. (Col.; Scarabaeidae) neden olduğu zararlara karşı Avrupa'da *Beauveria tenella* (Delacroix) Siemaschko biyolojik mücadele kapsamında kullanılmıştır (Öncüler 1984). Günümüze kadar tanımlanmış olan fungus türlerinden en yaygın bulunanları *B. bassiana*, *Isaria fumosorosea* (syn. *Paecilomyces fumosoroseus*) (Wize) Brown & Smith (Ascomycota: Hypocreales), *M. anisopliae* ve *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas (Ascomycota: Hypocreales) olup zararlılarla mücadelede pek çok ülkede ticari preparatlar halinde kullanılmaktadır (Vega vd. 2012; Keskin vd. 2019).

2.3.1. Entomopatojenik fungusların sınıflandırılması

Onsekizinci yüzyılın sonlarından itibaren kayda alınmaya başlanan entomopatojenik fungusların sınıflandırılması Goethe tarafından 1817-1822 yılları arasında enfekteli sineklerin takibi ile başlamış ve günümüze kadar yaklaşık olarak 90 cinse ait 700'den fazla entomopatojenik fungusun tanımlanması yapılmıştır (Goettel vd. 2005). Entomopatojen fungusların ayrımı genel olarak sistematik pozisyonlarına göre enfekte ettiği böceği öldüren türler (entomopatojenik) ve öldürmeyen ama hastalandıran türler (entomoparazitik) olarak yapılmıştır (Tanada ve Kaya 1993). Entomopatojenik fungusların sınıflandırılmasında temel olarak morfolojik ve moleküler karakterler kullanılmaktadır. Morfolojik olarak makro ve mikro düzeyde yapılan sınıflandırmada enfeksiyon şekli ve boyutu, hif yapısı, sporların diziliş şekli, stroma ve konidiofor yapısı, sporangium şekli ve zoospor yapısı gibi birçok morfolojik özelliğe bakılarak tür teşhisi yapılmaktadır (Humber 1997).

Morfolojik olarak ayrımı yapılamayan entomopatojenik fungusların ayrımı, günümüzde moleküler düzeyde PCR temelli metotlar kullanılarak DNA dizi analizlerinden elde edilen bilgilerin kullanılması ile gerçekleştirilmektedir ve bu yöntem en ileri teknik olarak belirtilmektedir (Sevim vd. 2015). Bu sayede dizi analizi ile filogenetik analizleri belirlenen entomopatojenik fungusların tür sınırları ve tür tayinleri yapılmış olur (Meyling 2008). Elde edilen DNA dizileri kullanılarak GenBank'ta bulunan diğer entomopatojen fungusların DNA dizileri ile karşılaştırılması yapılabilmektedir (Bischoof vd. 2009). Son zamanlarda ITS gen bölgeleri, tür içi genetik çeşitliliğin belirlenmesinde ve tür tayininin yapılmasında kullanılmaktadır (Driver vd. 2000; Muro vd. 2005; Meyling 2008).

Entomopatojenik funguslar Eumycotina şubesi, Zygomycota ve Ascomycota alt şubeleri içinde yer almaktadır. Entomopatojenik fungusların çoğunluğu Ascomycota içerisinde bulunan Hypocreales takımında ve Zygomycota içerisinde bulunan Entomophthorales, Moniliales ve Sphaeropsidales takımlarında bulunmaktadır (Roy vd. 2006). Hypocreales takımı en yaygın böcek patojenlerini içeren takımdır ve en çok tanınmış olan *Beauveria* ve *Metarhizium* cinsleri, günümüzde birçok mikroinsektisidin

yapımında kullanılmaktadır. Akademik çalışmaların büyük çoğunluğu da bu funguslar üzerinden yürütülmektedir (Meyling ve Einberg 2007; Zimmermann 2007a). *Nomuraea*, *Lecanicillium*, *Isaria* ve *Aschersonia* cinsleri de Ascomycota'ya ait olan diğer önemli gruplardır (Shah ve Pell 2003; Charnley ve Collins 2007). Entomophthorales takımı *Conidiobolus*, *Entomophaga*, *Erynia* ve *Pandora* cinsleri ile temsil edilen, en iyi tanınan ve yoğun olarak çalışılan gruptur. Dünya ve Türkiye genelinde mikrobiyal mücadelede kullanılan türlerin çoğu *Beauveria*, *Lecanicillium*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Hirsutella* cinslerine aittir (Zimmermann 2007a). *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *I. fumosorosea* ve *L. muscarium* türlerinden oluşan yaklaşık 150 ruhsatlandırılmış ticari preparat bulunmakta ve bunlar çeşitli zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır (Goettel vd. 2005; Kılınçer vd. 2010). Önemli entomopatojenik fungusların bazılarının sınıflandırılması Çizelge 2.3'te verilmiştir (Roy vd. 2006; Humber 2008; Sharma vd. 2020).

Çizelge 2.3. Önemli entomopatojenik fungusların sınıflandırılması ve taksonomileri

Şube	Takım	Cins/Tür
Ascomycota Deuteromycota	Hypocreales	<i>Aspergillus</i> , <i>Metarhizium</i> , <i>Hirsutella</i> , <i>Beauveria</i> , <i>Aschersonia</i> , <i>Culicinomyces</i> , <i>Lecanicillium</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Tolypocladium</i>
Basidiomycota	Septobasidiales, Atheliales	<i>Septobasidium</i> , <i>Uredinella</i> , <i>Fibularhizoctonia</i>
Entomophthoromycota	Entomophthorales	<i>Pandora neoaphidis</i> , <i>Entomophthora planchoniana</i> , <i>Entomophaga maimaiga</i>
Oomycota	Lagenidiales, Leptomitales	<i>Lagenidium giganteum</i> , <i>Leptolegnia chapmanii</i>
Chytridiomycota	Blastocladales, Chytridiales, Blastocladales	<i>Coelomomyces</i> , <i>Myriophagus</i> , <i>Coelomycidium</i> , <i>Myriophagus</i> (Chytridiales), <i>Coelomycidium</i> (Blastocladales)
Zygomycota	Entomophthorales	<i>Batkoa apiculata</i> , <i>Batkoa major</i> , <i>Entomophaga grylli</i> , <i>Entomophaga calopteri</i> , <i>Entomophaga maimaiga</i> , <i>Pandora neoaphidis</i> , <i>Pandora delphacis</i> , <i>Pandora blunckii</i> , <i>Pandora bullata</i> , <i>Zoophthora radicans</i> , <i>Conidiobolus thromboids</i> , <i>Neozygites parvispora</i>

2.3.2. *Beauveria bassiana*

Beauveria cinsinin en yaygın türlerinden biri olan *B. bassiana*, ilk kez 181 yıl önce tanımlanmıştır. Mikrobiyal mücadelede hızlı ilerleme kaydeden kitle üretimi sayesinde Dünya’da mikroinsektisit olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Goettel vd. 2005; Zimmermann 2007a). Daha çok ılıman ve tropik bölgelerde görülmekte, %96 neme sahip 20 °C’nin üstündeki ortamlarda optimum düzeyde üreme ve patojenisite göstermektedir. *B. bassiana*, 521 cins, 149 familya ve Acari, Blattaria, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Heteroptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Siphonaptera, Thysanoptera, Orthoptera, Lepidoptera ve Gastropoda takımlarında olmak üzere yaklaşık 707 konukçuda enfeksiyon oluşturmaktadır (Zimmermann 2007a). *B. bassiana*, topraktan, enfekteli böceklerden ve böceğin yaşam alanlarından izole edilebilmektedir (Leatherdole 1970). Böceklerde “beyaz muskardin” olarak bilinen hastalığı oluşturmakta, enfeksiyondan sonraki 2-5 gün içerisinde beyaz renkte olup sonrasında beyaz ya da sarımsı beyaz renk almasıyla tanınmaktadır (Rehner vd. 2011). *B. bassiana*, böceğin florasında çoğalıp vücut dengesini bozarak ya da üretmiş olduğu toksinler ile böceğin ölümüne neden olmaktadır (Clarkson ve Chamley 1996; Kershaw vd. 1999). Zararlılar dışında fungal patojenlerin de misel gelişimini engelleyebildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle endofitik funguslar olarak da adlandırılmışlardır (Ownley vd. 2008).

2.3.3. *Metarhizium* spp.

Metarhizium türleri, Ascomycota’da Clavicipitaceae familyasında bulunan önemli entomopatojenik funguslardır. “Yeşil muskardin” mantarları olarak bilinen toprak saprofiti funguslardır. Toprakta, havada ya da tatlı sularda yaşayan 200’den fazla böcek türünde enfeksiyon oluşturabildiği için eklem bacaklılara karşı mikrobiyal mücadelede yoğun olarak kullanılmaktadırlar (Zimmermann 1993; Meyling ve Einberg 2007). İlk olarak 1879’da Ukrayna’da *Anisoplia austriaca* Herbst (Coleoptera, Scarabaeidae) ve *Curculiocleonus* (=Bothynoderes) *punctiventris* Germar (Coleoptera, Curculionidae) zararlılarına karşı uygulamaları yapılmıştır. *Metarhizium* spp. içerisinde bulunan *M. anisopliae*, ılıman bölgelerde toprakta en çok bulunan entomopatojenik fungus türüdür. Mikrobiyal mücadelede çok yaygın olarak kullanılmakta ve pek çok ruhsatlandırılmış ticari preparatı bulunmaktadır. *M. anisopliae*, *B. bassiana*’ya göre konukçu aralığı daha sınırlı olmasına rağmen, birçok böcek takımına karşı etkilidir (Zimmermann 2007b). *Metarhizium* türleri morfolojik olarak çok fazla benzerlik göstermesi sebebiyle tanımlamaları moleküler düzeyde yapılmaktadır (Bischoff vd. 2009). Enfekteli böceklerde oluşturdıkları sporları sayesinde kolayca tanınmaktadırlar. Başlarda beyaz renkte olan sporları çoğalma aşamasında sarıya sonra da yeşil renge dönüşmektedir (Tanada ve Kaya 1993).

2.3.4. *Trichoderma* spp.

Mikrobiyal mücadele kapsamında en çok çalışılan türlerden olan bu funguslar Hypocreales takımı ve Hypocephaleae familyasında yer almaktadırlar. Günümüze kadar 90’ın üzerinde tanımlanmış türü bulunmaktadır (Samuels 2006). Hızlı gelişen, başta şeffaf sonradan yeşile dönen kolonileriyle tanınmaktadır. Biyolojik mücadelede konukçu aralığının geniş olması, doğada fazla miktarda bulunabilmesi, inokülasyonunun kolay ve hızlı olması gibi avantajlarından dolayı yoğun bir şekilde

kullanılmaktadır (Aydın 2015). Birçok bitki patojenine karşı antagonistik etki göstermesi sebebiyle mücadeledeki önemi oldukça büyüktür (Aydın 2015). Bunun dışında ürünün kök uzunluğunu ve gelişimini arttırıp besin alımını kolaylaştırarak ürün miktarını da arttırmaktadır. Birçok çalışmada yoğun olarak kullanılan bu türlerin ruhsatlandırılmış çok sayıda ticari preparatı bulunmaktadır (Aydın 2015).

2.3.5. *Lecanicillium* spp.

Lecanicillium türleri, Hypocreales takımına ait entomopatojen funguslardır (Zimmermann 2008). rDNA bölgelerindeki sekans farklılıklarına göre tür farklılığı göstermektedirler (Zare ve Gams 2001). Eklem bacaklılarda görülen en yaygın ve etkili olan *Lecanicillium* türü *L. muscarium* (Petch) Zare & Gams'dur. Ayrıca çeşitli ekosistemlerde yaşayan beyazsinek, thrips ve yaprakbitleri gibi sokucu emici zararlılara karşı oldukça etkilidir (Talwar 2005; Goettel vd. 2008). Kadavrada fungusların beyaz renkte pamuğumsu şekilde gelişme göstermesiyle ayırt edilmektedir.

2.3.6. *Isaria* spp.

Ilıman ve tropik bölgelerde görülen, çok sayıda konukçusu olan bu funguslar dünyanın her yerinde yaygın olarak bulunmaktadırlar. *I. fumosorosea* (syn. *Paecilomyces fumosoroseus*) (Wize) Brown & Smith ve *I. farinosa* (Holmsk.) Fr. en yaygın bulunan türleridir. Enfekteli böceklerden ve bu böceklerin bulunduğu ortamlardan izole edilebilmektedir (Samson 1974). Konukçu aralığı *B. bassiana*'ya göre daha dardır (Zimmermann 2008). Hızlı gelişme gösteren bu fungusların başlarda beyaz renkte olan havai miselyumları sonrasında sarı ya da krem rengine dönmektedir (Samson 1974).

2.3.7. *Purpureocillium lilacinum*

Purpureocillium lilacinum (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson (Sordariomycetes: Hypocreales) toprak kökenli bir entomopatojenik fungustur. Daha çok sıcak bölgelerde bulunmasına rağmen tropik bölgelerden de izole edilmiştir (Domsch vd. 1980). Nematodlara karşı patojenik olan bu fungusun ruhsatlandırılmış ticari preparatları bulunmakta ve mikrobiyal mücadelede başarılı olarak kullanılmaktadır. Enfeksiyondan sonra 3-5 gün içerisinde beyaz renkte olan koloniler sporulasyonla birlikte pembe ya da lila rengine dönmektedir (Luangsa-ard vd. 2011).

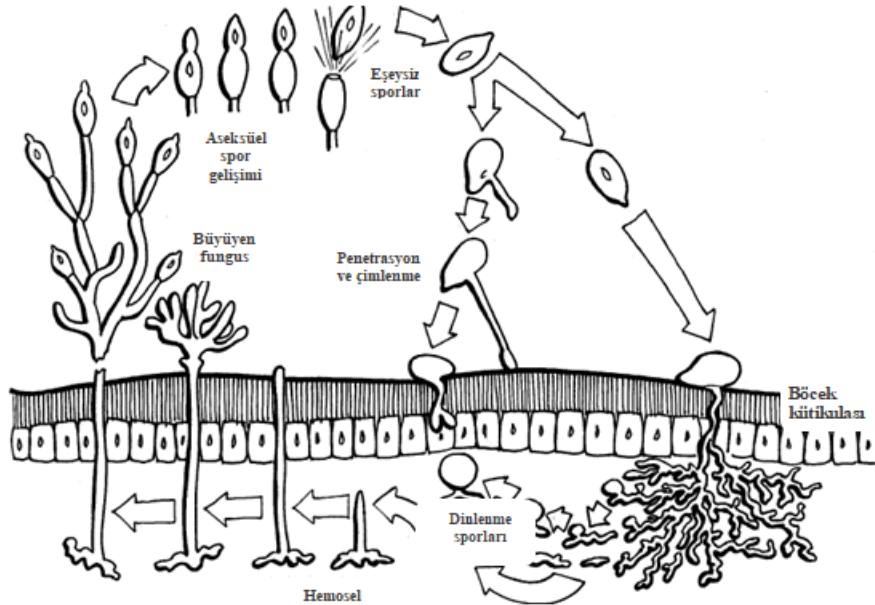
2.3.8. *Simplicillium* spp.

Simplicillium lanosoniveum (J. F. H. Beyma) Zare & W. Gams, *S. obclavatum* (W. Gams) Zare & W. Gams ve *S. lamellicola* (F. E. V. Sm.) Zare & W. Gams türleri nematodlardan, topraktan ve enfekteli bitki parçalarından izole edilmiştir (Nonaka vd. 2013). Yapılan çalışmalar sonucunda *S. lamellicola*'nın, Soya fasulyesi kistnematodu *Heterodera glycines* (Ichinohe) ve Kök-ur nematodu *Meloidogyne arenaria* (Neal)'nın yumurtalarının, kenelerin ve *Ichinohe* kistlerinin mikrobiyal mücadelesinde kullanıldığı bildirilmiştir (Polar vd. 2005).

2.3.9. Entomopatojenik fungusların genel biyolojisi ve enfeksiyon şekli

Entomopatojenik funguslar besini hazır olarak dışarıdan alan, eşeyli ya da eşeysiz çoğalabilen, hiflerden oluşan somatik yapıya sahip, hücre duvarı bulunduran ve spor oluşturan ökaryotik organizmalardır. Gelişmelerinde biyotik ve abiyotik (sıcaklık, nem, ışık vb.) şartların etkileri oldukça yüksektir. Çimlenme, sporulasyon ve enfeksiyonu başlatabilmeleri için bulundukları ortamın optimum koşullarda olması gerekir (Allen vd. 1971; Goettel vd. 2005). Yoğun nemde yüksek oranda faaliyet gösterirler ve minimum %95 neme ihtiyaç duyarlar (Ferron 1977). Nem bakımından oldukça zengin olan tropikal bölgelerde çok sayıda entomopatojenik fungus türü bulunmaktadır. 20-25 °C sıcaklıkta optimum gelişme gösterirler fakat 37 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yapılarının bozulması sebebiyle gelişmeleri durmaktadır (Deacon 1983). Entomopatojenik fungusların doğal olarak bulunduğu ve canlılıklarını sürdürmede önemli bir etkiye sahip olan toprağın organik madde içeriği, nem miktarı ve pH derecesi oldukça önemlidir. Dormant halde topraklarda uzun yıllar canlılığını koruyabilmektedirler (Charnley ve Collins 2007). Enfeksiyonda ve hastalığın seyrinde biyotik faktörlerden fungusun virülensliği, inokulum yoğunluğu, konukçunun biyolojik dönemi, fizyolojik durumu ve populasyon yoğunluğu etkili olmaktadır (Wan 2003; Charnley ve Collins 2007). Entomopatojenik fungusların fizyolojileri, ekolojileri ve yaşam döngüleri değişken olup her bir tür için farklılık göstermektedir (Roy vd. 2006).

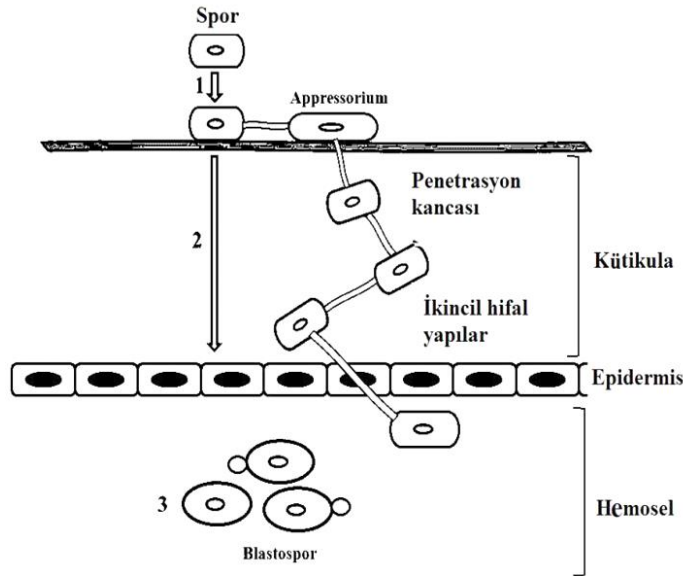
Entomopatojenik fungusların yaşam döngüleri çok fazla benzerlik göstermekle birlikte bazı türlerde farklılıklar görülmektedir (Roy vd. 2006). Doğal olarak toprakta bulunurlar ve yaşam döngülerinin çoğunluğunu yine toprakta geçirirler. Yaşam döngüleri genellikle konukçularının gelişme dönemleriyle beraber eş zamanlı olarak meydana gelmektedir (Shah ve Pell 2003). Şekil 2.7.'de verilmiş olan şemada genel olarak entomopatojenik fungusların yaşam döngüsü gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Genel olarak entomopatojenik fungusların yaşam döngüsü

Yaşam döngüleri ilk olarak entomopatojenik fungusun eşeysiz bir spor üreterek konukçusuna tutunup kütikulasına penetrasyonu ile başlamaktadır (Castrillo vd. 2005;

Shah ve Pell 2003). Funguslar, diğer entomopatojenlerden farklı olarak sadece bağırsaktan değil; nem oranının yüksek olduğu spor çimlenmesinin kolay olduğu stigmalarından, ağız parçalarından, yaralanmış vücut bölgelerinden, segmentler arası boşluklardan ve integümentin dış yüzeyinden de penetrasyonu gerçekleştirebilir. Böylece konukçunun beslenme şekline bağımsız olarak enfeksiyonu başlatabilirler (Ferron, 1978; Charnley ve Collins 2007). Çimlenmeden sonra germ tüpü oluşturur ve mekanik olarak penetrasyonu sağlamak için appressorium yapısı meydana getirir (Leger vd. 1988; Hajek ve Leger 1994). Kütikula yapısının zararına neden olan hidrolitik enzimlerin (proteaz, kitinaz, lipaz) yardımıyla da ilk aşama olan penetrasyon tamamlanmış olur (Ferron 1978; Clarkson ve Chamley 1996). Penetrasyondan sonra hemosele ulaşan fungus böceğin savunma mekanizmasını yendikten sonra hifal yapılar ya da protoplastlara geçiş yapar, orada tomurcuklanma ile çoğalır, iç dokuları ve organları istila ederek konukçunun fizyolojisini bozar (mikoziz) ve ölümüne neden olur (Castrillo vd. 2005). Konukçu-fungus etkileşimine bağlı olarak ölüm laboratuvar şartlarında 3-5 gün içerisinde gerçekleşir, arazide ise bu süreç çevre koşullarından dolayı uzayabilmektedir (Lacey vd. 2001). Konukçunun savunma mekanizmasının güçlü olduğu durumlarda patojen etkisiz hale gelebilmektedir. Bazı durumlarda funguslar tarafından üretilen toksinler sayesinde böceğin ölümü hızlanmaktadır. Bu toksinler *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Lecanicillium* gibi cinslerin bazı türlerinde görülmektedir (Zimmerman 2007b). Son aşamada, uygun koşullar altında, kadavranın dış yüzeyinde sporlaşma görülmektedir. Oluşan bu kolonizasyonun rengi ve üreme yapısının türü fungusun cinsini belirlemede kullanılır (Sundarababu 1985). Yeni oluşan sporlar inokulum kaynağı olup, rüzgâr ve yağmur sayesinde yayılarak başka bir konukçuda enfeksiyon başlatır. Böylece, parazitik olarak konukçu üzerinde gelişme göstererek döngüyü tekrar etmektedir (Shah ve Pell 2003). Konukçunun olmadığı ya da çevresel koşulların enfeksiyon için uygun olmadığı durumlarda dayanıklı dinlenme sporlarını oluşturur ve bu şekilde uzun bir süre varlıklarını saprofitik olarak devam ettirirler. Dormant haldeki bu sporlar enfeksiyonu başlatabilme kabiliyetinde değildirler fakat uygun koşullarda enfektif spor oluşturarak enfeksiyonu başlatabilirler. Bu yaşam döngüsü çoğu türde benzer olmakla birlikte farklılıklar da görülebilir. Ancak genel hatlarıyla çevresel faktörler her türün yaşam döngüsünde önemli etkilere sahiptir (Goettel vd. 2005). Fungal enfeksiyon şeması ayrıntılı olarak Şekil 2.8’de gösterilmektedir (Sönmez 2012).



Şekil 2.8. Fungal enfeksiyon şeması (Sönmez 2012); Böcek kütikulasındaki fungal enfeksiyon basamaklarının gösterimi. 1) Böcek kütikulası ve spor arasındaki fiziksel temastan sonra fungusun konağı tanıması, spor çimlenmesini ve appressorium oluşumunu başlatır. 2) Penetrasyon kancası ve çeşitli hifal yapılar kütikula ve epidermisi geçer. 3) Fungusun hemosele girmesinden sonra blastospor oluşumu başlar ve fungus konağı istila eder

2.3.10. Entomopatojenik fungusların dağılımı ve yayılımı

Entomopatojenik fungusun enfektif sporlarının yayılması, enfeksiyonun gelişmesinde oldukça önemlidir. Bazı takımlarda (*Hypocreales*) enfektif sporların yayılması rüzgâr ve yağmur gibi etkenlerle pasif olarak gerçekleşmektedir (Meyling ve Eilenberg 2007). Bir diğer yayılım şekli ise *Entomophthora* sporlarında görülmekte ve aktif olarak hidrostatik basınç altında meydana gelmektedir (Shah ve Pell 2003). Entomopatojenik fungusların yayılımı ve çoğalması toprak ortamında oldukça sınırlıdır. Bazı durumlarda, enfekteli konukçu canlı olmasına rağmen fungus sporlarının yeni bir konukçuya ya da çevreye yayılımı gerçekleşebilmekte ve bu olay *Entomophthora* funguslarında görülmektedir. Bazı fungusların (*Entomophthora thripidum* Samson, Ramakers & Oswald ve *Strongwellsea catrans*) uzun mesafe yayılımı enfekteli sinekler ve bazı afit türleri ile gerçekleşmektedir (Meyling ve Eilenberg 2007; Shah ve Pell 2003). Bunların dışında bazı eklem bacaklıların da yayımda etkili olabileceği bildirilmiştir (Dromph 2003; Meyling vd. 2006). Uygun olmayan koşullarda funguslar tarafından oluşturulan dinlenme sporları yayımda oldukça büyük öneme sahiptir (Goettel vd. 2005; Shah ve Pell 2003).

2.3.11. Entomopatojenik fungusların toksinleri

Funguslar birçok primer metabolit üretmektedirler ve bu metabolitler o mikroorganizma için yaşamsal faaliyetlerini düzenlemede oldukça önemlidir. Bu metabolitlerin yanı sıra ürettikleri sekonder metabolitlerde, o mikroorganizmanın ekolojik nişinde yardımcı olup hayatta kalma şansını artırır. Bu sekonder metabolitlere mikotoksin denmektedir ve çoğunluğu küfler tarafından üretilmektedir. İkiyüz elli bin

fungustan sadece 350'si mikotoksin üretebilmekte ve en çok mikotoksin üretimi *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinslerinde görülmektedir. *Aspergillus* ve *Fusarium* cinslerine ait türlerin ürettikleri mikotoksinler insan sağlığı açısından oldukça zararlıyken, *Penicillium* türlerinin ürettikleri antibiyotikler oldukça faydalıdır (Vurro 2007). Entomopatojenik fungus türlerinde birçok önemli patojenisite etmeni mikotoksin tespit edilmiştir (Strasser vd. 2000; Zimmermann 2007a; b). Entomopatojenik funguslar bu mikotoksinler sayesinde konukçularını etkilemekte ve öldürmektedirler (Zimmermann 2007b). Bu metabolitler yaşam döngüsünün devamı için kadavranın üzerinde diğer saprofitik mikroorganizmaların gelişmesini engellemektedir. Böylece kadavrayı barınak ve besin olarak kullanabilmektedir. Aynı zamanda diğer mikroorganizmalara karşı ürettikleri mikotoksinler repellent özellik göstermektedir (Goettel vd. 2001; Vurro 2007). Şimdiye kadar entomopatojenik funguslar arasında *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Isaria* spp. ve *Lecanicillium* spp.'den bir çok mikotoksin elde edilmiştir (Zimmermann 2007a; b). Günümüzde yaygın olarak kullanılan entomopatojenik funguslar tarafından üretilen mikotoksinler Çizelge 2.4.'te verilmiştir.

Beauveria spp. ve *Paecilomyces* spp. gibi patojenler tarafından üretilen ve antibakteriyel özellik gösteren bauverisin, aynı zamanda bitki patojeni olan türler tarafından da üretilmektedir. *Beauveria* türleri tarafından *in vivo* ve *in vitro*'da pek çok mikotoksin üretilmekte olup, üretilen bu mikotoksinlerden bauverisin, beauverolidler ve bassianolide yapısal olarak benzerlik göstermektedir. Bununla beraber bitkilerde, böceklerde ve memelilerde toksikliği net olarak saptanmamıştır. Bassianin ve tenellin mikotoksinlerinin böcekler üzerindeki etkisi hakkında fazla bilgi bulunmamaktadır. Kırmızı renkte olan oosporin; bassianin ve tenelline benzer olup, birçok toprak fungusu ve entomopatojenik *Beauveria* türü tarafından üretilmektedir. Ayrıca, antiviral ve antibakteriyel özelliğe sahiptirler (Zimmermann 2007). *Metarhizium* spp. tarafından üretilen önemli mikotoksinler ise destruksinler (28 tip), sitokalsin C, swainsonie ve hidroksifungerin A ve B'dir. *Hirsutella thompsonii* Fisher tarafından üretilen, protein yapısında olan ve "ribozomal inhibe edici protein" olarak bilinen Hirsutellin-A mikotoksini çok güçlü bir insektisidal özelliğe sahiptir. *Aschersonia* spp. tarafından üretilen mikotoksinler üzerinde yoğun olarak çalışmalar yapılmış, düşük dozlarda bile DNA, RNA ve protein sentezinin inhibisyonuna neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca omurgasızlarda ribozom ve mitokondrilerde bozulmalara, ATPaz aktivitesinde blokeye, plazmatositlerde inhibisyona neden olup antiviral etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Destruksin mikotoksini, böceklerde farklı düzeylerde insektisidal özellik göstermektedir. Etki düzeyi çoğunlukla konukçuya ve konukçunun yaşam döngüsüne özgüdür (Vey vd. 2001; Demirbağ vd. 2008).

Günümüze kadar birçok entomopatojenik fungus tarafından üretilen mikotoksinlerin biyolojik mücadelede oldukça etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ancak, bu toksik metabolitlerin memelilere olan zararları dikkate alınmamıştır (Örtücü vd. 2010). Biyolojik mücadelede mekanik olarak konukçunun öldürülmesi, entomopatojenik bir fungusun ürettiği toksinle o konukçunun öldürülmesinden daha yavaş olmakta ve bu durum entomopatojenik fungusların önem ve değerini arttırmaktadır (Vurro 2007). Buna rağmen entomopatojenik fungusların üretmiş oldukları toksinlere karşı çok fazla endişe yer almaktadır. Mikotoksinlerin olumlu etkilerinin yanı sıra meydana getirdikleri zararları göz ardı edilemeyecek kadar çoktur. Bu kapsamda Avrupa Birliği tarafından entomopatojenik fungusların seçimleri, üretimleri, kullanımları ve güvenilirlik testleri

düzenli aralıklarla yapılmaktadır. Bu şekilde mikotoksin seviyesi belirlenmekte ve ona göre biyolojik mücadelede kullanılabilecek olan türler seçilmektedir. Örnek olarak 2008 yılında Avrupa Birliği tarafından yapılan bir denetimde *B. bassiana*'nın ürettiği "beauverisin" mikotoksini kilogramda 5 miligramı geçmemiş ve gıda zincirinde herhangi bir etkileşimi görülmemiştir (Vey vd. 2001; Charnley ve Collins 2007). Başka bir çalışmada; *B. brongniartii* (Sacc.) Petch tarafından üretilen oosporin mikotoksininin çeşme suyu ile yıkandığı zaman uzaklaştırılabildiği, uçucu olmayıp solunuma karışmadığı ve bazik ortamlarda hızlı bir şekilde bozulduğu vurgulanmıştır (Seger vd. 2005).

Çizelge 2.4. Yaygın olarak kullanılan entomopatojenik funguslar tarafından üretilen mikotoksinler

Fungus	Metabolitler
<i>Aschersonia</i> spp.	Destruksin A1, A4, A5 ve homodestruksin B
<i>Beauveria bassiana</i>	Beauverisin, bassianin, bassianolide, beauverolidler, tenellin, oosporin, oksalik asit, bassiakridin
<i>B. brongniartii</i>	Oosporin
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Destruksinler (28 tip), swainsonie, sitokalsin-C
<i>Metarhizium</i> spp.	Hidroksifungerin A ve B
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Beauverisin, beauverolidler
<i>Verticillium lecanii</i>	Dipicolonik asit, hidroksikarboksilik asit, siklosporin
<i>Hirsutella thompsonii</i>	Hirsutellin-A, hirsutellin-B, fomalakton

2.3.12. Entomopatojenik fungusların özgülülüğü ve konukçu seçiciliği

Entomopatojenik fungusların özgülülüğü aynı familyada bulunan türler arasında bile çok fazla farklılık göstermektedir (Goettel vd. 2005). *Beauveria* ve *Metarhizium* türlerinin yer aldığı Hypocreales takımında bulunan funguslar (*Verticillium lecanii* ve *Hirsutella thompsonii* istisnadır) oldukça geniş konukçu aralığına sahiptir ve toprakta yaşayan böceklerde epizootik oluştururlar. Diğer taraftan Entomophthorales takımında bulunan fungusların (*Zoophthora radicans* (Brefeld) Batko istisna) konukçu aralığı ise oldukça dardır ve yapraklarda beslenen akar ve böceklerde epizootik oluşturmaktadır (Pell vd. 2001). Konukçu aralığı oldukça geniş olan *B. bassiana* türlerinin; 521 cins, 149 familya ve 15 takımda olmak üzere toplamda 707 adet konukçuya sahip olduğu bildirilmiştir (Zimmermann 2007a). Bu takımlar Blattariae, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Embioptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Orthoptera, Siphonaptera, Thysanoptera olarak belirtilmiştir (Zimmermann 2007a). *M. anisopliae*'nin konukçu aralığı *B. bassiana*'ya göre sınırlı olmasına rağmen bazı takımlara ek olarak Acari, Ephemeroptera, Malacostrata (Amphipoda), Symphyla ve Heteroptera takımlarına ait böceklerde de enfeksiyona neden olduğu bildirilmiştir (Zimmermann 2007b). *Beauveria* ve *Metarhizium* türlerinin konukçu aralığı oldukça geniş olmasına rağmen, bu izolatların alan uygulamalarında laboratuvar koşullarına göre daha seçici olabileceği görülmüştür. Bunun sebebi ise doğada hastalık oluşturmada birçok faktörün devreye girmesi olarak açıklanabilir. Bir patojen ne kadar güçlü olursa olsun, ortam şartları elverişli olmadığı sürece fungus sadece zayıf ve strese girmiş böceklerde enfeksiyon oluşturabilmektedir (Goettel vd.

2005). Entomophthorales takımında bulunan funguslar konukçuya özelleşmiştir. *Z. radicans*, Coleoptera, Diptera, Homoptera ve Lepidoptera takımlarında seksenin üzerinde konukçuyu enfekte edebilirken *Entomophthora muscae* (Cohn) Fresen. ise sadece Lepidoptera takımında bulunan böcekleri enfekte etmektedir (Hajek ve Webb 1999; Goettel vd. 2005).

2.3.13. Entomopatojenik fungusların mikrobiyal mücadelede kullanımı

Entomopatojenik fungusları biyolojik mücadelede kullanabilmek için, ilk olarak o fungusu doğal olarak bulunduğu ortamdan izole etmek gerekmektedir. Bu izolasyon aynı zamanda enfekteli konukçularından da gerçekleştirilebilmektedir (Er 2013). İzole edilen ve belirli aşamalardan geçirilen bu funguslar, son olarak ruhsatlandırılıp preparat haline dönüştürülmektedir. Bu ruhsatlı preparatlar klasik, inokülatif, inundatif ve konservatif olmak üzere 4 farklı şekilde biyolojik mücadelede kullanılmaktadır (Eilenberg vd. 2001; Shah ve Pell 2003).

Klasik biyolojik mücadele, yeni bir türün ithal edilip salınması esasına dayanır. Entomopatojenik fungusların bu mücadele şeklinde kullanım potansiyeli oldukça yüksektir ve daha çok orman zararlılarına karşı yaygın olarak kullanılmaktadır (Pell vd. 2001; Shah ve Pell 2003). Entomopatojenik funguslarla biyolojik mücadele; ekonomik ve sürdürülebilir bir kontrol sağlamak amacıyla entomopatojenik fungusun farklı bir bölgeden ya da ülkeden alınıp o mücadele etmeninin doğal olarak bulunmadığı bir yere getirilip bulaştırılmasıdır (Eilenberg vd. 2001; Shah ve Pell 2003). Bulaştırılan etmen ile salınan alanın çevre şartlarına uyumu oldukça önemlidir. Bu nedenle fungusun biyolojisi iyi bilinmeli ve salımdan sonra düzenli olarak takibi yapılmalıdır. Kısa sürede epizootik oluşturması, salımı sonrasında uzun süre o bölgede etkili olması ve dar konukçu aralığına sahip olmaları gibi sebeplerden dolayı daha çok bu yöntem tercih edilmektedir (Goettel vd. 2005).

İnokülatif biyolojik mücadele; mücadele etmeninin bulaştırma yapılacak olan bölgeye periyodik ve mevsimsel olarak salınarak, o bölgede uzun sürede çoğalması ve bunun sonucunda da zararlıların kontrol altına alınmasıdır (Eilenberg vd. 2001). Bu mücadele şekli sürdürülebilir değildir. Bölgeye uygulanan etmenin sayısı önemli olmayıp, aksine o alanda çoğalması oldukça önemlidir. Klasik mücadeleye benzer olarak hızlı bir şekilde epizootik oluştururlar, uzun süre o bölgede varlıklarını devam ettirebilirler ve dar konukçu aralığına sahiptirler.

İnundatif mücadele şekli, kısa dönemde büyük miktarlarda mücadele etmenlerinin salınması ile gerçekleşmektedir. Bu mücadele şeklindeki asıl amaç, kısa sürede etkisi yüksek bir zararlı popülasyon kontrolünün sağlanmasıdır (Shah ve Pell 2003). Sadece canlı mücadele etmenleri kullanılarak kontrol sağlanmaktadır ve salımdan sonra ikinci bir enfeksiyon beklenmemektedir (Eilenberg vd. 2001; Shah ve Pell 2003). Klasik mücadeleye benzer olarak orman zararlılarının kontrolünde inundatif mücadele şekli tercih edilmektedir. Entomopatojenik fungus preparatlarının kullanılması ve bu preparatların mikopestisit, biyolojik pestisit ya da biyopestisit olarak adlandırılması bu mücadele yönteminin adı altında gerçekleştirilmektedir (Goettel vd. 2005). Kitle üretiminin kolay olması ve sprey olarak uygulanabilir olması gibi sebeplerden dolayı Entomophthorales takımında bulunan funguslar bu mücadele

şeklinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Son olarak konservatif mücadele, çevresel ya da tarımsal uygulamalarda değişiklikler yapıp o ortamda doğal olarak bulunan mücadele etmenlerinin korunmasıdır (Eilenberg vd. 2001). Bu mücadele şeklinde herhangi bir etmen salımı olmayıp, doğal olarak bulunan etmenlerin korunmasına yönelik tarım uygulamaları modifiye edilmektedir. Sonuç olarak, yapılan modifiyeler sayesinde zararlı popülasyonu zarar eşiğinin altında tutulmaktadır (Goettel vd. 2005). Bu sayede hem tarım uygulamalarında pestisit vb. harcamalar azaltılıp paradan tasarruf edilmiş olur, hem de doğal düşmanların varlığı korunmuş olur.

Günümüzde toplamda 21 ülke mikoinsektisit üretmektedir. Uluslararası üretim yaklaşık 4 tane şirketin elinde olup, yerel üretim yapan ülkeler yok denecek kadar azdır. Genel olarak mikoinsektisitler sadece bir tane entomopatojenik fungus içermektedir fakat aynı mikoinsektisit içinde aynı fungusa ait iki farklı izolat olabildiği gibi iki farklı fungusun karşımı olarak da preparatlar hazırlanabilmektedir (Charnley ve Collins 2007). Ayrıca her bir ticari preparatın uygulandığı alanlar ve zararlılar belirli olup mücadelede farklı şekillerde kullanılmaktadır. *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* ve *Hirsutella thompsonii* funguslarının Dünya ve Türkiye genelinde ticari olarak ruhsatlandırılmış birçok preparatları bulunmakta ve günümüzde aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Çizelge 2.5.'de ticari olarak geliştirilmiş olan entomopatojenik fungus orijinli olan bazı preparatlar verilmiştir (Shah ve Pell 2003; Strasser vd. 2000; Cross vd. 1999; Lacey ve Goettel 1995; Montesinos 2003; Scholte vd. 2004; Milner 2000).

Çizelge 2.5. Ticari olarak geliştirilmiş, geliştirilmeye devam edilen ve potansiyel olarak dikkate alınan entomopatojenik funguslar

Fungus	Ürün	Zararlı	Ülke
<i>Beauveria bassiana</i>	Conidia	Kahve kurdu	Almanya
<i>B. bassiana</i>	Mycotrol WP	Beyazsinekler, afidler, Kirpik kanatlılar	Amerika
<i>B. bassiana</i>	Probiobass	Zararlı böcek çeşitleri	Bolivya
<i>B. bassiana</i>	Boveril WP	Beyazsinek	Brezilya
<i>B. bassiana</i>	Tianli	<i>Dendrolimus punctatus</i>	Çin
<i>B. bassiana</i>	Bassianil	Çeşitli zararlı böcekler	Kolombiya
<i>B. bassiana</i>	Bassiana	Beyazsinek	Kolombiya
<i>B. bassiana</i>	Teraboveria	Çeşitli böcekler	Guatemala
<i>B. bassiana</i>	Multiplex Baba	Süs bitkileri ve sebzelerde sokucu emici böcekler	Hindistan
<i>B. bassiana</i>	Racer	Zararlı tırtıllar	Hindistan
<i>B. bassiana</i>	Bioguard Rich	Zararlı tırtıllar	Hindistan
<i>B. bassiana</i>	Bea-Sin	Çeşitli böcekler	Meksika
<i>B. bassiana</i>	Beaugenic	Tripsler	Yeni Zelanda
<i>B. bassiana</i>	Bb Plus	Kırmızı örümcek akarı ve afidler	Güney Afrika
<i>B. bassiana</i>	BbWeevil	Muzda ekin biti	Güney Afrika
<i>B. brongniartii</i>	Cebiopest	Beyazsinek	Kolombiya
<i>B. brongniartii</i>	Melocont®	Mayıs böceği	Avusturya
<i>B. brongniartii</i>	Betel	Şeker kamışı böceği	Fransa

Çizelge 2.5. Ticari olarak geliştirilmiş, geliştirilmeye devam edilen ve potansiyel olarak dikkate alınan entomopatojenik funguslar (devamı)

Fungus	Ürün	Zararlı	Ülke
<i>B. brongniartii</i>	Beavaria brong	Mayıs böceği	İtalya
<i>B. brongniartii</i>	Biolisa Kamikiri	Turunçgil boynuzlu böceği	Japonya
<i>B. brongniartii</i>	Engerling spitz	Mayıs böceği	İsviçre
<i>B. brongniartii</i>	Schweizer	Mayıs böceği	İsviçre
<i>Metarhizium anisopliae</i>	BioCaneTM	Şeker kamışı kınkanatlıları	Avustralya
<i>M. anisopliae</i>	Probiomet	Zararlı tırtıllar	Bolivya
<i>M. anisopliae</i>	M. PM	Zararlı larva çeşitleri	Brezilya
<i>M. anisopliae</i>	Metarril WP	Sokucu emici böcekler	Brezilya
<i>M. anisopliae</i>	Metabiol	Çeşitli zararlı böcekler	Kolombiya
<i>M. anisopliae</i>	Anisafer	Beyazsinek	Kolombiya
<i>M. anisopliae</i>	Met-92	Çeşitli böcekler	Guatemala
<i>M. anisopliae</i>	ZeroQK	Hamamböceği	Guatemala
<i>M. anisopliae</i>	Bio-magic	Böcekler	Hindistan
<i>M. anisopliae</i>	Multiplex M.	Zararlı böcekler ve termitler	Hindistan
<i>M. anisopliae</i>	Pacer	Termitler	Hindistan
<i>M. anisopliae</i>	Biomet Rich	Çeşitli zararlı böcekler	Hindistan
<i>M. anisopliae</i>	Meta-Sin	Çeşitli böcekler	Meksika
<i>M. anisopliae</i>	BioBlast	Termitler	Amerika
<i>M. anisopliae</i>	Green Muscle	Çekirgeler	Güney Afrika
<i>M. anisopliae</i> var. <i>acridum</i>	Green GuardTM	Çekirge	Avustralya
<i>M. anisopliae</i> var. <i>acridum</i>	KilocaTM	Çekirge	Çin
<i>M. favoviride</i>	Green Musc	Çekirgeler	İngiltere
<i>Verticillium lecanii</i>	Vertalec	Afidler ve beyazsinek	İngiltere
<i>V. lecanii</i>	Mycotal	Afidler ve beyazsinek	İngiltere
<i>V. lecanii</i>	Probiovert	Beyazsinek	Bolivya
<i>V. lecanii</i>	Vertirril WP	Beyazsinek, afit	Brezilya
<i>V. lecanii</i>	Vertilec	Beyazsinek	Kolombiya
<i>V. lecanii</i>	Vercani	Beyazsinek	Kolombiya
<i>V. lecanii</i>	Bio-Catch	Sokucu emici böcekler	Hindistan
<i>V. lecanii</i>	Mealikil	Unlubıt	Hindistan
<i>Verticillium</i> spp.	Biovert Rich	Beyazsinek, afit	Hindistan
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PFR-97	Beyazsinek	Amerika
<i>P. fumosoroseus</i>	PreFeRalWG	Sera beyazsineği	Belçika
<i>P. fumosoroseus</i>	Priority	Zararlı akarlar	Hindistan
<i>P. fumosoroseus</i>	Multiplex Mycomite	Kırmızıörümcek	Hindistan
<i>Paecilomyces</i> spp.	Pacihit Rich	Thrips, beyazsinek	Hindistan
<i>Lecanicillium muscarium</i>	Mycotal	Beyazsinek ve tripsler	Hollanda
<i>L. muscarium</i>	Vertalec	Afitler	Hollanda
<i>L. muscarium</i>	Vertikil	Beyazsinek ve tripsler	Yeni Zelanda
<i>L. longisporum</i>	Vertiblast	Afit	Yeni Zelanda
<i>Lagenidium giganteum</i>	Laginex	Sivrisinekler	Amerika

2.3.14. Entomopatojen fungusların kitle üretimi

Mikoinsektisitlerin kitle üretiminde ilk yapılması gereken şey, etkili izolatların seçimi ve maliyeti uygun olan bir üretim metodunun belirlenmesidir (Talwar 2005). Entomopatojenik fungusların gelişmesi için gereken önemli elementler; karbon, azot, büyüme faktörleri, mineraller, oksijen ve sudur. Fungusların üretimi genel olarak katı substratlar üzerinde, iki fazlı ya da sıvı ortamlarda yapılmaktadır (Gao ve Liu 2009).

Yumuşak substratlar katı olanlara göre daha yüksek konidi verimine sahiptir. Haşlanmış pirinç basit bir kitle üretim tekniği olup bol sporulasyon ve büyüme sağlar. Aynı zamanda en iyi taşıyıcıdır (Fogal vd. 1986). Buğday kepeği ve süpürge darısı da diğer yumuşak substratlara örnektir.

Sıvı kültürün asıl amacı hızlı miselyal gelişmeyi sağlamaktır. Katı besi yerine aktarılabilecek olan inokülanlar ilk olarak sıvı besi yerlerinde üretilirler. Kitle üretiminde sıvı besi yerlerinin kullanılması birçok avantaja sahiptir. Bu sayede; inokülasyon sırasında yaşanabilecek olan bulaşmaların önüne geçilmekte, gelişmekte olan miselyal kitle sayesinde sporlar daha hızlı oluşmakta, alt kültürlerde bir bulaşma mevcutsa inokülasyondan önce belirlenip yeni bulaşmalar önlenebilmekte, katı besi ortamına aktarımda sıvı olması sayesinde homojen kolonizasyon sağlanmaktadır. Bu avantajlara ek olarak; sıvı kültürde şeker (karbon kaynağı) ve atık mayanın (azot kaynağı) kullanılması, bu üretim şeklini oldukça etkili ve ucuz yapmaktadır (Anonim 2003).

Katı besi yeri, fungusun havai konidilerinin oluşumunda fiziksel olarak uygun bir ortam sağlamaktadır. Konidi oluşumunda hava ile temas zorunludur bu yüzden sıvı kültürlerde konidi oluşumu görülmez. Katı kültürlerde hava teması sayesinde bol miktarda konidi oluşumu görülmektedir. Katı kültürlerde genellikle pirinç, buğday, mısır unu gibi besin desteği sağlayan ve taşıyıcı özellik gösteren ürünler kullanılmaktadır. Kırık pirinç kullanılan besi yerleri, yeterli yüzey alanının sağlanması ve inkübasyon periyodu sonucunda hasat işleminin kolay olması sebebiyle daha yoğun olarak kullanılmaktadır (Charnley ve Collins 2007).

2.3.15. Entomopatojenik fungusların geliştirilmesi

Entomopatojenik funguslar zararlı böcekler ile mücadelede ve doğal dengenin sağlanmasında oldukça önemlidir. Entomopatojenik funguslardan elde edilen mikoinsektisitler birçok zararlıya karşı önemli ölçüde etkili olmasına rağmen toplam insektisit pazarının çok az bir kısmını oluşturmaktadır (Fang vd. 2005). Mikoinsektisitlerin etkinliğini belirleyen zayıf depolanabilirlik, üretim maliyetinin fazla olması, yavaş etki göstermesi ve uygulama yapıldığı alanda sürdürülebilir olmaması gibi birçok faktör bulunmaktadır. Bunların önüne geçebilmek için izolat seçiminin ve genetik modifikasyonlarının yapılması, en uygun formülasyonun belirlenip uygulama tekniklerinin geliştirilmesi yapılmaktadır (Goettel vd. 2005).

2.3.16. İzolat seçimi

Bir entomopatojenik fungusun mücadelede kullanılmadan önce ilk olarak, o fungusun en etkili patojenik izolatı seçilmektedir (Goettel vd. 2005). Bu seçim biyoteknik yöntemlerle yapılmaktadır. Direk olarak genetik manipülasyon

yapılmamakta, protoplast füzyonu gibi yöntemlerle yüksek virülent özelliğe sahip yeni mutantlar elde edilmektedir. Protoplast füzyonu kullanılarak *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) ve *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)'e karşı, büyük ölçüde virülent olan mutant *B. bassiana* geliştirilmiştir (Couteaudier vd. 1996; Viaud vd. 1998). Bu işlemde kullanılan *B. bassiana* izolatu ile *B. sulfurescens* (J.F.H. Beyma) J.J. Taylor sonrasında oluşan bu yeni mutantın, moleküler analizler ile iki genotipi de içeren bir karışım olduğu görülmüştür. Genel olarak entomopatojenik funguslar heterojen izolatlardan oluşmaktadır ve bu izolatlar karakteristik özellikler bakımından zararlılara karşı farklılık göstermektedir. Belirli bir zararlıya karşı seçilecek olan izolatu virülensliğinin yüksek olması mücadelenin daha etkin olmasını sağlamaktadır. Ayrıca çevre koşullarına dayanıklılık da izolat seçiminde oldukça etkilidir. Bazı izolatlar yüksek virülens özellik gösterirken, bazıları ebeveynlerinden daha hızlı bir şekilde konukçularını öldürebilmektedir. Yapılan pasajlar sayesinde virülenslikleri kalıcı olup, fungusların mücadeledeki etkinliklerinde artış görülmektedir (Viaud vd. 1998).

2.3.17. Genetik modifikasyon

Günümüzde entomopatojenik funguslar, araştırmacılar tarafından yoğun olarak çalışılmasına rağmen, fungusların moleküler ve genetik manipülasyonlarına dair bilgi yok denecek kadar azdır. Aynı zamanda izolatların ıslah potansiyelleri, patojenisitenin moleküler ve biyokimyasal bilgi altyapısı ve eşeyli üremenin görülmemesi gibi nedenlerden dolayı bu alandaki çalışmalar sınırlı kalmıştır. Yapılan salımlardan sonra konukçu ölümünün uzun sürmesi, mikoinsektisitlerin geliştirilmesini sınırlandırmıştır. Genetik modifikasyonlar, funguslarda diğer organizmalara göre sınırlı olsa da belirtilen engelleri kaldırmada oldukça etkilidir (Fang vd. 2005). Bu alanda yapılmış olan çalışmalarda *B. bassiana* ve *M. anisopliae* kullanılmıştır (Goettel vd. 2005).

Duperchy tarafından 2003 yılında belirlenen genetik modifikasyon sonucunda geliştirilebilecek olan özellikler; 1) Konukçunun tespitini sağlayan reseptörlerin, penetrasyonda kullanılan enzimlerin, konukçunun savunma mekanizmasını devre dışı bırakan ürünlerin ve semptomdan sorumlu toksinlerin modifikasyonu. 2) Konukçuda adhezyondan sorumlu genlerin, besinin kullanılmasını sağlayan genlerin, kütikulanın tanınmasında görev yapan genlerin ve inhibitör bileşiklerine karşı direncin oluşmasını sağlayan genlerin modifikasyonu. 3) Penetrasyonda görev yapan enzimlerin arttırılması sonucu inokulum miktarının azalması. 4) Çevre faktörlerine karşı direnç. 5) Fungisitlere karşı direnç sağlayan genlerin modifikasyonu olarak belirlenmiştir.

2.3.18. Formülasyon ve uygulama stratejileri

Uygun formülasyonlar sayesinde entomopatojenik funguslarda görülen kısa raf ömrü ve fungal yapıların deformasyonu gibi sorunlara karşı çözümler geliştirilmiştir. Geliştirilecek formülasyonlar güvenilir, etmene uyumlu, tarımsal işlemler ile beraber uygulanabilir, etmenin performansını arttıran, kolay kullanılabilir ve depolamada uzun raf ömrüne sahip olmalıdır (Boland ve Kuykendall 1998). Entomopatojenik funguslar kitle halinde üretildikten sonra granüler ya da sprey formülasyonlarında kullanılmaktadır (Leland 2001). Granüler formülasyonlar, misellerin ya da sporların tuzak şeklinde uygulanmasıdır. Misellerin sporlaşması için nem gerekmektedir, bu yüzden kurak alanlarda uygulanabilir bir formülasyon şekli değildir (Leland 2001).

Sprey formülasyonlar granüler olanlara göre daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Mikoinsektisitleri güneş radyasyonundan korumak için sıvı (yağlı ve sulu) formülasyon halinde 4 şekilde uygulanmaktadır (Leland 2001): 1) Yağda çözünebilen güneş kremlerinin kullanılması. 2) Yağ-su karışımı olarak emülsiyonların kullanılması. 3) Su taşıyıcıları ile birlikte engelleyicilerin, emicilerin ya da suda çözünenlerin kullanılması. 4) Kapsüllerin içerisinde su taşıyıcıları ile birlikte kullanılması. Son zamanlarda yağlı sprej formülasyonları yoğun olarak kullanılmaktadır (Lomer vd. 2001).

2.3.19. Entomopatojen fungusların avantaj ve dezavantajları

Entomopatojenik funguslar biyolojik mücadelede bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Mikoinsektisit olarak kullanımlarında görülen avantajlar; yüksek konukçu seçiciliğine sahip olmaları, memelilere karşı toksik etkilerinin görülmemesi, üretim maliyetlerinin ucuz olması, kitle üretimlerinin kolay olması, kimyasal insektisitler gibi çevre kirliliğine neden olmaması, zararlılarda direnç oluşturmayıp uzun süreli koruma sağlaması, konukçularını değişik dönemlerde enfekte edebilmesi, biyoteknolojik araştırmalar sayesinde geliştirilmeye uygun olmaları ve alan uygulamaları sonrasında doğada varlıklarını devam ettirip süreklilik göstermeleri olarak sıralanmaktadır (Wan 2003).

Mikoinsektisitlerin kullanımlarında görülen dezavantajlar; uygulamadan sonra etki göstermelerinin kimyasal insektisitlere göre daha uzun sürmesi, yüksek nem ihtiyacı duymaları, konukçu seçiciliğinin yüksek olmasından dolayı ek olarak diğer mikoinsektisitlerin kullanılması, funguslarla aynı zamanda kullanılamaması, üretimlerinin masraflı olması, depolamada soğuk ortama ihtiyaç duyulması, fungus özgülüğü açısından yoğun araştırmaların gerekli olması, yüksek hassasiyet gösteren insanlara karşı risk oluşturmaları ve ürettikleri toksinler hakkında yeterli bilginin olmaması şeklinde sıralanmaktadır (Wan 2003; Jaber ve Ownley 2018).

2.4. Önceki Yapılan Çalışmalar

Bidochka vd. (1998) Kanada, Ontario'da ılıman ve kuzeye yakın bölgelerden 86 lokasyonu temsil eden 266 toprak örneğinden *Galleria mellonella* L. larvaları kullanarak entomopatojen fungus izolasyonu yapmışlardır. Ontario'da örneklenen lokasyonların %91'inden entomopatojenik funguslar izole edilmiştir. En çok bulunan türler 357 izolat ile *Metarhizium anisopliae* ve 187 izolat ile *Beauveria bassiana* olurken *Paecilomyces* spp. cinsine ait 13 izolat elde edilmiştir. Entomopatojen fungus türlerinin izolasyonunda sıcaklığın etkisini belirlemek amacıyla, inkübasyonda 8, 15 ve 25 °C sıcaklık değerleri kullanılarak izolasyon yapılmıştır. *Beauveria bassiana* 8 ve 15 °C'de inkübasyona bırakılan topraklarda yemlenen larvalardan daha sık izole edilirken, *M. anisopliae* 25 °C'de daha sık izole edilmiştir. Ayrıca, yapılan incelemelerde kuzey bölgelerinde *B. bassiana* türüne *M. anisopliae*'ye göre daha sıklıkla rastlanmıştır. Çalışma sonucunda *B. bassiana*'nın, *M. anisopliae*'den daha psikrofilik bir tür olduğunu bildirmişlerdir. Ilıman bir bölgedeki (güney Ontario ve Kawartha Gölleri bölgesi) 47 lokasyondan, biri tarımsal bir doğal habitat olmak üzere iki alan örneklenmiştir. Örneklem sonucunda *B. bassiana* ağırlıklı olarak doğal yaşam alanlarının topraklarından daha sık bulunurken, *M. anisopliae* tarımsal habitatlarda daha sık bulunmuştur. Ek olarak, *M. anisopliae* ile *B. bassiana*'nın topraktaki varlığında toprak tipi ve pH'nın etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Barker ve Barker (1998), Yeni Zelanda'nın doğal orman, çayır ve tarlalarından her alan habitatları için 10 farklı lokasyondan alınan toprak örneklerinde *Galleria* Tuzak Yöntemi (GTY), *Galleria mellonella* (L.) larvalarını kullanarak entomopatojen fungus izolasyonu yapmışlardır. Çalışmada *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *Paecilomyces* cf. *cicadae* (Miquel) Samson ve *Tarchium* spp. türlerini izole etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları tüm habitat türlerine ait topraklarda bulunurken, *P. cicadae* sadece orman habitatlarına ait topraklarda görülmüştür. *Tarchium* spp., tek bir mera alanından izole edilmiştir. Aynı zamanda işlenmiş tarım alanlarında entomopatojen fungusların bulunma oranları mera ve doğal ormanlara göre oldukça düşük bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, arazi kullanım değişikliklerinin biyolojik çeşitliliğe etkilerini ortaya çıkarması ile entomopatojenlerin toprak sağlığının biyolojik göstergesi olabileceğini hakkında bilgi vermiştir.

Erkılıç vd. (1999), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaprakbitlerinde bulunan fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi amacıyla 1992-1996 yılları arasında yaptıkları çalışmada yaygın olarak belirlenen entomopatojen fungus türünün *Fusarium subglutinans* olduğunu bildirirken, bu surveylerde marul üzerinde ilk defa *Nasonovia ribisnigri*'nin bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Satar vd. (2000), entomopatojen fungus *F. subglutinans*'ın pamuk ve patlıcan bitkileri üzerinde geliştirilen *M. persicae* ve *A. gossypii*'yi farklı oranlarda etkilediğini ve zararlıların popülasyonunu baskı altına aldığını bildirmişlerdir. Adana pamuk tarlalarında yapılan başka bir araştırmada, *A. gossypii* üzerinde yaygın olarak *F. subglutinans*'ın belirlendiği bildirilmiştir.

Klingen vd. (2002a), Norveç'in kuzey bölgelerinde entomopatojen fungusların toprakta bulunmasında tarımsal faaliyetler ile tarla kenarlarındaki alanların etkisini araştırmak için iki farklı tuzak böceği [*Delia floralis* (Fallen) ve *G. mellonella* larvası] kullanmışlardır. Çalışmada organik tarım yapılan arazilerde entomopatojen funguslar daha belirgin oranda bulunurken, geleneksel tarım ile organik tarım yapılan tarla kenarları arasında oransal olarak belirgin bir fark bulunamamıştır. Çalışmada en çok rastlanan fungus türleri *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *Tolypocladium cylindrosporum* Gams ve *Fusarium merismoides* Corda olmuştur.

Shtayeh vd. (2002), biyolojik mücadelede kullanılabilecek entomopatojen fungusları belirlemek için; sulanan tarım arazileri ile orkide yetiştiriciliği yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinden *Galleria* Tuzak Yöntemi (GTY) ve *G. mellonella* larvalarını kullanarak izolasyonlar yapmışlardır. Çalışma sonucunda alınan örneklerde %33.6 oranında entomopatojenik fungus izolatları elde etmişlerdir. Bu çalışmada 13 cinse ait 20 entomopatojen fungus türü izole edilmiş ve içlerinden *Conidiobolus coronatus* (Costantin) Batko en sık ve en bol bulunan tür olarak belirlenmiştir. Entomopatojen fungus izolatlarının toprak örneklerinden izolasyonunda toprağın vejetasyon tipi ile organik madde içeriğinin önemli olduğu bildirmişlerdir. Elde edilen *C. coronatus* türünün zararlılar ile biyolojik mücadelede kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Keller vd. (2003), İsviçre'nin kuzey, güney, doğu, batı ve merkezinde olmak üzere 82 farklı noktadan toplanan toprak örneklerinden *Galleria* Tuzak Yöntemi ve selektif besiyerleri kullanarak entomopatojen fungus izolasyonu yapmışlardır.

Kullanılan iki yöntemde entomopatojen fungus izolasyon oranları birbirine oldukça yakın olsada, Galleria Tuzak Yönteminin entomopatojenlerin izolasyonunda daha hassas olduğu belirtilmiştir. Toprak alınan noktaların %96'sında *Metarhizium anisopliae* türü izole edilirken, *B. brongniartii* türü sadece *Melolontha melolontha*'nın bulunduğu alanlardan izole edilebilmiştir. İki türün yanında *B. bassiana*, *Conidiobolus* sp. ve *Isaria fumosorosea* türleri de topraktan izole edilmiştir.

Asensio vd. (2003), entomopatojenik fungusların farklı ekosistemlere ait topraklarda bulunma oranına etkisini araştırmak amacıyla, İspanya'nın Alicante ilinde ekin alanı, bahçe, orman ve doğal ortamlardan alınan 61 toprak örneğini incelemişlerdir. Böcek patojenleri arasında en çok %32.8 oranla entomopatojen funguslar izole edilmiştir. Aynı zamanda elde edilen entomopatojenik fungus türleri arasında en çok %21 oranında *B. bassiana* elde edilirken %6.4 oranında *M. anisopliae* ve %4.8 oranında *L. lecanii* izole edilmiştir.

Satar (2004), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak görülen entomopatojen fungus türlerinden *Fusarium subglutinans* (Wollenw and Reinking) Nelson, Tousson & Marasas'ın Pamuk yaprakbiti *A. gossypii* üzerindeki etkinliğini iklim odası ve sera koşullarında araştırmıştır. Çalışmada, 19 izolatin üç farklı konsantrasyonu pamuk ve biber bitkisinde 25 °C'de *A. gossypii*'ye karşı test edilmiştir. Ayrıca, *F. subglutinans*'ın yüksek sıcaklıklarda daha iyi geliştiği ve yapay besi ortamlarından SDA (Sabouraud Agar) ortamı üzerinde yavaş geliştiği, en fazla sporu ise PD (Patates Dekstroz) sıvı ortamında ürettiği bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre etkinlik denemesinde, izolatlar ve dozlar arasında yaprakbiti ölüm oranı açısından önemli farklılıklar bulunmuş ve en yüksek ölüm oranı Fs 1 ve Fs 4 izolatlarında tespit edilmiştir. En yüksek yaprakbiti ölüm oranı izolatların 1×10^6 spor mL^{-1} konsantrasyonunda elde edilirken, 1×10^8 ve 1×10^{10} spor mL^{-1} konsantrasyonlarında ölüm oranı açısından fark bulunmamıştır. Ayrıca, izolatların etkinliğinde sıcaklığın etkili olduğu ve yüksek sıcaklıklarda yaprakbiti ölüm oranında artış olduğu bulunmuştur. Etkinliği yüksek olan Fs 1 ve Fs 4 izolatları ile yapılan sera denemesinde yaprakbiti popülasyonu, uygulamadan iki hafta sonra baskı altına alınmıştır. Sonuç olarak patojenisitesi yüksek olan izolatların *A. gossypii* ile mücadele kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Şahin (2006), Kahramanmaraş ilinde Şekeroba, Karacasu ve Kürtül yörelerinde *Thaumetopoea pityocampa* larvalarının bulunduğu doğal ortamlardan alınan topraklardan, *T. pityocampa* ve *Galleria mellonella* larvaları kullanarak 19 adet *Beauveria* cinsi ve 16 adet *Paecilomyces* cinsi olmak üzere toplamda 35 adet entomopatojen fungus izolatu elde etmiştir. Elde edilen entomopatojen fungus izolatlarından seçilen 3 *Paecilomyces* (PKT2, PŞT6, PŞG11) ve 5 *Beauveria* cinsine ait (BŞT7, BŞG10, BKT15, BKG18, BKÇ19) izolat, *T. pityocampa*'nın 5. dönem larvalarına karşı daldırma yöntemi kullanarak 1.5×10^7 spor mL^{-1} konsantrasyonda test edilmiştir. Çalışma sonucunda seçilen izolatlar farklı günlerde *T. pityocampa*'nın larvalarında %100 ölüme neden olmuş ve izolatların bu zararlı ile mücadelede kullanılabileme potansiyeli olduğu sonucuna varılmıştır.

Quesada-Moraga vd. (2007), İspanya'da doğal ve ekili alanlardan toplanan toprak örneklerinde entomopatojenik fungusların varlığını ve dağılımını etkileyen faktörleri (toprak yapısı, organik madde içeriği, pH ve arazi konumları), tek değişkenli ve çok değişkenli analizlere dayandırarak entegre bir şekilde incelemiştir. Yapılan

çalışmada 244 toprak örneğinden 175'inde (%71.7) entomopatojenik fungus türlerinden sadece *B. bassiana* ve *M. anisopliae* türleri izole edilmiştir. 244 toprak örneğinden 104'ünde *B. bassiana* (%42.6), 18'inde *M. anisopliae* (%7.3) ve 53'ünde (%21.7) her iki entomopatojen fungus türünde bulunmuştur. Yapılan analizlerde, habitatın *B. bassiana* varlığı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, ancak *M. anisopliae* ile ekili habitatlardan gelen topraklarda, özellikle tarla bitkileri arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca habitat türüne bakılmaksızın, *B. bassiana*'nın daha yüksek kil içeriği, daha yüksek pH ve daha düşük organik madde içeriğine sahip topraklarda *M. anisopliae*'ye göre daha baskın olduğu bulunmuştur. Regresyon analizleri, pH ve kil içeriğinin *B. bassiana* varlığı için öngörücü değişkenler olduğunu, organik madde içeriğinin ise *M. anisopliae* için öngörücü değişken olduğunu göstermiştir. Elde edilen çalışma sonuçları, yaygın olarak kullanılan entomopatojenik fungusların habitatlardaki etkinliği ve belirli bir zararlı ile mücadelede kullanılan toprağa uygun olup olmadığı konularında karar vermeye yardımcı olabilir.

Vu vd. (2007), *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps scarabaeicola* ve *Nomuraea rileyi* türlerini içeren toplam 12 entomopatojen fungus izolatının *M. persicae* ve *A. gossypii* ile mücadelede etkinliğini 25 °C sıcaklık ve %75 bağıl nemde araştırmışlardır. Çalışma sonucunda test edilen entomopatojenik fungus izolatları arasında; *L. lecanii* (41185) izolatı, *M. persicae* üzerinde 5. günde ve *A. gossypii* üzerinde 2. günde %100 ölüme neden olarak en yüksek virülensliği göstermiştir. Yapılan konsantrasyon denemeleri sonuçlarına göre; 1×10^7 ve 1×10^8 spor mL⁻¹ dozlarının etkinlikleri istatistiki açıdan aynı bulunurken, 1×10^6 conidia/mL dozunun etkinliği daha yüksek çıkmış ve sonuç olarak uygulanan konsantrasyon arttıkça etkinin azaldığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, en etkili bulunan *L. lecanii* (41185) izolatının LC50 değerini 6.55×10^5 spor mL⁻¹ olarak belirlenmiştir. Test edilen entomopatojenik fungus izolatları geniş bir sıcaklık aralığında (15-30 °C) gelişme göstermiştir. Etkinliği yüksek olan *L. lecanii* (41185) izolatını 25 °C'de optimum büyüme göstermiş olup, aynı zamanda diğer izolatlar ile kıyaslandığında 35 °C'de konidyal çimlenmeye sahip tek izolat olduğu bildirilmiştir. Bu araştırmacılar, etkili bulunan *L. lecanii* (41185) izolatının arazi çalışmaları ile desteklenmesi gerektiğini ve başarılı olduğu takdirde *M. persicae* ve *A. gossypii*'ye karşı alternatif bir mücadele yöntemi olabileceğini belirtmişlerdir.

Thungrabeab ve Tongma (2007), biyolojik mücadelede en çok kullanılan mikrobiyal ajanlar içerisinde *B. bassiana* ve *M. anisopliae* entomopatojenik fungus türlerinin, faydalı toprak böcekleri ve doğal düşmanlar gibi hedef olmayan böcekler üzerinde etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada kullanılan izolatların 1×10^8 spor mL⁻¹ spor solüsyonları, *Chrysoperla carnea* (Stephens), *Coccinella septempunctata* (L.)'nın 1. dönem larvaları ve *Hemicoelus nitidus* (Fabricius), *Dicyphus tamaninii* (Him., Mirida)'nin erginlerine karşı test edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre *M. anisopliae* entomopatojen fungus türünün doğal düşmanlara karşı %4 oranında patojenisite gösterdiğini fakat *B. bassiana* türünün doğal düşmanlar ve faydalı toprak böcekleri üzerinde patojenitesinin olmadığı belirlenmiştir.

Sun ve Liu (2008), Çin'de orman ve dağlık alanlarda farklı bölgelerden toplanan toprak örneklerinden, zararlıların biyolojik mücadelesinde kullanılabilme potansiyeline sahip entomopatojen fungusları elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisoplia*, *L. lecanii*, *I. farinosus*, *I. fumosoroseus* ve *Tolypocladium*

inflatum (Rostr.) türlerini tanılamışlardır. Bölgede toplan örneklerde en yaygın izole edilen türler *M. anisopliae* var. *anisoplia*, *B. bassiana* ve *I. farinosus* olmuştur.

Sun vd. (2008), Çin’de meyve bahçeleri ve tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde toplamda 29 türün izolasyonunu ve karakterizasyonunu yapmışlardır. Tarladan alınan toprak örneklerinde 25 farklı tür elde edilirken, orkide bahçelerinden alınan toprak örneklerinde 20 tür elde edilmiştir. Dünyada yaygın entomopatojen fungus türleri olan *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* ve *I. fumosoroseus* türleri her iki habitatta da bulunmasına rağmen; *B. bassiana* ve *I. fumosoroseus* türleri orkide yetiştirilen toprakta daha fazla bulunurken, *M. anisopliae* var. *anisopliae* ise daha çok tarla topraklarında bulunmuştur.

Doğan (2009), 180 toprak örneğinden (*Galeria*) tuzak böcek yöntemini kullanarak entomopatojen fungusların izolasyonlarını yapmıştır. İzolasyonlar sonucunda 48 adet *Beauveria bassiana* ve 1 adet *Beauveria brongniartii* elde ederken, *Metarhizium* spp. türünü ise izole edememiştir. Biyolojik mücadelede kullanılan entomopatojen fungus izolatlarının etkinliğinde uygulanan dozların doğru tespit edilmesinin, mücadele başarısında büyük rol oynadığı bilinmektedir. Bu amaçla çalışmada, biyolojik kontrol ajanı olarak hem etkili hem yaygın bir tür olan *B. bassiana*’nın ülkemiz topraklarından elde edilen 10 farklı izolatu ile Danimarka’dan referans olarak getirilen bir izolatu 4 farklı konsantrasyonu (1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 spor/mL) *G. mellonella* larvalarına karşı denenmiştir. Test edilen 11 farklı izolatu 4 farklı konsantrasyonu kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda her izolatu ortalama ölüm süreleri (LT50), dozlar ve izolatlarla göre karşılaştırıldığında, her izolatu en yüksek dozunun en başarılı olduğu ancak yapılan istatistiksel analizlerde izole edilen bu 10 izolat ile referans arasında istatistiksel açıdan belirgin bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Er ve Mart (2009), 2003-2005 yıllarında Kahramanmaraş ilinde Elbistan, Göksun, Şekeroba, Türkoğlu, Pazarcık olmak üzere 5 farklı bölgeden ve 13 araziden alınan enfekteli böcek ve toprak örneklerinde, *Galleria* tuzak böcek (*G. mellonella* larvası) metodu ile entomopatojenik fungusların izolasyonlarını yapmışlardır. Çalışma sonucunda, enfekteli böceklerden yapılan izolasyonlarda yaprak bitlerinde *Pandora* sp. Humber (Entomophthoraceae), *Hypera postica* (Gyll.) (Curculionidae: Coleoptera) larvalarında, *Zoophthora* spp. Batko (Entomophthoraceae) ve *H. postica* erginlerinde *Beauveria* spp. cinsine ait entomopatojen fungus izolatları elde edilmiştir. Toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda ise en sık *Beauveria* spp. cinsine ait funguslar ile *Isaria* spp. (= *Peecilomyces* spp.) ve *Metarhizium* spp. cinsine bağlı entomopatojenik fungusların izolasyonu yapılmıştır. Ayrıca, yapılan çalışmada bölgeye ait iklim verileri ile entomopatojen fungusların bulunması karşılaştırılarak, izole edilen entomopatojen funguslarla zararlıların mücadelesine uygun iklim koşulları araştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda örnekleme yapılan bölgelerde, bahar aylarının entomopatojen fungusların etkili olabileceği en uygun iklim koşulları olduğu bildirilmiştir.

Kılıç vd. (2009), Erzurum, Tokat ve Kayseri illerine ait farklı bölgelerdeki topraklardan izole edilmiş 10 *B. bassiana* izolatu ile ARSEF-USA’dan referans olarak getirilmiş 5 *B. bassiana* izolatu sera ve tarım arazilerinde farklı konukçu bitkilerde zararlı olan, beyazsinek [*Bemisia tabaci* Gennadius, 1936 (Homoptera: Aleyrodidae)] ile mücadelede biyolojik ajan olarak kullanılma potansiyellerini araştırmışlardır. Çalışmalar sonucunda test edilen *B. bassiana* izolatlarının beyazsineğin kontrolünde

kullanılan cypermethrin'e göre etkisinin az olduğunu, fakat farklı entomopatojen fungus türleri ile birlikte alternatif biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Sevim (2009), fındık yetiştiriciliği yapılan bahçelerdeki entomopatojenik fungusların dağılımını belirlemek amacıyla toplanan toprak örneklerinden *G. mellonella* larvalarını kullanarak izolasyonlar yapmıştır. Çalışmada, örneklenen toprakların %20.59'unda entomopatojenik fungus izole etmiştir. Elde edilen izolatların morfolojik ve moleküler yöntemler (18S, ITS ve EF1- α gen sekans analizi) kullanılarak yapılan teşhisi sonucunda, *Metarhizium* spp., *M. anisopliae* var. *anisoplia*, *B. bassiana*, *B. bassiana* cf. *bassiana*, *Evlachovaea* spp. ve *I. fumosoroseus* türleri tanımlanmıştır. Tanısı yapılan entomopatojen fungus izolatlarının, fındıkta ciddi zarara neden olan *Melolontha melolontha* (L.)'ya karşı patojenisite testleri yapılmıştır. Test edilen tüm izolatların patojenik olduğu belirlenmiş fakat *Evlachovaea* sp. ve *M. anisopliae* var. *anisoplia* türlerinin diğer türlere göre *M. melolontha*'da daha etkili olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda *M. melolontha* zararlısı ile mücadelede entomopatojenik fungusların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Sevim (2010), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 301 toprak örneğinden *Galleria* Tuzak Yöntemini (GTY) ve *G. mellonella* larvalarını kullanarak *B. bassiana*, *B. cf. bassiana*, *Metarhizium* sp., *M. anisopliae* var. *anisopliae*, *Evlachovaea* spp. ve *I. fumosorosea* türlerine ait 62 entomopatojen fungus izolatu elde etmiştir. Elde edilen izolatlar arasında en çok yayılım gösteren tür *M. anisopliae* var. *anisopliae* olmuştur. Elde edilen izolatların *Dendroctonus micans* zararlısına karşı etkinlikleri incelenmiş ve çalışma sonucunda izolatların bu zararlı ile biyolojik mücadelede kullanılabileceği bildirilmiştir.

Medo ve Cagan (2011), Slovenya'da 2008 yılında 901 toprak örneğinden tuzak böcek yöntemi (*G. mellonella*) ve Dodin ile sikloheksilamin içeren seçici besi ortamını (SM) kullanarak entomopatojenik fungusları izole etmiştir. *G. mellonella* ile yapılan izolasyonlarda dört entomopatojen fungus türü; *B. bassiana* (%31), *M. anisopliae* (%8), *I. farinosa* (%6) ve *I. fumosorosea* (%6); seçici besi ortamı (SM) ile yapılan izolasyonlarda ise üç entomopatojen fungus türü; *M. anisopliae* (%37), *B. bassiana* (%36) ve *I. fumosorosea* (%9) elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre *B. bassiana*, ormanlık bölgeler gibi doğal habitatlarda daha fazla oranlarda olmak üzere çok farklı habitatlara ait topraklarda bol miktarda bulunmuştur. *I. farinosa* türü, orman habitatlarında sınırlı oranda bulunurken, *I. fumosorosea* çit topraklarından alınan toprak örneklerinde daha yüksek oranda bulunmuştur. *M. anisopliae* türü ise çayır ve tarla örneklerinden alınan topraklarda daha yüksek oranda izole edilebilmiştir. Ayrıca *B. bassiana* ve *I. farinosa* türlerinin topraklarda bulunmasında, toprak pH'sı ve organik madde içeriğinin önemli faktör olduğu bildirilmiştir.

Arıcı vd. (2012) entomopatojen *Fusarium subglutinans* 'ın, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda iklim odası koşullarındaki denemede yapılan sayımlarda, *Fusarium subglutinans* uygulamadan 2 hafta sonra yaprakbiti popülasyonunun baskı altına alındığı rapor edilmiştir.

Tkaczuk vd. (2012), Polonya Siedlce'de küçük çaplı çiftlik alanları ile ağaç yetiştirmek için kullanılan tarım alanları arasındaki entomopatojen fungus tür çeşitliliği

ve yoğunluğu farkını belirlemek amacıyla toprak örneklerinden izolasyonlar yapmıştır. Çalışma sonucunda ağaç yetiştirmek için kullanılan tarım alanlarında 6 entomopatojen fungus türü (*M. anisopliae*, *M. flavoviride*, *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *I. fumosorosea* ve *I. farinosa*) izole edilirken çiftlik alanlarında sadece 3 entomopatojen fungus türü (*M. anisopliae*, *B. Bassiana* ve *I. fumosorosea*) izole edilmiştir. Çalışma sonuçları doğal habitatların, farklı entomopatojen fungus türlerini bulundurması açısından daha zengin olduğunu göstermiştir.

Özçelik (2012), Kahramanmaraş ilinin merkez köylerindeki buğday yetiştiriciliği yapılan tarlalar ile Başkonuş ormanlık alanlarından toplanan toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonunu yapmışlardır. Morfolojik tanılamada izolatların uygun besiyeri ortamında çimlenme, gelişme ve hif oluşturma süreleri ile hif, misel ve spor yapılarının mikroskopta incelenmesi ve ölçeklendirilmesi yapılırken, moleküler karakterizasyonda izolatların PCR yöntemi ile ITS ve 18S bölgesine ait sekans dizilimleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen izolatlarının *Beauveria bassiana*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Aspergillus flavus* ve *Penicillium* sp. oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda izolatlara ait sekans dizilimleri Blast programı kullanılarak GenBank'taki diğer izolatlar ile kıyaslanmış ve Mega 4.1 programı kullanılarak da filogenetik ağaçları oluşturulmuştur.

İzgi (2012), Kahramanmaraş Başkonuş ormanlık alanlarının farklı yükseltilerinden alınan toprak örneklerinden tuzak böcek (*Galleria mellonella*) yöntemi kullanarak entomopatojen fungusların izolasyonunu yapmıştır. Toprakta yapılan izolasyonlar sonucunda, entomopatojen fungus türlerinden *Beauveria bassiana*, fırsatçı patojenlerden *Aspergillus flavus*, *Fusarium* spp. (*F. oxysporum*, *F. solani*) ve *Penicillium* sp. türlerini izole etmiştir. İzole edilen funguslardan *Beauveria* cinsine ait iki (BK.2010.1A, BK.2010.2C) *Aspergillus* cinsine ait 3 (BK.2010.1C, BK.2010.2A, BK.2010.3A) fungus izolatı 4. ve 5. dönem *G. mellonella* larvalarına karşı 27 ± 2 °C sıcaklık ve %60.5 nispi nemde test edilmiştir. BK.2010.1A, BK.2010.2C ve BK.2010.2A izolatları *G. mellonella* larvalarında %100'e varan fungus enfeksiyonuna neden olmuştur. Ede edilen *Beauveria* cinsine ait izolatların tarımsal zararlılar ile mücadelede kullanıma potansiyeli olduğu düşünülmektedir.

Koz ve Güven (2014), Kahramanmaraş merkez köylerindeki buğday tarlalarından alınan toprak örneklerinden *G. mellonella* tuzak böcek yöntemi kullanarak entomopatojen fungusların izolasyonlarını yapmıştır. Toprakta yapılan izolasyonlar sonucunda, *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill, *Isaria* sp., *Aspergillus flavus* (Linn), *Fusarium* spp. ve *Penicillium* spp. entomopatojen fungus tür ve izolatlarını teşhis etmiştir. Patojenisite testi için *Beauveria* cinsine ait altı (Kapıçam 2010.C, Kapıçam 2010.E, Kürtül 2010.C, Kürtül 2010.E, Önsen 2010.A, Önsen 2010.B), *Aspergillus* cinsine ait üç (Aksu 2010.C, Kılavuzlu 2010.C, Kürtül 2010.B) fungus izolatını 1000 konidi/mm² konsantrasyonda 4. ve 5. dönem *G. mellonella* larvalarına karşı 27 ± 2 °C sıcaklık ve 60 ± 5 nispi nemde test etmiştir. Kapıçam 2010.C, Kapıçam 2010.E, Kürtül 2010.C, Kürtül 2010.E, Önsen 2010.A, Önsen 2010.B izolatları *G. mellonella* larvalarında %100 ölüme neden olurken Aksu 2010.C, Kılavuzlu 2010.C ve Kürtül 2010.B izolatları sırası ile %60, %45, %41 oranında enfeksiyona sebep olmuştur. Çalışma sonuçları *Beauveria* cinsine ait izolatların *G. mellonella* larvaları üzerine etkili olduğunu göstermiştir.

Er (2013), 2011 yılında Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş illerindeki antepfıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların belirlenmesi amacıyla toplanan 58 toprak örneğinden tuzak böcek yöntemini kullanarak izolasyon yapmıştır. İçerisine *G. mellonella* larvaları bırakılan toprak örnekleri 25 ± 2 °C’de karanlık ortamda 15 gün inkübasyona bırakılmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda, toprak örneklerinin %68.97’sinde entomopatojen fungus türleri tespit edilmiştir. Toprak örneklerinden en çok entomopatojen fungus izolatu elde edilen il Adıyaman olurken, onu Gaziantep ve Kahramanmaraş illeri takip etmiştir. Gaziantep ilinden alınan toprak örneklerinde *Metarhizium anisopliae* ve *B. brogniartii* izolatları elde edilirken, Adıyaman ve Kahramanmaraş’tan alınan örneklerden sadece *B. bassiana* izolatları elde edilmiştir. Toplamda topraktan izole edilen 162 entomopatojen fungus izolatının 142’si *B. bassiana*, 16’sı *M. anisopliae* ve 4’ü *B. brogniartii* olarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçları antepfıstığı bahçelerinde entomopatojen fungusların zararlı mücadelesinde kullanılma potansiyelleri açısından tartışılmıştır.

Özçelik vd. (2013), *Isaria farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum* türlerine ait entomopatojen fungus izolatlarının, yeşil şeftali yaprakbiti (*M. persicae*) ile mücadelede kullanılma potansiyellerini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. *I. farinosa* ve *P. lilacinum* izolatlarının 1×10^8 spor/mL spor solüsyonları yeşil şeftali yaprakbitine uygulanarak %75, %85 ve %95 nem seviyelerinde 26 ± 2 °C’de 14 saat aydınlık 10 saat karanlık iklim odası koşullarında 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre test edilen nem seviyeleri yükseldikçe, entomopatojen fungusların etkinliğinde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, test edilen tüm nem seviyelerinde, çalışmada kullanılan *P. lilacinum* izolatı *I. farinosa* izolatına göre yeşil şeftali yaprakbitinde daha etkili olmuştur. Yaprak bitlerinde %95 nem seviyesinde *I. farinosa* izolatı %84ölüme neden olurken, *P. lilacinum* izolatı %96 oranında ölüme neden olmuştur. Çalışma sonucunda, test edilen *I. farinosa* ve *P. lilacinum* entomopatojen fungus izolatlarının yeşil şeftali yaprakbitine karşı mücadelede kullanılma potansiyeline sahip olduğu ve özellikle seralar gibi yüksek neme sahip alanlarda bu zararlıya karşı daha etkili sonuçlar alınabileceği bildirilmiştir.

Shin vd. (2013), Kore’de farklı bölgelerden alınan 1080 toprak örneğinde dodin ve antibiyotik içeren selektif besiyerleri kullanarak entomopatojen fungus izolasyonları yapmıştır. Elde edilen izolatlar hem morfolojik hemde moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanmıştır. Yapılan izolasyonda kullanılan örneklerin %32’sinde (342 izolat) entomopatojen fungus izolatı elde edilmiş ve elde edilen izolatların çoğunluğunu *Beauveria* spp. (125 izolat) ve *Metarhizium* spp. (82 izolat) türleri oluşturmuştur. Elde edilen fungusların çoğu tarımsal habitatlardan çok orman, dağ ve nehir kıyısındaki topraklardan izole edilmiştir. Elde edilen izolatların patojenisite testleri bal mumu güvesi (*G. mellonella* L.) larvaları kullanılarak yapılmıştır. Patojenisite testleri sonucunda izolatların %60’ının (207 izolat) *G. mellonella* üzerinde patojen olduğu bildirilmiştir. Patojen olan izolatların çeşitli tarımsal zararlılara karşı kullanılma potansiyeline sahip olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, Kore genelinde örnekleme ile yapılan entomopatojenik fungusların izolasyonu ve dağılımına ilişkin ilk çalışmadır.

Jandricic vd. (2014), seralardan izole edilen *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, ve *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) yaprak bitlerine karşı entomopatojen fungusların etkinliğini araştırmışlardır. Bu amaçla *Beauveria*, *Metarhizium* ve *Isaria* cinslerine ait toplam 48 izolatı hedef zararlılara karşı denemişlerdir. Çalışma sonucunda

Beauveria, *Metarhizium* cinslerine ait izolatlar eşit ve önemli derecede etkili bulunurken, *Isaria* cinsine ait izolatların etkisinin düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Baydar (2015), 2013-2014 yılları arasında Isparta ilinden toplanan toprak örneklerinden (*Galleria*) tuzak metodu kullanarak entomopatojen fungusları izole etmiş ve patojenisite testlerini yapmıştır. Çalışmada 196 toprak örneğinde 1080 adet *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) larvası kullanmıştır. Çalışma sonucunda 1080 adet larvadan 777 (%72) fungus izole etmiştir. Entomopatojen funguslar arasında en çok 164 izolat ile *Beauveria* spp. ve 40 izolat ile *Metarhizium* spp. elde etmiştir. Fırsatçı funguslar arasında ise en çok % 45.69 oranında *Fusarium* spp., %14.29 *Aspergillus* spp. ve %2.83 oranında *Penicillium* spp. izole etmiştir. Patojenisite testlerinde *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Fusarium* ve *Aspergillus* cinslerine ait izolatlardan seçilen 55 adet fungus izolatı 4. Dönem *G. mellonella* larvalarına karşı test edilmiştir. Patojenisite testleri sonucunda *Metarhizium* spp. ve *Beauveria* spp. entomopatojen fungus izolatları oldukça etkili bulunmuştur. LT50 değeri 0.56 gün olarak belirlenen BMAUM-M3003 *Metarhizium* izolatı en virulent izolat olmuştur. Ayrıca, BMAUM-E2001, BMAUM-E3001, BMAUM-E6001, BMAUM-K1001 ve BMAUM-K4001 *Beauveria* izolatlarının LT50 değeri sırası ile 1.43, 2.49, 2.56, 2.72 ve 2.84 gün olarak belirlenmiştir. Fırsatçı patojen olarak bilinen *Fusarium* spp. ve *Aspergillus* spp. izolatları *G. mellonella* larvalarında düşük patojenisite (%0-10) göstermiştir. Virülensliği yüksek bulunan BMAUM-M3003, BMAUM-E2001, BMAUM-E3001, BMAUM-E6001, BMAUM-K1001 ve BMAUM-K4001 entomopatojen fungus izolatlarının, gelecekte farklı zararlı böcekler ile mücadelede kullanılma potansiyellerinin olduğu bildirilmiştir.

Kushiyeve (2015) Samsun'da fındık bahçelerinden toplanan enfekteli *Aphanius dispar* (Pisces, Cyprinodontidae) ve *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), zararlılarından entomopatojen fungus izolasyonu yapmıştır. İzole edilen entomopatojen fungus izolatlarının morfolojik ve moleküler olarak tanımlanmaları sonucunda; enfekteli *A. dispar*'dan sadece *L. muscarium* türü izole edilirken, enfekteli *X. germanus*'dan *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. muscarium* ve *P. parvisporus* türleri izole edilmiştir.

Yalçın vd. (2016), Tokat ilindeki tarla topraklarından izole edilen 38 entomopatojen fungusu ve 1 ticari izolat *B. bassiana* strain Bb-1 (%1.5)'i, pirinç biti *S. oryzae* (L.)'ye karşı 1×10^7 spor/mL dozunda uygulamıştır. Ölüm oranları 1., 3. ve 5. günlerde kaydedilmiştir. Beşinci günde GOPT-138-2, GOPT-64, GOPT-41-1 ve GOPT-355 kodlu izolatlar sırasıyla %79.5, 75, 68.2 ve 68.2 ölüm oranına neden olmuştur. Mikosis oranı 14. günün sonunda yüksekten düşüğe doğru sırasıyla; GOPT-114 (%78.95), GOPT-161 (%78.57), GOPT-302 (%70.27), GOPT-19(2)-1 (%70), GOPT-297 (%67.78), GOPT 332 (%65.97), GOPT-167 (%61.54), GOPT-458 (%60) ve GOPT-41-1 (%42.50) kodlu izolatlar için hesaplanmıştır.

Gül (2016), çalışmalarında enfekteli süne (*Eurygaster* spp.)'lerden entomopatojen fungusları izole etmiştir. İzole edilen fungusların morfolojik teşhisinde konidi şekli, büyüklüğü ve koloni rengi gibi özellikleri kullanmıştır. *Fusarium* izolatlarının moleküler teşhisinde TEF gen bölgesini çoğaltmak için ef1-ef2 primerlerini, diğer entomopatojen fungus izolatlarının moleküler teşhisinde ise ITS gen bölgesini çoğaltmak için ITS4-ITS5 primerlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda,

Dünyada ve ülkemizde yaygın entomopatojen fungus türlerinden *Beauveria bassiana* türüne ait 28, *Isaria farinosa* türüne ait 18, *Clonostachys rosea* türüne ait 2, *Lecanicillium* spp. türüne ait 2 ve *Purpureocillium lilacinum* türüne ait 1 adet izolat elde etmiştir. Ayrıca, fırsatçı patojen olarak bilinen *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* ve *Mucor* cinslerine ait 33 adet izolat elde edilmiştir. Patojenisite testlerinde farklı türlere ait 15 izolat kullanılmıştır. Patojenisite testi sonuçlarına göre; *B. bassiana* BB-34 ve AF-4 izolatları 9. günde, E-5-1/2 izolatı ise 12. günde süne zararlısında %100 ölüme neden olarak, en virü lent fungus türü olmuştur. Ko-Ka-2 *Isaria farinosa* izolatı 15. günde %95.3 oranında ölüme neden olurken, Di-Ka-11/1 *Lecanicillium lecanii* izolatı 15. günde süne zararlısında %86.3 ölüm oranına neden olmuştur. Yapılan çalışma Türkiye’de süne zararlısındaki entomopatojen fungusların tespiti ve patojenisite testleri bakımından en kapsamlı çalışma olmuştur.

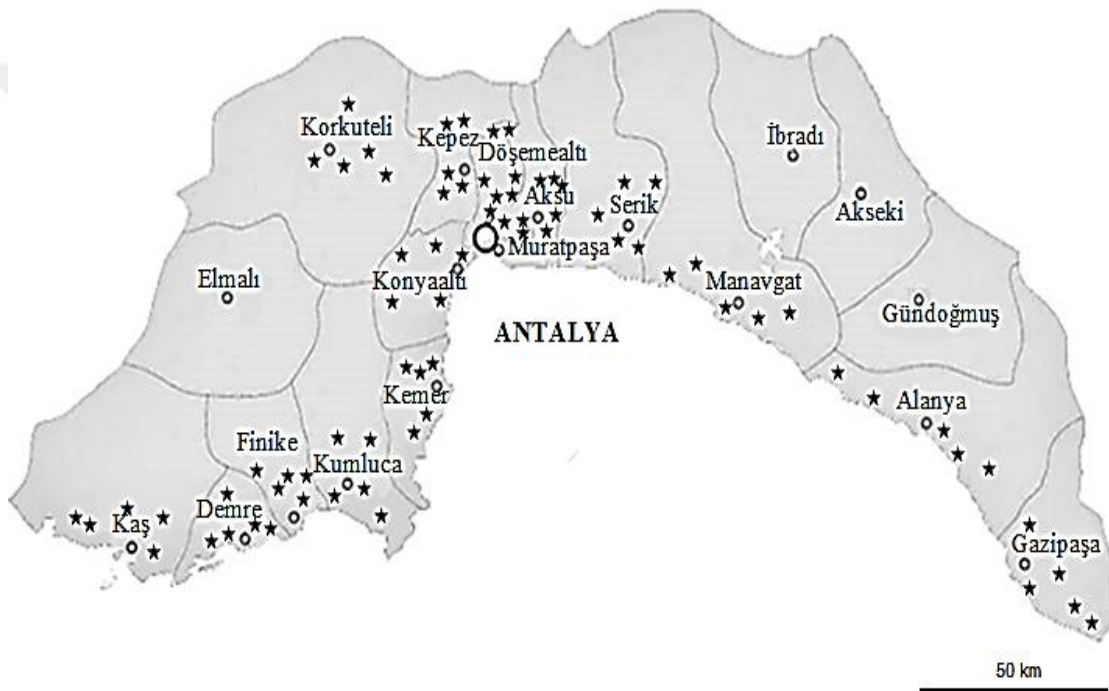
Yapılan çalışmalar, farklı bölgelerden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının değişik zararlılarda patojenliklerinin farklı olabileceğini göstermiştir (Beron ve Diaz 2005). Aynı zamanda entomopatojen funguslar ile ilgili çalışmanın ilk koşulu, mücadelede kullanılan bölgenin doğal şartlarına uyum sağlamış tür ve izolatların kullanılmasıdır. Çünkü mücadelede kullanılan entomopatojen fungus tür ve izolatlarının belirli bir bölgede belirli zararlılara karşı etkinliğinin, Dünyanın başka bölgesinden elde edilmiş entomopatojen fungus tür ve izolatlarına kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Çam vd. 2002; Beron ve Diaz 2005; Fancelli vd. 2013; Topuz vd. 2016). Yapılan çalışmalar, önemli afit zararlılarına karşı mücadelede, entomopatojen fungusların etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak, ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Tüm bu literatür taramaları dikkate alındığında; bu çalışma ile tarımsal üretimde önemli bir yer tutan Antalya’da hem toprak hemde enfekteli yaprakbitlerinden yerli entomopatojenik fungusların izole edilmesi ve farklı bitkilerde ciddi zarara neden olan pamuk yaprakbitine ve yeşil şeftali afidine karşı etkinliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Aynı zamanda elde edilen entomopatojen funguslar ile daha sonra yapılacak biyolojik (mikrobiyal) mücadele çalışmalarında faydalanılacak geniş bir entomopatojen fungus kültür koleksiyonunun oluşturulması da hedeflenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Örnekleme Yerleri ve Zamanları

Bu çalışma kapsamında; hem toprak örneklerinden hem de bitki üzerinde bulunan ve fungal enfeksiyona maruz kalmış yaprakbitlerinden entomopatojen fungusların izolasyonu için, Antalya'da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Aksu, Alanya, Demre, Döşemealtı, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden o bölgeyi en iyi şekilde temsil edecek şekilde 205 toprak ve 203 yaprakbiti olmak üzere toplamda 408 örnek meteorolojik koşullara bağlı olarak 2018-2020 yıllarında belirli periyotlar halinde alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Antalya ilinde entomopatojen fungusların izolasyonları için örneklerin alındığı bölgeler

Toprak örneklerine ait GPS, yer ve habitat bilgileri Ek 1'de ve enfekteli afit örneklerine ait bilgiler Ek 2'de verilmiştir. Bahçe, sera, tarla gibi kültür bitkilerinin yetiştiriciliği yapılan alanların yanında çayır, mera ve orman gibi doğal alanlardan da örneklemeler yapılmıştır. Survey sırasında örnek alınırken fazla güneş ışığı almayan ve nemin yoğun olduğu yerler tercih edilmiştir. Ayrıca, örnekleme yapılan yerin mümkün olduğunca kimyasal ilaçların kullanılmadığı ve her bir lokaliteyi en iyi biçimde temsil edecek şekilde olmasına da dikkat edilmiştir (Bidochka vd. 1998; Klinge vd. 2002b; Asensio vd. 2003; Quesada-Moraga vd. 2007; Tkaczuk vd. 2012; Baydar vd. 2016).

3.2. Toprak ve Enfekteli Yaprakbiti Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi

3.2.1. Toprak örneklerinin alınması

Her ilçeden en az 5 farklı bahçeden toplamda 205 toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerin alındığı bölgelere ait bilgiler Ek 1’de verilmiştir. Her lokalitedeki her bir bahçenin 0.5 m²’lik 8-10 farklı noktasından 20-30 cm derinlikten 10 cm çapındaki ‘toprak burgusu’ ile alınan toprak örnekleri toplamda 2 kg olacak şekilde karıştırılarak kilitli plastik torbalarda etiketlenerek Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Laboratuvarı’na getirilmiştir (Stock vd. 1999; Shtayeh vd. 2002; Keller vd. 2003; Kessler vd. 2004; Quesada-Moraga vd. 2007; Sanchez-Pena vd. 2011). Toprak burgusu, her bahçedeki örnek alma işleminden sonra %70’lik etil alkol ile steril edilmiştir. Toprak örnekleri izolasyonlar yapıncaya kadar +4 °C’de karanlıkta muhafaza edilmiştir (Hızır vd. 2003; Sanchez-Pena vd. 2011).

3.2.2. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin toplanması

Arazi çalışmalarında entomopatojen funguslar tarafından enfekte olmuş ya da enfekteli olduğundan şüphelenilen yaprakbitlerini bulunduran sürgün, dal, çiçek, yaprak ve meyveler kilitli plastik torbalar ve örnek kaplarına yerleştirilerek etiketlenmiştir. Etiketlenen örnekler buz kutuları içerisinde Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Laboratuvarı’na getirilmiştir (Şekil 3.2. ve Şekil 3.3) (Sanchez-Pena vd. 2011). Örneklerin alındığı bölgelerin GPS konumları ve konukçu bilgileri Ek 2’de verilmiştir. Canlı olarak getirilen böcekler havalandırma sağlanmış plastik kavanozlarda bir hafta süre ile günlük olarak gözlem altına alınmıştır. İnkübasyon süresi boyunca, böceklerin beslenmesi amacıyla kavanozlara doğal ortamında beslendiği bitkiler yerleştirilmiştir. Toplanan böcekler enfeksiyonun gelişimi için iklim odasında 24±5 °C sıcaklıkta ve %65±5 nemde inkübasyona tabii tutulmuştur.



Şekil 3.2. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin toplanması



Şekil 3.3. Enfekteli yaprakbiti örneklerinin alındığı farklı bitkiler

3.3. Toprak ve Enfekteli Yaprakbiti Örneklerinden Fungus İzolasyonu

3.3.1. *Galleria mellonella* (L.) larvalarının üretilmesi

Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonunda yaygın olarak kullanılan metotlardan biri “*Galleria* tuzak metodu” dur. Bu metotla topraktan entomopatojen fungus izolasyonunda *G. mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları toprak örneklerinin içerisine yerleştirilerek topraktaki entomopatojen funguslar tarafından uygun koşullar altında enfekte olması beklenir (Zimmermann 1986; Meyling 2007). Bu metot, son yıllarda yapılan entomopatojen fungus çalışmalarında en çok kullanılan yöntem olması nedeniyle bu tez çalışmasında da tercih edilmiştir (Bedding ve Akhurst 1975; Zimmermann 1986; Chandler vd. 1997; Griffin vd. 2000; Klingen vd. 2002; Keller vd. 2003; Meyling ve Eilenberg 2006; Bing ve Xing 2008). Yaklaşık 3 yıldır Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Laboratuvarı’nda *G. mellonella* kültürü oluşturulmuş olup, 3 L’lik tül kapaklı cam kavanozlarda 26 ± 2 °C sıcaklık ve 60 ± 5 nispi nemde kültürü idame ettirilmektedir (Bronskill 1961; Kaya ve Stock 1997). Bu çalışmada üretilen 4. evre gelmiş *G. mellonella* larvaları topraktan entomopatojen fungus izole etmek amacıyla kullanılmıştır. *G. mellonella* larvaları için 200 mL süzme bal, 250 mL gliserin, 100 mL saf su, 200 mL petek mumu ve 2 L buğday kepeği içeren besi ortamları hazırlanmış ve 1 L hacimli cam kavanozlarda kültüre alınmıştır (Şekil 3.4). Çalışmada kullanılan 4. evre *G. mellonella* larvaları 50 °C’de ısıtılmış 500 mL’lik steril saf su içerisinde 3-5 saniye bekletilerek inkübasyon süresi içerisinde pupa dönemine girmesi engellenmiştir (Meyling 2007).



Şekil 3.4. *Galleria mellonella* larvalarının kültüre alınması

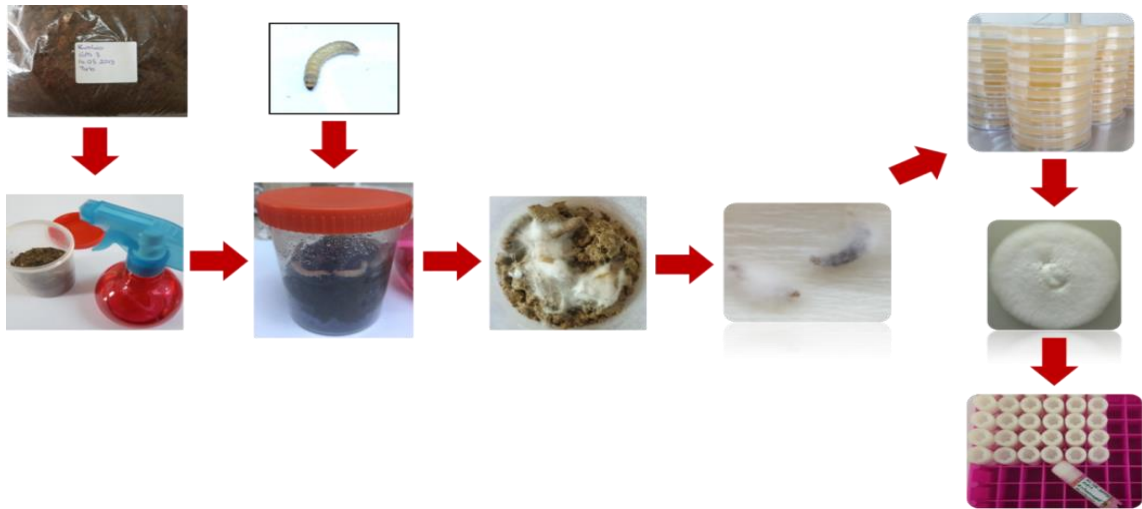
3.3.2. Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu

Her bir bahçeden alınan 2 kg kadar toprak örnekleri homojen olarak karıştırıldıktan sonra her bir toprak örneğinden yaklaşık 70-75 mL toprak örneği 100 mL’lik şeffaf steril kültür kaplarına aktarılacak şekilde steril saf su ile nemlendirilmiştir (Şekil 3.5) (Mietkiewski vd. 1997; Zimmermann 1998; Sonia vd. 2005). Her bir kültür kabına 5 adet 4. Dönem *G. mellonella* larvası yerleştirildikten sonra her kabın kapağı kapatılarak havalandırma için sıcak iğne yardımıyla 20 delik açılmıştır. Deneme 22 ± 2 °C sıcaklıkta karanlık oda koşullarında üç tekerrürlü olarak yapılmıştır (Hughes vd. 2004). Kurulan denemelerde aynı yöntemle kontrol grupları oluşturulmuş, fakat kontrol gruplarına steril toprak ve steril distile su verilmiştir.

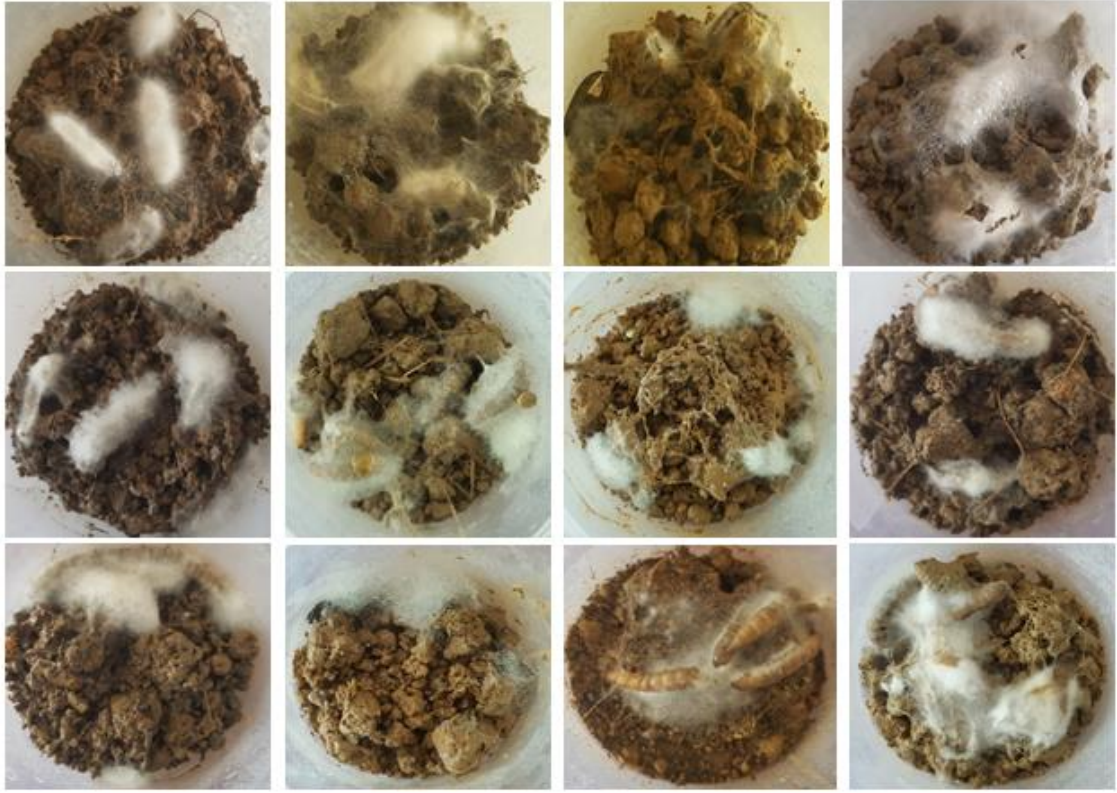


Şekil 3.5. Toprak örneklerinin kültür kaplarına alınması

Toprak örnekleri 3., 5., 7. ve 10. günlerde incelenip entomopatojen fungus ile enfekte olduğu tespit edilen fungal gelişim gösteren ve göstermeyen ölü larvalar önce 10-20 sn %1'lik sodyum hipokloritte, sonra 3 sn %70'lik etil alkolde yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur (Chandler vd. 1997; Bidochka vd. 1998; Lezama-Gutierrez vd. 2001; Quesada-Moraga vd. 2007; Dhoj vd. 2008). Larvalar daha sonra 3 defa steril saf sudan geçirilmiş ve üzerlerindeki fazla su filtre kağıdına alınarak emdirilmiştir. Larvalar, nemli filtre kâğıtlarının bulunduğu steril petri kaplarına (tek kullanımlık plastik 90x15 mm, Isolab) aktarılaraq Parafilm® M (Bemis, Neenah, WI) ile kapatılmıştır (De La Rosa vd. 2000). Yüzey sterilizasyonu yapılmış larva kadavraları, 7-14 gün boyunca oda sıcaklığına (25 ± 2 °C) ayarlanmış bir inkübatör içinde inkübasyona bırakılmıştır (Bello vd. 2000; Meyling 2007). İnkübasyondan sonra, fungal gelişim gösteren örneklerden saf kültür izolasyonu Patates dekstroza agar (PDA; Becton, Dickinson and Company, MD, USA) ve Sabouraud dekstroza agar (SDA; Becton, Dickinson and Company, MD, USA) besi ortamları kullanılarak yapılmıştır (Vänninen vd. 1989; Oudor vd. 2000; Padmaja ve Kaur 2001; Padmaja 2001; Meyling 2007). Bakteri kontaminasyonunu engellemek için besiyerlerine 50 µg/ml ampicilin ve 20 µg/ml oranında streptomycine eklenmiştir (Eken 2011). Entomopatojen fungus izolatlarının gelişimi için izolasyonu yapılan besi ortamları 27 °C'de 7-10 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Besi ortamlarında geliştirilen entomopatojen fungusların saf kültürleri oluşturulduktan sonra %30 oranında gliserol içeren Potato Broth besi ortamında, 2 ml'lik kriyogenik tüplerde -80 °C'de stok kültürleri oluşturulmuştur (Şekil 3.6, Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonu



Şekil 3.7. Toprak örneklerinde entomopatojen fungusların *Galleria mellonella* larvaları üzerinde gelişimi

3.3.3. Enfekteli yaprakbiti örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu

Laboratuvarda stereo-mikroskop (Leica EZ4) altında yapılan incelemelerde yaprakbiti örneklerinden ölü olanlar, canlı ve hastalık semptomları gösterenler tespit edilerek gruplara ayrılmıştır (Tuncer vd. 2017). Entomopatojen fungusların izolasyonunda, üzerinde fungal gelişme gözlenen ölü yaprakbiti kadavraları saf kültür elde etmek için işleme tabi tutulmuştur. Hatta özellikle bazı yaprakbiti örneklerinde stereo mikroskop altında yapılan ilk incelemede bireyler üzerinde belirgin bir şekilde entomopatojen fungus belirtileri görülmüştür (Şekil 3.8). Ölü yaprakbiti bireyleri her birey ayrı olarak 10-20 sn %1'lik sodyum hipokloritte, 3 sn %70'lik etil alkolde bekletildikten sonra 3 defa saf sudan geçirilerek yüzey sterilizasyonları yapılmıştır. Kadavralar, nemli filtre kâğıtlarının bulunduğu steril petri kaplarına aktararak parafilm ile kapatılmıştır. Daha sonra fungus gelişimini teşvik etmek için $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ayarlı inkübatörde 7-10 günlük inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.9) (Meyling 2007).

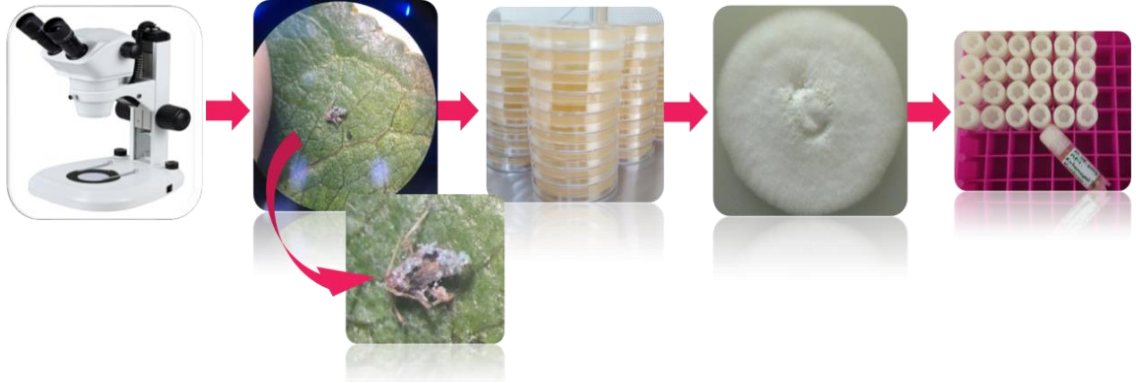


Şekil 3.8. Farklı bitkilerde doğal fungal enfeksiyondan ölmüş yaprakbitleri



Şekil 3.8. Farklı bitkilerde doğal fungal enfeksiyondan ölmüş yaprakbitleri (devamı)

İnkübasyondan sonra stero-mikroskop altında yapılan incelemede, üzerinde fungal gelişme olan kadvralar SDA ve PDA besi ortamlarını içeren petrilere inoküle edilmiş ve 27 °C’de 7-14 gün boyunca geliştirilmiştir. Bakteri kontaminasyonunu engellemek için besiyerine 50 µg/ml ampicilin, 20 µg/ml chloramphenicol ve 200 µg/ml oranında streptomycine ilavesi yapılmıştır (Majumdar vd. 2008; Eken 2011). Besi ortamlarında da geliştirilen entomopatojen funguslar saflaştırıldıktan sonra -80 °C’de %30 gliserol içeren potato broth ortamında kriyogenik tüplerde stok kültürleri iki paralel halinde oluşturulmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Enfekteli yaprakbiti örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu ve stok kültürlerinin oluşturulması

3.4. Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tanısı

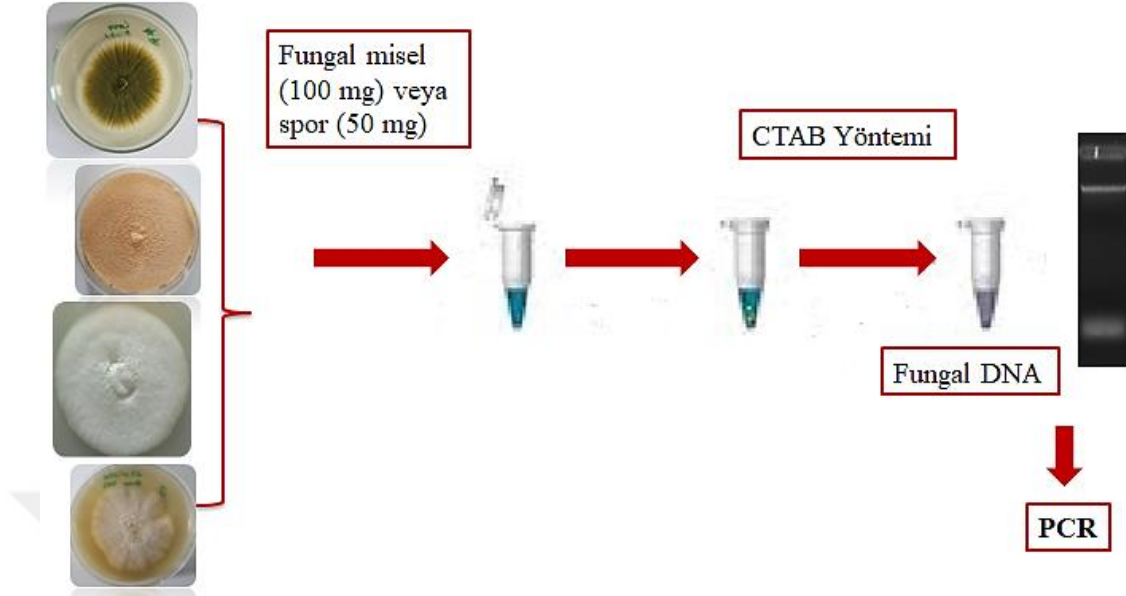
3.4.1. Entomopatojen fungus izolatlarının morfolojik karakterizasyonu

Entomopatojen fungusların morfolojik tanısı, görüntülü ışık mikroskobu (Leica DM2500) kullanılarak yapılmıştır. PDA ve SDA besi ortamlarında geliştirilen fungus izolatlarının dış görünüşleri, hif ve konidiofor yapıları, spor ölçümleri ve spor şekilleri belirlenerek koloni morfolojilerine (pigmentasyon, gelişme hızı, vb.) göre ilgili literatür kullanılarak teşhisleri yapılmıştır (de Hoog 1972; Samson 1988; Humber 1997; Eken 2011).

3.4.2. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonu

Toprak ve enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonu Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının DNA izolasyonları için öncelikle saf kültürler PDA besiyerinde 25 °C sıcaklıkta 7-10 gün inkübasyonda geliştirilmiştir. Elde edilen fungal misel ve spordardan DNA izolasyonunda geleneksel CTAB metodu kullanılmıştır (Şekil 3.10) (Doyle ve Doyle 1990). Fungal misellerden (100 mg) veya spordardan (50 mg) steril aşı iğnesiyle 1.5 mL mikrofüj tüplerine aktarılmış ve üzerine %0.5 merkaptotanol içeren CTAB buffer (1.4 M NaCl 280 ml, 1000 mM pH:8 Tris-HCL 100 ml, pH:8 20 mM EDTA 40 ml, %2 CTAB 20 g, %0.2 Beta-merkaptotanol 2 ml) 500 µl eklenerek örnekler steril plastik ezme çubukları (pestil) kullanılarak parçalanmış ve homojen hale getirilmiştir. Ardından 3 saat 65°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda 450 µl kloroform/izoamil alkol (24:1 w/w) solüsyonu eklenip vortekslenmiş sonra 14000 g de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Üst faz dikkatlice yeni tüpe aktarılmış ve aktarılan sıvı ile eşit miktarda -20 °C sıcaklıkta izopropanol eklenmiştir. Yeni mikrofüj tüpleri 12 saat -20 °C'de bekletildikten sonra 14000 g de 20 dakika santrifüj yapılmıştır. Santrifüjden sonra tüplerin altında gözlenen pelete dikkat edilerek üstündeki tüm sıvı uzaklaştırılmış ve 200 µL 4 °C'de muhafaza edilen %70'lik etanol pelet üzerine eklenerek 14000 g de 5 dakika santrifüj yapılmıştır. Bu işlem 2 kere tekrarlanmıştır. Üst sıvı uzaklaştırıldıktan sonra pelet oda sıcaklığında kurutma kağıtları üzerinde ters çevrilerek kurumaya bırakılmıştır. Tüpler kuruduktan sonra pelet üzerine 100 µl TE buffer veya otoklav edilmiş saf su eklenerek DNA solüsyonları elde

edilmiştir. Elde edilen DNA'ların kalite ve miktarı %1'lik agaroz jel ortamında kontrol edildikten sonra uzun süreli muhafaza için -20 °C'de saklanmıştır.



Şekil 3.10. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonu

3.4.3. Hedef gen bölgelerinin çoğaltılması

Bu çalışmada izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının tanısında birçok organizmanın moleküler tanılamasında kullanılan ITS gen bölgesine ait PCR primerleri kullanılmıştır (White vd. 1990). Aynı zamanda virülenslikleri yüksek bulunan ve ITS 1 ile ITS 4 primerleri kullanılarak yapılan PCR işleminde tespit edilemeyen izolatların PCR işleminde mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1alpha) gen bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan 983/2218 primerleri kullanılmıştır (Rehner 2001). Dünyada ve ülkemizde yaygın entomopatojen fungus türlerinden *Beauveria bassiana* türüne ait izolatların moleküler analizinde kullanılan spesifik EF3F/EF5R klasik PCR primerleri, EF4F/EF4R nested PCR primerleri ile izolatların kısa sürede tespit edilmelerini sağlayan F/R Real-Time PCR primerleride ön patojenisite testleri sonucunda virülenslikleri yüksek olan 5 *Beauveria bassiana* izolatının moleküler karakterizasyonunda kullanılmıştır (Çizelge 3.1) (Bell vd. 2009; McKinnon vd. 2018).

Klasik PCR işleminde kullanılan PCR karışımı; toplam hacim 50 µl olarak 4 µl DNA solüsyonu, primerlerin her birinden 1 µl, 8 µl dNTP karışımı, 5 µl 10× tampon çözelti, 3 µl MgCl₂, 0.25 µl *Taq* polimeraz ve 27.8 µl steril deyonize saf su şeklindedir. Nested PCR işleminde kullanılan PCR karışımı; toplam hacim 50 µl olarak şekilde 1 µl ilk PCR ürününden elde edilen amplifikasyon ürünü, primerlerin her birinden 1 µl, 8 µl dNTP karışımı, 5 µl 10× tampon çözelti, 3 µl MgCl₂, 0.25 µl *Taq* polimeraz ve 30.8 µl steril deyonize saf su şeklindedir. Negatif kontrol olarak DNA solüsyonu yerine steril saf su kullanılmıştır. Fungal izolatların klasik PCR ile tanı ve tespitinin gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılan PCR programları Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Klasik PCR amplifikasyonlarında Peqlab Thermocycler Primus 96 cihazı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Entomopatojen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonunda kullanılan primerler

Primerler	Dizi	Referans
ITS1	5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	White vd. 1990
ITS4	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'	
983	5'-GCYCCYGGHCAYCGTGAYTTYAT-3'	Rehner 2001
2218	5'-ATGACACCRACRGCACRGTYTG -3'	
EF3F	5'-ACGGTGCCCGTCGGT -3'	McKinnon vd. 2018
EF5R	5'-ACTTGATGAACTTGGGGTTGTTC-3'	
EF4F	5'-GTCGCTGGTGACTCCAAGAA -3'	McKinnon vd. 2018
EF4R	5'-GTACGGCGGTTCGATCTTCTC -3'	
F	5'-GCC GGC CCT GAA ATG G-3'	Bell vd. 2009
R	5'-GAT TCG AGG TCA ACG TTC AGA AG-3'	

Çizelge 3.2. Entomopatojen fungus izolatlarının tanı ve tespitlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan klasik PCR programları

Primerler	Aşama	Sıcaklık (°C)	Süre (Saniye)	Döngü Sayısı
ITS1/ ITS4	Ön Denatürasyon	94	300	1
	Denatürasyon	94	30	30
	Bağlanma	56	60	
	Uzama	72	90	
	Son Uzama	72	300	1
983/ 2218	Ön Denatürasyon	95	300	1
	Denatürasyon	95	60	35
	Bağlanma	58	60	
	Uzama	72	60	
	Son Uzama	72	300	1
EF3F/ EF5R	Ön Denatürasyon	95	300	1
	Denatürasyon	95	30	25
	Bağlanma	60	30	
	Uzama	72	60	
	Son Uzama	72	420	1
EF4F/ EF4R	Ön Denatürasyon	95	300	1
	Denatürasyon	95	30	30
	Bağlanma	65	30	
	Uzama	72	60	
	Son Uzama	72	300	1
F/ R	Ön Denatürasyon	95	120	1
	Denatürasyon	95	15	30
	Bağlanma	64	30	
	Uzama	72	45	
	Son Uzama	72	300	1

Elde edilen PCR ürünleri (10 µl) loading Dye (2µl) ile karıştırılıp, 100 bp DNA Ladder (4 µl) (Thermo Scientific Gene Ruler) ile birlikte içerisinde 10 mg/L EtBr (ethidium bromide) bulunan %1'lik agaroz jelde 75 voltta 140 dakika yürütülmüştür. Yürütme işleminde ve agaroz jelin hazırlanmasında 1X TAE buffer (Tris-Baz 9.68 g, Asetik Asit [Glasiyel] 2.04 ml, 0.5 M EDTA [pH:8.0] 4 ml, ddH₂O 2000 ml) kullanılmıştır. PCR ürünleri yürütme işlemi sonunda ultraviyole ışık altında Vilber Lourmat SR 12575 transillüminatör cihazı ve Bio Capt Version 11.02. programı kullanılarak görüntülenmiştir. Değerlendirme sonucunda DNA dizilim analizi için uygun olanlar hizmet alımı yapılarak sekanslanmıştır.

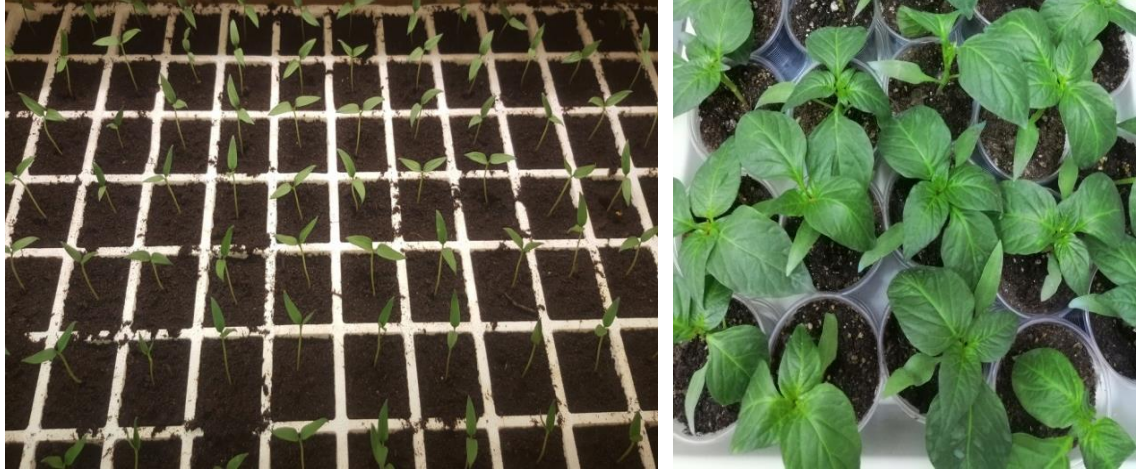
3.4.4. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz

PCR amplifikasyon ürünleri BM Labosis-Macro Gene (Çankaya, Ankara) (www.bmlabosis.com) aracılığıyla Macrogen Hollanda laboratuvarında ABI 3730XL Sanger sıralama cihazı (Applied Biosystems, Foster City, CA) ve BigDye Terminator v3.1 Döngü Sekanslama Kiti (Applied Biosystems, Foster City, CA) kullanılarak sekanslanmıştır. İzolatların DNA dizilimleri, Bioedit programında Clustal W algoritması kullanılarak belirlenmiştir ve NCBI GenBank'a yüklenerek erişim numaraları alınmıştır (Thompson vd. 1994; Hall 1999).

Elde edilen entomopatojen fungus türleri ile NCBI GenBank'taki türler arasındaki akrabalık ilişkileri ve benzerlik oranları belirlenmiştir (Altschul vd. 1990). Moleküler filogenetik analizler Maximum Likelihood dendrogramı Tamura 3-parameter model modeli kullanılarak Mega 5.1 programı (Biodesign Institute, Tempe, Arizona) ile yapılmış ve dendogramlar elde edilmiştir (Tamura 1992; Tamura vd. 2011).

3.5. Bitki Üretimi

Patojenisite testlerinde kullanmak amacı ile sivri (Mostar F1), çarliston (Abide F1) ve kapyra (Bellisa 35508 RZ F1) biber (*Capsicum annuum*) çeşitleri kullanılmıştır. Bitki üretimi ilk olarak viyollere ekilen biber tohumlarının çimlenmesinden sonra 5-6 yaprak oluşumuna kadar 250 ml'lik plastik tek kullanımlık bardaklara aktararak temiz iklim odasında büyütülmüş ve daha sonra *A. gossypii* ve *M. persicae* üretimi için bir başka iklim odasına alınmıştır (Şekil 3.11). Konukçu bitki üretimi 25±2 °C sıcaklık, %60±10 oransal nem ve 16 saat aydınlatmalı iklim odası koşullarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11. Etkinlik testlerinde kullanılacak biber fidelerinin iklim odasında yetiştirilmesi

3.6. *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae* Kitle Üretimi

Bu çalışmada; Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Laboratuvarı iklim odalarında biber bitkileri üzerinde kültüre alınmış olan *A. gossypii* ve *M. persicae* türleri kullanılmıştır. Koloniler, 25 ± 2 °C sıcaklık, 60 ± 5 oransal nem ve 16 saat aydınlatmalı iklim odası koşullarında, 40x40x40 cm'lik tül kafeslerde yetiştirilmiştir. Kültüre alınan bireylerden sağlıklı nimf ve 4-5 günlük kanatsız ergin dişi bireyler entomopatojen fungusların etkinlik denemelerinde kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan *A. gossypii* ve *M. persicae* kültürlerinin moleküler tanısını yapmak amacıyla her bir kültürden alınan bir tek dişi ergin bireyden CTAB metodu kullanılarak DNA izolasyonları yapılmıştır (Doyle ve Doyle 1990). Her iki zararlıının mitokondriyel COI (Ctyochrome Oxidase Subunit I) gen bölgesinin çoğaltılmasında Çizelge 3.3'te verilen COI deg F1/R1 primerleri ve Çizelge 3.4'te verilen PCR programı kullanılmıştır (Timm vd. 2008). Klasik PCR karışımı; toplam hacim 50 µl olarak 4 µl DNA solüsyonu, primerlerin her birinden 1 µl, 8 µl dNTP karışımı, 5 µl 10× tampon çözelti, 3 µl MgCl₂, 0.25 µl *Taq* polimeraz ve 27.8 µl steril deyonize saf su şeklindedir. Negatif kontrol olarak DNA solüsyonu yerine steril saf su kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'nin moleküler karakterizasyonunda kullanılan primerler

Primerler	Dizi	Referans
COIdegF1	5'-TTCAHCCHGTTCCGCHCCDTC-3'	Timm vd. 2008
COIdegR1	5'-TTGAYCCDRGAGGAGGWGGDGAYCC-3'	

Çizelge 3.4. *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'nin moleküler karakterizasyonunda kullanılan Klasik PCR programı

Aşama	Sıcaklık (°C)	Süre (Saniye)	Döngü Sayısı
Ön Denatürasyon	94	150	1
Denatürasyon	94	50	
Bağlanma	53	50	35
Uzama	72	70	
Son Uzama	72	300	1

Elde edilen PCR ürünleri (10 µl) loading Dye (2µl) ile karıştırılıp, 100 bp DNA Ladder (4 µl) ile birlikte içerisinde 10 mg/L EtBr (ethidium bromide) bulunan %1'lik agaroz jelde 75 voltta 140 dakika yürütülmüştür. PCR ürünleri yürütme işlemi sonunda ultraviyole ışık altında görüntülenmiştir. Değerlendirme sonucunda DNA dizilim analizine gönderilmiştir. PCR amplifikasyon ürünleri BM Labosis-Macro Gene (Çankaya, Ankara) (www.bmlabosis.com) aracılığıyla Macrogen Hollanda laboratuvarında ABI 3730XL Sanger sıralama cihazı (Applied Biosystems, Foster City, CA) ve BigDye Terminator v3.1 Döngü Sekanslama Kiti (Applied Biosystems, Foster City, CA) kullanılarak sekanslanmıştır. *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin DNA dizilimleri, Bioedit programında ClustalW algoritması kullanılarak belirlenmiştir ve NCBI GenBank'a yüklenerek erişim numaraları alınmıştır (Thompson vd. 1994; Hall 1999).

3.7. Laboratuvar Etkinlik Testleri

Çalışmada elde edilen entomopatojen fungus izolatları SDA besi ortamında 25±2 °C'ye ayarlı inkübatörde karanlık ortamda 10-14 gün süre ile geliştirilmiştir. Gelişen fungusların üzerine %0.1'lik Tween 80 içeren 10 mL steril saf su eklenmiş ve Dirigalski özesi ile kazınarak sporlar elde edilmiştir (Hansoylu 2003). Spor solüsyonları 4 kat steril tülbentten 50 mL'lik steril cam erlenlere geçirilerek agar ve misel parçaları uzaklaştırılmıştır. Elde edilen spor solüsyonları 2-3 dakika vortekslenerek homojen hale getirilmiştir (Abebe 2002). EPF izolatlarına ait spor solüsyonları Thoma Neubauver Lamında sayılarak hazırlanmıştır (Çam vd. 2002; Fancelli vd. 2013; Gabarty vd. 2014).

Etkinlik testlerinde kullanılan EPF izolatlarının sporlarının canlılık ve çimlenme oranlarını belirlemek amacıyla 1×10^4 spor/mL konsantrasyonda hazırlanan spor solüsyonlarından 0.1 mL alınarak 9 cm'lik PDA besi ortamı içeren petri kaplarına Dirigalski özesi yardımıyla yayılmış ve 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan 24 saat sonra her bir petri kabında 100 spor mikroskopta incelenerek canlılık ve çimlenme oranı belirlenmiştir (Safavi vd. 2010; Erper vd. 2016). Spor çapından büyük çim tüpü oluşturan sporlar çimlenmiş olarak sayılmıştır. Sayım sonucunda çimlenen spor sayısı %95'in üzerinde olan izolatlar patojenisite testlerinde kullanılmıştır (Lomer vd. 1997; Kushiyeve vd. 2018).

3.8. Toprak Örneklerinden İzole Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Ön Patojenisite Testi

Toprak örneklerinden *G. mellonella* larvaları kullanılarak elde edilen fungus tür ve izolatlarının *A. gossypii* ve *M. persicae* zararlılarına karşı etkinliği test edilmeden

önce entomopatojen olarak bilinen fungus türleri ile Kalkar vd. (2006) tarafından geliştirilen Agar yüzeyi biyolojik test yöntemi kullanılarak ön patojenisite testi yapılmıştır. Bu amaçla PDA besi ortamında yetiştirilen her izolat için 1×10^7 spor/ml konsantrasyonda spor solüsyonu hazırlanmış ve daha sonra hazırlanan solüsyondan 100 µl alınarak 10 mL %2 agar ortamı içeren petri kaplarının (90 x 15 mm) yüzeyine Dirigalski özesi ile eşit olarak yayılmıştır. Daha sonra petriler steril kabin içerisinde 1 saat kurutulduktan sonra beş adet 4. dönem *G. mellonella* larvası her bir petri kabına yerleştirilmiş ve 25 ± 2 °C sıcaklık, 60 ± 5 nem ve 16:8 saat aydınlık/karanlık koşullarda 24 saat iklim odasında inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra larvalar temiz peteklerin bulunduğu steril petri kaplarına aktarılmıştır. Ön patojenisite testi, her bir fungus izolatı için üç tekerrürden oluşmuştur. Kontrol petrilere %0.03 Tween 80 içeren steril saf su uygulanmıştır. İnkübasyondan 3, 5, 7 ve 10 gün sonra yapılan kontrollerde canlı-ölü sayımları kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Ön patojenisite testlerinde *Galleria mellonella* larvaları ve fungus gelişimi

3.9. Ticari Preparatların Hazırlanması

Toprak ve enfekteli afidlerden izole edilen yerli izolatların etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı'ndan temin edilen fungus kökenli ticari preparatlar patojenisite testlerinde kullanılmıştır. Ticari preparatların her birinden tavsiye dozuna uygun olarak 2.5 mL solüsyon alınarak 1000 mL su ile seyreltilmiş ve 1×10^8 spor/mL konsantrasyonuna ayarlanmıştır. Kullanılan ticari preparatların ismi, içerdiği entomopatojen fungus türü, kullanımı önerilen hedef zararlısı ve tavsiye dozu Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan ticari entomopatojen fungus preparatları

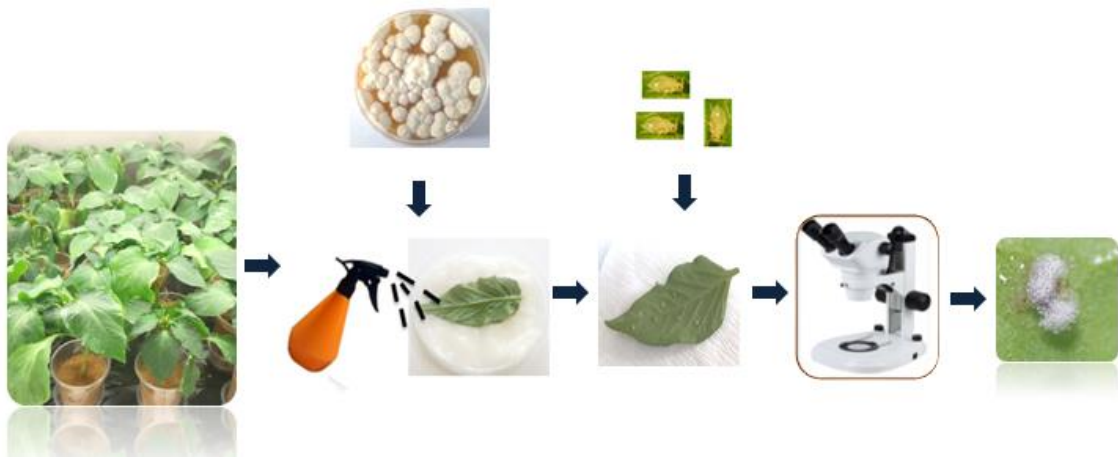
Ticari ismi	Fungus türü	Hedef Zararlısı	Tavsiye Dozu 100 L-1
Nibortem	<i>Verticillium lecani</i>	Beyaz sinekler	250 mL
Nostalgist	<i>Beauveria bassiana</i>	Yeşil kurt	250 mL
Priority	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Kırmızı örümcek	250 mL

3.10. Entomopatojen Fungus İzolatlarının *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye Karşı Etkinlikleri

Doz denemelerine geçmeden önce en etkili 5 fungus izolatının belirlenmesi ve ticari preparatlar ile etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla toprak örneklerinden izole edilen ve ön patojenisite sonuçlarına göre etkinliği yüksek bulunan 19 fungus izolatu ve enfekteli yaprak bitlerinden izole edilen 14 fungus izolatu 1×10^7 spor/ml konsantrasyonda petride *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae* erginlerine karşı test edilmiştir. Ön patojenisite testinde her iki zararlı üzerinde etkinliği yüksek olan 5 fungus izolatının 5 farklı spor konsantrasyonu (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 spor/mL) *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'nin nimf ve dişi erginlerine karşı petri ve saksı denemelerinde test edilmiştir (Gabarty vd. 2014).

3.10.1. Petri denemeleri

Entomopatogen fungusların *A. gossypii* ve *M. persicae* üzerindeki etkinlik testleri 25±1 °C sıcaklık ve %60±5 oransal neme sahip iklim odasında yürütülmüştür. Petrilere (9 cm çapında) ilk olarak 3'er adet kurutma kâğıtları konulmuş daha sonra biber yaprağı alt yüzü yukarı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Püskürtme yöntemi ile spor solüsyonları Airbrush (Lotus 138) mini püskürtme aleti ile 10-20 cm uzaklıktan üç defa olacak biçimde yapraklar üzerine uygulanmıştır. Yapraklar kuruduktan sonra kültürden elde edilen *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve ergin dişi bireyleri, her petriye 10 birey olmak üzere ince uçlu fırça yardımıyla yerleştirilmiştir (Şekil 3.13).



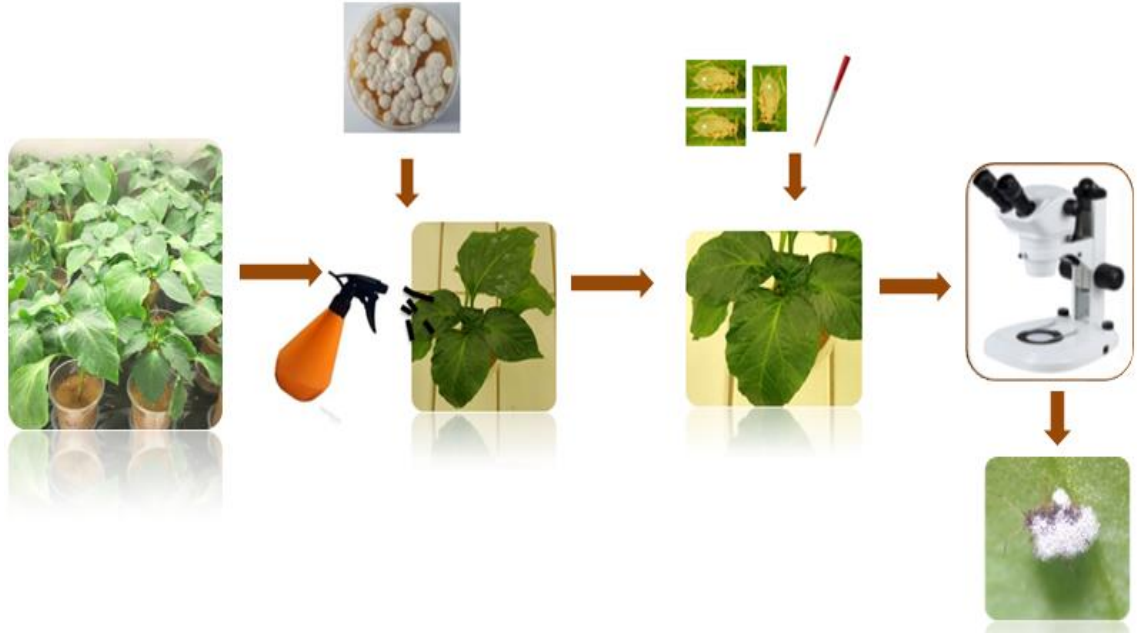
Şekil 3.13. Entomopatojen fungus izolatlarının petri denemeleri ile *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi

Laboratuvardaki patojenisite testlerinde muamele etkinlikleri, püskürtmeden 3, 5, 7, 10 gün sonra canlı-ölü birey sayıları ve fungus gelişimi binoküler stereo mikroskop altında incelenerek kaydedilmiştir. Ölü afidler, nemli kurutma kağıdı içeren petri kaplarına alınarak spor gelişimi için 14 gün bekletilmiştir. Ölümünün uygulanan entomopatojen fungustan meydana geldiğini doğrulamak için ölü bireylerden teyit

amacıyla reizolasyon yapılmış ve Koch postulatları doğrulanmıştır. Negatif kontrol olarak ise spor solüsyonları yerine %0.03 tween 80 içeren steril saf su kullanılmıştır. Her bir entomopatojen fungus türü ve izolatları için denemeler 3 tekrardan oluşmuş ve tesadüf parselleri deneme desenine göre hazırlanmıştır.

3.10.2. Saksı denemeleri

Petri denemelerinde olduğu gibi saksı denemelerinde de biber bitkileri kullanılmıştır. Biber üretimi, içinde orman toprağı bulunan 250 ml'lik plastik bardaklarda gerçekleştirilmiştir. Biber üretim odasından elde edilen aynı yaşlı biber bitkileri çalışmalarda kullanılmıştır. 5-6 yaprağı sahip bitkilerin bir yaprağı çalışmada kullanılmıştır. Püskürtme yöntemi ile spor solüsyonları Airbrush (Lotus 138) mini püskürtme aleti ile 10-20 cm uzaklıktan üç defa olacak biçimde yapraklar üzerine uygulanmıştır. Bu bitkilerin her birine *A. gossypii* ve *M. persicae* kültüründen elde edilen 10 birey (nimf ve ergin dişi birey) ince uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır (Şekil 3.14). Uygulama yapılan yapraklardan zararlı kaçışını önlemek amacıyla 6×9 cm'lik kilitli poşetler kullanılmıştır (Şekil 3.15). Kilitli poşetlerde fazla nem oluşmasının engellenmesi amacıyla 20 defa iğne yardımıyla delinmiştir. Negatif kontrol olarak ise spor solüsyonları yerine %0.03 tween 80 içeren steril saf su kullanılmıştır. Çalışma 25±2 °C sıcaklık ve %70±5 orantılı neme sahip iklim odasında 3 tekrardan oluşmuş ve tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Laboratuvarındaki patojenisite testlerinde muamele etkinlikleri, püskürtmeden 3, 5, 7, 10 gün sonra canlı-ölü birey sayıları ve fungus gelişimi binoküler stereo mikroskop altında incelenerek kaydedilmiştir. Ölü afidler, nemli kurutma kağıdı içeren petri kaplarına alınarak spor gelişimi için 14 gün bekletilmiştir. Ölümün uygulanan entomopatojen fungustan meydana geldiğini doğrulamak için ölü bireylerden teyit amacıyla reizolasyon yapılmış ve Koch postulatları doğrulanmıştır.



Şekil 3.14. Entomopatojen fungus izolatlarının saksı denemeleri ile *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi



Şekil 3.15. Entomopatojen fungus izolatlarının saksı denemeleri ile *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi

3.11. Veri Toplama ve İstatistiki Analiz

Laboratuvardaki patojenisite testlerinde muamele etkinlikleri, uygulamadan 3, 5, 7 ve 10 gün sonra yapılan canlı/ölü sayımlarıyla belirlenmiştir. Stereo-mikroskop altında yapılan sayımlarda zararlı bireyleri tek tek kontrol edilmiş üzerinde herhangi bir fungal gelişme olup olmadığı dikkate alınmıştır. Her entomopatojenin belli yapı ve renkte misel gelişimi olduğundan, doğal ölümler deneme dışı bırakılmıştır. Test edilen entomopatojenlerin % etkinlikleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Henderson ve Tilton 1955).

$$\text{Etkinlik (\%)} = [1 - (A1 \times B1 / A2 \times B2) \times 100]$$

Burada;

A1 = Uygulamadan sonra muameleli bitki aksamında yaşayan birey sayısı,

A2 = Uygulamadan önce muameleli bitki aksamında yaşayan birey sayısı,

B1 = Uygulamadan sonra kontroldeki bitki aksamında yaşayan birey sayısı,

B2 = Uygulamadan önce kontroldeki bitki aksamında yaşayan birey sayısı.

Laboratuvarda hem petri hem de saksı denemelerinden elde edilen % ölümler

kare-kök transformasyonu (arcsine square-root transformation) ile normalize edilerek varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Muameleler arasındaki önemli farklılıkları belirlemek için ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Duncan's Multiple Range Test; DMRT; $P \leq 0.01$) kullanılmıştır (SPSS® 17,0). Ayrıca, patojenisite çalışmalarında kullanılan entomopatojen fungusların LT_{50} ve LT_{95} değerleri Probit analizi ile Log-probit metodu ile belirlenmiştir (SPSS® 17,0).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 2018-2020 yılları arasında Antalya’da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Aksu, Alanya, Demre, Döşemaltı, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden hem toprak örneklerinden hem de bitki üzerinde bulunan ve fungal enfeksiyona maruz kalmış yaprakbitlerinden entomopatojen fungusların izolasyonları yapılmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda 3’ü Aksu, 5’i Alanya, 4’ü Demre, 10’u Döşemealtı, 7’si Finike, 8’i Gazipaşa, 1’i Kaş, 1’i Kemer, 5’i Kepez, 3’ü Konyaaltı, 3’ü Korkuteli, 6’sı Kumluca, 9’u Manavgat, 3’ü Muratpaşa ve 4’ü Serik ilçelerinden olmak üzere toplam 72 adet fungal izolat elde edilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Şekil 4.1). Elde edilen izolatlardan 53 izolat toprak örneklerinden 19 izolat ise enfekteli yaprakbitlerinden izole edilmiştir. Çalışmada toprak örneklerinden izole edilen izolatların kodu, türü, izole edildiği ilçe, konum ve habitat bilgileri Çizelge 4.1’de, enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen izolatlara ait bilgiler ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Ayrıca, ilçelere göre izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının dağılımı Şekil 4.2’de verilmiştir.

Toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 23’ü *B. bassiana*, 6’sı *Cunninghamella elegans*, 2’si *Cu. echinulata*, 5’i *Clonostachys rosea*, 1’i *Cl. rogersoniana*, 3’ü *Isaria farinosa*, 2’si *Fusarium proliferatum*, 3’ü *F. fujikuroi*, 2’si *F. acacia-mearnsii*, 1’i *F. oxysporum*, 3’ü *Penicillium bilaiae*, 1’i *Trichoderma atroviride* ve 1’i *T. harzianum* olmak üzere 7 cinse ait 13 farklı fungus türü izole edilmiştir. Enfekteli yaprakbitlerinden yapılan izolasyonlarda ise 12’si *B. bassiana*, 2’si *Purpureocillium lilacinum*, 2’si *Aspergillus insuetus*, 2’si *A. flavus* ve 1’i *Alternaria alternata* olmak üzere 4 cinse ait 5 farklı fungus türü izole edilmiştir. Toplamda hem toprak hemde enfekteli yaprakbiti örneklerinden yapılan izolasyonlarda 11 cinse ait 17 farklı fungus türü izole edilmiştir. Türlerle göre izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının dağılımı Şekil 4.3’te verilmiştir. Çalışmada izole edilen entomopatojen fungus türlerinden %48.41 oranla en çok izole edilen tür *B. bassiana* olmuştur. Ardından oransal olarak sırasıyla *Cu. elegans* (%8.33), *Cl. rosea* (%6.94), *I. farinosa* (%4.16), *Cu. echinulata* (%2.85) ve *P. lilacinum* (%2.85) türleri gelmiştir. Çalışmada hem toprak hem de enfekteli yaprakbitlerinden entomopatojen fungus izolasyonları yapılmıştır. Fakat toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda daha fazla sayıda ve türde entomopatojen fungus izole edilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen tüm fungus türleri daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından entomopatojen fungus olarak bildirilmiştir (Vänninen 1996; Chandler vd. 1997; Bidochka vd. 1998; Barker ve Barker 1998; Asensio vd. 2003; Keller vd. 2003; Toledo vd. 2006; Meyling ve Eilenberg 2006; Quesada-Moraga vd. 2007; Wegensteiner 2007; Sun ve Liu 2008; Sun vd. 2008; Er ve Mart 2009; Sevim vd. 2009; Doğan 2009; Draganova vd. 2010; Esmer 2011; İzgi ve Güven 2014; Quesada-Moraga vd. 2014; Koz ve Güven 2014; Sepasi vd. 2015; Baydar 2015; Doğan 2016; Yüksel vd. 2017; Anwar vd. 2018; Baysal vd. 2018; Kushiyeve vd. 2018).

Bir bölgede zararlılara karşı biyolojik mücadelede kullanılan entomopatojen fungusların izolasyonunda genellikle toprak örnekleri kullanılmaktadır. Bunun nedeni toprağın entomopatojen funguslar için doğal bir kaynak olmasıdır (Hicks vd. 2001; Gulsar vd. 2004; Muro vd. 2005; Beron ve Diaz 2005; Takatsuka 2007). Toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonunda yaygın olarak ‘*Galleria* tuzak

yöntemi' ve 'Toprak seyreltme' kullanılmaktadır. Araştırmacılar tarafından *Galleria* tuzak yöntemi ile izole edilen fungus sayısının daha fazla olması; *Galleria* tuzak yönteminde seyreltme yöntemine göre daha fazla toprak örneği kullanılması, ayrıca diğer fırsatçı saprofitik fungusların besiyerinde üremelerinin patojenik türleri izole etmesini zorlaştırması ve patojenik fungus izole etme oranının *Galleria* tuzak yönteminde daha fazla olması gibi sebeplerden dolayı bu çalışmada da *Galleria* tuzak yöntemi kullanılmıştır (Bedding ve Akhurst 1975; Zimmermann 1986; Mietkiewski vd. 1997; Barker ve Barker 1998; Zimmermann 1998; Keller vd. 2003; Kessler vd. 2004; Sonia vd. 2005; Meyling 2007; Dhoj vd. 2008; Doğan 2009; Özcan 2014). Kessler vd. (2004) topraktan entomopatojen fungusların izolasyonunda *Galleria* tuzak yöntemi ve toprak seyreltme yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre *Galleria* tuzak yönteminin daha hassas bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Dhoj vd. (2008), benzer şekilde 2002-2005 yılları arasında Nepal'den 46 toprak örneğinden *Galleria* tuzak yöntemi ve toprak seyreltme yöntemi kullanarak entomopatojen fungus izole etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda *Galleria* tuzak yöntemiyle 78 entomopatojen fungus izolatu elde ederken, toprak seyreltme yöntemi ile 5 entomopatojen fungus izolatu elde etmişlerdir. Doğan (2009); topraktan iki farklı yöntem kullanarak yaptığı izolasyonlar sonucunda, *Galleria* tuzak yönteminin daha hassas bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da daha etkili olduğu bildirilen *Galleria* tuzak yöntemi kullanılarak, 205 toprak örneğinden 34 entomopatojen fungus izolatu olmak üzere toplamda 53 fungus izolatu elde edilmiştir.

Toprakta bulunan zararlılar entomopatojen fungusların yanında fırsatçı veya saprofit olarak bilinen fungus türlerinin saldırısına da maruz kalmaktadır. Bunlardan, *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinslerine ait türler bu çalışmada olduğu gibi farklı araştırmacılar tarafından da topraktan izole edilmiştir (Teetor-Barch ve Roberts 1983; Mietkiewski vd. 1991; Shtayeh vd. 2002; Yu vd. 2005; Sun ve Liu 2008; Koz ve Güven 2014; İzgi ve Güven 2014; Santos vd. 2020). *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinslerine ait funguslar zararlılarda fırsatçı fungus olarak bilinmektedir ve doğrudan patojenik etkisi yoktur. Araştırmacılar tarafından bu fungusların böceklerde ortam farklılığı, yaralanma ve hastalık durumunda ölüme neden olabileceği fakat bunun patojenik etki olarak gösterilemeyeceği bildirilmiştir (Shtayeh vd. 2002; Yu vd. 2005; İzgi ve Güven 2014). Bu nedenle fırsatçı patojen olarak geçen bu cinslere ait türler etkinlik testlerinde kullanılmamıştır.

Çalışmamızda *B. bassiana* dışında EPF varlığı veya yokluğu lokasyon ve yüksekliğe göre değişiklik göstermiştir. *B. bassiana*, Konyaaltı dışında survey yapılan tüm ilçelerde bulunmuştur. *Cu. elegans* sadece yüksek rakımlı Döşemaaltı, Korkuteli ve Kepez ilçelerinden izole edilirken aynı cinste yer alan *Cu. echinulata* türünde benzer şekilde yüksek rakımlı Döşemaaltı ve Kepez ilçelerinden izole edilmiştir. *Cl. rosea* türü ise Antalya'nın ılıman iklime sahip kıyı bölgelerinde yer alan Finike, Kumluca, Manavgat ve Konyaaltı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden izole edilmiştir. *I. farinosa* türüne ait izolatlar Antalya ilinin hem kıyı (Gazipaşa ve Kumluca) hem de iç (Döşemaaltı) kesimlerinden izole edilmiştir. *P. lilacinum* türü ise sadece Muratpaşa ve Konyaaltı ilçelerinden izole edilmiştir. Çalışmada izole edilen ve daha önceki çalışmalarda da EPF olarak bilinen *B. bassiana* türü hem toprak hem de enfekteli yaprakbitlerinden izole edilirken *Cu. echinulata*, *Cl. rosea*, *Cl. rogersoniana* ve *I. farinosa* türleri sadece toprak örneklerinden, *P. lilacinum* türü ise sadece enfekteli yaprakbitlerinden izole edilmiştir.

Bu çalışmada, Antalya ilinde toprak ve enfekteli yaprakbiti kaynaklı EPF izolatları ilk kez tespit edildiği için bulgular önceki çalışmalarla kıyaslanamamıştır. Ancak literatürler incelendiğinde, bu çalışma ile benzer şekilde *B. bassiana*'nın Türkiye'de (Doğan 2009; Er vd. 2009; Sevim vd. 2009; Sevim vd. 2010; Tanyeli vd. 2010; Kushiyeve 2015; Baydar vd. 2016) ve Dünyada (Bidochka vd., 1998; Chandler vd., 1997; Klinge vd. 2002a; Shtayeh vd. 2002; Keller vd. 2002; Asensio vd. 2003; Keller vd. 2003; Maranhao vd. 2003; Tkaczuk vd. 2003; Meyling vd. 2006; Meyling ve Eilenberg 2006; Quesada-Moraga vd. 2007; Zimmermann 2007a; Quesada-Moraga vd. 2007; Sun ve Liu 2008; Ghambary vd. 2009; Draganova vd. 2010; Esmer 2011; Assaf vd. 2011; Martina-Reyes vd. 2014; Pérez-González vd. 2014) en sık izole edilen EPF türü olduğu görülmüştür. *Metarhizium* spp. dünyada en çok karşılaşılan kozmopolit EPF türleri arasında yer almaktadır (Vanninen 1995; Keller vd. 2003; Meyling ve Eilenberg 2006; Carrillo-Benitez vd. 2013; Bonniz-Reyes vd. 2014; Pérez-González vd. 2014; Baydar vd. 2016), ancak ilginç şekilde bu çalışmada bu türle karşılaşılmamıştır. Bunun sebebi olarak, izolasyonda kullanılan toprak özellikleri, bitki türü, rizosferin bitkiler ve diğer organizmalarla etkileşimleri vb. gösterilebilir. Ayrıca diğer EPF türlerinin çeşitliliği ve dağılımı üzerinde; toprak yapısı ve özellikleri, iklim koşulları, bitki vejetasyonu ve bitkiler arasındaki etkileşimlerin önemli etkileri olduğu farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Keller ve Zimmermann 1989; Chandler vd. 1997; Chandler vd. 1998; Bais vd. 2006; Quesada-Moraga vd. 2007; Sookar vd. 2008).

Toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden yapılan izolasyonlar sonucunda, diğer entomopatojen funguslar *B. bassiana*'ya göre daha az sayıda izole edilmiştir. Bunun nedeni olarak, *B. bassiana*'nın zararlıları daha hızlı enfekte etmesi, enfeksiyonun diğer zararlılara bulaşarak tekrarlanması ve fungusun farklı iklim koşullarında topraktaki varlığını hiç kaybetmemesi gösterilebilir (Keller vd. 2003). Buna ek olarak toprakların toplandığı yerlerdeki iklim ve toprak özellikleri diğer entomopatojen funguslar için seçici olabilirken *B. bassiana*'nın gelişmesi için gerekli olan özellikler uygun olabilir. Meyling ve Eilenberg (2006) tarım arazilerinde *M. anisopliae*'yi çok nadir izole ederken, bazı çalışmalarda tarım arazilerinde ve tarım dışı arazilerde en fazla bulunan fungus türü olduğu bildirilmiştir (Vanninen 1995; Keller vd. 2003). Bu çalışmada hem tarım arazilerinden hem de tarım dışı arazilerden en çok *B. bassiana* izole edilmiş, fakat *M. anisopliae* izole edilememiş, diğer funguslar da oransal olarak daha az izole edilebilmiştir.

Danimarka'da 2002 yılında yapılan bir çalışmada toprak örneklerinin %82'sinde *P. fumosoroseus* entomopatojen fungus türü izole edilirken, 2006 yılında Danimarka'da yapılan başka bir çalışmada ise yaygın olarak *B. bassiana* türü izole edilmiştir. Ülkemizde Sevim vd. 2010 yılında Karadeniz Bölgesi'nde yapmış oldukları çalışmada ise *M. anisopliae* türünü yüksek oranda izole ederken, Yıldız (2015), yüksek oranda *B. bassiana* ve daha az oranda *P. fumosoroseus* izole ederken *M. anisopliae* türünü izole edilememiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere habitat farklılığı, örneklerin toplandığı yer ve örnek toplama zamanı entomopatojen fungus izolasyonunda çeşitlilik oluşturmaktadır (Muro vd. 2003; Beron ve Diaz 2005; Chelico vd. 2006; Meyling ve Eilenberg 2007; Doğan 2009; Sevim 2010; Yıldız 2015).



Şekil 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının konumları

Çizelge 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden *Galleria mellonella* larvaları kullanılarak izole edilen entomopatojen fungus izolatları

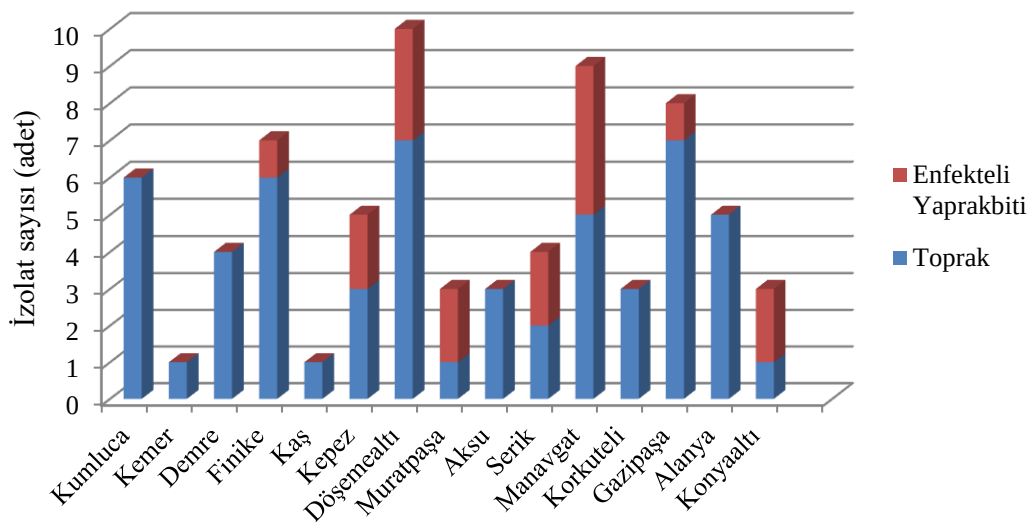
İzolat adı	Tür	Bölge	Bahçe	GPS koordinatları	
				K	D
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kumluca	Zeytin	36°19'17.1"	30°20'23.0"
BbKm-2	<i>B. bassiana</i>	Kumluca	Portakal	36°22'18.8"	30°16'29.1"
BbKm-3	<i>B. bassiana</i>	Kumluca	Portakal	36°22'39.6"	30°17'40.0"
BbKm-4	<i>B. bassiana</i>	Kumluca	Portakal	36°21'26.1"	30°17'00.3"
BbKr-1	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Çam	36°35'51.0"	30°33'22.7"
BbDm-1	<i>B. bassiana</i>	Demre	Portakal	36°14'39.7"	29°58'45.0"
BbFn-1	<i>B. bassiana</i>	Finike	Portakal	36°18'50.3"	30°08'53.4"
BbFn-2	<i>B. bassiana</i>	Finike	Zeytin	36°18'51.2"	30°08'05.2"
BbFn-3	<i>B. bassiana</i>	Finike	Portakal	36°19'53.7"	30°08'40.6"
BbKş-1	<i>B. bassiana</i>	Kaş	Zeytin	36°12'08.8"	29°38'46.3"
BbKp-1	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Çam	36°54'50.4"	30°37'48.4"
BbDs-1	<i>B. bassiana</i>	Döşemaltı	Nar	36°59'11.6"	30°38'09.8"
BbDs-2	<i>B. bassiana</i>	Döşemaltı	Nar	37°00'02.4"	30°38'16.1"
BbMp-1	<i>B. bassiana</i>	Muratpaşa	İncir	36°53'07.2"	30°44'30.4"
BbAk-1	<i>B. bassiana</i>	Aksu	Çim	36°56'03.3"	30°52'35.1"
BbSr-1	<i>B. bassiana</i>	Serik	Portakal	36°55'33.8"	31°07'20.7"
BbMg-1	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Zeytin	36°49'40.8"	31°20'35.3"
BbMg-2	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Buğday	36°58'58.8"	31°14'48.5"
BbKl-1	<i>B. bassiana</i>	Korkuteli	Armut	37°03'21.3"	30°10'33.8"
BbGp-1	<i>B. bassiana</i>	Gazipaşa	Çam	36°12'52.0"	32°23'45.0"
BbGp-2	<i>B. bassiana</i>	Gazipaşa	Çim	36°12'23.4"	32°23'14.3"
BbGp-3	<i>B. bassiana</i>	Gazipaşa	Zeytin	36°11'30.8"	32°24'54.8"
BbAl-1	<i>B. bassiana</i>	Alanya	Muz	36°33'40.8"	31°56'43.7"
CelKl-1	<i>Cunninghamella elegans</i>	Korkuteli	Buğday	37°02'14.9"	30°14'38.7"
CelKl-2	<i>Cu. elegans</i>	Korkuteli	Armut	37°04'56.9"	30°10'45.0"
CelDs-1	<i>Cu. elegans</i>	Döşemaltı	Buğday	37°03'02.0"	30°37'46.4"
CelDs-2	<i>Cu. elegans</i>	Döşemaltı	Buğday	37°00'28.9"	30°36'21.2"
CelDs-3	<i>Cu. elegans</i>	Döşemaltı	Zeytin	37°02'43.1"	30°38'19.2"
CelKp-1	<i>Cu. elegans</i>	Kepez	Buğday	37°01'51.9"	30°38'37.0"
CecDs-1	<i>Cu. echinulata</i>	Döşemaltı	Çam	37°01'01.6"	30°37'44.5"
CecKp-1	<i>Cu. echinulata</i>	Kepez	Buğday	37°01'40.0"	30°39'30.9"
CrFn-1	<i>Clonostachys rosea</i>	Finike	Portakal	36°19'11.2"	30°09'12.1"
CrFn-2	<i>Cl. rosea</i>	Finike	Portakal	36°21'17.2"	30°07'59.6"
CrKm-1	<i>Cl. rosea</i>	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
CrMg-1	<i>Cl. rosea</i>	Manavgat	Buğday	36°57'49.2"	31°16'51.9"
CrKn-1	<i>Cl. rosea</i>	Konyaaltı	Armut	36°53'52.7"	30°37'50.8"
CrgMg-1	<i>Cl. rogersoniana</i>	Manavgat	Pamuk	36°59'37.8"	31°14'11.5"
IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	Gazipaşa	Zeytin	36°14'50.3"	32°21'19.2"
IfKm-1	<i>I. farinosa</i>	Kumluca	Buğday	36°20'41.5"	30°15'25.3"
IfDs-1	<i>I. farinosa</i>	Döşemaltı	Nar	37°01'39.2"	30°36'46.9"
FpGp-1	<i>Fusarium proliferatum</i>	Gazipaşa	Buğday	36°15'28.2"	32°21'19.7"
FpAl-1	<i>F. proliferatum</i>	Alanya	Çam	36°36'32.6"	31°49'29.2"
FfAl-1	<i>F. fujikuroi</i>	Alanya	Zeytin	36°36'16.3"	31°52'34.1"
FfSr-1	<i>F. fujikuroi</i>	Serik	Buğday	36°53'52.6"	31°04'10.2"
FfAk-1	<i>F. fujikuroi</i>	Aksu	Buğday	36°57'13.7"	30°51'51.1"
FacAl-1	<i>F. acacia-mearnsii</i>	Alanya	Nar	36°31'43.6"	32°03'23.9"
FacGp-1	<i>F. acacia-mearnsii</i>	Gazipaşa	Zeytin	36°15'03.8"	32°21'47.9"
FoMg-1	<i>F. oxysporum</i>	Manavgat	Muz	36°52'37.2"	31°15'02.4"
PbFn-1	<i>Penicillium bilaiae</i>	Finike	Portakal	36°21'51.0"	30°08'15.7"
PbGp-1	<i>P. bilaiae</i>	Gazipaşa	Çam	36°15'22.0"	32°19'15.0"

Çizelge 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden *Galleria mellonella* larvaları kullanılarak izole edilen entomopatojen fungus izolatları (devamı)

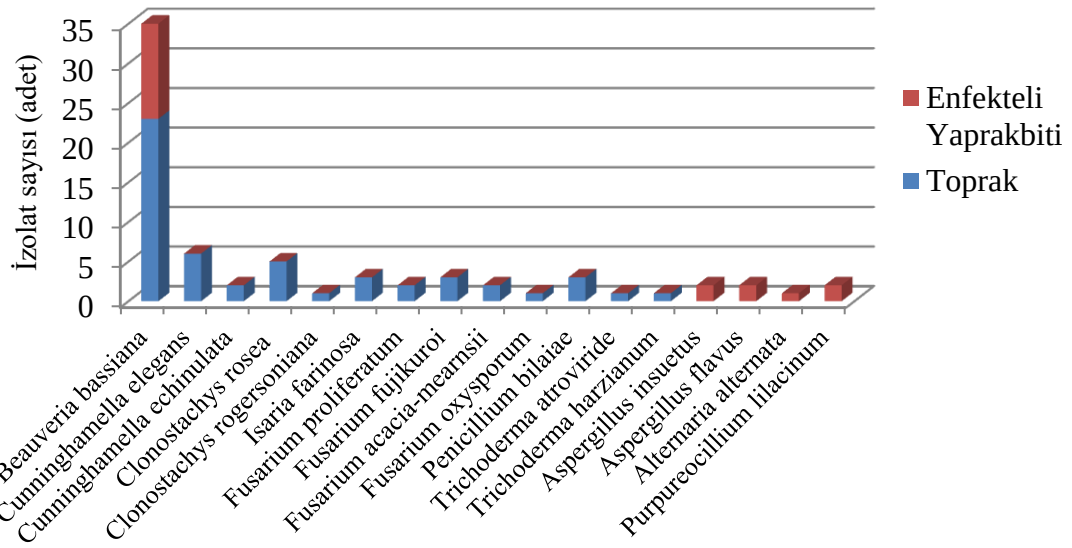
İzolat adı	Tür	Bölge	Bahçe	GPS koordinatları	
				K	D
PbDm-1	<i>P. bilaiae</i>	Demre	Nar	36°14'20.2"	29°59'03.9"
TaAl-1	<i>Trichoderma atroviride</i>	Alanya	Zakkum	36°33'18.1"	31°58'29.3"
ThAk-1	<i>T. harzianum</i>	Aksu	Mısır	36°56'46.8"	30°51'38.4"

Çizelge 4.2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekteli afit örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları

İzolat adı	Tür	Bölge	Bahçe	GPS koordinatları	
				K	D
BbDm-2	<i>Beauveria bassiana</i>	Demre	Nar	36°14'20.2"	29°59'03.9"
BbFn-4	<i>B. bassiana</i>	Finike	Nar	36°20'55.0"	30°07'36.0"
BbKp-2	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Zeytin	36°54'59.8"	30°39'36.0"
BbDs-3	<i>B. bassiana</i>	Döşemaltı	Nar	37°01'08.2"	30°36'06.2"
BbDs-4	<i>B. bassiana</i>	Döşemaltı	Yenidünya	37°01'14.3"	30°36'07.4"
BbMp-2	<i>B. bassiana</i>	Muratpaşa	Nar	36°54'09.8"	30°41'13.1"
BbSr-2	<i>B. bassiana</i>	Serik	Turunçgil	36°54'42.1"	31°09'22.3"
BbMg-3	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Nar	37°00'26.4"	31°13'17.9"
BbMg-4	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Pamuk	37°00'20.8"	31°13'48.4"
BbMg-5	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Pamuk	36°56'30.7"	30°54'57.9"
BbMg-6	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Şeftali	37°00'36.8"	31°13'51.7"
BbGp-4	<i>B. bassiana</i>	Gazipaşa	Zakkum	36°16'00.7"	32°18'56.7"
AiSr-1	<i>Aspergillus insuetus</i>	Serik	Mısır	36°54'45.7"	31°09'23.9"
AiDs-1	<i>A. insuetus</i>	Döşemaltı	Yenidünya	37°01'08.5"	30°36'01.8"
AfDm-1	<i>A. flavus</i>	Kepez	Nar	36°58'30.5"	30°41'38.3"
AfKp-1	<i>A. flavus</i>	Demre	Nar	36°14'19.0"	29°59'30.9"
AaKa-1	<i>Alternaria alternata</i>	Konyaaltı	Zakkum	36°53'28.2"	30°37'47.8"
PlKa-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Konyaaltı	Elma	36°53'53.5"	30°37'51.8"
PlMp-1	<i>P. lilacinum</i>	Muratpaşa	Taflan	36°53'42.6"	30°39'56.7"



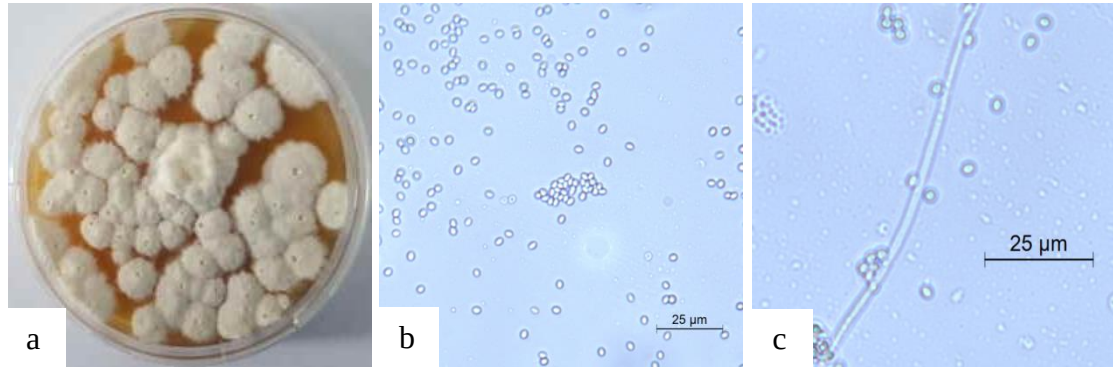
Şekil 4.2. Antalya ilinde toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungusların ilçelere göre dağılımı



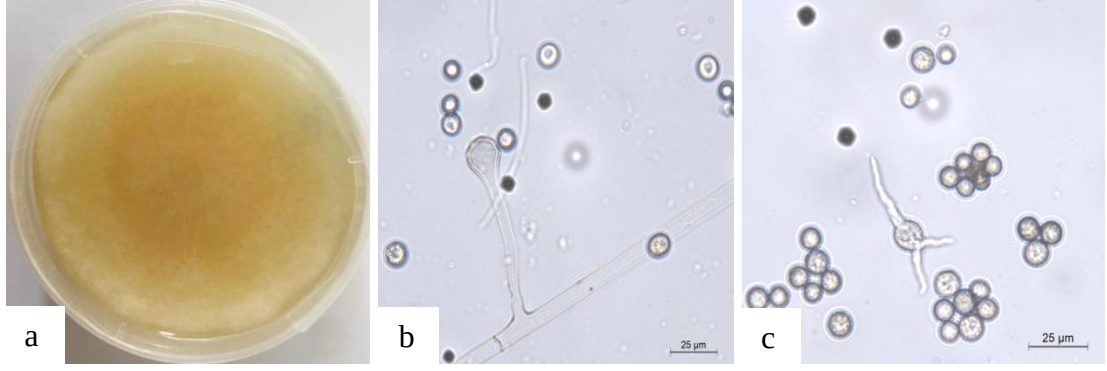
Şekil 4.3. Antalya ilinde toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen entomopatojen fungusların türlere göre dağılımları

4.1. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Morfolojik Karakterizasyonu

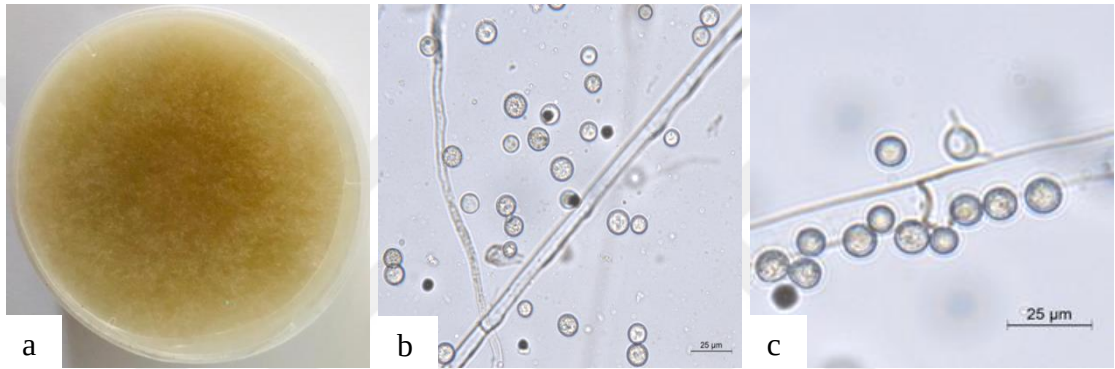
Toprak ve enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilmiş olan fungus izolatlarının PDA ve SDA besi ortamında gelişim karakteristikleri ve morfolojik yapıları görüntülü ışık mikroskopunda incelenmiş ve ilgili literatür kullanılarak tespitleri yapılmıştır (Şekil 4.4-Şekil 4.20) (de Hoog 1972; Samson 1988; Humber 1997; Eken 2011).



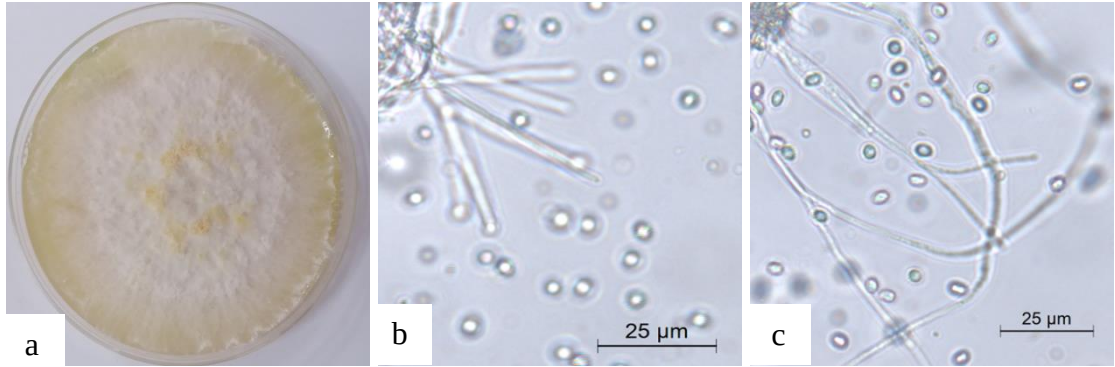
Şekil 4.4. *Beauveria bassiana* (BbKm-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



Şekil 4.5. *Cunninghamella elegans* (CelKl-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



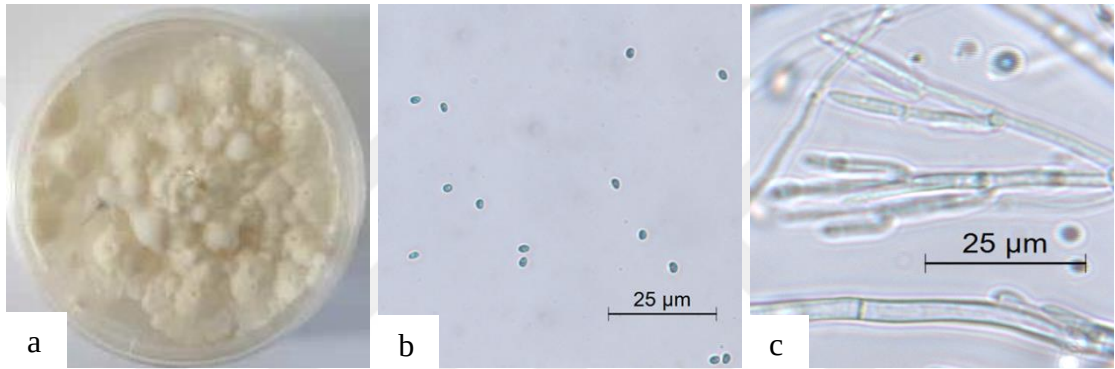
Şekil 4.6. *Cunninghamella echinulata* (CecDs-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



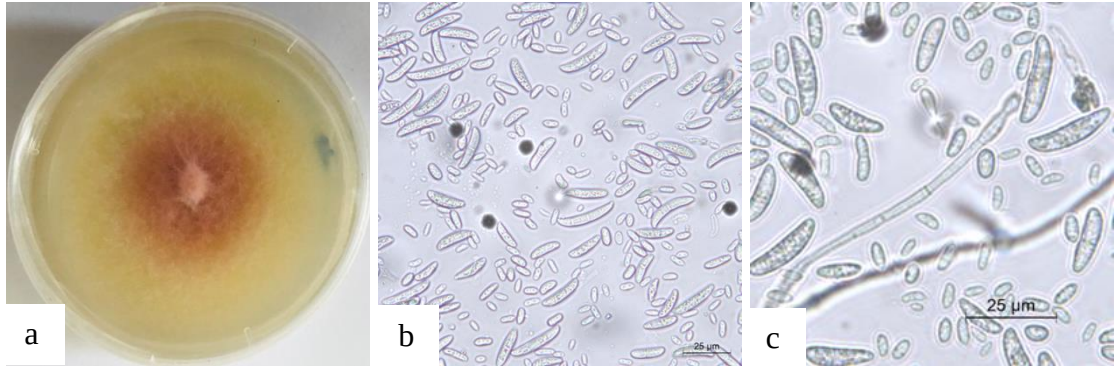
Şekil 4.7. *Clonostachys rosea* (CrFn-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



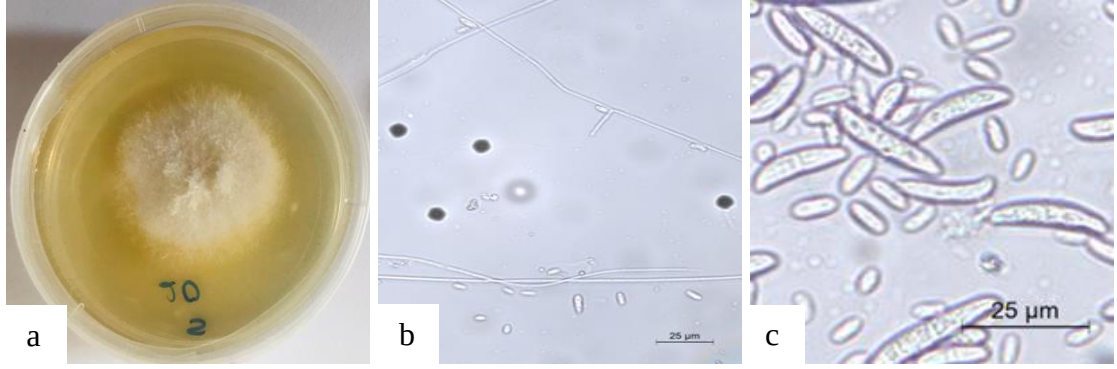
Şekil 4.8. *Clonostachys rogersoniana* (CrgMg-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



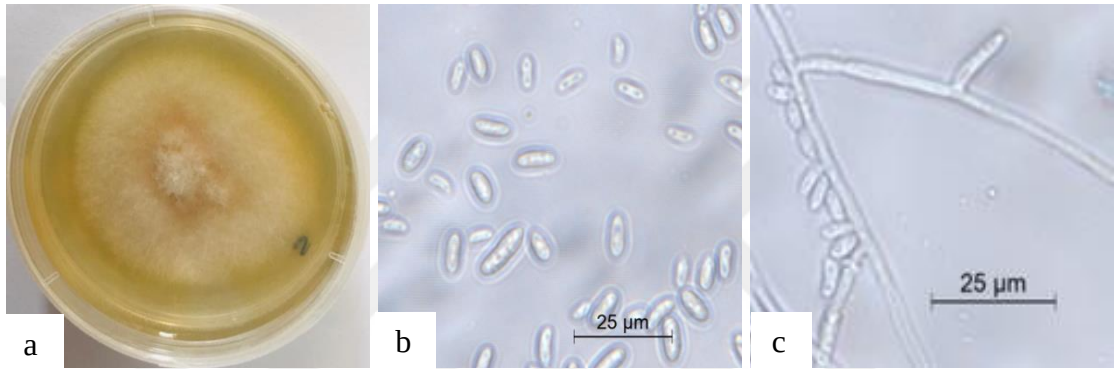
Şekil 4.9. *Isaria farinosa* (IfGp-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



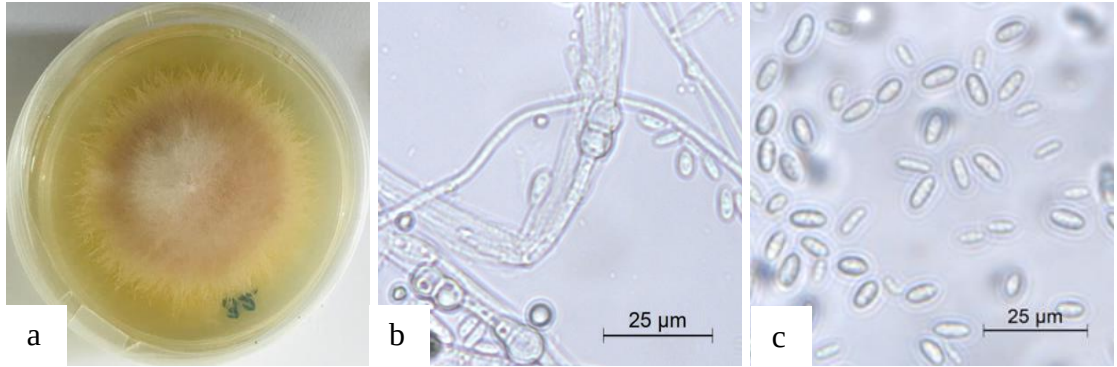
Şekil 4.10. *Fusarium proliferatum* (FpGp-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



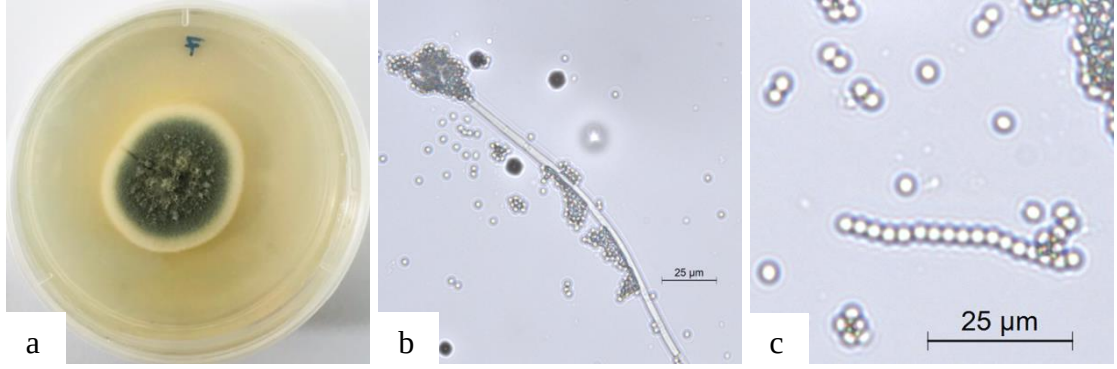
Şekil 4.11. *Fusarium fujikuroi* (FfAl-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



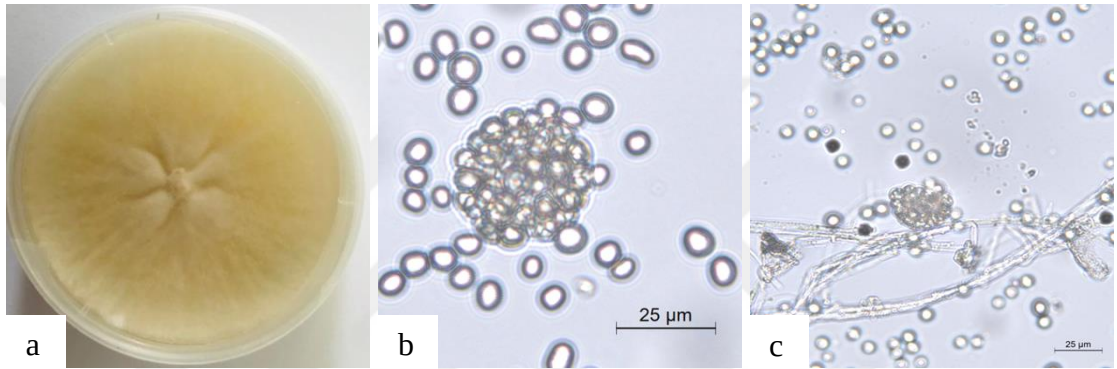
Şekil 4.12. *Fusarium acacia-mearnsii* (FacAl-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



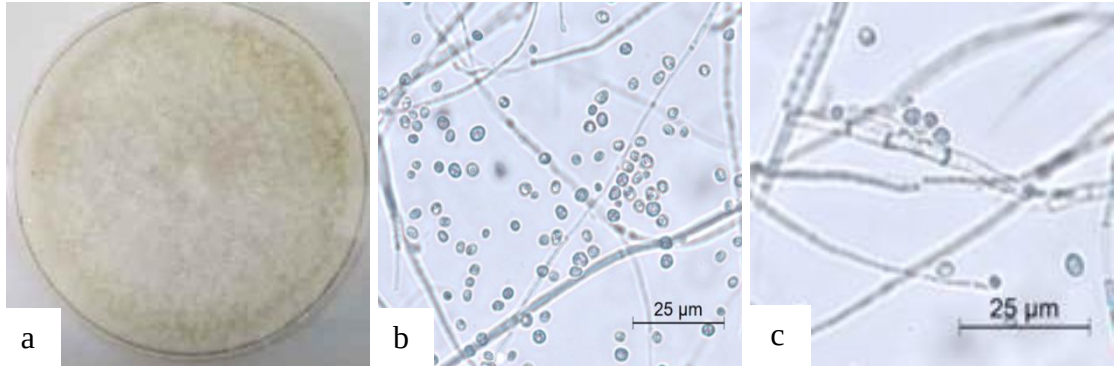
Şekil 4.13. *Fusarium oxysporum* (FoMg-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



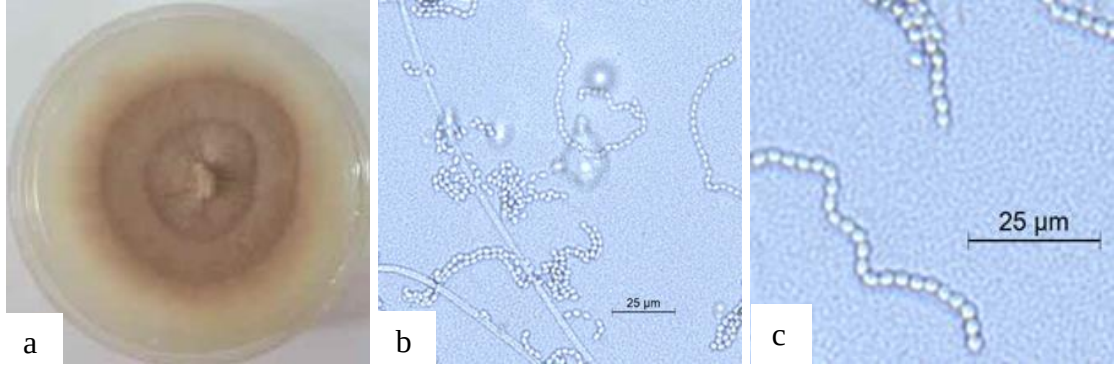
Şekil 4.14. *Penicillium bilaiae* (PbFn-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



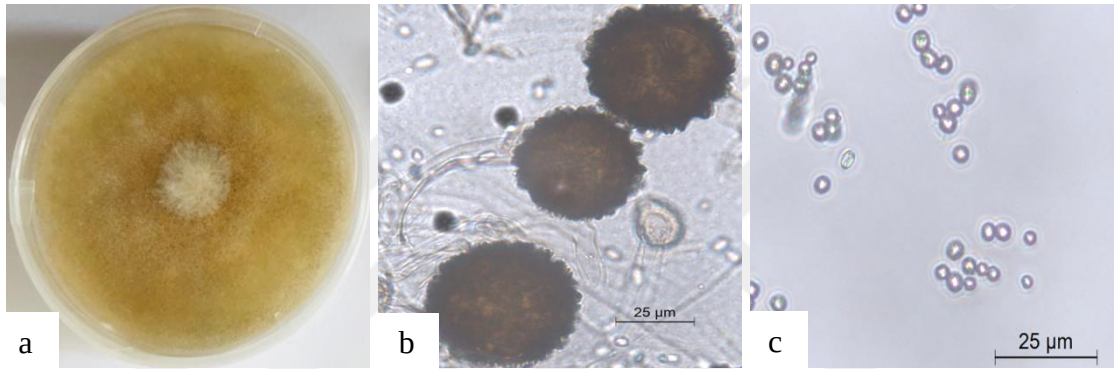
Şekil 4.15. *Trichoderma atroviride* (TaAl-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



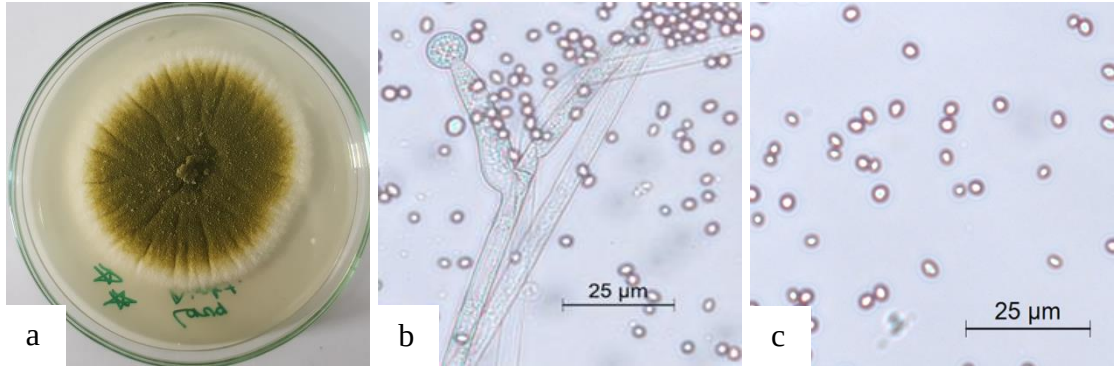
Şekil 4.16. *Trichoderma harzianum* (ThAk-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



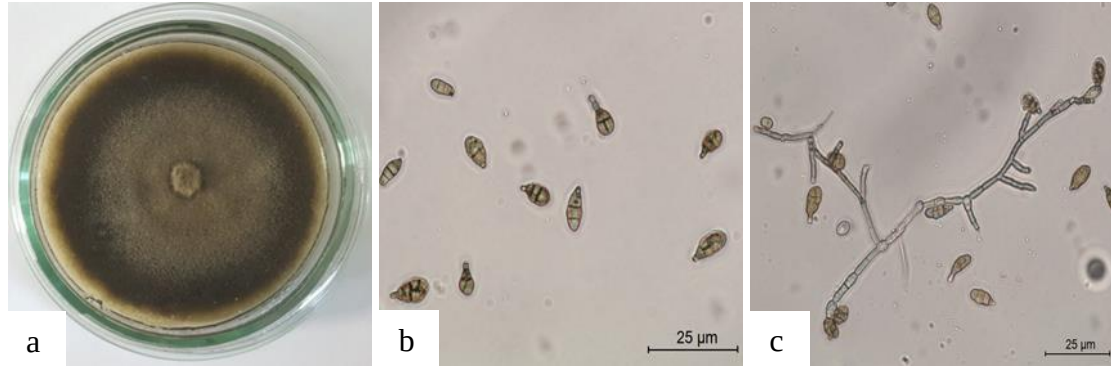
Şekil 4.17. *Purpureocillium lilacinum* (PlKa-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



Şekil 4.18. *Aspergillus insuetus* (AiSr-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



Şekil 4.19. *Aspergillus flavus* (AfDm-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü



Şekil 4.20. *Alternaria alternata* (AaKa-1) izolatının morfolojik tanısı; a) PDA besiyerinde gelişmesi; b, c) mikroskoptaki görüntüsü

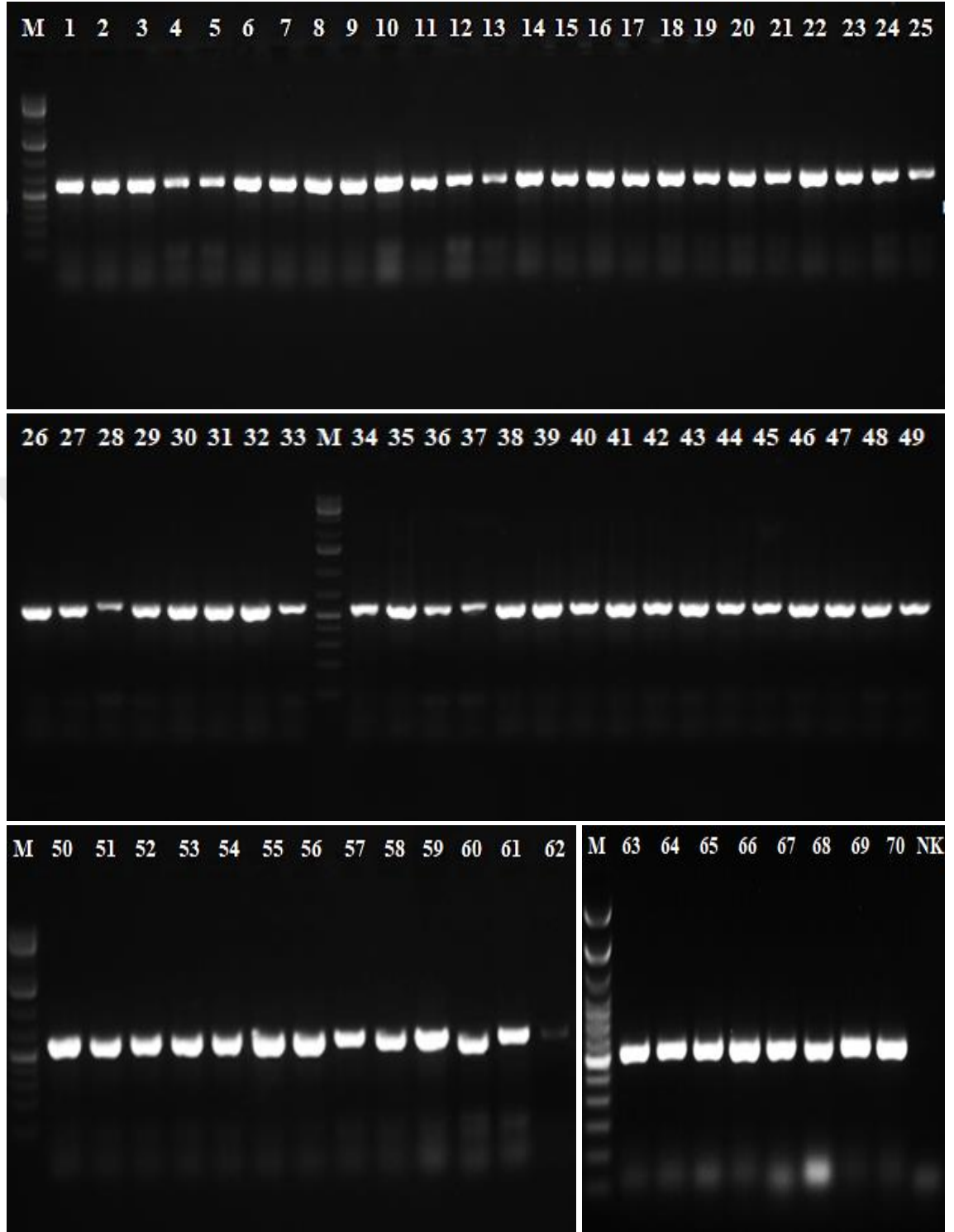
4.2. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

4.2.1 Hedef gen bölgelerinin çoğaltılması

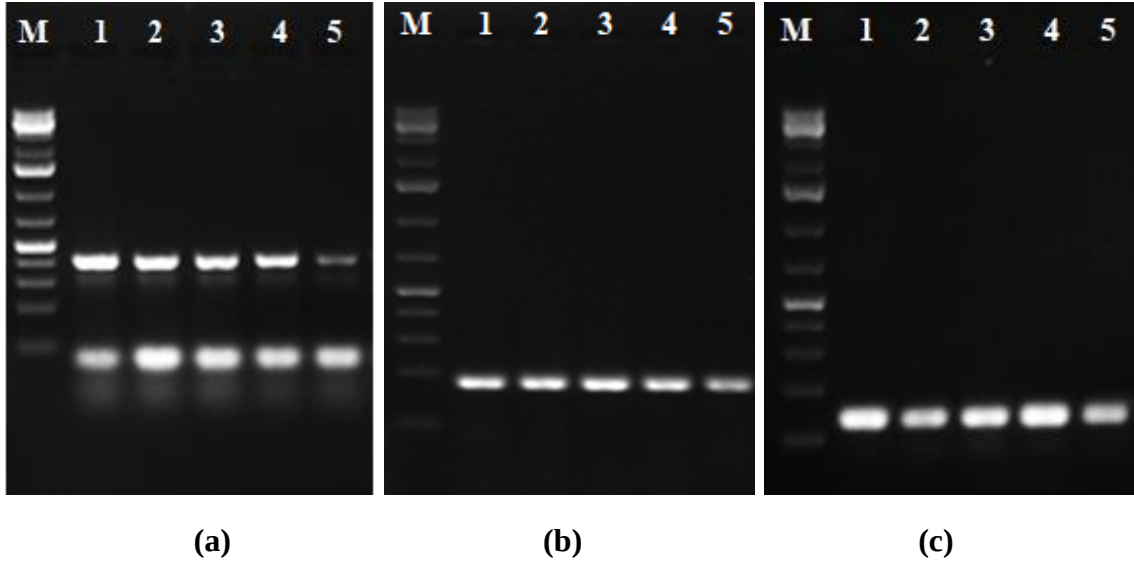
Çalışmada izole edilen fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonunu gerçekleştirmek amacıyla Klasik PCR yöntemi ile ITS bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan ITS1/ITS4 primerleri test edilmiştir (White vd. 1990). Çalışmada *P. lilacinum* izolatları hariç hepsinin ITS bölgeleri ITS1/ITS4 primerleri ile başarılı bir şekilde çoğaltılmış ve PCR ürünleri (~560 bp) agaroz jel elektroforezde görüntülenmiştir (Şekil 4.21). Ayrıca ön patojenisite testlerinde virülensliği yüksek bulunan BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2 *B. bassiana* izolatları spesifik EF3F/EF5R, EF4F/EF4R (McKinnon vd. 2018), F/R primer setleri (Bell vd. 2009) ile test edilmiş ve PCR ürünleri agaroz jel elektroforezde görüntülenmiştir (Şekil 4.22). BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2 izolatları EF3F/EF5R primerleri ile yapılan PCR işleminde ~406 bp ürün elde edilmiş ve elde edilen PCR ürünü ile EF4F/EF4R primerleri kullanılarak yapılan nested PCR işleminde ~176 bp ürün elde edilmiştir. F/R primer setleri kullanılarak yapılan PCR işleminde ~121 bp ürün elde edilmiştir.

Aynı zamanda virülenslikleri yüksek bulunan BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2 *B. bassiana* izolatları ile ITS 1/ITS 4 primerleri kullanılarak yapılan PCR işleminde tespit edilemeyen PlKa-1, PlMp-1 *P. lilacinum* izolatları, PCR işleminde mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan 983/2218 primerleri ile başarılı bir şekilde çoğaltılmıştır. Elde edilen PCR ürünleri (~1000 bp) agaroz jel elektroforezde görüntülenmiştir (Şekil 4.23) (Rehner 2001).

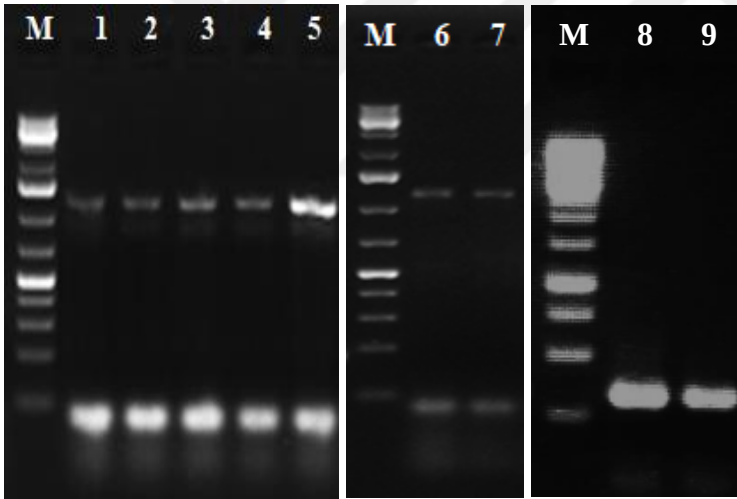
Aynı zamanda etkinlik denemelerinde kullanılan *A. gossypii* ve *M. persicae* kültürlerinden alınan tek birey erginlerinden COIdgF1/COIdgR1 primerleri ile yapılan Klasik PCR işleminde ~350 bp ürün elde edilmiş ve elde edilen PCR ürünleri agaroz jel elektroforezde görüntülenmiştir (Şekil 4.23) (Timm vd. 2008).



Şekil 4.21. Fungus izolatların ITS gen bölgesi kullanılarak moleküler karakterizasyonu. M: marker; 1-70: Toprak ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen fungal izolatlar; NK: Negatif kontrol



Şekil 4.22. *Beauveria bassiana* izolatların spesifik primerler kullanılarak moleküler karakterizasyonu. **a)** EF3F/EF5R; **b)** EF4F/EF4R; **c)** F/R primerlerini kullanarak elde edilen PCR ürünleri; M: marker; 1: BbSr-2; 2: BbDs-4; 3: BbDm-2; 4: BbFn-2; 5: BbKm-2



Şekil 4.23. EF1 alpha gen bölgesi kullanılarak *Beauveria bassiana* ve *Purpureocillium lilacinum* izolatlarının, COI gen bölgesi kullanılarak *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'nin moleküler karakterizasyonu. M: marker; 1: BbSr-2; 2: BbDs-4; 3: BbDm-2; 4: BbFn-2; 5: BbKm-2; 6: PlKa-1; 7: PlMp-1; 8: *A. gossypii*; 9: *M. persicae*

Günümüzde entomopatojen fungusların karakterizasyonunda morfolojik tanımlamanın yanında moleküler tanımlama çalışmalarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Rehner ve Buckley (2005) *Beauveria* türlerinin teşhisinin morfolojik olarak yapılmasının zor olduğunu bildirerek, tür çeşitliliğini belirlemede moleküler olarak tek bölgeye dayalı sekansların yanıltıcı olabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar, çoklu gen dizileme yaklaşımını kullanarak *Beauveria* türlerinin taksonomisini belirlemişlerdir. *Beauveria*'da yeni türler çoğunlukla genotipik veriye göre tanımlanmaktadır. Örneğin *Beauveria brongniartii* ve *Beauveria caledonica* türlerinin morfolojik olarak

tanınması mümkün değildir. Her ikisi de silindirik konidi oluşturmaktadır. Moleküler karakterizasyon çalışmalarında (ITS ve TEF bölgeleri kullanılarak yapılan PCR işleminde) iki farklı tür olduğu belirlenmiştir (Glare ve Inwood 1998; Glare 2004; Rehner ve Buckley 2005; Glare vd. 2008). Dünyada *B. australis* türü sadece Avustralya’da çekirgelerde ve topraktan izole edilmiş, *B. kipukae* Hawai’de Homoptera’dan izole edilmiş, *B. pseudobassiana* ve *B. varroae* türleri *Varroa destructor*’dan izole edilmiş ve moleküler olarak tanımlanmıştır (Rehner vd. 2011). Bu çalışmada sadece *Beauveria* cinsine ait *B. bassiana* türü izole edilmiştir.

Funguslarda genel tanı primerlerinden olan ITS bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan ITS1/ITS4 primerleri dünyada ve ülkemizde yaygın olarak entomopatojen fungusların tanınmasında kullanılmaktadır (Özçelik 2012; Örtücü 2012; Castillo vd. 2014; Perez-Gonzalez vd. 2014; Muniz-Reyes vd. 2014; Moraga vd. 2014; Lee vd. 2015; Er vd. 2016; Gül 2016; Ücük 2016; Clifton vd. 2018; Dangi ve Lim 2018; Kushiyeve vd. 2018; Sain vd. 2019; Fergani ve Yehia 2020). Bu nedenle bu çalışmada da izole edilen fungusların moleküler tanınmasında ITS1/ITS4 primerleri kullanılmıştır.

Gül (2016) *P. lilacinum* izolatını morfolojik olarak tanımlamış, fakat ITS bölgelerine ait ITS1/ITS4 PCR primerlerini kullanarak moleküler olarak tanımlayamamıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde *P. lilacinum* izolatları ITS1/ITS4 PCR primerleri ile moleküler olarak tanımlanamamıştır. Fakat morfolojik olarak teşhis edilmiş PIKa-1, PIMp-1 *P. lilacinum* izolatları PCR işleminde mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesinin çoğaltılmasında kullanılan 983/2218 primerleri ile başarılı bir şekilde çoğaltılmış ve moleküler olarak da tanımlanmıştır.

Günümüzde fungusların moleküler olarak tanınmasında ITS, TEF ve EF1 alpha gen bölgelerine ait genel tanılama primerleri kullanılarak yapılan PCR ve elde edilen PCR ürünlerin dizilenip NCBI GenBank’taki izolatlar ile kıyaslanmasına dayalı tanımlama ve karakterizasyon işlemleri yapılmaktadır (Fisher vd. 2011; Özçelik 2012; Örtücü 2012; Castillo vd. 2014; Perez-Gonzalez vd. 2014; Muniz-Reyes vd. 2014; Moraga vd. 2014; Lee vd. 2015; Er vd. 2016; Gül 2016; Ücük 2016; Clifton vd. 2018; Dangi ve Lim 2018; Kushiyeve vd. 2018; Sain vd. 2019; Fergani ve Yehia 2020). Aynı zamanda farklı araştırmacılar tarafından PCR ürünlerinin DNA dizi analizine gerek kalmadan, fungusların tür düzeyinde spesifik olarak moleküler tanısını gerçekleştirebilecek primerler tasarlanmıştır. Bu çalışmada etkinliği yüksek bulunan *B. bassiana* izolatlarının spesifik olarak tanısını gerçekleştirmek ve bundan sonra yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması amacıyla EF3F/EF5R, EF4F/EF4R (McKinnon vd. 2018) ve F/R (Bell vd. 2009) primer setleri de moleküler karakterizasyonda kullanılmıştır.

4.2.2. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz

Tüm fungus izolatlarının ITS bölgesine ait ITS1/ITS4 PCR ürünleri, BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2, PIKa-1, PIMp-1 izolatlarının mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesine ait 983/2218 PCR ürünleri ve *A. gossypii* ile *M. persicae* bireylerinden COIdegF1/COIdegR1 primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünleri BM Labosis-Macro Gene (Çankaya, Ankara) (www.bmlabosis.com) aracılığıyla MacroGen Hollanda laboratuvarında ABI 3730XL

Sanger sıralama cihazı (Applied Biosystems, Foster City, CA) ve Big Dye Terminator v3.1 Döngü Sekanslama Kiti (Applied Biosystems, Foster City, CA) kullanılarak sekanslanmıştır. İzolatların DNA dizilimleri, Bioedit programında ClustalW algoritması kullanılarak belirlenmiş ve NCBI GenBank veri tabanına yüklenerek erişim numaraları alınmıştır (Thompson vd. 1994; Hall 1999). Toprak örneklerinden elde edilen izolatlara ait NCBI-GenBank tarafından sağlanan erişim numaraları Çizelge 4.3'te, enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen izolatlara ait erişim numaraları Çizelge 4.4'te verilmiştir. İzolatlara ait sekans verileri NCBI BLAST analizi yardımıyla GenBank'taki benzer türler ile kıyaslanmıştır. BLAST analizi sonucunda her bir tür GenBank'taki diğer türler ile %99-100 oranında benzerlik göstermiş ve böylelikle fungus izolatlarının ve *A. gossypii* ile *M. persicae*'nin tür düzeyindeki moleküler teşhisleri doğrulanmıştır (Altschul vd. 1990).

Elde edilen fungus türleri ile NCBI GenBank veri tabanından alınan türler arasındaki akrabalık ilişkilerini belirlemek için çalışmada elde edilen izolatlara ait sekans dizilimleri ile her bir türe ait NCBI GenBank veri tabanından elde edilen diziler (Çizelge 4.5) ClustalW programı kullanılarak alignment analizi yapılmış ve MEGA 5.1 programına yüklenmiştir. Maximum Likelihood dendrogramı Tamura 3-parameter modeli kullanılarak 1000 bootstrap tekrarı ile filogenetik ağaçları çizilmiştir (Tamura 1992; Tamura vd. 2011). Morfolojik olarak tanısı yapılmış olan fungus türlerine ait izolatların filogenetik analiz sonucunda GenBank'taki izolatlar ile aynı gruplarda yer aldığı görülmüştür (Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26). Çalışma sonuçları ITS ve mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesinin izolatların tür teşhislerinde oldukça yararlı bilgiler sağladığını göstermiştir.

Beauveria bassiana türüne ait izolatların ITS gen bölgeleri kullanılarak çizilen dendrogramda (Şekil 4.24) BbKm-1, BbKm-2, BbKm-4, BbKm-3, BbKr-1, BbDm-1, BbFn-1, BbFn-2, BbFn-3, BbKş-1, BbKp-1, BbDs-1, BbDs-2, BbMp-1, BbAk-1, BbSr-1, BbMg-1, BbMg-2, BbKl-1, BbGp-1, BbGp-2, BbGp-3, BbAl-1 yerli EPN izolatları ile GenBank'tan elde edilen *B. bassiana* SASRI BB444, SHU.M.161, MG562497, F19-N, EABb04 ve EABb 04/01 izolatları aynı grupta yer almıştır. Analiz sonucunda *Beauveria* türleri arasındaki en yüksek Boot Strap (Seç dağıt testi) (1000 tekrarlı) değeri, *B. bassiana* yerli ve diğer izolatlar için %99 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada izole edilen diğer fungus türlerine ait izolatların ITS gen bölgeleri kullanılarak en yüksek Boot Strap değerinde (Seç dağıt testi) (1000 tekrarlı) çizilen dendrogramda (Şekil 4.25) benzerlik değerleri %94-100 arasında değişmiştir.

Isaria farinosa türüne ait IfDs-1, IfGp-1, IfKm-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen SFC101445 ve STAF312 izolatları ile aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Clonostachys rogersoniana türüne ait CrgMg-1 izolatu ile GenBank'tan elde edilen GH51 ve Delo1 izolatları ile aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %97 olarak belirlenmiştir.

Clonostachys rosea türüne ait CrFn-1, CrFn-2, CrKm-1, CrKn-1 ve CrMg-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen CCCT 17.128 ve CCC17.132 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Cunninghamella elegans türüne ait CelDs-1, CelDs-2, CelDs-3, CelKl-1, CelKl-2 ve CelKp-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen MUCL 16087 ve UASWS1454 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Cunninghamella echinulata türüne ait CecDs-1 ve CecKp-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen EML-HGD1-2 ve 178 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Alternaria alternata türüne ait AaKa-1 izolatu ile GenBank'tan elde edilen EECC530, GB-GJ-2-2 ve MT-L-2 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada izole edilen diğer fungus türlerinden *F. proliferatum* türüne ait FpGp-1 ve FpAl-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen isol2 ve LrBF43 izolatları, *F. fujikuroi* türüne ait FfSr-1, FfAl-1, FfAk-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen LS148, DL3.2 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %94 olarak belirlenmiştir. *F. oxysporum* türüne ait FoMg-1 izolatu ile GenBank'tan elde edilen ATCC MYA-3931 izolatu aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir. *Fusarium* cinsine ait çalışmada izole edilen *F. acacia-mearnsii* FacAl-1 ve FacGp-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen jsj3 izolatu aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Penicillium bilaiae türüne ait PbDm-1, PbFn-1 ve PbGp-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen MH1214 ve NRRL3391 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Aspergillus insuetus türüne ait AiSr-1 ve AiDs-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen Dal-3 ve F277831 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %100 olarak belirlenmiştir. *Aspergillus* cinsine ait çalışmada izole edilen *A. flavus* AfKp-1 ve AfDm-1 izolatları ile GenBank'tan elde edilen PUXX-FS06 ve YOPX FS01 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Trichoderma atroviride türüne ait TaAl-1 izolatu ile GenBank'tan elde edilen HG34 ve I19 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %97 olarak belirlenmiştir. *Trichoderma* cinsine ait çalışmada izole edilen *T. harzianum* ThAk-1 izolatu ile GenBank'tan elde edilen ISHAMMITS2517 ve BBNP-FS34 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %100 olarak belirlenmiştir.

Beauveria bassiana türüne ait BbSr-2, BbDs-4, BbFn-2, BbKm-2 ve BbDm-2 izolatları ile *P. lilacinum* türüne ait PlMp-1 ve PlKa-1 izolatlarının EF1- α gen bölgesini içeren dendogramda (Şekil 4.25) *B. bassiana* izolatları ile GenBank'tan elde edilen ArgB33, TMCR05 ve GMCR51 izolatları aynı grupta yer alırken *P. lilacinum* izolatları ve GenBank'tan elde edilen BUP614, GMCR64 ve AMEF095 izolatları aynı grupta yer almıştır. Her iki türe ait izolatlar filogenetik dendogramlarda GenBank'tan alınan izolatlar ile %100 benzerlik oranı göstermiştir.

Çizelge 4.3. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden *Galleria mellonella* larvaları kullanılarak izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki (NCBI) erişim numaraları

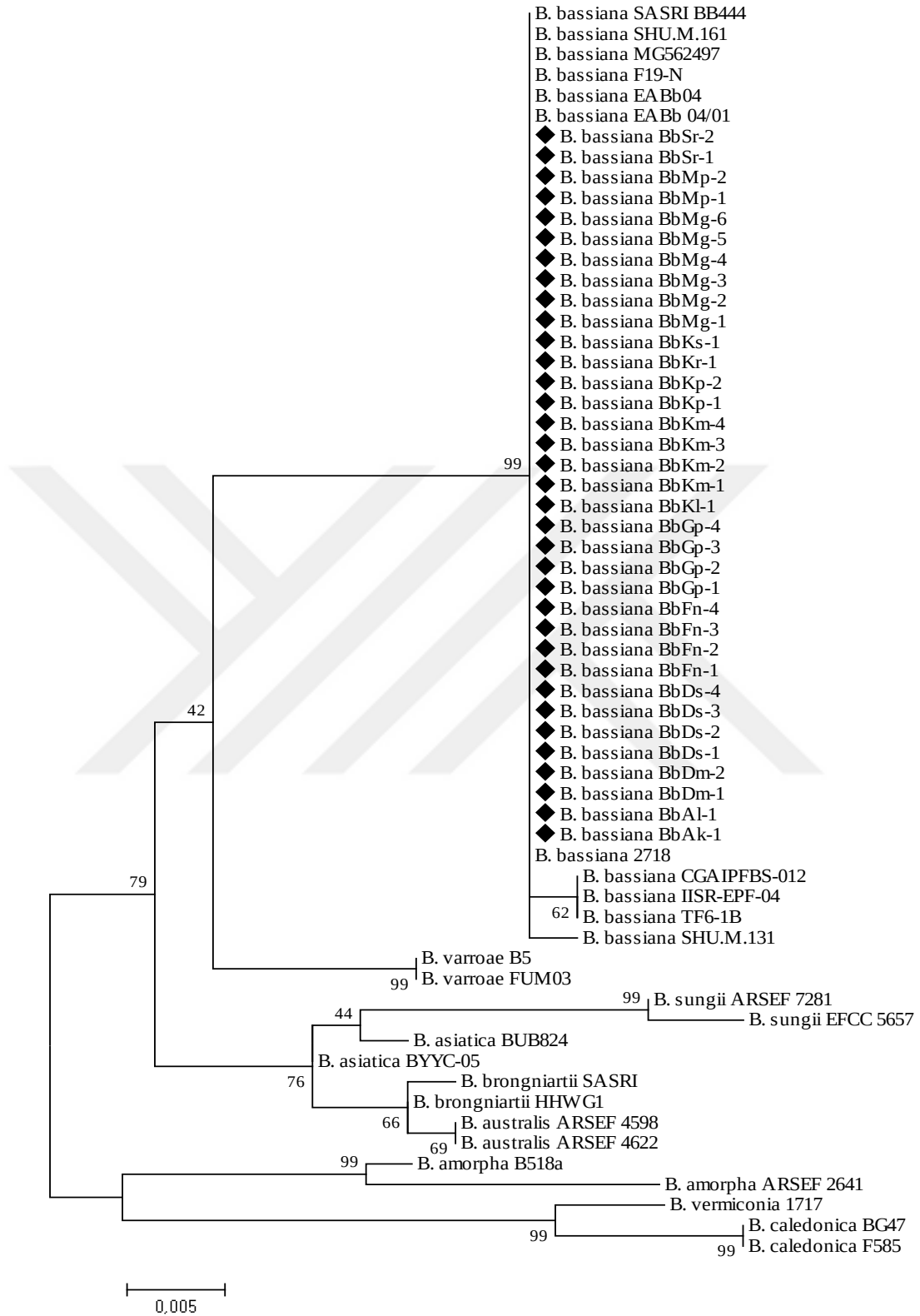
İzolat adı	Tür	Erişim Numarası	İzolat adı	Tür	Erişim Numarası
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	MT441868	CelDs-3	<i>Cu. elegans</i>	MT441893
BbKm-2	<i>B. bassiana</i>	MT441869	CelKp-1	<i>Cu. elegans</i>	MT441894
BbKm-4	<i>B. bassiana</i>	MW255004	CecDs-1	<i>Cu. echinulata</i>	MT441895
BbKm-3	<i>B. bassiana</i>	MT441870	CecKp-1	<i>Cu. echinulata</i>	MT441896
BbKr-1	<i>B. bassiana</i>	MT441871	CrFn-1	<i>Clonostachys rosea</i>	MT441897
BbDm-1	<i>B. bassiana</i>	MT441872	CrFn-2	<i>Cl. rosea</i>	MT441898
BbFn-1	<i>B. bassiana</i>	MT441873	CrKm-1	<i>Cl. rosea</i>	MT441899
BbFn-2	<i>B. bassiana</i>	MT441874	CrMg-1	<i>Cl. rosea</i>	MT441900
BbFn-3	<i>B. bassiana</i>	MT441875	CrKn-1	<i>Cl. rosea</i>	MT441901
BbKş-1	<i>B. bassiana</i>	MT441876	CrgMg-1	<i>Cl. rogersoniana</i>	MW255019
BbKp-1	<i>B. bassiana</i>	MT441877	IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	MT441902
BbDs-1	<i>B. bassiana</i>	MT441878	IfKm-1	<i>I. farinosa</i>	MT441903
BbDs-2	<i>B. bassiana</i>	MT441879	IfDs-1	<i>I. farinosa</i>	MT441904
BbMp-1	<i>B. bassiana</i>	MT441880	FpGp-1	<i>Fusarium proliferatum</i>	MT441905
BbAk-1	<i>B. bassiana</i>	MT441881	FpAl-1	<i>F. proliferatum</i>	MT441906
BbSr-1	<i>B. bassiana</i>	MT441882	FfAl-1	<i>F. fujikuroi</i>	MT441907
BbMg-1	<i>B. bassiana</i>	MT441883	FfSr-1	<i>F. fujikuroi</i>	MT441908
BbMg-2	<i>B. bassiana</i>	MT441884	FfAk-1	<i>F. fujikuroi</i>	MT441909
BbKl-1	<i>B. bassiana</i>	MT441885	FacAl-1	<i>F. acacia-mearnsii</i>	MT441910
BbGp-1	<i>B. bassiana</i>	MT441886	FacGp-1	<i>F. acacia-mearnsii</i>	MT441911
BbGp-2	<i>B. bassiana</i>	MT441887	FoMg-1	<i>F. oxysporum</i>	MW255027
BbGp-3	<i>B. bassiana</i>	MT441888	PbFn-1	<i>Penicillium bilaiae</i>	MT441912
BbAl-1	<i>B. bassiana</i>	MW255003	PbGp-1	<i>P. bilaiae</i>	MT441913
CelKl-1	<i>Cunninghamella elegans</i>	MT441889	PbDm-1	<i>P. bilaiae</i>	MT441914
CelKl-2	<i>Cu. elegans</i>	MT441890	TaAl-1	<i>Trichoderma atroviride</i>	MW255021
CelDs-1	<i>Cu. elegans</i>	MT441891	ThAk-1	<i>T. harzianum</i>	MW255024
CelDs-2	<i>Cu. elegans</i>	MT441892			

Çizelge 4.4. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki (NCBI) erişim numaraları

İzolat adı	Tür	Erişim Numarası	İzolat adı	Tür	Erişim Numarası
BbDm-2	<i>Beauveria bassiana</i>	MW255005	BbMg-6	<i>B. bassiana</i>	MW255015
BbFn-4	<i>B. bassiana</i>	MW255006	BbGp-4	<i>B. bassiana</i>	MW255016
BbKp-2	<i>B. bassiana</i>	MW255007	AiDs-1	<i>Aspergillus insuetus</i>	MW255017
BbDs-3	<i>B. bassiana</i>	MW255008	AiSr-1	<i>A. insuetus</i>	MW255022
BbDs-4	<i>B. bassiana</i>	MW255009	AfKp-1	<i>A. flavus</i>	MW255018
BbMp-2	<i>B. bassiana</i>	MW255010	AfDm-1	<i>A. flavus</i>	MW255020
BbSr-2	<i>B. bassiana</i>	MW255011	AaKa-1	<i>Alternaria alternata</i>	MW265412
BbMg-3	<i>B. bassiana</i>	MW255012	PlKa-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	
BbMg-4	<i>B. bassiana</i>	MW255013	PIMp-1	<i>P. lilacinum</i>	
BbMg-5	<i>B. bassiana</i>	MW255014			

Çizelge 4.5. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları

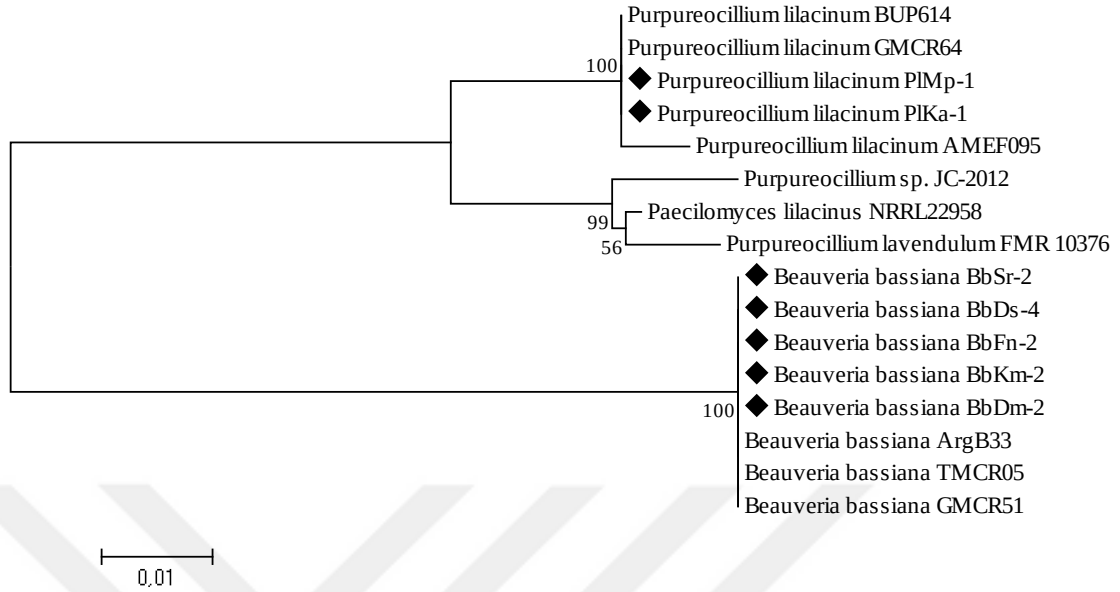
İzolat adı	Tür	Erişim Numarası	İzolat adı	Tür	Erişim Numarası
F19-N	<i>B. bassiana</i>	MG640376.1	MUCL 16087	<i>C.elegans</i>	AF346409.1
MG562497	<i>B. bassiana</i>	MG562497.1	EML-HGD1-2	<i>C.echinulata</i>	MF806024.1
SHU.M.161	<i>B. bassiana</i>	KU158472.1	178	<i>C.echinulata</i>	JX661054.1
SHU.M.131	<i>B. bassiana</i>	KU158461.1	UASWS1454	<i>C.elegans</i>	KT583208.1
EABb04	<i>B. bassiana</i>	KC753382.1	MH1214	<i>P. bilaiae</i>	LN901118.1
SASRI BB444	<i>B. bassiana</i>	JX110368.1	NRRL 3391	<i>P.bilaiae</i>	AF033402.1
TF6-1B	<i>B. bassiana</i>	JX122736.1	iso12	<i>F.proliferatum</i>	MH244465.1
EABb 04/01	<i>B. bassiana</i>	DQ364698.1	LrBF43	<i>F.proliferatum</i>	MG543761.1
CGAIPFBS012	<i>B. bassiana</i>	KY495188.1	LS148	<i>F. fujikuroi</i>	MN955525.1
IISR-EPF-04	<i>B. bassiana</i>	KU363833.1	DL3.2	<i>F. fujikuroi</i>	MN947247.1
HHWG1	<i>B. brongniartii</i>	JX110385.1	SFC101445	<i>Isaria farinosa</i>	MF186013.1
SASRI	<i>B. brongniartii</i>	JX110388.1	STAF312	<i>Isaria farinosa</i>	KU214569.1
FUM03	<i>B. varroae</i>	MF667767.1	jsj3	<i>F. acac.-mearnsii</i>	MH321790.1
B5	<i>B. varroae</i>	MH374536.1	GH51	<i>C. rogersoniana</i>	MN602875.1
ARSEF 2641	<i>B. amorpha</i>	HQ880808.1	Delo1	<i>C. rogersoniana</i>	MT215572.1
B518a	<i>B. amorpha</i>	HQ880806.1	CCCT 17.132	<i>C. rosea</i>	MN192944.1
BYYC-05	<i>B. asiatica</i>	MG345071.1	CCCT 17.128	<i>C. rosea</i>	MN192940.1
BUB824	<i>B. asiatica</i>	MG642836.1	Dal-3	<i>A. insuetus</i>	GU004296.1
ARSEF 4622	<i>B. australis</i>	HQ880790.1	F277831	<i>A. insuetus</i>	KC426998.1
ARSEF 4598	<i>B. australis</i>	HQ880789.1	PUXX-FS06	<i>A. flavus</i>	KR296888.1
F585	<i>B. caledonica</i>	DQ529233.1	YOPX FS01	<i>A. flavus</i>	KR296914.1
BG47	<i>B. caledonica</i>	MT180427.1	EECC530	<i>A. alternata</i>	KP942917.1
1717	<i>B. vermiconia</i>	FJ973063.1	GB-GJ-2-2	<i>A. alternata</i>	MG554319.1
ARSEF 7281	<i>B. sungii</i>	HQ880815.1	MT-L-2	<i>A. alternata</i>	KU258753.1
EFCC 5657	<i>B. sungii</i>	JX463219.1	HG34	<i>T. atroviride</i>	KX099652.1
ArgB33	<i>B.bassiana</i>	KT748548.1	I 19	<i>T. atroviride</i>	KT351796.1
TMCR05	<i>B.bassiana</i>	LT220759.1	ISHAMMITS2517	<i>T. harzianum</i>	KJ174178.1
GMCR51	<i>B.bassiana</i>	LT220745.1	BBNP-FS34	<i>T. harzianum</i>	KR296850.1
FMR 10376	<i>P. lavendulum</i>	FR775516.1	BUP614	<i>P. lilacinum</i>	MH879676.1
NRRL22958	<i>P. lilacinus</i>	GU979989.1	GMCR64	<i>P. lilacinum</i>	LT220810.1
JC-2012	<i>P. lilacinum</i>	HE792982.1	AMEF095	<i>P. lilacinum</i>	MH244848.1



Şekil 4.24. *Beauveria bassiana* izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı (◆= Tezde elde edilen izolatları göstermektedir)



Şekil 4.25. Diğer fungus izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı (◆= Tezde elde edilen izolatları göstermektedir)



Şekil 4.26. *Beauveria bassiana* ve *Purpureocillium lilacinum* izolatlarının mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı (◆= Tezde elde edilen izolatları göstermektedir)

4.3. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Ön Patojenisite Testleri

4.3.1. Spor çimlenme oranlarının belirlenmesi

Patojenisite testlerine geçmeden önce uygulanacak spor solüsyonunun %90 ve üzerinde çimlenme yeteneğine sahip olması istenmektedir. Daha düşük oranlardaki çimlenme değerleri söz konusu olduğunda, elde edilen ölüm oranları, uygulanan dozdaki spor solüsyonunu temsil edemez (Lomer vd. 1997; Safavi vd. 2010; Erper vd. 2016; Kushiyeve vd. 2018). Bu nedenle patojenisite testlerine geçmeden önce spor solüsyonlarının çimlenme oranları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarında, farklı tür ve izolatlara ait hazırlanan tüm spor solüsyonlarının %95 ve üzerinde çimlenme oranına sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının spor çimlenme oranları

İzolat adı	Tür	Spor Çimlenmesi (%)	İzolat adı	Tür	Spor Çimlenmesi (%)
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	> 95	BbMp-2	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbKm-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbSr-2	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbKm-4	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbMg-3	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbKm-3	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbMg-4	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbKr-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbMg-5	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbDm-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbMg-6	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbFn-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	BbGp-4	<i>B. bassiana</i>	> 95
BbFn-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrFn-1	<i>Clonostachys rosea</i>	> 95
BbFn-3	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrFn-2	<i>Cl. rosea</i>	> 95
BbKş-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrKm-1	<i>Cl. rosea</i>	> 95
BbKp-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrMg-1	<i>Cl. rosea</i>	> 95
BbDs-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrKn-1	<i>Cl. rosea</i>	> 95
BbDs-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	CrgMg-1	<i>Cl. rogersoniana</i>	> 95
BbMp-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	> 95
BbAk-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	IfKm-1	<i>I. farinosa</i>	> 95
BbSr-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	IfDs-1	<i>I. farinosa</i>	> 95
BbMg-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelKl-1	<i>Cunninghamella elegans</i>	> 95
BbMg-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelKl-2	<i>Cu. elegans</i>	> 95
BbKl-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelDs-1	<i>Cu. elegans</i>	> 95
BbGp-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelDs-2	<i>Cu. elegans</i>	> 95
BbGp-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelDs-3	<i>Cu. elegans</i>	> 95
BbGp-3	<i>B. bassiana</i>	> 95	CelKp-1	<i>Cu. elegans</i>	> 95
BbAl-1	<i>B. bassiana</i>	> 95	CecDs-1	<i>Cu. echinulata</i>	> 95
BbDm-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	CecKp-1	<i>Cu. echinulata</i>	> 95
BbFn-4	<i>B. bassiana</i>	> 95	TaAl-1	<i>Trichoderma atroviride</i>	> 95
BbKp-2	<i>B. bassiana</i>	> 95	ThAk-1	<i>T. harzianum</i>	> 95
BbDs-3	<i>B. bassiana</i>	> 95	PIKa-1	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	> 95
BbDs-4	<i>B. bassiana</i>	> 95	PIMp-1	<i>P. lilacinum</i>	> 95

4.3.2. Toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının ön patojenisite testi

Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan toprak örneklerinden izole edilen fungus izolatlarının hedef zararlılarda test edilmesinden önce Koch postülatlarının doğrulanması ve etki denemelerinde test edilen en virülens izolatların belirlenmesi amacıyla Kalkar vd. (2006) tarafından geliştirilen Agar yüzeyi biyolojik test yöntemi kullanılarak ön patojenisite testi yapılmıştır. Çalışma sonucunda 4. dönem *G. mellonella* larvaları ile yapılan patojenisite testlerinin sonuçları, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ($P \leq 0.05$) önemli oranda ölüm oranına sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.7). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir ve her sayım tarihindeki ölüm oranındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Test edilen fungus türleri arasında en patojenik tür, inkübasyondan 10 gün sonra %73.3-100 arasında ölüm oranına neden olan *B. bassiana* olmuştur. İnkübasyondan 10 gün sonra *G. mellonella* larvalarında diğer EPF türlerinden *Cu. echinulata* %73.3-86.7, *C. rogersoniana* %66.7, *Cl. rosea* %66.7-86.7 arasında değişen benzer ölüm oranları gösterirken son EPF türü

olan *Co. farinosa* %40.0-73.3 arasında değişen ölüm oranıyla diğer tüm EPF türlerinden daha düşük ölüm oranı göstermiştir. İlginç bir şekilde, EPF olmayan *Cu. elegans* türü %66.7 ile 86.7 arasında değişen ölüm oranları göstermiştir. Hatta başka bir EPF olmayan ama biyolojik mücadelede kullanılan *T. atroviride* türüne ait TaAl-1 izolatu %53.3 ölüm oranına neden olurken, *T. harzianum* türüne ait ThAk-1 izolatu %46.7 ölüm oranına neden olmuştur. Bununla birlikte, *Fusarium* spp., ve *P. bilaiae* fırsatçı veya ikincil patojenler olarak değerlendirildikleri için bölümümüzdeki EPF koleksiyonuna dahil edilmemiştir (Assaf vd. 2011; Abdullah vd. 2015; Topuz vd. 2016).

4.3.3. Toprak ve enfekteli yaprakbiti örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'ye karşı ön patojenisite testleri

Doz denemelerine geçmeden önce en etkili 5 fungus izolatının belirlenmesi ve ticari preparatlar ile etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla toprak örneklerinden izole edilen ve ön patojenisite sonuçlarına göre etkinliği yüksek bulunan 19 fungus izolatu ve enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen 14 fungus izolatu 1×10^7 spor/ml konsantrasyonda 9 cm çaplı Petri kablarında *A. gossypii* ve *M. persicae* erginlerine karşı test edilmiştir. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının *A. gossypii* üzerindeki etkinlikleri Çizelge 4.8'de, *M. persicae* üzerindeki etkinlikleri Çizelge 4.9'de verilmiştir. Çalışma sonuçları, patojenisite testlerinde tüm fungus izolatlarının, *A. gossypii* ve *M. persicae* erginlerine karşı kontrol grubuna kıyasla ($P \leq 0.01$) önemli oranda ölüme neden olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Bununla birlikte, fungus izolatlarının zararlılar üzerinde neden olduğu ölüm oranları zamana bağlı olarak değişmiş ve her sayım tarihindeki ölüm oranındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Hedef zararlılara karşı test edilen fungus türleri arasında en patojenik tür, inkübasyondan 10 gün sonra %63.3-100 arasında ölüm oranına neden olan *B. bassiana* olmuştur.

Ön patojenisite testlerinde inkübasyondan 10 gün sonra *A. gossypii* erginlerine karşı *B. bassiana* %63.3-100, *Cu. echinulata* %43.3, *Cl. rosea* %40-70, *Co. farinosa* %43.3-63.3 ve *P. lilacinum* %73.3-83.3 arasında değişen ölüme neden olmuştur. Biyolojik mücadelede kullanılan *T. atroviride* türüne ait TaAl-1 izolatu %33.3 ölüme neden olurken, *T. harzianum* türüne ait ThAk-1 izolatu %50.0 ölüme neden olmuştur. *A. gossypii* erginlerine karşı test edilen ticari preparatlardan Nibortem ve Priority %56.7 ölüme neden olurken, Nostalgist %53.3 ölüme neden olmuştur.

Ön patojenisite testlerinde inkübasyondan 10 gün sonra *M. persicae* erginlerine karşı *B. bassiana* %80-100, *Cu. echinulata* %46.7, *Cl. rosea* %46.7-80, *Co. farinosa* %50.0-66.7 ve *P. lilacinum* %76.7-83.3 arasında değişen ölümlere neden olmuştur. Biyolojik mücadelede kullanılan *T. atroviride* türüne ait TaAl-1 izolatu %36.7 ölüme neden olurken, *T. harzianum* türüne ait ThAk-1 izolatu %60 ölüme neden olmuştur. *M. persicae* erginlerine karşı test edilen ticari preparatlardan Nibortem %90 ve Priority %60 ölüme neden olurken, Nostalgist %56.7 ölüme neden olmuştur.

Çizelge 4.7. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının 4. evre *Galleria mellonella* larvalarına karşı farklı günlerdeki etkinlikleri (Spor konsantrasyonu 10^7 spor/mL)

İzolat Adı	Ölüm oranları ($\pm$ SE)*			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbKm-1	93.3 $\pm$ 11.5 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-2	53.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDb}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-4	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	26.7 $\pm$ 23.1 ^{FGHlb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbKm-3	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKr-1	86.7 $\pm$ 11.5 ^{Aa}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbDm-1	66.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbFn-1	46.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEab}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEab}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbFn-2	93.3 $\pm$ 11.5 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbFn-3	13.3 $\pm$ 11.5 ^{FGb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbKş-1	53.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDb}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKp-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{CDEFb}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbDs-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDb}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbDs-2	26.7 $\pm$ 11.5 ^{DEFGc}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEb}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMp-1	53.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDb}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbAk-1	86.7 $\pm$ 11.5 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbSr-1	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABb}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-1	46.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEc}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEbc}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-2	13.3 $\pm$ 11.5 ^{FGb}	40.0 $\pm$ 20.0 ^{DEFGHb}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKl-1	40.0 $\pm$ 20.0 ^{CDEFb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDab}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbGp-1	13.3 $\pm$ 11.5 ^{FGb}	46.7 $\pm$ 23.1 ^{DEFGab}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{DEFa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
BbGp-2	53.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDa}	60.0 $\pm$ 20.0 ^{BCDEFa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
BbGp-3	6.7 $\pm$ 11.5 ^{Gc}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{DEFGb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEab}	80.0 $\pm$ 0.0 ^{ABCa}
BbAl-1	20.0 $\pm$ 20.0 ^{EFGb}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{CDEFab}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
CelKl-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	26.7 $\pm$ 11.5 ^{FGHlb}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{DEFa}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}
CelKl-2	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	26.7 $\pm$ 11.5 ^{FGHlb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	80.0 $\pm$ 0.0 ^{ABCa}
CelDs-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	13.3 $\pm$ 11.5 ^{GHlb}	60.0 $\pm$ 20.0 ^{CDEFa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
CelDs-2	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	33.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGHlb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
CelDs-3	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	26.7 $\pm$ 11.5 ^{FGHlb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
CelKp-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	6.7 $\pm$ 11.5 ^{lb}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{DEFa}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}
CecDs-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gc}	26.7 $\pm$ 11.5 ^{FGHlb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
CecKp-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	6.7 $\pm$ 11.5 ^{lb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
CrFn-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	80.0 $\pm$ 0.0 ^{ABCDa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
CrFn-2	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
CrKm-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{DEFa}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}
CrMg-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
CrKn-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	60.0 $\pm$ 0.0 ^{CDEFa}	80.0 $\pm$ 20.0 ^{ABCa}
CrgMg-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{EFa}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}
IfGp-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	60.0 $\pm$ 0.0 ^{CDEFa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
IfKm-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{EFa}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{CDEa}
IfDs-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	33.3 $\pm$ 11.5 ^{Fa}	40.0 $\pm$ 0.0 ^{Ea}
TaAl-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	33.3 $\pm$ 11.5 ^{Fa}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{CDEa}
ThAk-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	33.3 $\pm$ 11.5 ^{Fa}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{DEa}
Kontrol	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Gb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{lb}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ga}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Fa}

*Tüm izolatlar 1×10^7 spor/mL spor konsantrasyonunda test edilmiştir.

Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).

Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).

Çizelge 4.8. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının *Aphis gossypii* üzerindeki etkileri (Spor konsantrasyonu 10^7 spor/mL)

İzolat Adı	Ölüm oranları ($\pm$ SE)*			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbKm-1	80.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCb}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-2	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABb}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-3	53.3 $\pm$ 15.3 ^{DEFb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEab}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFab}	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
BbKr-1	36.7 $\pm$ 11.5 ^{EFGHb}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFab}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFa}	80.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCDEa}
BbFn-2	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKs-1	43.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGHc}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFbc}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEab}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
BbDs-1	33.3 $\pm$ 5.8 ^{FHIJd}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFc}	70.0 $\pm$ 0.0 ^{CDEFb}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
BbDs-2	60.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEb}	70.0 $\pm$ 0.0 ^{BCDab}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEab}	86.7 $\pm$ 15.3 ^{ABCDa}
BbMp-1	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABb}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbAk-1	26.7 $\pm$ 5.8 ^{GHIJKLb}	40.0 $\pm$ 0.0 ^{EFGHb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{DEFGa}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEFa}
BbSr-1	10.0 $\pm$ 10.0 ^{JKLMc}	23.3 $\pm$ 11.5 ^{GHIJbc}	53.3 $\pm$ 15.3 ^{DEFGHab}	63.3 $\pm$ 15.3 ^{DEFGHa}
BbDm-2	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbFn-4	26.7 $\pm$ 5.8 ^{GHIJKLd}	43.3 $\pm$ 5.8 ^{EFGc}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDb}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCa}
BbKp-2	16.7 $\pm$ 11.5 ^{IJKLMc}	43.3 $\pm$ 5.8 ^{EFGb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{DEFGab}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEFa}
BbDs-3	70.0 $\pm$ 0.0 ^{BCDc}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCb}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbDs-4	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMp-2	30.0 $\pm$ 10.0 ^{FHIJKc}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFb}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEab}	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
BbSr-2	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-3	43.3 $\pm$ 5.8 ^{EFGHc}	53.3 $\pm$ 5.8 ^{DEFbc}	66.7 $\pm$ 5.8 ^{CDEFb}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
BbMg-4	10.0 $\pm$ 10.0 ^{JKLMb}	43.3 $\pm$ 5.8 ^{DEFa}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{EFGHla}	80.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFa}
BbMg-5	53.3 $\pm$ 11.5 ^{DEFc}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCdb}	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCab}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{ABa}
BbMg-6	23.3 $\pm$ 15.3 ^{HIJKLMb}	33.3 $\pm$ 15.3 ^{FHIJb}	46.7 $\pm$ 5.8 ^{FHIJab}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEFa}
BbGp-4	46.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHd}	60.0 $\pm$ 0.0 ^{CDEc}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEb}	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
PIKa-1	26.7 $\pm$ 5.8 ^{GHIJKLc}	36.7 $\pm$ 5.8 ^{EFGHbc}	50.0 $\pm$ 10.0 ^{EFGHlb}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEFa}
PIMp-1	50.0 $\pm$ 10.0 ^{DEFGb}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFb}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFab}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
CelDs-2	10.0 $\pm$ 10.0 ^{JKLMc}	20.0 $\pm$ 10.0 ^{GHIJbc}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{FHIJab}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{DEFGa}
CecKp-1	3.3 $\pm$ 5.8 ^{LMc}	13.3 $\pm$ 5.8 ^{IJc}	30.0 $\pm$ 0.0 ^{HIJkb}	43.3 $\pm$ 5.8 ^{GHla}
CrFn-1	33.3 $\pm$ 11.5 ^{FHIJb}	43.3 $\pm$ 15.3 ^{EFGab}	66.7 $\pm$ 5.8 ^{CDEFa}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFa}
CrMg-1	6.7 $\pm$ 5.8 ^{KLMb}	16.7 $\pm$ 5.8 ^{HIJab}	23.3 $\pm$ 11.5 ^{JKLab}	40.0 $\pm$ 20.0 ^{HIla}
IfGp-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Mc}	16.7 $\pm$ 5.8 ^{HIJb}	26.7 $\pm$ 5.8 ^{IJKb}	43.3 $\pm$ 5.8 ^{GHla}
IfKm-1	6.7 $\pm$ 5.8 ^{KLMd}	20.0 $\pm$ 0.0 ^{GHIJc}	50.0 $\pm$ 0.0 ^{EFGHlb}	63.3 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHa}
TaAl-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Mc}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Jc}	13.3 $\pm$ 5.8 ^{KLb}	33.3 $\pm$ 5.8 ^{Ia}
ThAk-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Mc}	6.7 $\pm$ 5.8 ^{Jbc}	23.3 $\pm$ 5.8 ^{JKLb}	50.0 $\pm$ 10.0 ^{FGHla}
Nibortem	6.7 $\pm$ 5.8 ^{KLMb}	40.0 $\pm$ 10.0 ^{EFGHa}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{FHIJla}	56.7 $\pm$ 11.5 ^{EFGHla}
Nostalgist	6.7 $\pm$ 5.8 ^{KLMc}	16.7 $\pm$ 5.8 ^{HIJbc}	30.0 $\pm$ 10.0 ^{HIJkb}	53.3 $\pm$ 5.8 ^{FGHla}
Priority	6.7 $\pm$ 5.8 ^{KLMb}	16.7 $\pm$ 5.8 ^{HIJb}	40.0 $\pm$ 10.0 ^{GHIJa}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{EFGHla}
Kontrol	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ma}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ja}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{La}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ja}

* Tüm izolatlar 1×10^7 spor/mL spor konsantrasyonunda test edilmiştir.Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).

Çizelge 4.9. Antalya ilinin farklı ilçelerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının *Myzus persicae* üzerindeki etkileri (Spor konsantrasyonu 10^7 spor/mL)

İzolat Adı	Ölüm oranları ($\pm$ SE)*			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbKm-1	93.3 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-2	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKm-3	60.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFa}	66.7 $\pm$ 15.3 ^{BCDEFGa}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCa}
BbKr-1	40.0 $\pm$ 10.0 ^{EFGHb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{DEFGb}	86.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCda}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABa}
BbFn-2	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKs-1	63.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEFGa}	73.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEa}	86.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCDa}
BbDs-1	43.3 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEFa}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDEa}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABa}
BbDs-2	76.7 $\pm$ 11.5 ^{ABCb}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMp-1	93.3 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbAk-1	53.3 $\pm$ 5.8 ^{CDEFGb}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFb}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbSr-1	23.3 $\pm$ 5.8 ^{HIJKLMc}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGHb}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCa}
BbDm-2	96.7 $\pm$ 5.8 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbFn-4	30.0 $\pm$ 10.0 ^{GHIJKLc}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFb}	96.7 $\pm$ 5.8 ^{ABa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbKp-2	60.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFc}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDEbc}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCDab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbDs-3	80.0 $\pm$ 10.0 ^{ABb}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbDs-4	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMp-2	46.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHc}	66.7 $\pm$ 11.5 ^{BCDEFGbc}	86.7 $\pm$ 15.3 ^{ABCDab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbSr-2	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-3	60.0 $\pm$ 10.0 ^{BCDEFc}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCDEFbc}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCDab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-4	50.0 $\pm$ 0.0 ^{DEFGc}	63.3 $\pm$ 5.8 ^{CDEFGHb}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCa}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
BbMg-5	66.7 $\pm$ 5.8 ^{BCDb}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCa}	93.3 $\pm$ 5.8 ^{ABa}
BbMg-6	36.7 $\pm$ 5.8 ^{FGHIJb}	56.7 $\pm$ 15.3 ^{DEFGHAb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDEa}	80.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCDEa}
BbGp-4	63.3 $\pm$ 5.8 ^{BCDEc}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{ABCDEbc}	93.3 $\pm$ 11.5 ^{ABCab}	100.0 $\pm$ 0.0 ^{Aa}
PlKa-1	30.0 $\pm$ 10.0 ^{GHIJKLc}	40.0 $\pm$ 0.0 ^{GHIJKbc}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGb}	76.7 $\pm$ 5.8 ^{BCDEFa}
PlMp-1	53.3 $\pm$ 5.8 ^{CDEFGb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{DEFGHb}	73.3 $\pm$ 11.5 ^{BCDEab}	83.3 $\pm$ 5.8 ^{ABCDa}
CelDs-2	6.7 $\pm$ 11.5 ^{LMb}	16.7 $\pm$ 11.5 ^{KLMb}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGa}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFGa}
CecKp-1	6.7 $\pm$ 5.8 ^{LMb}	23.3 $\pm$ 15.3 ^{JKLMab}	33.3 $\pm$ 5.8 ^{GHIab}	46.7 $\pm$ 11.5 ^{HIa}
CrFn-1	46.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHc}	53.3 $\pm$ 11.5 ^{EFGHb}	70.0 $\pm$ 10.0 ^{CDEFab}	80.0 $\pm$ 0.0 ^{ABCDEa}
CrMg-1	16.7 $\pm$ 11.5 ^{IJKLMa}	20.0 $\pm$ 10.0 ^{JKLMa}	30.0 $\pm$ 17.3 ^{GHIa}	46.7 $\pm$ 15.3 ^{HIa}
IfGp-1	3.3 $\pm$ 5.8 ^{Mc}	23.3 $\pm$ 15.3 ^{JKLMbc}	36.7 $\pm$ 11.5 ^{GHIab}	50.0 $\pm$ 0.0 ^{GHIa}
IfKm-1	33.3 $\pm$ 5.8 ^{GHIJKb}	36.7 $\pm$ 5.8 ^{HIJKLb}	53.3 $\pm$ 5.8 ^{EFGa}	66.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFGHa}
TaAl-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Mc}	3.3 $\pm$ 5.8 ^{Mc}	16.7 $\pm$ 5.8 ^{IJb}	36.7 $\pm$ 5.8 ^{Ia}
ThAk-1	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Md}	10.0 $\pm$ 0.0 ^{LMc}	26.7 $\pm$ 5.8 ^{HIb}	60.0 $\pm$ 0.0 ^{EFGHa}
Nibortem	13.3 $\pm$ 5.8 ^{JKLMD}	46.7 $\pm$ 5.8 ^{FGHIJc}	66.7 $\pm$ 5.8 ^{DEFGb}	90.0 $\pm$ 10.0 ^{ABCa}
Nostalgist	13.3 $\pm$ 5.8 ^{JKLMc}	26.7 $\pm$ 11.5 ^{IJKLMbc}	40 $\pm$ 10.0 ^{GHIab}	56.7 $\pm$ 5.8 ^{FGHIa}
Priority	10.0 $\pm$ 10.0 ^{KLMc}	23.3 $\pm$ 11.5 ^{JKLMbc}	46.7 $\pm$ 5.8 ^{FGHAb}	60.0 $\pm$ 10.0 ^{EFGHa}
Kontrol	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ma}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ma}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ja}	0.0 $\pm$ 0.0 ^{Ja}

* Tüm izolatlar 1×10^7 spor/mL spor konsantrasyonunda test edilmiştir.

Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).

Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P < 0.01$; Tukey testi).

4.4. Laboratuvar etkinlik testleri

Etkinlik denemelerinde ön patojenisite testlerinde virülensliği yüksek bulunan toprak örneklerinden *G. mellonella* larvaları kullanılarak izole edilen BbFn-2, BbKm-2 izolatları ile enfekteli yaprakbitlerinden izole edilen BbSr-2, BbDs-4 ve BbDm-2 nolu *B. bassiana* türüne ait toplamda 5 izolat, 5 farklı spor konsantrasyonunda (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 spor/mL) *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve dişi erginlerine karşı petri ve saksı denemelerinde test edilmiştir (Gabarty vd. 2014).

Etkinlik denemeleri sırasında kontrolde %5'i geçmemek kaydıyla ölümlerle karşılaşmıştır. Ancak ölü kadavralar yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra, nemli filtre kâğıdı bulunan petri kaplarında inkübasyona bırakılmış ve meydana gelen ölümlerin fungal kaynaklı olup olmadığı tespit edilmiştir. Aynı işlem deney gruplarında da yapılmış ve fungus kaynaklı olmayan ölümler test sonuçlarına yansıtılmamıştır. Bu nedenle ölüm oranlarının kontroldeki ölümler dikkate alınarak düzeltilmesine gerek duyulmamıştır.

4. 4. 1. Petri denemeleri

Entomopatojen fungus izolatlarının petri denemelerinde *A. gossypii*'nin nimflerine karşı etkinliği Çizelge 4.10'da, erginlerine karşı etkinliği Çizelge 4.11'da, *M. persicae*'nin nimflerine karşı etkinliği Çizelge 4.12'de ve erginlerine karşı etkinliği Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Petri denemelerinde *A. gossypii* nimflerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının hepsi inkübasyondan 7 gün sonra *A. gossypii* zararlısının nimflerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 izolatları istatistiksel olarak diğer BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. En etkili spor konsantrasyonu 1×10^7 olurken, en az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur. 1×10^6 ile 1×10^8 spor konsantrasyonlarında istatistiki olarak fark görülmemiştir ($P \leq 0.01$).

Çizelge 4.10. Petri denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Aphis gossypii* nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları (±SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1x10 ⁵	60.0±0.0 CdIII	83.3±5.8 CdII	83.3±5.8 CdII	86.7±5.8 CdI
	1x10 ⁶	70.0±10.0 CbIV	90.0±0.0 CbIII	93.3±5.8 CbII	96.7±5.8 CbI
	1x10 ⁷	80.0±10.0 CaIII	93.3±5.8 CaII	100.0±0.0 CaI	100.0±0.0 CaI
	1x10 ⁸	76.7±5.8 CbIII	93.3±5.8 CbII	100.0±0.0 CbI	100.0±0.0 CbI
	1x10 ⁹	63.3±5.8 CcIII	86.7±5.8 CcII	86.7±5.8 CcII	96.7±5.8 CcI
BbKm-2	1x10 ⁵	76.7±5.8 AdIV	86.7±5.8 AdIII	90.0±0.0 AdII	93.3±5.8 AdI
	1x10 ⁶	86.7±5.8 AbIV	93.3±5.8 AbIII	96.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁷	93.3±5.8 AaIII	96.7±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI	100.0±0.0 AaI
	1x10 ⁸	83.3±5.8 AbIV	90.0±0.0 AbIII	96.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁹	80.0±10.0 AcIV	86.7±5.8 AcIII	93.3±5.8 AcII	96.7±5.8 AcI
BbSr-2	1x10 ⁵	73.3±5.8 AdIV	90.0±0.0 AdIII	93.3±5.8 AdII	100.0±0.0 AdI
	1x10 ⁶	80.0±0.0 AbIV	93.3±5.8 AbIII	96.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁷	86.7±5.8 AaIII	96.7±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI	100.0±0.0 AaI
	1x10 ⁸	83.3±5.8 AbIV	90.0±0.0 AbIII	96.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁹	76.7±5.8 AcIV	93.3±5.8 AcIII	96.7±5.8 AcII	100.0±0.0 AcI
BbDs-4	1x10 ⁵	73.3±5.8 BdIV	76.7±5.8 BdIII	80.0±0.0 BdII	83.3±5.8 BdI
	1x10 ⁶	86.7±5.8 BbIII	90.0±0.0 BbII	100.0±0.0 BbI	100.0±0.0 BbI
	1x10 ⁷	93.3±5.8 BaII	100.0±0.0 BaI	100.0±0.0 BaI	100.0±0.0 BaI
	1x10 ⁸	86.7±5.8 BbIV	90.0±0.0 BbIII	93.3±5.8 BbII	96.7±5.8 BbI
	1x10 ⁹	83.3±5.8 BcIII	83.3±5.8 BcIII	86.7±5.8 BcII	96.7±5.8 BcI
BbDm-2	1x10 ⁵	73.3±5.8 AdIV	83.3±5.8 AdIII	90.0±10.0 AdII	96.7±5.8 AdI
	1x10 ⁶	83.3±5.8 AbIII	86.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁷	93.3±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI	100.0±0.0 AaI	100.0±0.0 AaI
	1x10 ⁸	86.7±5.8 AbIV	90.0±0.0 AbIII	96.7±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1x10 ⁹	90.0±0.0 AcIII	96.7±5.8 AcII	100.0±0.0 AcI	100.0±0.0 AcI
Kontrol	dH ₂ O	0.0±0.0 DdIV	0.0±0.0 DdIV	0.0±0.0 DdIV	0.0±0.0 DdIV

* Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

** Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük rakamlar ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Petri denemelerinde *A. gossypii* erginlerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının hepsi inkübasyondan 7 gün sonra *A. gossypii* zararlısının erginlerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi BbSr-2 ve BbKm-2 izolatları istatistiki olarak diğer BbDs-4, BbFn-2 ve BbDm-2 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İstatistiksel olarak diğer izolatlarla kıyasla en etkili izolat BbSr-2 olurken,

en az etkili izolat BbFn-2 olmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. En etkili spor konsantrasyonu 1×10^7 olurken, en az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur. 1×10^6 ile 1×10^8 spor konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($P \leq 0.01$).

Çizelge 4.11. Petri denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Aphis gossypii* erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları ($\pm$ SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	56.7 $\pm$ 5.8 DdIV	73.3 $\pm$ 5.8 DdIII	80.0 $\pm$ 0.0 DdII	86.7 $\pm$ 5.8 DdI
	1×10^6	66.7 $\pm$ 5.8 DbIII	86.7 $\pm$ 5.8 DbII	93.3 $\pm$ 5.8 DbI	93.3 $\pm$ 5.8 DbI
	1×10^7	76.7 $\pm$ 5.8 DaIV	93.3 $\pm$ 5.8 DaIII	96.7 $\pm$ 5.8 DaII	100.0 $\pm$ 0.0 DaI
	1×10^8	73.3 $\pm$ 5.8 DbIV	90.0 $\pm$ 0.0 DbIII	96.7 $\pm$ 5.8 DbII	100.0 $\pm$ 0.0 DbI
	1×10^9	56.7 $\pm$ 5.8 DcIV	83.3 $\pm$ 5.8 DcIII	90.0 $\pm$ 0.0 DcII	96.7 $\pm$ 5.8 DcI
BbKm-2	1×10^5	73.3 $\pm$ 5.8 ABdIV	80.0 $\pm$ 0.0 ABdIII	90.0 $\pm$ 10.0 ABdII	93.3 $\pm$ 5.8 ABdI
	1×10^6	80.0 $\pm$ 0.0 ABbIV	86.7 $\pm$ 5.8 ABbIII	93.3 $\pm$ 5.8 ABbII	100.0 $\pm$ 0.0 ABbI
	1×10^7	93.3 $\pm$ 5.8 ABaIII	96.7 $\pm$ 5.8 ABaII	100.0 $\pm$ 0.0 ABaI	100.0 $\pm$ 0.0 ABaI
	1×10^8	83.3 $\pm$ 5.8 ABbIII	90.0 $\pm$ 0.0 ABbII	96.7 $\pm$ 5.8 ABbI	96.7 $\pm$ 5.8 ABbI
	1×10^9	80.0 $\pm$ 10.0 ABcIV	93.3 $\pm$ 5.8 ABcIII	96.7 $\pm$ 5.8 ABcII	100.0 $\pm$ 0.0 ABcI
BbSr-2	1×10^5	70.0 $\pm$ 0.0 AdIV	86.7 $\pm$ 5.8 AdIII	93.3 $\pm$ 5.8 AdII	100.0 $\pm$ 0.0 AdI
	1×10^6	83.3 $\pm$ 5.8 AbIV	93.3 $\pm$ 5.8 AbIII	96.7 $\pm$ 5.8 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^7	90.0 $\pm$ 0.0 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^8	86.7 $\pm$ 5.8 AbIV	90.0 $\pm$ 0.0 AbIII	96.7 $\pm$ 5.8 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^9	80.0 $\pm$ 0.0 AcIV	93.3 $\pm$ 5.8 AcIII	96.7 $\pm$ 5.8 AcII	100.0 $\pm$ 0.0 AcI
BbDs-4	1×10^5	73.3 $\pm$ 5.8 BCdIV	86.7 $\pm$ 5.8 BCdIII	90.0 $\pm$ 0.0 BCdII	96.7 $\pm$ 5.8 BCdI
	1×10^6	86.7 $\pm$ 5.8 BCbIV	90.0 $\pm$ 0.0 BCbIII	93.3 $\pm$ 5.8 BCbII	100.0 $\pm$ 0.0 BCbI
	1×10^7	86.7 $\pm$ 5.8 BCaIII	96.7 $\pm$ 5.8 BCaII	100.0 $\pm$ 0.0 BCaI	100.0 $\pm$ 0.0 BCaI
	1×10^8	80.0 $\pm$ 0.0 BCbIV	86.7 $\pm$ 5.8 BCbIII	96.7 $\pm$ 5.8 BCbII	100.0 $\pm$ 0.0 BCbI
	1×10^9	76.7 $\pm$ 11.5 BCcIV	83.3 $\pm$ 5.8 BCcIII	90.0 $\pm$ 10.0 BCcII	93.3 $\pm$ 5.8 BCcI
BbDm-2	1×10^5	73.3 $\pm$ 5.8 CdIII	80.0 $\pm$ 0.0 CdII	83.3 $\pm$ 5.8 CdI	83.3 $\pm$ 5.8 CdI
	1×10^6	80.0 $\pm$ 10.0 CbIV	86.7 $\pm$ 5.8 CbIII	96.7 $\pm$ 5.8 CbII	100.0 $\pm$ 0.0 CbI
	1×10^7	93.3 $\pm$ 5.8 CaIII	96.7 $\pm$ 5.8 CaII	100.0 $\pm$ 0.0 CaI	100.0 $\pm$ 0.0 CaI
	1×10^8	86.7 $\pm$ 5.8 CbIII	86.7 $\pm$ 5.8 CbIII	93.3 $\pm$ 5.8 CbII	96.7 $\pm$ 5.8 CbI
	1×10^9	76.7 $\pm$ 5.8 CcIV	83.3 $\pm$ 5.8 CcIII	86.7 $\pm$ 5.8 CcII	93.3 $\pm$ 5.8 CcI
Kontrol	dH ₂ O	0.0 $\pm$ 0.0 EdIV	0.0 $\pm$ 0.0 EdIV	0.0 $\pm$ 0.0 EdIV	0.0 $\pm$ 0.0 EdIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Petri denemelerinde *M. persicae* nimflerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının

hepsi inkübasyondan 7 gün sonra *M. persicae* nimflerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi BbKm-2, BbSr-2 ve BbDm-2 izolatları istatistiksel olarak diğer BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. En etkili spor konsantrasyonu 1×10^7 olurken en az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur.

Çizelge 4.12. Petri denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Myzus persicae* nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları (±SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	50.0±10.0 CeI	76.7±5.8 CeII	83.3±5.8 CeIII	90.0±10.0 CeIV
	1×10^6	66.7±5.8 CcI	86.7±5.8 CcII	93.3±5.8 CcIII	100.0±0.0 CcIV
	1×10^7	80.0±0.0 CaI	86.7±5.8 CaII	100.0±0.0 CaIII	100.0±0.0 CaIV
	1×10^8	76.7±5.8 CbI	86.7±5.8 CbII	96.7±5.8 CbIII	100.0±0.0 CbIV
	1×10^9	66.7±5.8 CdI	86.7±5.8 CdII	90.0±0.0 CdIII	100.0±0.0 CdIV
BbKm-2	1×10^5	66.7±5.8 AeI	73.3±5.8 AeII	76.7±5.8 AeIII	86.7±5.8 AeIV
	1×10^6	86.7±5.8 AcI	93.3±5.8 AcII	100.0±0.0 AcIII	100.0±0.0 AcIV
	1×10^7	93.3±5.8 AaI	100.0±0.0 AaII	100.0±0.0 AaIII	100.0±0.0 AaIV
	1×10^8	90.0±0.0 AbI	93.3±5.8 AbII	96.7±5.8 AbIII	100.0±0.0 AbIV
	1×10^9	76.7±5.8 AdI	83.3±5.8 AdII	93.3±5.8 AdIII	96.7±5.8 AdIV
BbSr-2	1×10^5	70.0±0.0 AeI	80.0±10.0 AeII	86.7±11.5 AeIII	90.0±10.0 AeIV
	1×10^6	76.7±5.8 AcI	83.3±5.8 AcII	86.7±11.5 AcIII	100.0±0.0 AcIV
	1×10^7	90.0±0.0 AaI	93.3±5.8 AaII	100.0±0.0 AaIII	100.0±0.0 AaIV
	1×10^8	90.0±0.0 AbI	93.3±5.8 AbII	100.0±0.0 AbIII	100.0±0.0 AbIV
	1×10^9	86.7±5.8 AdI	93.3±5.8 AdII	96.7±5.8 AdIV	100.0±0.0 AdIV
BbDs-4	1×10^5	66.7±5.8 BCeI	76.7±5.8 BCeII	86.7±5.8 BCeIII	90.0±0.0 BCeIV
	1×10^6	80.0±0.0 BCcI	83.3±5.8 BCcII	93.3±5.8 BCcIII	100.0±0.0 BCcIV
	1×10^7	90.0±0.0 BCaI	93.3±5.8 BCaII	96.7±5.8 BCaIII	100.0±0.0 BCaIV
	1×10^8	80.0±0.0 BCbI	86.7±5.8 BCbII	93.3±5.8 BCbIII	100.0±0.0 BCbIV
	1×10^9	70.0±10.0 BCdI	80.0±0.0 BCdII	86.7±5.8 BCdIII	93.3±5.8 BCdIV
BbDm-2	1×10^5	73.3±5.8 ABeI	80.0±10.0 ABeII	93.3±5.8 ABeIII	96.7±5.8 ABeIV
	1×10^6	73.3±11.5 ABcI	90.0±10.0 ABcII	100.0±0.0 ABcIII	100.0±0.0 ABcIV
	1×10^7	76.7±5.8 ABaI	90.0±0.0 ABaII	100.0±0.0 ABaIII	100.0±0.0 ABaIV
	1×10^8	73.3±5.8 ABbI	83.3±5.8 ABbII	96.7±5.8 ABbIII	100.0±0.0 ABbIV
	1×10^9	73.3±11.5 ABdI	86.7±5.8 ABdII	93.3±5.8 ABdIII	100.0±0.0 ABdIV
Kontrol	dH ₂ O	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Petri denemelerinde *M. persicae* erginlerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde

değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının hepsi inkübasyondan 7 gün sonra *M. persicae* erginlerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.13'te görüldüğü gibi BbKm-2 ve BbSr-2 izolatları, istatistiksel olarak diğer BbFn-2, BbDm-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. En etkili spor konsantrasyonu 1×10^7 olurken, bunu 1×10^8 , 1×10^9 ve 1×10^6 konsantrasyonları takip etmiştir. En az etkili spor konsantrasyonu ise 1×10^5 olmuştur.

Çizelge 4.13. Petri denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Myzus persicae* erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları ($\pm$ SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	46.7 $\pm$ 5.8 BdIV	70.0 $\pm$ 0.0 BdIII	80.0 $\pm$ 10.0 BdII	83.3 $\pm$ 11.5 BdI
	1×10^6	63.3 $\pm$ 5.8 BcIV	66.7 $\pm$ 5.8 BcIII	86.7 $\pm$ 5.8 BcII	93.3 $\pm$ 11.5 BcI
	1×10^7	73.3 $\pm$ 11.5 BaIV	80.0 $\pm$ 0.0 BaIII	86.7 $\pm$ 11.5 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^8	80.0 $\pm$ 0.0 BabIV	83.3 $\pm$ 5.8 BabIII	96.7 $\pm$ 5.8 BabII	100.0 $\pm$ 0.0 BabI
	1×10^9	70.0 $\pm$ 0.0 BbIV	83.3 $\pm$ 5.8 BbIII	93.3 $\pm$ 5.8 BbII	100.0 $\pm$ 0.0 BbI
BbKm-2	1×10^5	56.6 $\pm$ 5.8 AdIV	70.0 $\pm$ 0.0 AdIII	80.0 $\pm$ 0.0 AdII	90.0 $\pm$ 10.0 AdI
	1×10^6	83.3 $\pm$ 11.5 AcIV	90.0 $\pm$ 10.0 AcIII	96.7 $\pm$ 5.8 AcII	100.0 $\pm$ 0.0 AcI
	1×10^7	90.0 $\pm$ 0.0 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^8	86.7 $\pm$ 5.8 AabIV	90.0 $\pm$ 0.0 AabIII	96.7 $\pm$ 5.8 AabII	100.0 $\pm$ 0.0 AabI
	1×10^9	80.0 $\pm$ 0.0 AbIII	86.7 $\pm$ 5.8 AbII	96.7 $\pm$ 5.8 AbI	96.7 $\pm$ 5.8 AbI
BbSr-2	1×10^5	66.7 $\pm$ 5.8 AdIV	80.0 $\pm$ 10.0 AdIII	90.0 $\pm$ 10.0 AdII	93.3 $\pm$ 5.8 AdI
	1×10^6	70.0 $\pm$ 0.0 AcIV	80.0 $\pm$ 10.0 AcII	86.7 $\pm$ 5.8 AcII	93.3 $\pm$ 11.5 AcI
	1×10^7	83.3 $\pm$ 11.5 AaIV	90.0 $\pm$ 10.0 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^8	83.3 $\pm$ 5.8 AabIV	86.7 $\pm$ 5.8 AabIII	96.7 $\pm$ 5.8 AabII	100.0 $\pm$ 0.0 AabI
	1×10^9	86.7 $\pm$ 5.8 AbIV	90.0 $\pm$ 0.0 AbIII	96.7 $\pm$ 5.8 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
BbDs-4	1×10^5	53.3 $\pm$ 5.8 BdIV	73.3 $\pm$ 5.8 BdIII	83.3 $\pm$ 11.5 BdII	90.0 $\pm$ 0.0 BdI
	1×10^6	70.0 $\pm$ 10.0 BcIV	83.3 $\pm$ 5.8 BcIII	93.3 $\pm$ 5.8 BcII	100.0 $\pm$ 0.0 BcI
	1×10^7	80.0 $\pm$ 0.0 BaIV	86.7 $\pm$ 5.8 BaIII	93.3 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^8	76.7 $\pm$ 11.5 BabIV	86.7 $\pm$ 11.5 BabIII	90.0 $\pm$ 10.0 BabII	96.7 $\pm$ 5.8 BabI
	1×10^9	70.0 $\pm$ 10.0 BbIV	76.7 $\pm$ 5.8 BbIII	80.0 $\pm$ 0.0 BbII	96.7 $\pm$ 4.8 BbI
BbDm-2	1×10^5	53.3 $\pm$ 5.8 BdIV	60.0 $\pm$ 0.0 BdIII	76.7 $\pm$ 5.8 BdII	80.0 $\pm$ 0.0 BdI
	1×10^6	66.7 $\pm$ 11.5 BcIV	73.3 $\pm$ 5.8 BcIII	86.7 $\pm$ 15.3 BcII	96.7 $\pm$ 5.8 BcI
	1×10^7	73.3 $\pm$ 5.8 BaIV	83.3 $\pm$ 11.5 BaIII	93.3 $\pm$ 11.5 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^8	70.0 $\pm$ 0.0 BabIV	80.0 $\pm$ 10.0 BabIII	93.3 $\pm$ 11.5 BabII	100.0 $\pm$ 0.0 BabI
	1×10^9	76.7 $\pm$ 5.8 BbIV	83.3 $\pm$ 5.8 BbIII	90.0 $\pm$ 10.0 BbII	100.0 $\pm$ 0.0 BbI
Kontrol	dH ₂ O	0.0 $\pm$ 0.0 CdIV	0.0 $\pm$ 0.0 CdIV	0.0 $\pm$ 0.0 CdIV	0.0 $\pm$ 0.0 CdIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Sonuç olarak; petri denemelerinde izolatların, hedef zararlıların nimf ve erginlerine karşı etkinliklerinin izolatlara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir

($P<0.01$) (Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13). Petri kabı denemelerinde en etkili izolatlar BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 olarak tespit edilmiş ve istatistiksel olarak diğer izolatlarla göre önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($P<0.01$). Çalışmada petri denemelerinde en etkili spor konsantrasyonu 1×10^7 olmuş ve diğer spor konsantrasyonu oranlarına göre istatistiki olarak farklı bulunmuştur. BbKm-2, BbSr-2, BbDm-2, BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarının ilk üç gün içerisinde *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerinde önemli derecede ölüm meydana getirmediği, genellikle ölüm oranlarının 5. günde oldukça artış gösterdiği belirlenmiştir.

4. 4. 2. Saksı denemeleri

Entomopatojen fungus izolatlarının saksı denemelerinde *A. gossypii*'nin nimflerine karşı etkinliği Çizelge 4.14'te, erginlerine karşı etkinliği Çizelge 4.15'te, *M. persicae*'nin nimflerine karşı etkinliği Çizelge 4.16'da ve erginlerine karşı etkinliği Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Saksı denemelerinde *A. gossypii*'nin nimflerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarından BbDs-4 izolatu hariç hepsi inkübasyondan 10 gün sonra *Aphis gossypii* zararlısının nimflerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.14'te görüldüğü gibi BbSr-2 ve BbKm-2 izolatları istatistiksel olarak diğer BbDm-2, BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiki olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Saksı denemelerinde en etkili spor konsantrasyonları 1×10^8 ve 1×10^9 olurken, en az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur.

Çizelge 4.14. Saksı denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Aphis gossypii* nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/ml)**	Ölüm oranları (±SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1x10 ⁵	56.7±5.8 BdIV	80.0±10.0 BdIII	86.7±5.8 BdII	93.3±5.8 BdI
	1x10 ⁶	60.0±0.0 BcIV	76.7±5.8 BcIII	86.7±5.8 BcII	93.3±11.5 BcI
	1x10 ⁷	66.7±5.8 BbcIV	73.3±5.8 BbcIII	83.3±5.8 BbcII	93.3±5.8 BbcI
	1x10 ⁸	70.0±5.8 BabIV	86.7±5.8 BabIII	93.3±11.5 BabII	100.0±0.0 BabI
	1x10 ⁹	76.7±10.0 BaIV	90.0±0.0 BaIII	93.3±5.8 BaII	96.7±5.8 BaI
BbKm-2	1x10 ⁵	70.0±0.0 AdIV	80.0±10.0 AdIII	86.7±5.8 AdII	96.7±5.8 AdI
	1x10 ⁶	76.7±5.8 AcIV	80.0±0.0 AcIII	90.0±10.0 AcII	93.3±5.8 AcI
	1x10 ⁷	66.7±5.8 AbcIV	76.7±5.8 AbcIII	86.7±11.5 AbcII	93.3±5.8 AbcI
	1x10 ⁸	76.7±5.8 AabIV	86.7±5.8 AabIII	93.3±5.8 AabII	96.7±5.8 AabI
	1x10 ⁹	90.0±0.0 AaIV	93.3±5.8 AaIII	96.7±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI
BbSr-2	1x10 ⁵	60.0±10.0 AdIV	80.0±10.0 AdIII	86.7±5.8 AdII	93.3±11.5 AdI
	1x10 ⁶	66.7±5.8 AcIV	86.7±5.8 AcIII	93.3±5.8 AcII	100.0±0.0 AcI
	1x10 ⁷	66.7±5.8 AbcIV	83.3±5.8 AbcIII	93.3±5.8 AbcII	96.7±5.8 AbcI
	1x10 ⁸	76.7±5.8 AabIV	83.3±5.8 AabIII	93.3±5.8 AabII	100.0±0.0 AabI
	1x10 ⁹	83.3±5.8 AaIV	93.3±5.8 AaIII	96.7±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI
BbDs-4	1x10 ⁵	50.0±0.0 BdIV	66.7±15.3 BdIII	83.3±5.8 BdII	90.0±0.0 BdI
	1x10 ⁶	70.0±10.0 BcIV	76.7±11.5 BcIII	86.7±5.8 BcII	96.7±5.8 BcI
	1x10 ⁷	65.3±11.3 BbcIV	77.3±10.9 BbcIII	87.3±9.6 BbcII	95.3±5.2 BbcI
	1x10 ⁸	76.7±5.8 BabIV	86.7±5.8 BabIII	96.7±5.8 BabII	100.0±0.0 BabI
	1x10 ⁹	70.0±0.0 BaIV	80.0±10.0 BaIII	86.7±11.5 BaII	90.0±0.0 BaI
BbDm-2	1x10 ⁵	43.3±5.8 BdIV	60.0±0.0 BdIII	73.3±5.8 BdII	83.3±5.8 BdI
	1x10 ⁶	63.3±5.8 BcIV	76.7±11.5 BcIII	93.3±5.8 BcII	100.0±0.0 BcI
	1x10 ⁷	73.3±11.5 BbcIV	80.0±10.0 BbcIII	90.0±10.0 BbcII	93.3±11.5 BbcI
	1x10 ⁸	83.3±11.5 BabIV	93.3±5.8 BabIII	93.3±5.8 BabII	100.0±0.0 BabI
	1x10 ⁹	80.0±0.0 BaIV	93.3±11.5 BaIII	96.7±5.8 BaII	100.0±0.0 BaI
Kontrol	dH ₂ O	0.0±0.0 CdIV	0.0±0.0 CdIII	0.0±0.0 CdII	0.0±0.0 CdI

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Saksı denemelerinde *A. gossypii* erginlerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarından BbDs-4 izolatu hariç hepsi inkübasyondan 10 gün sonra *A. gossypii*'nin erginlerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 izolatları, istatistiksel olarak diğer BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiki olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Saksı denemelerinde en etkili spor konsantrasyonları 1x10⁸

ve 1×10^9 olurken, en az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur. 1×10^7 ile 1×10^8 spor konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yoktur ($P \leq 0.01$).

Çizelge 4.15. Saksı denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Aphis gossypii* erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları ($\pm$ SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	46.7 $\pm$ 5.8 CdIV	63.3 $\pm$ 5.8 CdIII	76.7 $\pm$ 5.8 CdII	86.7 $\pm$ 5.8 CdI
	1×10^6	56.7 $\pm$ 5.8 CcIV	70.0 $\pm$ 0.0 CcIII	80.0 $\pm$ 10.0 CcII	100.0 $\pm$ 0.0 CcI
	1×10^7	63.3 $\pm$ 5.8 CbIV	73.3 $\pm$ 5.8 CbIII	83.3 $\pm$ 11.5 CbII	93.3 $\pm$ 5.8 CbI
	1×10^8	53.3 $\pm$ 5.8 CbIV	70.0 $\pm$ 0.0 CbIII	73.3 $\pm$ 5.8 CbII	86.7 $\pm$ 5.8 CbI
	1×10^9	60.0 $\pm$ 10.0 CaIV	63.3 $\pm$ 5.8 CaIII	76.7 $\pm$ 5.8 CaII	90.0 $\pm$ 0.0 CaI
BbKm-2	1×10^5	50.0 $\pm$ 10.0 AdIV	73.3 $\pm$ 5.8 AdIII	83.3 $\pm$ 5.8 AdII	96.7 $\pm$ 5.8 AdI
	1×10^6	56.7 $\pm$ 5.8 AcIV	73.3 $\pm$ 5.8 AcIII	90.0 $\pm$ 0.0 AcII	96.7 $\pm$ 5.8 AcI
	1×10^7	63.3 $\pm$ 5.8 AbIV	70.0 $\pm$ 0.0 AbIII	76.7 $\pm$ 5.8 AbII	96.7 $\pm$ 5.8 AbI
	1×10^8	73.3 $\pm$ 5.8 AbIV	76.7 $\pm$ 5.8 AbIII	86.7 $\pm$ 11.5 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^9	80.0 $\pm$ 0.0 AaIV	86.7 $\pm$ 5.8 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
BbSr-2	1×10^5	53.3 $\pm$ 5.8 AdIV	66.7 $\pm$ 5.8 AdIII	80.0 $\pm$ 0.0 AdII	83.3 $\pm$ 5.8 AdI
	1×10^6	63.3 $\pm$ 5.8 AcIV	80.0 $\pm$ 0.0 AcIII	83.3 $\pm$ 5.8 AcII	93.3 $\pm$ 5.8 AcI
	1×10^7	70.0 $\pm$ 10.0 AbIV	76.7 $\pm$ 5.8 AbIII	86.7 $\pm$ 5.8 AbII	93.3 $\pm$ 11.5 AbI
	1×10^8	73.3 $\pm$ 11.5 AbIV	80.0 $\pm$ 10.0 AbIII	90.0 $\pm$ 10.0 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^9	73.3 $\pm$ 5.8 AaIV	86.7 $\pm$ 5.8 AaIII	93.3 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
BbDs-4	1×10^5	63.3 $\pm$ 5.8 BdIV	70.0 $\pm$ 0.0 BdIII	80.0 $\pm$ 10.0 BdII	86.7 $\pm$ 5.8 BdI
	1×10^6	60.0 $\pm$ 0.0 BcIV	70.0 $\pm$ 10.0 BcIII	76.7 $\pm$ 5.8 BcII	86.7 $\pm$ 5.8 BcI
	1×10^7	66.7 $\pm$ 5.8 BbIV	73.3 $\pm$ 5.8 BbIII	80.0 $\pm$ 0.0 BbII	86.7 $\pm$ 5.8 BbI
	1×10^8	63.3 $\pm$ 5.8 BbIV	73.3 $\pm$ 5.8 BbIII	83.3 $\pm$ 5.8 BbII	93.3 $\pm$ 5.8 BbI
	1×10^9	70.0 $\pm$ 10.0 BaIV	80.0 $\pm$ 0.0 BaIII	90.0 $\pm$ 10.0 BaII	96.7 $\pm$ 5.8 BaI
BbDm-2	1×10^5	40.0 $\pm$ 0.0 ABdIV	56.7 $\pm$ 5.8 ABdIII	70.0 $\pm$ 0.0 ABdII	80.0 $\pm$ 10.0 ABdI
	1×10^6	60.0 $\pm$ 10.0 ABcIV	70.0 $\pm$ 0.0 ABcIII	86.7 $\pm$ 11.5 ABcII	93.3 $\pm$ 5.8 ABcI
	1×10^7	73.3 $\pm$ 11.5 ABbIV	93.3 $\pm$ 5.8 ABbIII	93.3 $\pm$ 5.8 ABbII	96.7 $\pm$ 5.8 ABbI
	1×10^8	70.0 $\pm$ 0.0 ABbIV	80.0 $\pm$ 10.0 ABbIII	86.7 $\pm$ 5.8 ABbII	100.0 $\pm$ 0.0 ABbI
	1×10^9	73.3 $\pm$ 5.8 ABaIV	80.0 $\pm$ 0.0 ABaIII	93.3 $\pm$ 11.5 ABaII	100.0 $\pm$ 0.0 ABaI
Kontrol	dH ₂ O	0.0 $\pm$ 0.0 DdIV	0.0 $\pm$ 0.0 DdIV	0.0 $\pm$ 0.0 DdIV	0.0 $\pm$ 0.0 DdIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Saksı denemelerinde *M. persicae* nimflerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçlarına göre, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının hepsi inkübasyondan 10 gün sonra *M. persicae* zararlısının nimflerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi BbSr-2 ve BbKm-2 izolatları

istatistiksel olarak diğer BbFn-2, BbDm-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiki olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Saksı denemelerinde en etkili spor konsantrasyonları (1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9) arasında istatistiksel olarak fark yoktur. En az etkili spor konsantrasyonu 1×10^5 olmuştur ($P \leq 0.01$).

Çizelge 4.16. Saksı denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Myzus persicae* nimflerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları ($\pm$ SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	53.3 $\pm$ 5.8 BcIV	70.0 $\pm$ 0.0 BcIII	83.3 $\pm$ 5.8 BcII	93.3 $\pm$ 11.5 BcI
	1×10^6	66.7 $\pm$ 5.8 BbIV	76.7 $\pm$ 5.8 BbIII	90.0 $\pm$ 10.0 BbII	100.0 $\pm$ 0.0 BbI
	1×10^7	66.7 $\pm$ 5.8 BaIV	76.7 $\pm$ 5.8 BaIII	86.7 $\pm$ 5.8 BaII	93.3 $\pm$ 11.5 BaI
	1×10^8	76.7 $\pm$ 5.8 BaIV	80.0 $\pm$ 0.0 BaIII	90.0 $\pm$ 10.0 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^9	70.0 $\pm$ 0.0 BaIV	86.7 $\pm$ 5.8 BaIII	90.0 $\pm$ 0.0 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
BbKm-2	1×10^5	63.3 $\pm$ 5.8 AcIV	70.0 $\pm$ 10.0 AcIII	73.3 $\pm$ 5.8 AcII	83.3 $\pm$ 5.8 AcI
	1×10^6	73.3 $\pm$ 5.8 AbIV	83.3 $\pm$ 5.8 AbIII	96.7 $\pm$ 5.8 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^7	90.0 $\pm$ 0.0 AaIV	96.7 $\pm$ 5.8 AaIII	100.0 $\pm$ 0.0 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^8	86.7 $\pm$ 5.8 AaIV	90.0 $\pm$ 0.0 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^9	80.0 $\pm$ 0.0 AaIV	86.7 $\pm$ 5.8 AaIII	93.3 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
BbSr-2	1×10^5	63.3 $\pm$ 5.8 AcIV	70.0 $\pm$ 10.0 AcIII	80.0 $\pm$ 0.0 AcII	96.7 $\pm$ 5.8 AcI
	1×10^6	66.7 $\pm$ 5.8 AbIV	80.0 $\pm$ 10.0 AbIII	90.0 $\pm$ 10.0 AbII	100.0 $\pm$ 0.0 AbI
	1×10^7	83.3 $\pm$ 5.8 AaIV	90.0 $\pm$ 10.0 AaIII	100.0 $\pm$ 0.0 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^8	80.0 $\pm$ 0.0 AaIV	90.0 $\pm$ 10.0 AaIII	100.0 $\pm$ 0.0 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
	1×10^9	83.3 $\pm$ 5.8 AaIV	86.7 $\pm$ 5.8 AaIII	96.7 $\pm$ 5.8 AaII	100.0 $\pm$ 0.0 AaI
BbDs-4	1×10^5	60.0 $\pm$ 10.0 BcIV	73.3 $\pm$ 11.5 BcIII	80.0 $\pm$ 10.0 BcII	83.3 $\pm$ 5.8 BcI
	1×10^6	63.3 $\pm$ 5.8 BbIV	73.3 $\pm$ 5.8 BbIII	86.7 $\pm$ 5.8 BbII	93.3 $\pm$ 11.5 BbI
	1×10^7	70.0 $\pm$ 0.0 BaIV	86.7 $\pm$ 5.8 BaIII	90.0 $\pm$ 10.0 BaII	93.3 $\pm$ 11.5 BaI
	1×10^8	73.3 $\pm$ 5.8 BaIV	83.3 $\pm$ 5.8 BaIII	96.7 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^9	73.3 $\pm$ 5.8 BaIV	83.3 $\pm$ 5.8 BaIII	96.7 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
BbDm-2	1×10^5	66.7 $\pm$ 5.8 BcIV	73.3 $\pm$ 5.8 BcIII	86.7 $\pm$ 5.8 BcII	93.3 $\pm$ 5.8 BcI
	1×10^6	66.7 $\pm$ 11.5 BbIV	76.7 $\pm$ 5.8 BbIII	93.3 $\pm$ 5.8 BbII	96.7 $\pm$ 5.8 BbI
	1×10^7	66.7 $\pm$ 5.8 BaIV	80.0 $\pm$ 10.0 BaIII	86.7 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^8	70.0 $\pm$ 0.0 BaIV	76.7 $\pm$ 5.8 BaIII	93.3 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
	1×10^9	76.7 $\pm$ 5.8 BaIV	86.7 $\pm$ 5.8 BaIII	96.7 $\pm$ 5.8 BaII	100.0 $\pm$ 0.0 BaI
Kontrol	dH ₂ O	0.0 $\pm$ 0.0 CcIV	0.0 $\pm$ 0.0 CcIV	0.0 $\pm$ 0.0 CcIV	0.0 $\pm$ 0.0 CcIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Saksı denemelerinde *M. persicae* erginlerine karşı yapılan patojenisite testlerinin sonuçları, tüm fungus izolatlarının kontrol grubuna kıyasla ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Bununla birlikte, fungus izolatlarının neden olduğu ölüm oranları zaman içinde değişmiştir. Her sayım günündeki ölüm oranlarındaki farklılıklar, farklı fungus izolatları arasında genel olarak

anlamli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Test edilen fungus izolatlarının hepsi inkübasyondan 10 gün sonra *M. persicae* nimflerinde %100 ölüme neden olmuştur. Ancak Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi BbSr-2 izolatu istatistiksel olarak diğ er BbKm-2BbFn-2, BbDm-2 ve BbDs-4 izolatlarına göre daha etkili bulunmuştur. İzolatların farklı spor konsantrasyonları istatistiki olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Saksı denemelerinde en etkili spor konsantrasyonu 1×10^9 olurken onu 1×10^8 , 1×10^7 , 1×10^6 konsantrasyonları takip etmiştir. En az etkili spor konsantrasyonu ise 1×10^5 olmuştur. ($P \leq 0.01$).

Çizelge 4.17. Saksı denemelerinde *Beauveria bassiana* izolatlarının *Myzus persicae* erginlerine karşı farklı gün ve spor konsantrasyonlarındaki etkinliği

İzolat No*	Doz (spor/mL)**	Ölüm oranları (±SH)			
		3. Gün***	5. Gün	7. Gün	10. Gün
BbFn-2	1×10^5	56.7±11.5 BeIV	66.7±11.5 BeIII	76.7±5.8 BeII	86.7±5.8 BeI
	1×10^6	66.7±5.8 BdIV	76.7±5.8 BdIII	86.7±5.8 BdII	96.7±5.8 BdI
	1×10^7	70.0±0.0 BcIV	83.3±5.8 BcIII	93.3±5.8 BcII	96.7±5.8 BcI
	1×10^8	76.7±5.8 BbIV	86.7±5.8 BbIII	93.3±5.8 BbII	100.0±0.0 BbI
	1×10^9	80.0±0.0 BaIV	83.3±5.8 BaIII	96.7±5.8 BaII	100.0±0.0 BaI
BbKm-2	1×10^5	60.0±10.0 BeIV	73.3±11.5 BeIII	76.7±5.8 BeII	86.7±5.8 BeI
	1×10^6	60.0±0.0 BdIV	66.7±5.8 BdIII	83.3±5.8 BdII	93.3±5.8 BdI
	1×10^7	73.3±5.8 BcIV	80.0±0.0 BcIII	90.0±10.0 BcII	96.7±5.8 BcI
	1×10^8	76.7±5.8 BbIV	86.7±5.8 BbIII	93.3±5.8 BbII	100.0±0.0 BbI
	1×10^9	80.0±0.0 BaIV	86.7±5.8 BaIII	96.7±5.8 BaII	100.0±0.0 BaI
BbSr-2	1×10^5	66.7±5.8 AeIV	76.7±5.8 AeIII	83.3±5.8 AeII	100.0±0.0 AeI
	1×10^6	70.0±0.0 AdIV	76.7±5.8 AdIII	86.7±5.8 AdII	100.0±0.0 AdI
	1×10^7	76.7±5.8 AcIV	83.3±5.8 AcIII	90.0±0.0 AcII	100.0±0.0 AcI
	1×10^8	80.0±0.0 AbIV	86.7±5.8 AbIII	93.3±5.8 AbII	100.0±0.0 AbI
	1×10^9	86.7±5.8 AaIV	90.0±0.0 AaIII	96.7±5.8 AaII	100.0±0.0 AaI
BbDs-4	1×10^5	53.3±5.8 CeIV	66.7±5.8 CeIII	80.0±0.0 CeII	86.7±5.8 CeI
	1×10^6	60.0±10.0 CdIV	66.7±5.8 CdIII	76.7±5.8 CdII	90.0±0.0 CdI
	1×10^7	60.0±0.0 CcIV	66.7±5.8 CcIII	86.7±5.8 CcII	90.0±0.0 CcI
	1×10^8	66.7±5.8 CbIV	76.7±5.8 CbIII	93.3±5.8 CbII	96.7±5.8 CbI
	1×10^9	73.3±5.8 CaIV	86.7±5.8 CaIII	93.3±5.8 CaII	100.0±0.0 CaI
BbDm-2	1×10^5	56.7±5.8 BeIV	66.7±5.8 BeIII	80.0±0.0 BeII	90.0±10.0 BeI
	1×10^6	63.3±5.8 BdIV	73.3±5.8 BdIII	86.7±5.8 BdII	93.3±11.5 BdI
	1×10^7	70.0±0.0 BcIV	80.0±0.0 BcIII	90.0±10.0 BcII	93.3±11.5 BcI
	1×10^8	73.3±5.8 BbIV	83.3±5.8 BbIII	96.7±5.8 BbII	100.0±0.0 BbI
	1×10^9	76.7±5.8 BaIV	86.7±5.8 BaIII	96.7±5.8 BaII	100.0±0.0 BaI
Kontrol	dH ₂ O	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV	0.0±0.0 DeIV

*Aynı günde farklı izolatlarda farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

**Aynı günde ve aynı izolatta farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

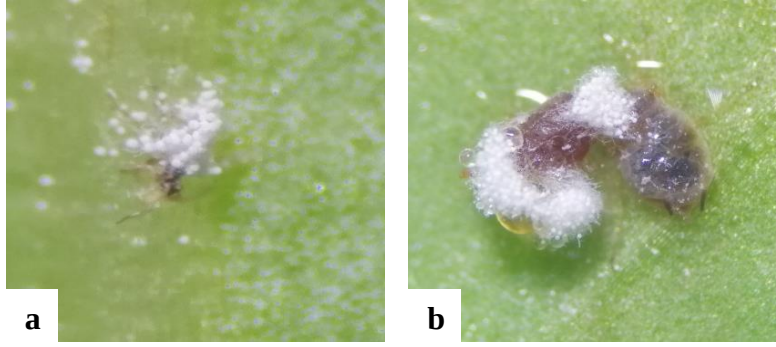
*** Aynı izolatta farklı günlerde farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$; Duncan testi).

Sonuç olarak, saksı denemelerinde izolatların hedef zararlıların nimf ve erginlerine karşı etkinliklerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($P < 0.01$) (Çizelge

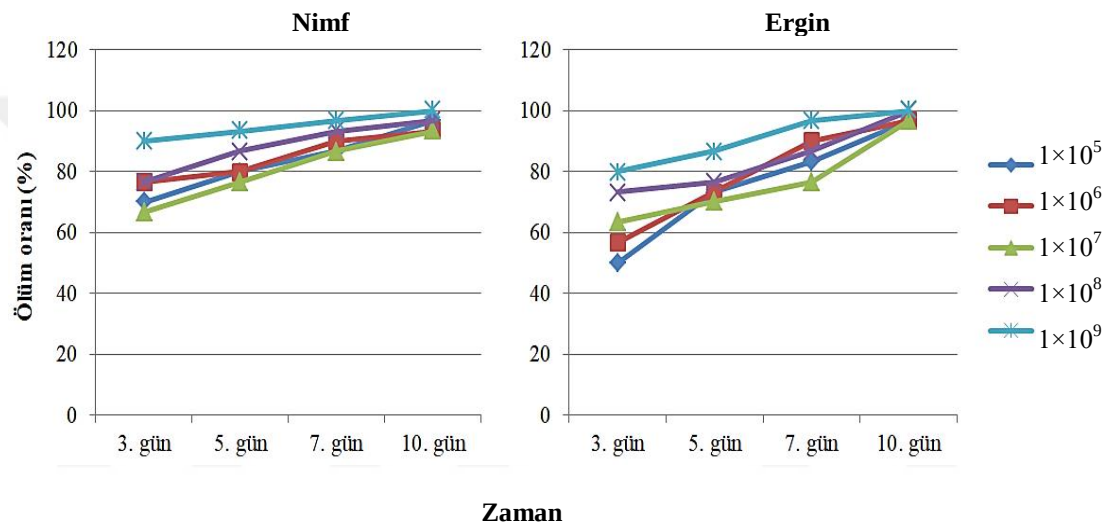
4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17). Saksı denemelerinde en etkili izolatların BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 olduğu belirlenmiş ve bu izolatlar istatistiki olarak diğer izolatlara göre önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($P<0.01$). Çalışmada petri denemelerinde en etkili spor konsantrasyonu 1×10^9 olmuş ve diğer spor konsantrasyonu oranlarına göre istatistiki olarak farklı bulunmuştur. BbKm-2, BbSr-2, BbDm-2, BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarının ilk üç gün içerisinde *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerinde önemli derecede ölüm meydana getirmediği, genellikle ölüm oranlarının 5. günde oldukça artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, test edilen *B. bassiana* izolatlarının *A. gossypii* ve *M. persicae*'ye karşı oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 4.27-4.46). Saksı denemelerinde *B. bassiana* izolatlarının 10^9 spor/mL konsantrasyonda *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerine uygulanması sonucu hesaplanan LT_{50} ve LT_{95} değerleri (gün) Çizelge 4.18'de verilmiştir. *Aphis gossypii*'nin nimflerine karşı hesaplanan LT_{50} değerleri 1.72 gün ile 2.12 gün arasında, LT_{95} değeri ise 4.81 gün ile 8.49 gün arasında değişkenlik göstermiştir. *A. gossypii*'nin erginlerine karşı hesaplanan LT_{50} değerleri 1.65 gün ile 2.54 gün arasında LT_{95} değeri ise 4.66 gün ile 12.93 gün arasında değişkenlik göstermiştir. *A. gossypii*'nin hem nimf hem de ergin dönemlerinde en düşük LT_{50} ve LT_{95} değeri BbSr-2 izolatında hesaplanmıştır. *Myzus persicae*'nin nimflerine karşı hesaplanan LT_{50} değerleri 1.40 gün ile 2.09 gün arasında, LT_{95} değeri ise 4.47 gün ile 5.70 gün arasında değişkenlik göstermiştir. *M. persicae*'nin erginlerine karşı hesaplanan LT_{50} değerleri 1.11 gün ile 1.94 gün arasında LT_{95} değeri ise 3.95 gün ile 5.26 gün arasında değişkenlik göstermiştir. *M. persicae*'nin hem nimf hem de ergin dönemlerinde en düşük LT_{50} ve LT_{95} değeri BbDm-2 izolatında hesaplanmıştır.

Çizelge 4.18. Saksı denemelerinde *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae*'nin nimf ve erginlerine karşı patojenisitesi test edilen *Beauveria bassiana* izolatlarının LT_{50} ve LT_{95} değerleri (gün)

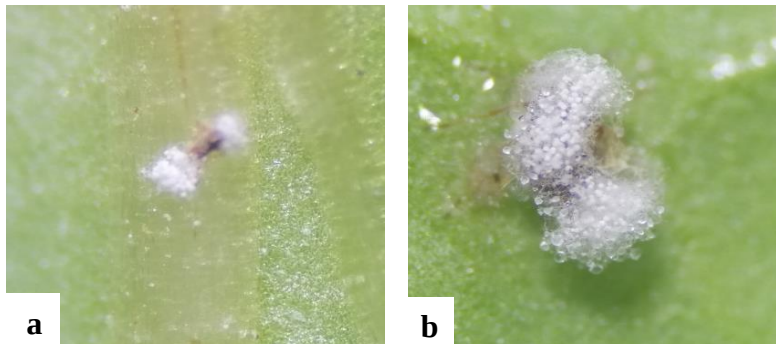
Zararlı	İzolat No	LT_{50} (%95 güven aralığı)	LT_{95} (%95 güven aralığı)	Denklem ($y=ax+b$)
<i>Aphis gossypii</i>	BbFn-2	2.12 (1.14-2.80)	6.19 (5.17-8.36)	$y = -0.896 + 2.750x$
	BbKm-2	1.87 (0.86-2.54)	6.02 (4.94-8.31)	$y = -0.850 + 3.125x$
	BbSr-2	1.72 (0.69-2.47)	4.81 (3.99-6.15)	$y = -0.557 + 2.358x$
Nimf	BbDs-4	1.93 (0.63-2.82)	8.49 (6.53-16.28)	$y = -0.566 + 1.989x$
	BbDm-2	1.99 (0.86-2.70)	5.47 (4.46-8.04)	$y = -1.493 + 2.171x$
<i>Aphis gossypii</i>	BbFn-2	2.01 (0.59-2.89)	5.72 (4.51-9.15)	$y = -0.859 + 2.827x$
	BbKm-2	1.89 (0.59-2.78)	6.82 (5.38-11.46)	$y = -0.640 + 2.305x$
	BbSr-2	1.65 (0.57-2.39)	4.66 (3.76-6.05)	$y = -0.619 + 2.842x$
Ergin	BbDs-4	2.54 (1.34-3.36)	12.93 (9.39-27.56)	$y = -0.736 + 1.815x$
	BbDm-2	1.94 (1.06-2.56)	5.26 (4.47-6.59)	$y = -0.853 + 2.962x$
<i>Myzus persicae</i>	BbFn-2	2.04 (1.37-2.55)	5.70 (5.00-6.81)	$y = -0.889 + 2.872x$
	BbKm-2	1.49 (0.46-2.25)	4.98 (4.01-6.55)	$y = -0.419 + 2.439x$
	BbSr-2	1.87 (0.86-2.54)	4.81 (3.99-6.15)	$y = -0.850 + 3.125x$
Nimf	BbDs-4	2.09 (1.11-2.73)	5.14 (4.33-6.63)	$y = -1.044 + 3.270x$
	BbDm-2	1.40 (0.19-2.29)	4.47 (3.25-6.19)	$y = -0.373 + 2.543x$
<i>Myzus persicae</i>	BbFn-2	1.87 (0.86- 2.54)	4.81 (3.99-6.15)	$y = -0.850 + 3.125x$
	BbKm-2	1.65 (0.57-2.39)	4.66 (3.76-6.05)	$y = -0.619 + 2.842x$
	BbSr-2	1.67 (0.46-2.48)	4.90 (3.88-6.76)	$y = -0.609 + 2.738x$
Ergin	BbDs-4	1.94 (1.06-2.56)	5.26 (4.47-6.59)	$y = -0.853 + 2.962x$
	BbDm-2	1.11 (0.09-1.98)	3.95 (2.54-5.19)	$y = -0.104 + 2.322x$



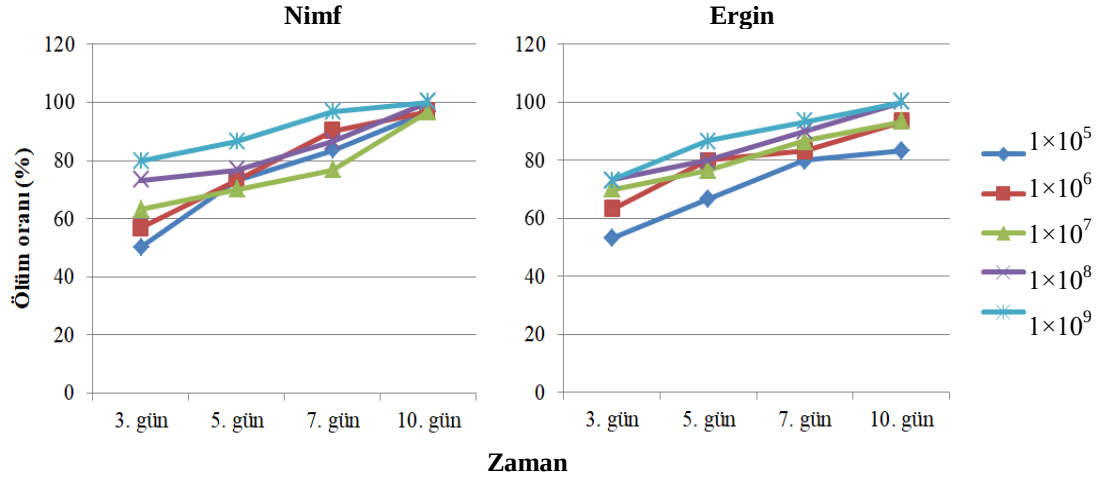
Şekil 4.27. *Beauveria bassiana* BbKm-2 izolatının *Aphis gossypii* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



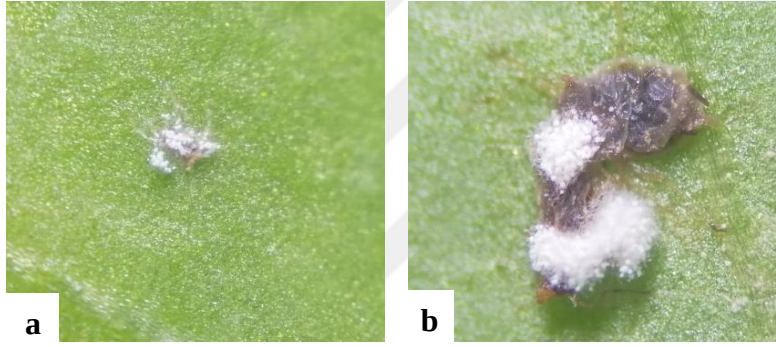
Şekil 4.28. *Beauveria bassiana* BbKm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Aphis gossypii* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)



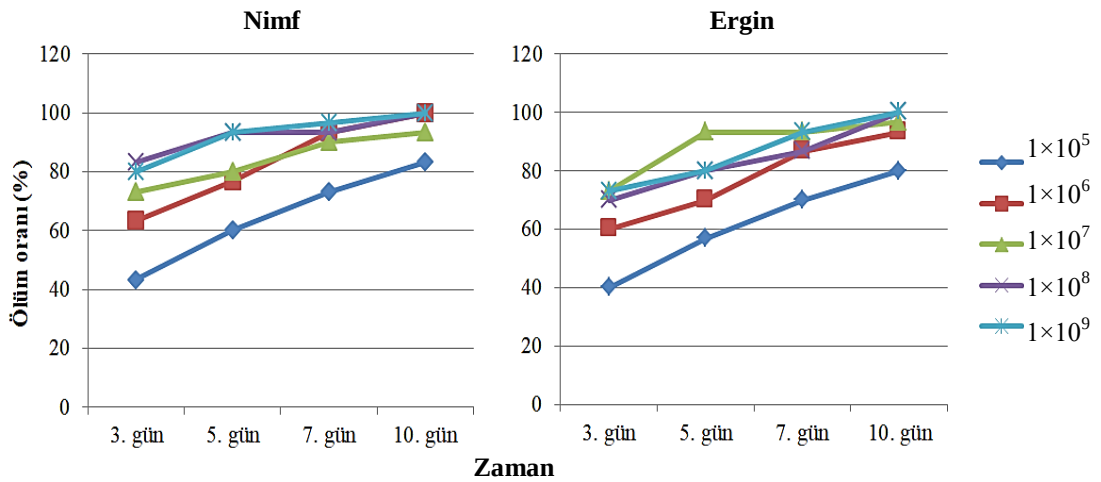
Şekil 4.29. *Beauveria bassiana* BbSr-2 izolatının *Aphis gossypii* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



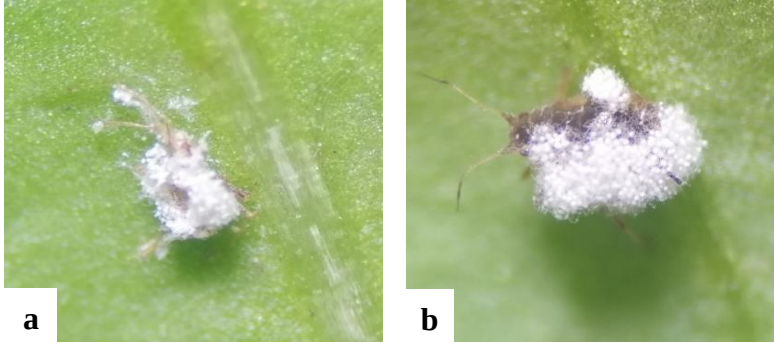
Şekil 4.30. *Beauveria bassiana* BbSr-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Aphis gossypii* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) (P<0.01)



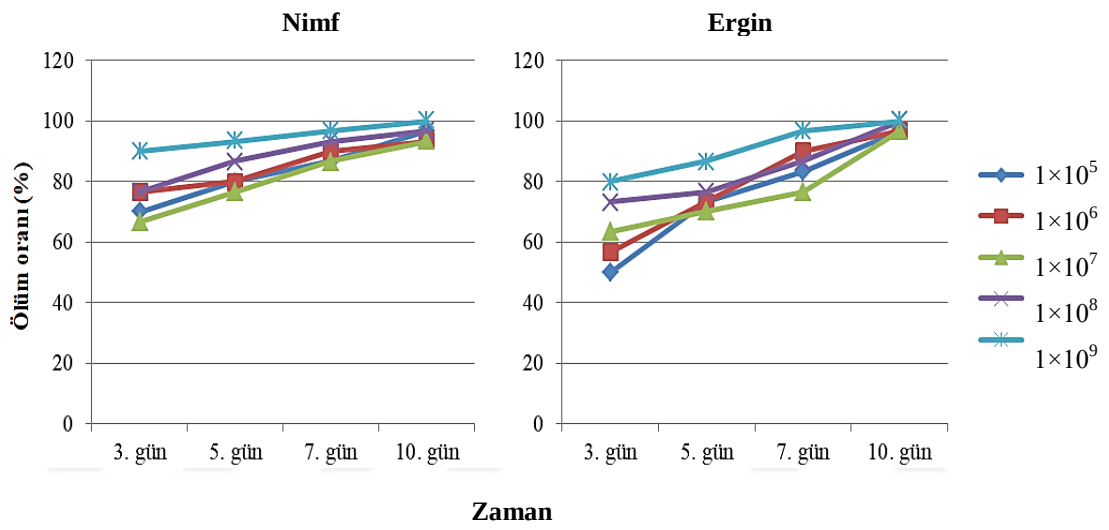
Şekil 4.31. *Beauveria bassiana* BbDm-2 izolatının *Aphis gossypii* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



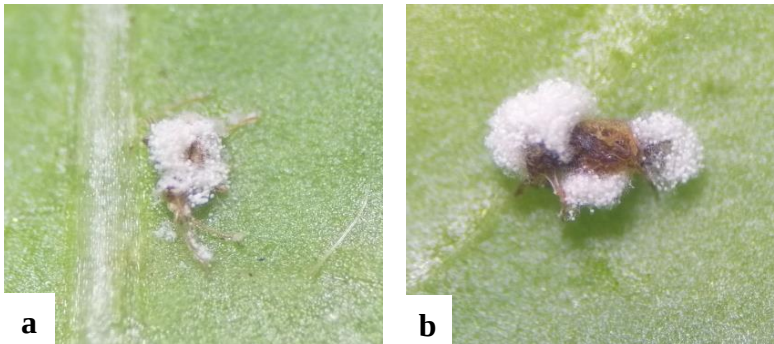
Şekil 4.32. *Beauveria bassiana* BbDm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Aphis gossypii* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) (P<0.01)



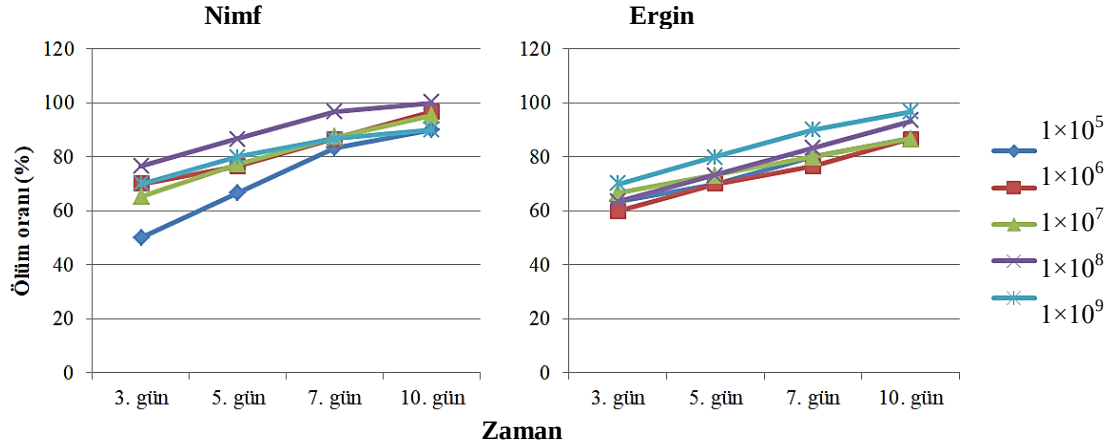
Şekil 4.33. *Beauveria bassiana* BbFn-2 izolatının *Aphis gossypii* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



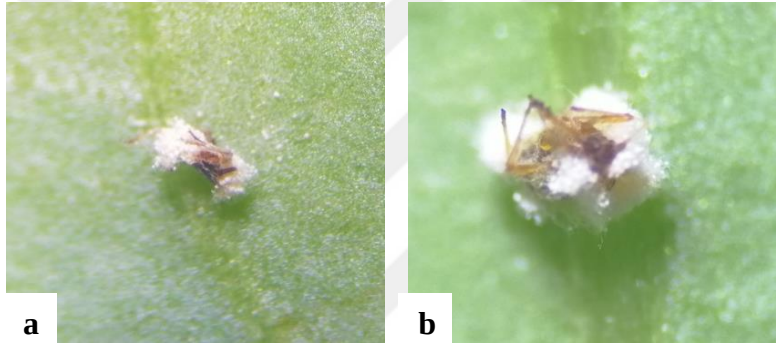
Şekil 4.34. *Beauveria bassiana* BbFn-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Aphis gossypii* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)



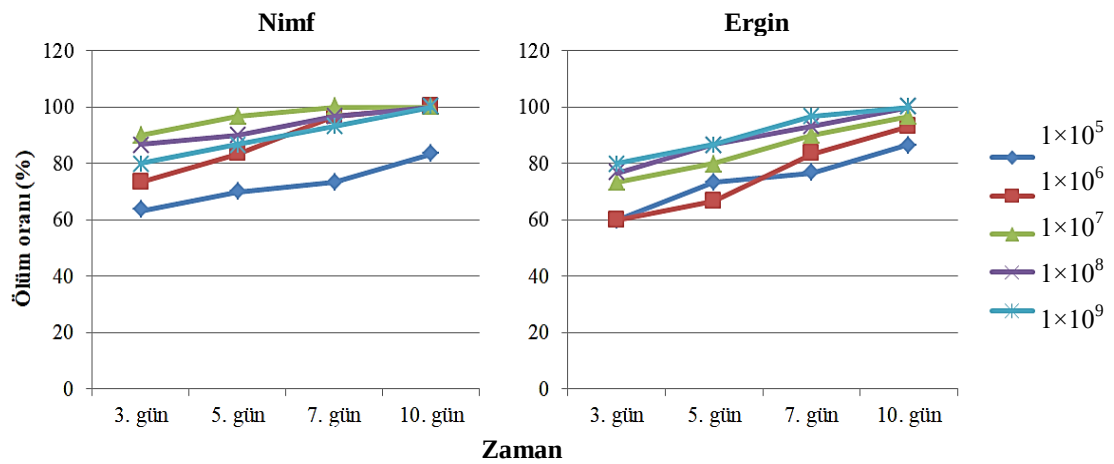
Şekil 4.35. *Beauveria bassiana* BbDs-4 izolatının *Aphis gossypii* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



Şekil 4.36. *Beauveria bassiana* BbDs-4 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Aphis gossypii* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P<0.01$)



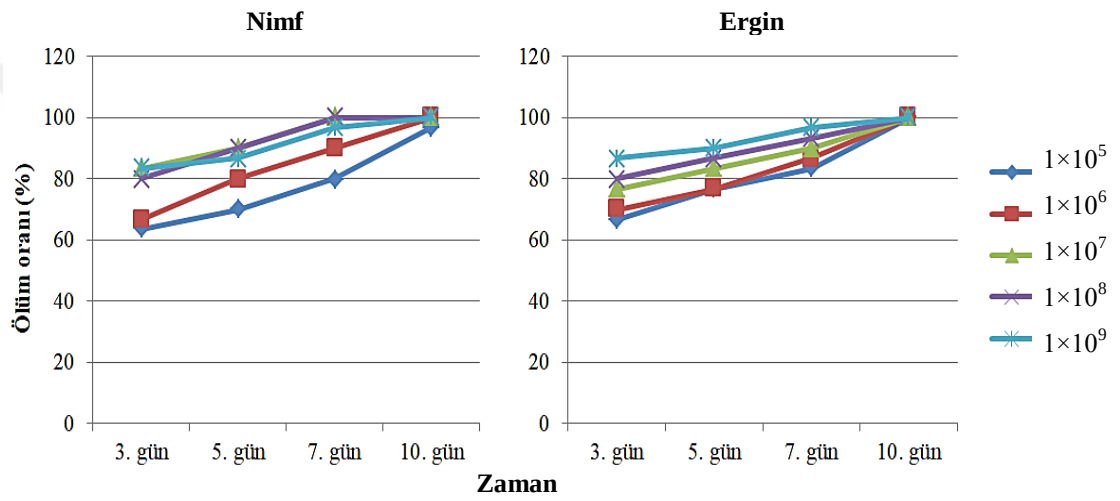
Şekil 4.37. *Beauveria bassiana* BbKm-2 izolatının *Myzus persicae* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



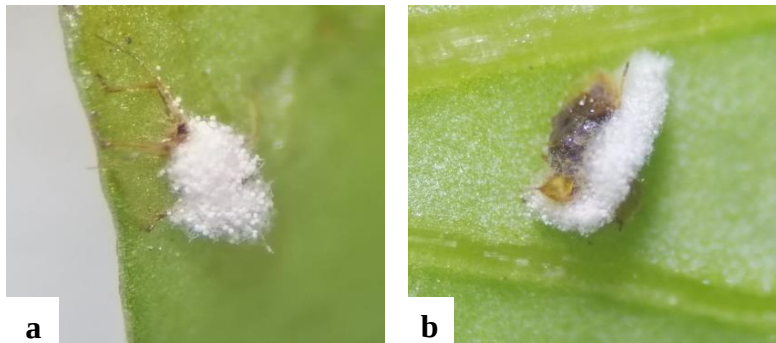
Şekil 4.38. *Beauveria bassiana* BbKm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Myzus persicae* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P<0.01$)



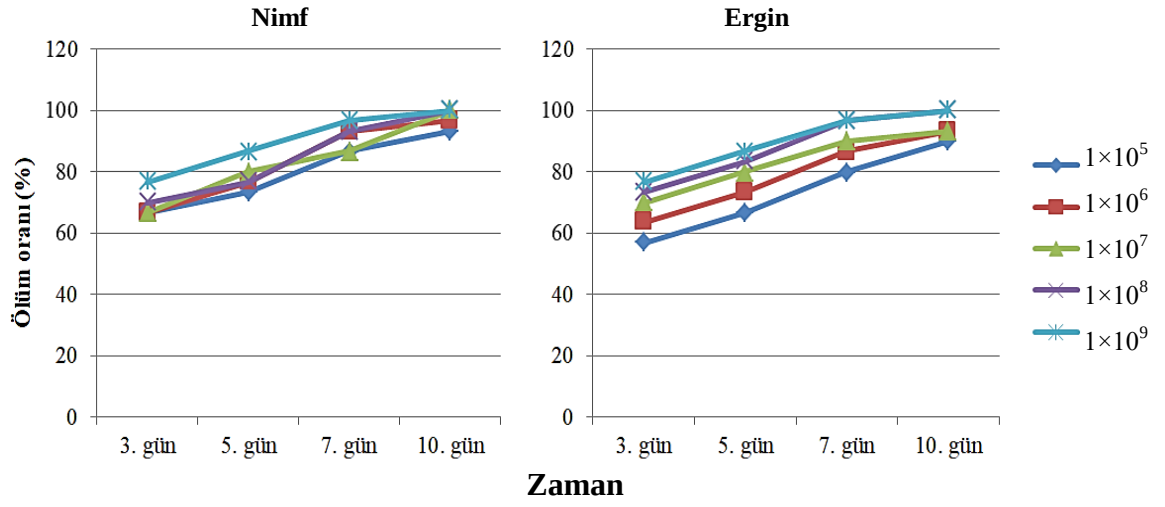
Şekil 4.39. *Beauveria bassiana* BbSr-2 izolatının *Myzus persicae* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



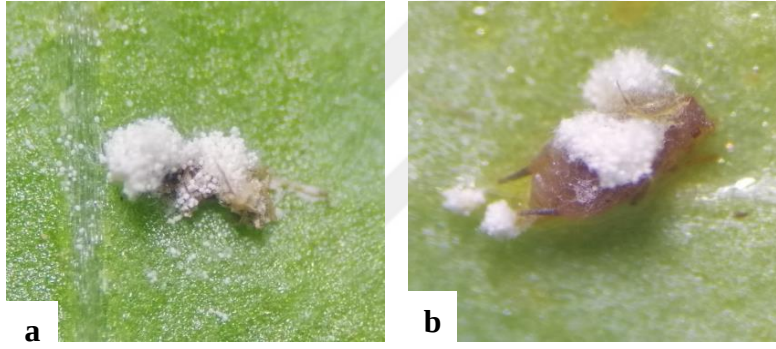
Şekil 4.40. *Beauveria bassiana* BbSr-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Myzus persicae* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)



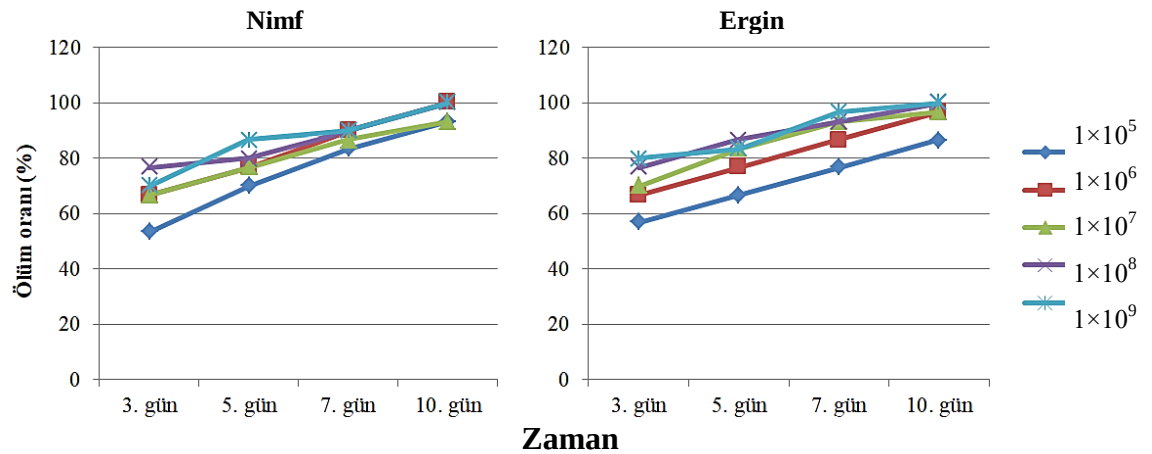
Şekil 4.41. *Beauveria bassiana* BbDm-2 izolatının *Myzus persicae* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



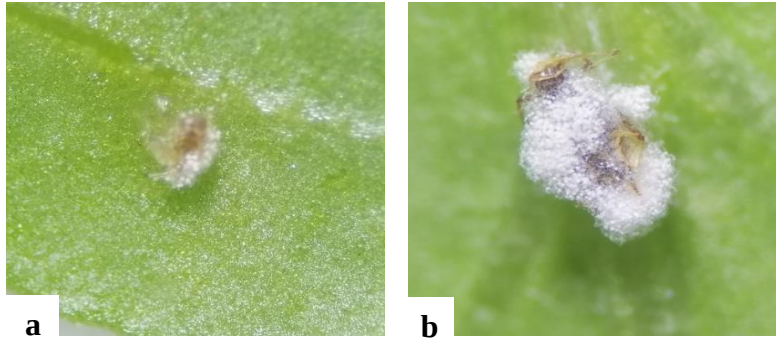
Şekil 4.42. *Beauveria bassiana* BbDm-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Myzus persicae* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)



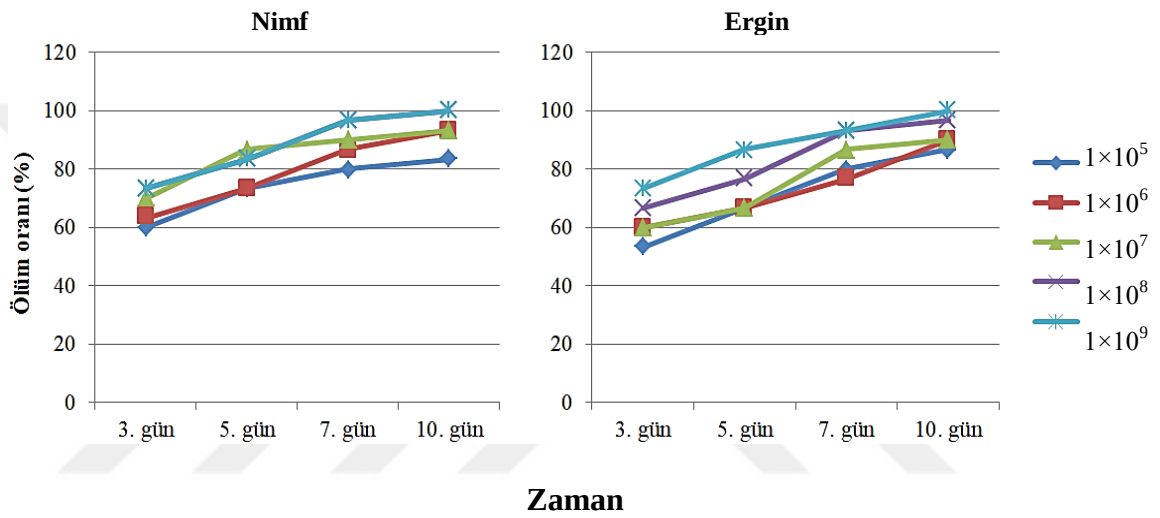
Şekil 4.43. *Beauveria bassiana* BbFn-2 izolatının *Myzus persicae* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



Şekil 4.44. *Beauveria bassiana* BbFn-2 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Myzus persicae* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)



Şekil 4.45. *Beauveria bassiana* BbDs-4 izolatının *Myzus persicae* nimf (a) ve ergini üzerindeki gelişmesi (b)



Şekil 4.46. *Beauveria bassiana* BbDs-4 izolatının farklı spor konsantrasyonlarının *Myzus persicae* nimf ve erginlerine uygulanması sonucu gözlenen zamana bağlı ölüm oranları (%) ($P < 0.01$)

Bu çalışmada patojenisitesi yüksek bulunan yerli *B. bassiana* izolatlarının *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin kontrolünde ve diğer tarımsal zararlılar ile mücadelede kullanıma potansiyellerinin olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde mikrobiyal ajanlardan funguslar kullanılarak yapılan çalışmalar son on beş yılda hız kazanmaya başlamış ve entomopatojen fungusların tarımsal zararlılara karşı mücadelede etkili olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Çam vd. 2002; Satar 2004; Demirözer vd. 2010; Arıcı vd. 2012; Özçelik vd. 2013; Koz ve Güven 2014; Baydar vd. 2016). Entomopatojen fungusların afidlerin mücadelesinde kullanımıyla ilgili hem yurt içinde hem de yurt dışında birçok çalışma yapılmıştır.

Entomopatojen fungusların afidler üzerine etkinliği konusunda yapılan önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasında benzerlikler görülmüştür (Hatting vd. 1999; Erkılıç vd. 1999; Yeo vd. 2003; Perdıkis vd. 2004; Perdıkis ve Lykouressis 2004; Rashki vd. 2009; Satar vd. 2000; Satar 2004; Scorsetti vd. 2006; Vu vd. 2007; Kim vd. 2007; Down vd. 2009; Saranya vd. 2010; Kim vd. 2010; İbrahim vd. 2011; Arıcı vd. 2012; Akmal vd. 2013; Özçelik vd. 2013;

Jandricic vd. 2014; Castillo vd. 2014; Güven vd. 2014; Kepenekci vd. 2014; Lee vd. 2015; Kepenekci vd. 2015; Güven ve Çaltılı 2016; Baydar vd. 2016; Wang vd. 2016; Ebadollahi vd. 2017; Mohammed ve Hatcher 2017; Mohammed vd. 2018; Yanar vd. 2018; Şahin ve Karaca 2019). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara paralel olarak, daha önce yapılan çalışmalarda da *B. bassiana* izolatlarının *A. gossypii* (Vu vd. 2007; Gurulingappa vd. 2010; Castillo vd. 2014; Jandricic vd. 2014) ve *M. persicae*'ye (Yeo vd. 2003; Vu vd. 2007; Down vd. 2009; İbrahim vd. 2011; Jandricic vd. 2014; Lee vd. 2015; Mohammed ve Hatcher 2017; Mohammed vd. 2018; Şahin ve Karaca 2019) karşı yüksek derecede virulent olduğu ve bu zararlılar ile mücadelede kullanılabileceği belirtilmiştir.

İbrahim vd. (2011), 2 adet *B. bassiana* ile 4 adet *M. anisopliae* izolatını *M. persicae*'ye karşı 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 spor/mL konsantrasyonda test etmişlerdir. Çalışma sonuçları, bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde ölüm oranlarında spor konsantrasyonu artıkça artış görülmüş ve test edilen tüm izolatlar 7 gün sonunda *M. persicae*'de %100 ölüme neden olmuştur. Herlinda vd. (2010), enfekteli böceklerden izole edilen 10 *B. bassiana* ile 15 *M. anisopliae* izolatını *A. gossypii*'ye karşı 1×10^6 spor/mL konsantrasyonda test etmişlerdir. Çalışma sonucunda test edilen en virülens *B. bassiana* izolatı 2.54 günde *M. anisopliae* izolatı ise 2.81 günde *A. gossypii*'de %100 ölüme neden olmuştur. Araştırmacılar, etkinliği yüksek bulunan entomopatojen fungal izolatların *A. gossypii* ile mücadelede kullanılabileceğini bildirmiştir. Castillo vd. (2014) çalışmalarında *P. lilacinum* ve *B. bassiana*'nın birer izolatını sera ve arazi koşullarında pamuk bitkileri üzerinde *A. gossypii*'ye karşı test etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, her iki izolatında mücadelede kullanılabileceği bildirilmiştir.

Mohammed vd. (2018) çalışmalarında *L. lecanii*, *B. bassiana*, *I. fumosorosea*, *Chaetomium lobosum* ve *M. anisopliae* türlerine ait fungal izolatları sera koşullarında *M. persicae*, *A. gossypii*, *A. fabae* ve *Macrosiphum euphorbiae* afitlerine karşı test etmişlerdir. *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *L. lecanii* izolatları 7. günde 10^8 spor/mL konsantrasyonda *M. persicae* ve *A. gossypii* üzerinde %100 ölüme neden olmuştur.

Şahin ve Karaca (2019), petri ve saksı denemelerinde 4 farklı biyopestisit (Bio-Catch®, Bio-Magic®, Nostalgist® ve Priority®) ile bitkisel ekstraktlı bir preparatı (Nimbecidine) ve karşılaştırma ilacı olarak Chlorpyrifos-ethyl etken maddeli preparatı laboratuvar koşullarında *M. persicae*'ye karşı test etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre petri denemelerinde 7. günün sonunda Bio-Catch®, Bio-Magic®, Nostalgist®, Priority®, Nimbecidine ve Chlorpyrifos-ethyl'in *M. persicae*'ye etkileri sırasıyla %39, %35, %47, %39, %68 ve %100 olarak bulunmuştur. Saksı denemelerinde ise bu etki yine 7. günde sırasıyla %44, %42, %53, %37, %68 ve %100 olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasının ön patojenisite testlerinde kullanılan Nibortem®, Nostalgist® ve Priority® ticari preparatlarında, *M. persicae* üzerinde 7. günün sonunda sırasıyla %66.7, %40 ve %46.7 ölüm tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Şahin ve Karaca (2019)'nın elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Yapılan tez çalışmasında, saksı denemelerinde *A. gossypii* ve *M. persicae* nimf ve erginleri üzerinde test edilen 5 farklı *B. bassiana* izolatının en yüksek dozunun, kısa zamanda en yüksek ölüm oranına neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.27-4.46). Hussein vd. (2012) yaptıkları çalışmada 1×10^2 , 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 spor/mL olmak üzere 5 farklı spor konsantrasyonlarına sahip iki *B. bassiana* izolatının *G.*

mellonella üzerindeki etkisini araştırmışlar ve konsantrasyon artışı ile yüzde ölüm oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Kaur vd. (2014) *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) zararlısı üzerinde *B. bassiana*'nın 1.49×10^6 , 4.05×10^7 , 2.02×10^8 kon/ml spor konsantrasyonlarının etkisini denemişler ve 2.02×10^8 konsantrasyonunun, diğer spor konsantrasyonlarına göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, 4 farklı *B. bassiana* izolatının 2×10^4 , 2×10^5 , 2×10^6 , 2×10^7 , 2×10^8 spor/mL konsantrasyonlarını *Arge rosae* L. (Hymenoptera: Argidae) zararlısı üzerinde denemişler ve konsantrasyon arttıkça ölüm oranının da arttığını bildirmişlerdir. Söz edilen konsantrasyon çalışmalarında, *B. bassiana* sporlarının uygulama konsantrasyonu arttıkça ölüm oranının da arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, tez çalışması sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Çalışmada yapılan saksı denemeleri sonuçlarına göre uygulanan tüm izolatların spor konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak LT_{50} değerinde azalma saptanmıştır. Vu vd. (2007), *L. lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Cordyceps carabaeicola* ve *Nomura earileyi* türlerine ait 12 farklı fungus izolatının 4 farklı spor konsantrasyonunu (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 spor/mL) *A. gossypii* ve *M. persicae*'ye karşı test etmişler, spor konsantrasyonu arttıkça LT_{50} değerinde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca çalışmalarında en virülens izolatın *L. lecanii* türüne ait olduğunu bildirmişlerdir. Dembilio vd. (2010) böcekten izole edilen *B. bassiana* izolatının 6.73×10^6 , 6.73×10^7 , 6.73×10^8 ve 6.73×10^9 spor/mL spor konsantrasyonlarında *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) zararlısına karşı etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda uygulanan spor konsantrasyonu arttıkça LT_{50} değerinde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Bahsedilen konsantrasyon ve etkinlik çalışmalarında elde edilen sonuçlarla, tez çalışmasında elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

Gurulingappa vd. (2010) farklı bitkilerde *Beauveria bassiana*, *L. lecanii* ve *Aspergillus parasiticus* türlerinin kolonizasyonunu ve *Aphis gossypii* ve *Chortoicetes terminifera* karşı etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda test edilen türlerin biyolojik mücadelede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada Gurulingappa vd. (2011) *L. lecanii* ve *B. bassiana* izolatlarının *A. gossypii* üzerindeki etki süresini ve sebeplerini araştırmışlardır. *Beauveria bassiana* miselinin metanolik fraksiyonlarının, *A. gossypii*'nin önemli ölçüde ölümüne neden olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut araştırmalar, *A. gossypii*'nin hem konidi hem de fungal metabolitlerle temastan etkilendiğini göstermiştir. Bu geniş etki, bu entomopatojen fungusların zararlı böcek popülasyonlarının kontrol altına alınmasında önemli bir role sahip olabileceğini göstermiştir. Bahsedilen çalışmalarda bulunan sonuçlar, tez çalışmasında elde edilen bulgularla uyumludur.

Down vd. (2009) *Lecanicillium longisporum* ve *L. muscarium* entomopatojen fungus türlerini *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae), *M. persicae*, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). (Thysanoptera: Thripidae) ve *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) zararlılarına karşı test etmişlerdir. Çalışma sonucunda test edilen izolatlar 5. günde *M. persicae* üzerinde %98 ölümüne neden olmuştur. Ebadollahi vd. (2017) benzer şekilde *L. muscarium* izolatının *A. gossypii*'ye karşı etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda test edilen izolatın *A. gossypii* ile mücadelede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ancak tez çalışmasında *M. persicae* ve *A. gossypii* üzerinde etkinliği yüksek olan *L. longisporum* ve *L. muscarium* izolatları elde edilememiştir.

5. SONUÇLAR

Antalya, Akdeniz iklimine sahip olması nedeniyle, ülkemiz tarımsal üretim faaliyetlerinde önemli bir yere sahip olmuştur. Aynı zamanda iklim koşullarının uygun olması birçok tarımsal zararlı türünün ve mikroorganizma gruplarının bulunmasına da katkı sağlamıştır. Entomopatojen funguslar toprakta bulunan en önemli biyolojik mikroorganizma grupları arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalar mücadelede kullanılan alanlardan izole edilen entomopatojen fungusların, farklı bir alandan izole edilen entomopatojen funguslara göre tarımsal zararlılarla mücadelede çok daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir (Çam vd. 2002; Beron ve Diaz 2005; Fancelli vd. 2013; Topuz vd. 2016). Bazı çalışmalarda doğal enfekteli böceklerden izole edilen entomopatojen fungusların zararlılar ile mücadelede daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirilmiştir (Gül 2016; Kushiyeve vd. 2018).

Bu çalışmada, *A. gossypii* ve *M. persicae* zararlılarına karşı entomopatojen fungus türlerinin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, 2018-2020 yılları arasında Antalya'da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Aksu, Alanya, Demre, Döşemaltı, Finike, Gazipaşa, Kaş, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden alınan 205 toprak ve 203 fungal enfeksiyona maruz kalmış yaprakbitlerinden entomopatojen fungusların izolasyonları yapılmış ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak, toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 23'ü *B. bassiana*, 6'sı *Cunninghamella elegans*, 2'si *Cu. echinulata*, 5'i *Clonostachys rosea*, 1'i *Cl. rogersoniana*, 3'ü *Isaria farinosa*, 2'si *Fusarium proliferatum*, 3'ü *F. fujikuroi*, 2'si *F. acacia-mearnsii*, 1'i *F. oxysporum*, 3'ü *Penicillium bilaiae*, 1'i *Trichoderma atroviride* ve 1'i *T. harzianum* olmak üzere 7 cinse ait 13 farklı fungus türü izole edilmiştir. Enfekteli yaprakbitlerinden yapılan izolasyonlarda ise 12'si *B. bassiana*, 2'si *Purpureocillium lilacinum*, 2'si *Aspergillus insuetus*, 2'si *A. flavus* ve 1'i *Alternaria alternata* olmak üzere 4 cinse ait 5 farklı fungus türü izole edilmiştir.

Tüm fungus izolatlarının ITS bölgesine ait ITS1/ITS4 PCR ürünlerinin, BbSr-2, BbDs-4, BbDm-2, BbFn-2, BbKm-2, PlKa-1 ve PlMp-1 izolatlarının mRNA translation elongation factor 1-alpha (EF1 alpha) gen bölgesine ait 983/2218 PCR ürünlerinin ve *A. gossypii* ile *M. persicae* bireylerinden COIdegF1/COIdegR1 primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin sekans dizilimleri belirlenmiştir. İzolatlar ait sekans verileri NCBI BLAST analizi yardımıyla GenBank'taki benzer türler ile kıyaslanmıştır. BLAST analizi sonucunda her bir tür GenBank'taki diğer türler ile %99-100 oranında benzerlik göstermiş ve böylelikle fungus izolatlarının ve *A. gossypii* ile *M. persicae*'nin tür düzeyindeki moleküler teşhisleri doğrulanmıştır. İzolatlar ait sekans dizilimleri kullanılarak filogenetik dendrogramlar elde edilmiştir.

Elde edilen entomopatojen fungus izolatları 1×10^7 spor mL^{-1} konsantrasyonda *A. gossypii* ve *M. persicae* erginlerine karşı test edilmiştir. Ön patojenisite testlerinde virülensliği yüksek bulunan *B. bassiana* türüne ait BbFn-2, BbKm-2, BbSr-2, BbDs-4 ve BbDm-2 izolatları 5 farklı spor konsantrasyonunda (1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 spor/mL) *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerine karşı petri ve saksı denemelerinde test edilmiştir. Petri ve saksı denemelerinde en etkili izolatlar BbSr-2, BbKm-2 ve BbDm-2 olarak bulunmuş ve zararlılarda 7. günde %100 ölüme neden olmuştur. BbKm-2, BbSr-2, BbDm-2, BbFn-2 ve BbDs-4 izolatlarının ilk üç gün

içerisinde *A. gossypii* ve *M. persicae*'nin nimf ve erginlerinde önemli derecede ölüm meydana getirmediği, genellikle ölüm oranlarının 5. günde oldukça artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, test edilen *B. bassiana* izolatlarının *A. gossypii* ve *M. persicae* zararlılarına karşı oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile tarımsal üretimde önemli bir yer tutan Antalya'da hem toprak hemde enfekteli yaprakbitlerinden yerli entomopatojenik funguslar izole edilmiş ve farklı bitkilerde ciddi zarara neden olan pamuk yaprakbitine ve yeşil şeftali afidine karşı potansiyel olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Aynı zamanda elde edilen entomopatojen funguslar ile daha sonra yapılacak biyolojik (mikrobiyal) mücadele çalışmalarında faydalanılacak geniş bir entomopatojen fungus kültür koleksiyonu oluşturulmuştur.



6. KAYNAKLAR

- Abebe, H. 2002. Potential of entomopathogenic fungi for the control of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae). Ph.D. thesis, Addis Ababa University, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ethiopia, 161p.
- Akbar, M.F., Haq, M.A., Parveen, F., Yasmin, N. and Khan, M.F.U. 2010. Comparative management of cabbage aphid (*Myzus persicae* (Sulzer) (Aphididae: Hemiptera) through bio and synthetic insecticides. *Pakistan Entomologist*, 32: 12-17.
- Akey, D.H. and Butler, G.D. 1987. Development and fecundity of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on cotton. *Cotton Report*, pp. 166.
- Akmal, M., Freed, S., Malik, M.N. and Gul, H.T. 2013. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against different aphid species under laboratory conditions. *Pakistan Journal Zoology*, 45(1): 71-78.
- Aldryhim, Y. N. and Khalil, A.F. 1995. Biological studies of melon aphid, *Aphis gossypii* Glover, on squash under field conditions. *Journal of King Saud University – Science*, 7(1): 75-83.
- Al-Lawati, H. and Bienefeld, K. 2009. Maternal age effects on embryo mortality and juvenile development of offspring in the honeybee (Hymenoptera: Apidae). *Annals of Entomological Society America*, 102: 881-888.
- Allen, G.E., Greene, G.L. and Whitcomb, W.H. 1971. An epizootic of *Spicario rileyi* on the velvet beat caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* in Florida. *Florida Entomologist*, 54: 189-191.
- Alramadan, Y. and Mamay, M. 2019. The importance of entomopathogenic fungi in the control of agricultural pests and promising fungal entomopathogens in the field Application. IGAC-2019. 1st International Gobeklitepe Agriculture Congress, pp. 266-274, 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. and Lipman, D.J. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215: 403-410.
- Anonim 2000. <http://www.cine-tarim.com.tr>
- Anonim 2003. Laboratory Techniques: Insect Pathology Manual. Lubilosa. 18, France.
- Anonim 2018. <http://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/eventfiles/181/entomopatojen>
- Anonim 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. TÜİK, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. (Erişim Tarihi: 01.06.2020).
- Arıcı, Ş.E., Gülmez, İ., Demirekin, H., Zahmekıran, H. and Karaca, İ. 2012. Entomopatojen *Fusarium subglutinans*'ın bakla yaprakbiti, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3(1): 89-96.
- Asensio, L., Carbonell, T., Lopez-Jimenez, J.A. and Lopez-Llorca, L.V. 2003. Entomopathogenic fungi in soils from Alicante province. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3: 37-45.

- Assaf, H.L., Haleem, A.R. and Abdullah, K.S. 2011. Association of entomopathogenic and other opportunistic fungi with insects in dormant locations. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4(2): 87-92.
- Aydın, M.H. 2015. Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta *Trichoderma*'lar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2: 135-148.
- Ayyıldız, Y. ve Atlıhan, R. 2006. Balıkesir ili sebze alanlarında görülen yaprakbiti türleri ve doğal düşmanları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(1): 1-5.
- Barjadze, S., Ozdemir, I. and Blackman, R. 2014a. Two new species of Aphidini Latreille, 1802 (Hemiptera: Aphididae) from Turkey. *Zootaxa*, 3873(2): 197-194.
- Barjadze, S., Japoshvili, G. Karaca İ. and Ozdemir, I. 2014b. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) of Golcuk Natural Park (Isparta Province, Turkey). *Munis Entomology & Zoology Journal*, 9(1): 206-213.
- Barker, C.W. and Barker, G.M. 1998. Generalist entomopathogens as biological indicators of deforestation and agricultural land use impacts on waikato soils. *New Zealand Journal of Ecology*, 22(2): 189-196.
- Bass, C., Puinean, A.M., Zimmer, C.T., Denholm, I., Field, L.M., Foster, S.P., Gutbrod, O., Nauen, R., Slater, R. and Williamson, M.S. 2014. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 51: 41-51.
- Baydar, R. 2015. Isparta ili topraklarından entomopatojen fungusların izolasyonu ve tanısı. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 36 s.
- Baydar, R., Güven, Ö. and Karaca, I. 2016. Occurrence of entomopathogenic fungi in agricultural soils from Isparta province in Turkey and their pathogenicity to *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(2): 323-327.
- Bedding, R.A. and Akhurst, R. 1975. A simple technique for detection of insect parasitic nematodes in soil. *Nematologica*, 21: 109-110.
- Bell, A.S., Blanford, S., Jenkins, N., Thomas, M.B. and Read, A.F. 2009. Real-time quantitative PCR for analysis of candidate fungal biopesticides against malaria: technique validation and first applications. *Journal of Invertebrate Pathology*, 100(3): 160-168.
- Bello, G., Padin, S. and Fabrizio, M. 2000. Laboratory evaluation of chemical biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 37(1): 77-84.
- Beron, C.M. and Diaz B.M. 2005. Pathogenicity of hyphomycetous fungi against *Cyclocephala signaticollis*. *BioControl*, 50: 143-150.
- Bidochka, M.J., Kasperski, J.E. and Wild, G.A.M. 1998. Occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in soils from temperate and Near-Northern habitats. *Canadian Journal of Botany*, 76(7): 1198-1204.
- Bing, D.S. and Xing, Z.L. 2008. Occurrence and diversity of insect-associated fungi in

- natural soils in China. *Applied Soil Ecology*, 39: 100-108.
- Bischoof, J.F., Rehner, S.A. and Humber, R.A. 2009. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*, 101: 512-530.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F. 1984. *Aphids on the World's Crops*. J. Wiley, Chichester, 466 p.
- Blackman, R.L. 1987. Morphological discrimination of a tobacco-feeding form of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), and a key to new world *Myzus* (Nectarosiphon) species. *Bulletin of Entomological Research*, 77: 713-730.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F. 2000. *Aphids on The World's Crops: An Identification guide*. Second Edition. A Wiley. The Natural History Museum Intenscience Publication, London, England, 414 p.
- Bodenheimer, F.S. and Swirski, E. 1957. *The Aphidoidea of the Middle East*. Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem, 378 p.
- Boland, G.J. and Kuykendall, L.D. 1998. Plant-Microbe Interactions and Biological Control. In "Formulation microorganisms for Biological Control of Weeds." (S. Green, S.M. Steward-Wade, G.J. Boland, M.P. Teshler, S.H. Liu, eds), CRC press, New York, pp. 249-287.
- Bora, T. and Özaktan, H. 1998. *Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş*. Prizma Matbaası, İzmir, 205 s.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*, pp. 336-338. Harcourt Brace College Publishers, Orlando, FL.
- Boukhris-Bouhachem, S., Souissi, R., Turpeau, E., Rouze-Jouan, J., Fahem, M., Brahim, N.B. and Hulle, M. 2007. Aphid diversity in Tunisia in relation to seed potato production. *Annales de la Société Entomologique de France*, 43(3): 311-318.
- Bronskill, J.F. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *The Journal of the Lepidopterists Society*, 15: 102-104.
- Capinera, J.L. 2014. One of series Featured Creatures from the Entomology and Nematology. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/in/in37900.pdf>. Gainesville. Erişim tarihi: 15.07.2020.
- Carrillo-Benitez, M.G., Guzman-Franco, A.W., Alatorre-Rosas, R. and Enriquez-Vara, J.N. 2013. Diversity and genetic population structure of fungal pathogens infecting white grub larvae in agricultural soils. *Microb Ecol*, 65: 437-449.
- Carter, L.M. and Godfrey, K. 1999. Evaluation of habitats for introduced parasites of the cotton aphid in the San Joaquin Valley, Agricultural Research Projects-Summary Reports. Cotton Incorporated. Cary, NC. pp. 46-47.
- Castrillo, L.A., Roberts, D.W. and Vandenberg, J.D. 2005. The fungal past, present, and future: Germination, ramification, and reproduction. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89: 46-56.
- Castillo, L.D., Zhu-Salzman, K., Ek-Ramos, M.J. and Sword, G.A. 2014. The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (Formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* negatively affect cotton aphid

- reproduction under both greenhouse and field conditions. *PLoS ONE*, 9(8): e103891.
- Chandler, D., Hay, D. and Reid, A.P. 1997. Sampling and occurrence of entomopathogenic fungi and nematodes in UK soils. *Applied Soil Ecology*, 5: 133-141.
- Chandler, D., Mietkiewski, R., Davidson, G. and Pell, J.K. 1998. Impact of habitat type and pesticide application on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in UK soils. *IOBC/WPRS Bulletin*, 21(4): 81-84.
- Charnley, A.K. and Collins, S.A. 2007. Entomopathogenic fungi and their role in pest control. The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships (2nd edition), Eds: Kubicek, C.P. and Druzhinina, I. S., Springer-Verlag, Berlin, pp. 159-187.
- Chelico, L., Haughian, J.L. and Khachatourians, G.G. 2006. Nucleotide excision repair and photoreactivation in the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Beauveria nivea*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus* and *Verticillium lecanii*. *Journal of Applied Microbiology*, 100: 964-972.
- Clarkson, J.M. and Chamley, A.K. 1996. New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. *Trends Microbiology*, 4(5): 197-203.
- Clifton, E.H., Jaronski, S.T., Coates, B.S., Hodgson, E.W. and Gassmann, A.J. 2018. Effects of endophytic entomopathogenic fungi on soybean aphid and identification of *Metarhizium* isolates from agricultural fields. *PLoS ONE*, 13(3): e0194815.
- Cloquemin, G., Hérold, D. and Geny, A. 1990. La resistance des puserons aux aphicides. *Phytoma*, 423: 60-63.
- Cottier, W. 1953. Aphids of New Zealand. *N.Z. Department of Scientific and Industrial Research Bulletin*, 106: 1-382.
- Couteaudier, Y., Viaud, M. and Riba, G. 1996. Genetic nature, stability, and improved virulence of hybrids from protoplast fusion in *Beauveria*. *Microbial Ecology*, 32: 1-10.
- Cross, J.V., Solomon, M.G., Chandler, D., Jarret P., Richardson, P.N., Winstanley, D., Balton, H., Huber, J., Keller, B., Langenruch, G.A. and Zimmermann, G. 1999. Biocontrol of pests of apples and pears in Northern and Central Europe: 1. Microbial Agents and Nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 9: 125-149.
- Çam, H., Gökçe, A., Yanar, Y. and Kadioğlu, Ğ. 2002. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say., üzerindeki etkisi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, ss. 359-364, 4-7 Eylül, Erzurum.
- Çanakçıoğlu, H. 1966. Türkiye'de orman ağaçlarına arız olan bitki bitleri (Aphidoidea) üzerinde araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2): 131-190.
- Çanakçıoğlu, H. 1967. Türkiye'de Orman Ağaçlarına Arız Olan Yaprakbitleri

- (Aphidoidea) Üzerine Araştırmalar. T. C. Tarım Bakanlığı, Orman Gn. Md. Yayınlarından Sıra No: 466, Seri No: 22, VIII., 151 s.
- Çanakcıoğlu, H. 1975. The Aphidoidea of Turkey. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No: 189, 309 s.
- Çanakcıoğlu, H. and Mol, T. 1998. Orman Entomolojisi Zararlı ve Yararlı Böcekler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 541 s.
- Çıraklı, A., Görür, G. ve Işık, M. 2008. Denizli il merkezinde belirlenen afit (Hemiptera: Aphididae) türleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(44): 12-18.
- Dangi, N. and Lim, U.T. 2018. Identification and evaluation of a new entomopathogenic fungal strain against *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) and its two egg parasitoids. *PLoS ONE*, 13(4): e0195848.
- de Hoog, G.S. 1972. The genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium* and *Acrodonium* gen. nov. *Studies in Mycology*, 1: 1-41.
- De La Rosa, W., Alatorre, R., Trujillo, J. and Barrera, F. 1997. Virulence of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes) strains against the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae). *Economic Entomology*, 90: 1534-1538.
- Deacon, J.W. 1983. Microbial Control of Pests and Diseases, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., Wokingham, Berks., U.K, ISBN : 0442305125.
- Dehkordi, D.S. and Sahragard, A. 2013. Functional response of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to different densities of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in an open patch design. *Journal Agriculture Science Technology*, 15: 651-659.
- Dembilio, O., Quesada-Moraga, E., Candido, S.A. and Jacas, J. 2010. Potential of an indigenous strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent against the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 104: 214-21.
- Demirbağ, Z. 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, ISBN NO: 978-975-93278-2-8.
- Demirbağ, Z. Nalçacıoğlu, R., Katı, H., Demir, Ğ., Sezen, K. ve Ertürk, Ö. 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Trabzon, ISBN: 978-975-93278-2-8.
- Demirci, F., Muştı, M., Kaydan, M.B. and Ülgentürk, S. 2011. Laboratory evaluation of the effectiveness of the entomopathogen; *Isaria farinosa*, on citrus mealybug, *Planococcus citri*. *Journal of Pest Science*, 84: 337-342.
- Demirözer, O., Arıcı, Ş.E., Sevinç, M.S.Ğ. and Karaca, İ. 2010. *Fusarium subglutinans* (Wollenw. & Reinking) (Hypocreales: Nectriaceae)'ın *Chilocorus nigritus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) üzerindeki patolojik etkisinin belirlenmesine yönelik ön çalışma. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(2): 151-155.
- Dhoj, G.C.Y., Keller, S., Nagel, P. and Kafle, L. 2008. Virulence of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against common white grubs in Nepal.

- Formosan Entomologist*, 28: 11-20.
- Dixon, A.F.G. 1990. Ecological interactions of aphids and their host plants, *In* Aphid-Plant Genotype Interactions. R. K. Campbell and R. D. Eikenbary, (Ed.) Elsevier Science Publishing Company Inc., New York, pp. 7-20.
- Doğan, Y. 2009. Türkiye topraklarından elde edilen entomopatojen fungusların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 90 s.
- Doğan, Y.Ö. 2016. Entomopatojen fungusların *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 39 s.
- Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London, 860 p.
- Down, R.E., Gatehouse, A.M.R., Hamilton, W.D.O. and Gatehouse, J.A. 1996. Snow drop lectin inhibits development and decreases fecundity of the glasshouse potato aphid (*Aulacorthum solani*) when administered in vitro and via transgenic plants both in laboratory and glasshouse trials. *Journal of Insect Physiology*, 42: 1035-1045.
- Down, R.E., Cuthbertson, A.G., Mathers, J.J. and Walters, K.F. 2009. Dissemination of the entomopathogenic fungi, *Lecanicillium longisporum* and *L.muscarium*, by The Predatory Bug, *Orius laevigatus*, To Provide Concurrent Control of *Myzus persicae*, *Frankliniella occidentalis* and *Bemisia tabaci*. *Biological Control*, 50(2): 172-178.
- Doyle, J. and Doyle, J. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12: 13-15.
- Drees, B.A. 1993. Aphid management. Texas Agricultural Extension Service. <http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/uc/uc-031.html>. Erişim tarihi: 17.08.2020.
- Driver, F., Milner, R.J. and Trueman, J.W.H. 2000. A taxonomic revision of *Metarhizium* based on a phylogenetic analysis of rDNA sequence data. *Mycological Research*, 104: 134-150.
- Dromph, K. 2003. Collembolans as vectors of entomopathogenic fungi. *Pedobiologia*, 47: 245-256.
- Duperchy, E. 2003. Identification of up-regulated genes of the hyphomycete, *Beauveria bassiana* during the infection of *Leptinotarsa decemlineata*. PhD Thesis, Roberto-Carola University of Heidelberg, Heidelberg, Germany.
- Düzgüneş, Z. ve Tuatay, N. 1956. Türkiye Aphid'leri. *Ankara Ziraat Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi*, 4: 1-63.
- Ebadollahi, A., Davari, M., Razmjou, J. and Naseri, B. 2017. Separate and combined effects of *Mentha piperata* and *Mentha pulegium* essential oils and a pathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 110(3): 1025-1030.
- Ebert, T.A. and Cartwright, B. 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover

- (Homoptera: Aphididae). Southwest. *Entomologist*, 22: 116-153.
- Eilenberg, J., Hajek, A. and Lomer, C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biocontrol*, 46: 387-400.
- Eken, C., Tozlu, G., Dane, E., Çoruh S. and Demirci, E. 2006. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) to larvae of the small poplar longhorn beetle, *Saperda populnea* (Coleoptera: Cerambycidae). *Mycopathologia*, 162: 69-71.
- Eken, C. 2011. Isolation, Identification and Preservation of Entomopathogenic Fungi. In: Borgio, J.F., Sahayaraj, K. and Susurluk, I.A. (Eds.), Microbial Insecticides, Principles and Applications. Nova Science Publishers Inc., New York, USA, pp. 1-28.
- Er, M.K., Tunaz, H., Isıkber, A.A., Satar, S., Mart, C. and Uygun, N. 2008. Pathogenicity of entomopathogenic fungi to *Coccinella septempunctata* L. (Coloptera: Coccinellidae) and a survey of fungal diseases of Coccinellids. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(1): 118-122.
- Er, M.K. ve Mart, C. 2009. Kahramanmaraş ilinde belirlenen bazı entomopatojen funguslar ve ilin entomopatojen fungus kullanımı bakımından değerlendirmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 12(2): 52-56.
- Er, M.K. 2013. Adıyaman ve Kahramanmaraş antepfıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların tespiti. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(2): 155-163.
- Er, M.K., Tunaz, H., Ücük, C., Barış, C. and Işıkber, A. 2016. Occurrence of entomopathogenic fungi on insect pests of stored wheat and maize in Central and South Anatolia in Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40: 249-263.
- Erkılıç, L. ve Uygun, N. 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanıma olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 17(2): 117-128.
- Erkılıç, L., Pala, H., Başpınar, N. ve Gerin, Y. 1999. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bazı yaprakbiti türlerinde entomopatojen fungusların belirlenmesi. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, ss. 623-632, 26-29 Ocak 1999, Adana.
- Erler, F. and Ates, A.O. 2015. Potential of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Coleoptera: Scarabaeidae), as biological control agents against the June beetle. *Journal of Insect Science*, 15: 44-49.
- Erper, I., Saruhan, I., Akca, I., Aksoy, H.M. and Tuncer, C. 2016. Evaluation of some entomopathogenic fungi for controlling the green shield bug, *Palomena prasina* L. (Heteroptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(3): 573-578.
- Fancelli, M., Dias, A.B., Delalibera, I.J., Cerqueira de Jesus, S., Souza do Nascimento, A. and Oliveira e Silva, S. 2013. *Beauveria bassiana* strains for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in Plantain. *BioMed Research International*, Article ID 184756.
- Fang, W., Leng, B., Xiao, Y., Jin, K., Ma, J., Fan, Y., Feng, J., Yang, X., Zhang, Y. and Pei, Y. 2005. Cloning of *Beauveria bassiana* Chitinase GeneBbchit1 and Its application to improve fungal strain virulence. *Applied and Environmental*

Microbiology, 71: 363-370.

- Fergani, Y.A. and Yehia, R.S. 2020. Isolation, molecular characterization of indigenous *Beauveria bassiana* isolate, using ITS-5.8 s rDNA region and its efficacy against the greatest wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) as a model insect. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30: 96.
- Ferron, P. 1977. Influence of relative humidity on the development of fungal infection caused by *Beauveria bassiana* (Fungi Imperfecti. Moniliales) in imagines of *Acanthoscelites obtectus* (Col. Bruchidae). *Entomophaga*, 22(4): 393-396.
- Ferron, P. 1978. Biological control of insects by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology*, 23: 409-42.
- Fisher, J.J., Stephen, A., Rehner, D. and Bruck, J. 2011. Diversity of rhizosphere associated entomopathogenic fungi of perennial herbs, shrubs and coniferous trees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 106: 289-295.
- Fogal, W.H., Mittal, R.K. and Thurston, G.S. 1986. Production and quality evaluation of *Beauveria bassiana* for control of white spruce cone and seed insects. Petawa National Forestry Institute, Canada, 15 p.
- Frantz, J.D., Gardner, J.P.M., Hoffmann, M.P. and Jahn, M.M. 2004. Greenhouse screening of *Capsicum* accessions for resistance to green peach aphid (*Myzus persicae*). *American Society for Horticultural Science*, 39(6): 1332-1335.
- Gabarty, A., Salem, H.M., Fouda, M.A., Abas, A.A. and Ibrahim, A.A. 2014. Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in *Agrotis ipsilon* (Hufn.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7: 95-100.
- Gao, L. and Liu, X.Z. 2009. A novel two-step cultivation method to optimize carbon concentration and carbon-to-nitrogen ratio for sporulation of biocontrol fungi. *Folia Microbiology*, 54(2): 142-146.
- Gaugler, R. 1988. Ecological considerations in the biological control of soil-inhabiting insects with entomopathogenic nematodes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 351-360.
- Giray, H. 1974. İzmir ili çevresinde Aphididae (Homoptera) familyası türlerine ait ilk liste ile bunların konukcu ve zarar şekilleri hakkında notlar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 39-69.
- Glare, T.R. 2004. Molecular characterization in the entomopathogenic fungal genus *Beauveria*. *Laimburg Journal*, 1: 286-298.
- Glare, T.R. and Inwood, A. 1998. Morphological and genetic characterization of *Beauveria* spp. from New Zealand. *Mycological Research*, 102: 250-256.
- Glare, T.R., Reay, S.D., Nelson, T.L. and Moore, R. 2008. *Beauveria caledonica* is a naturally occurring pathogen of forest beetles. *Mycological Research*, 112: 352-360.
- Goettel, M.S., Hajek, A.E., Siegel, J.P. and Evans, H.C. 2001. Safety of fungal biocontrol agents. Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential, CABI International, Wallingford, pp. 347-376.

- Goettel, M.S., Eilenberg, J. and Glare, T. 2005. Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. *Comprehensive Molecular Insect Science*, Elsevier, Amsterdam, pp. 361- 405.
- 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.
- Gordon, P.L. and McEwen, F.L. 1984. Insecticide-stimulated reproduction of *Myzus persicae*, the green peach aphid (Homoptera: Aphididae). *Canadian Entomologist*, 116: 783-785.
- Gök, A.S. 2018. Entomopatojen fungus *Metarhizium brunneum* ve *Beauveria bassiana*'nın *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams'nin larva dönemine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 30 s.
- Görür, G. 2004. Aphid (Homoptera: Aphididae) species on pome fruit trees in Niğde Province of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28(1): 21-26.
- Görür, G., Akyıldırım, H., Olcabey, G. and Akyurek, B. 2012. The aphid fauna of Turkey: an updated checklist. *Archives of Biological Sciences*, 64: 675-692.
- Griffin, C., Chaerani, R., Fallon, D., Reid, A.P. and Downes, M. 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *Journal of Helminthology*, 74: 143-150.
- Gulsar, B., Subahasan, J.K. and Iyer, R. 2004. Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in white grub endemic areas of Kerala. *Journal of Plant Crops*, 32: 333-334
- Gurulingappa, P., Sword, G.A., Murdoch, G. and Mcgee, P.A. 2010. Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. *Biological Control*, 55: 34-41.
- Gurulingappa, P., Mcgee, P.A. and Sword, G. 2011. Endophytic *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana* reduce the survival and fecundity of *Aphis gossypii* following contact with conidia and secondary metabolites. *Crop Protection*, 30: 349-353.
- Gül, E. 2016. Süne (*Eurygaster* spp.)'den izole edilmiş entomopatojen fungusların morfolojik ve moleküler yöntemlerle teşhisi ve patojenitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara, 70 s.
- Güleç, G. 2013. Antalya Şehri Park Alanlarında Aphidoidea (Hemiptera) Türlerinin Saptanması ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 325 s.
- Güneyi, P. ve Karsavuran, Y. 2011. Bazı tütün çeşitlerinin *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae)'nin biyolojisine etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3): 241-247.
- Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C. ve Karaca, İ. 2014. Bazı entomopatojen fungusların *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2): 149-158.
- Güven, Ö. and Çaltılı, O. 2016. Effects of combination treatments of entomopathogenic

- and opportunistic soil fungi on *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(4): 747-751.
- Hajek, A.E. and Leger, S. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annu Rev Entomol*, 39: 293-322.
- Hajek, A.E. and Webb, R.E. 1999. Inoculative augmentation of the fungal entomopathogen *Entomophaga maimaiga* as a homeowner tactic to control gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Biological Control*, 14: 11-18.
- Hall, T. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98
- Hansoylu, R.B. 2003. Türkiye topraklarından elde edilen entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Balls.) Vuill. suşlarının biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 98 s.
- Hatting, J.L., Humber, R.A., Poprawski, T.J. and Miller, R.M. 1999. A survey of fungal pathogens of aphids from South Africa with special reference to cereal aphids. *Biol. Control*, 16: 1-12.
- Hazir, S., Kaya, H., Stock, S.P. and Keskin, N. 2003. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*, 27: 181-202.
- Henderson, C.F. and Tilton, E.W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48: 157-161.
- Henneberry, T.J., Jech, L.F. and Hendrix, D.L. 2000. Sweet potato whiteflies, cotton aphids, and sticky cotton., Proc. Beltwide Cotton Res. Conf., National Cotton Council of America, Memphis, pp. 1160-1162.
- Herlinda, S., Irsan, C., Mayasari, R. and Septariani, S. 2010. Identification and selection of entomopathogenic fungi as biocontrol agents for *Aphis gossypii* from South Sumatra. *Microbiol. Indones*, 4: 137-142.
- Hibbett, D.S., Ohman, A., Glotzer, D., Nuhn, M., Kirk, P. and Nilsson, R.H. 2011. Progress in molecular and morphological taxon discovery in fungi and options for formal classification of environmental sequences. *Fungal Biological Reviews*, 25: 38-47.
- Hicks, B.J., Watt, A.D. and Cosens, D. 2001. The potential of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) as a biological control agent against to pine beauty moth, *Panolis flammea* (Lepidoptera: Noctuidae). *Forest Ecology and Management*, 149: 275-281.
- Hughes, W.O., Thomsen, L., Eilenberg, J. and Boomsma, J.J. 2004. Diversity of entomopathogenic fungi near leaf cutting ant nests in a Neotropical Forest, with particular reference to *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 85: 46-53.
- Humber, R.A. 1997. Entomopathogenic fungal identification. In: Manual of Techniques In Insect Pathology, San Diego, pp. 153-185.
- Humber, R.A. 2008. Evaluation of entomopathogenicity in fungi. *Journal of*

- Invertebrate Pathology*, 98: 262-266.
- Hussein, K.A., Abdel-Rahman, M.A.A., Abdel-Mallek, A.Y., El-Maraghy, S.S. and Joo, J.H. 2012. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Galleria mellonella*. *Phytoparasitica*, 40: 117-126.
- İbrahim, L., Hamieh, A., Ghanem, H. and Ibrahim, S.K. 2011. Pathogenicity of entomopathogenic fungi from Lebanese soils against aphids, whitefly and non-target beneficial insects. *International Journal of Agricultural Science*, 3(3): 156-164.
- İyriboz, N. 1937. Cotton diseases. Agriculture Ministry Publication. Ankara
- İzgi, Ü. 2012. Kahramanmaraş Başkonuş Ormanlık Alanlarından Alınan Toprak Örneklerinde ve Böceklerde Entomopatojen Fungusların İzolasyonları, Teşhisi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 41 s.
- İzgi, Ü. and Güven Ö. 2014. Entomopathogenic fungi isolated from soil samples taken from Başkonuş Forestland in Kahramanmaraş. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3): 201-209.
- Jaber, L.R. and Ownley, B.H. 2018. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens? *Biological Control*, 116: 36-45.
- Jandricic, S.E., Filotas, M, Sanderson, J.P. and Wraight, S.P. 2014. Pathogenicity of conidia-based preparations of entomopathogenic fungi against the greenhouse pest aphids *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, and *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 118: 34-46.
- Kalkar, O., Carner, G.R., Scharf, D. and Boucias, D.G. 2006. Characterization of an Indonesian isolate of *Paecilomyces reniformis*. *Mycopathologia*, 161: 109-118.
- Kamp, A.M. and Bidochka, M. 2002. Conidium production by insect pathogenic fungi on commercially viable agars. *Letters in applied microbiology*, 35: 74-77.
- Kaur, S., Thakur, A. and Rajput, M. 2014. A laboratory assessment of the potential of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin as a biocontrol agent of *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, 59: 185-189.
- Kaya, H.K. and Stock, S.P. 1997. Techniques in Insect Nematology. Manual of Techniques in Insect Pathology. Biological Techniques Series. San Diego, London, pp. 281-324.
- Keller, S. and Zimmermann, G. 1989. Mycopathogens of soil insects. In: Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F. (Eds.), *Insect-Fungus Interactions*. Academic Press, London, pp. 239-270.
- Keller, S., Kessler, P. and Schweizer, C. 2003. Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metharhizium anisopliae*. *BioControl*, 48: 307-319.
- Kennedy, J.S., Day, M.F. and Eastop, V.F. 1962. A Conspectus of Aphids as Vector of Plant Viruses Commonwealth. Inst. Ent., London, England, 114 p.

- Kepenekci, İ., Yeşilayer, A., Atay, T. and Tülek, A. 2014. Pathogenicity of the entomopathogenic fungus, *Purpureocillium lilacinum* TR1 against the Black Cherry Aphid, *Myzus cerasi* Fabricus (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology & Zoology*, 10(1): 53-60.
- Kepenekci, İ., Oksal, E., Sağlam, H.D., Atay, T., Tülek, A. and Evlice, E. 2015. Identification of Turkish isolate of entomopathogenic fungi, *Purpureocillium lilacinum* (syn: *Paecilomyces lilacinus*) and its effect on potato pests, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25: 121-127.
- Kershaw, M.J., Moorhouse, E.R., Bateman, R., Reynolds, S.E. and Charnley, A.K. 1999. The role of destruxins in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insects. *Journal of Invertebrate Pathology*, 74: 213-223.
- Keskin, Y., Karabörklü, S. and Altın, N. 2019. Bazı yerel entomopatojen fungusların toprak koşullarındaki etkinliklerinin *Tenebrio molitor* L. (Col.: Tenebrionidae) larvaları kullanılarak araştırılması. *Türkiye Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 2(1): 26-31.
- Kessler, P., Enkerli, J., Schweizer, C. and Keller, S. 2004. Survival of *Beauveria brongniartii* in the soil after application as a biocontrol agent against the European cockchafer *Melolontha melolontha*. *BioControl*, 49: 563-581.
- Khan, Z.R., James, D.G., Midega, C.A.O. and Pickett, J.A. 2008. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control*, 45(2): 210-224.
- Kılıç, E., Yıldırım, E., İskender, N.A. and Algur, Ö.F. 2009. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Balsama) Viilemin, 1926 (Deuteromycotina: Hypomycetes) isolates to various development stages of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bio-Science Research Bulletin*, 25(1): 17-28.
- Kim, J.J., Goettel, M.S. and Gillespie, D.R. 2007. Potential of *Lecanicillium* species for dual microbial control of aphids and the cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*. *Biological Control*, 40: 327-332.
- Kim, J.J., Goettel, M.S. and Gillespie, D.R. 2010. Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, Vertalec® against the cotton aphid, *Aphis gossypii*, and cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea* in a greenhouse environment. *Crop Protection*, 29: 540-544.
- Klingen, I., Eilenberg, J. and Meadow, R. 2002a. Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 91: 191-198.
- Klingen, I., Meadow, R. and Aandal, T. 2002b. Mortality of *Delia Xoralis*, *Galleria mellonella* and *Mamestra brassicae* treated with insect pathogenic Hyphomycetous Fungi. *Journal of Application Entomology*, 126: 231-237.
- Kocadal, E. 2006. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ndeki Aphidoidea (Homoptera) Türleri, Bunların Konukçuları, Parazitoit ve Predatörlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 69 s.

- Kocourek, E., Havelka, J., Berankova, J. and Jarosik, V. 1994. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71: 59-64.
- Koz, C. ve Güven, Ö. 2014. Kahramanmaraş merkez köylerindeki buğday tarlalarından izole edilen entomopatojen funguslar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(1): 39-51.
- Krassiltstchik, I. M. 1888. La production industrielle des parasites vegetaux pour la destruction des insects nuisibles. *Association Scientifique De France*, 19: 461-472.
- Kushiyeve, R. 2015. Fındıkta önemli yazıcı böcek türlerindeki fungusların belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 63 s.
- Kushiyeve, R., Tuncer, C., Erper, I. and Saruhan, I. 2017. Effectiveness of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Anisandrus dispar* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). IX. International Hazelnut Congress, p. 178, 15-19 August 2017, Samsun.
- Kushiyeve, R., Tuncer, C., Erper, I., Ozdemir, I.O. and Saruhan, I. 2018. Efficacy of native entomopathogenic fungus, *Isaria fumosorosea* against bark and ambrosia beetles, *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28: 55.
- Kushiyeve, R. 2019. Fındık bahçelerinden elde edilmiş Ambrosia böceklerinde tespit edilen entomopatojen fungusların ve bazı *Trichoderma* türlerinin etkinliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 133 s.
- Lacey, L.A. and Goettel, M.S. 1995. Current Developments in Microbial Control of Insect Pests And Prospects for The Early 21st Century. *Entomophaga*, 40: 3-27.
- Lacey, L.A., Frutos, R., Kaya, H.K. and Vail, P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future. *Biological Control*, 21: 230-248.
- Lacey, L.A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D.I., Frutos, R., Brownbridge, M. and Goettel, M.S. 2015. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132: 1-41.
- Leatherdole, D. 1970. The arthropod hosts of entomogenous fungi in Britain. *Entomophaga*, 15: 419-435.
- Lee, S.G., Kim, H.H., Kim, T.H., Park, G., Kim, K.H. and Kim, J.S. 2008. Development model of the foxglove aphid, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) on lettuce. *Korean J. Appl. Entomol*, 47: 359-364.
- Lee, W.W., Shin, T.Y., Bae, S.M. and Woo, S.D. 2015. Screening and evaluation of entomopathogenic fungi against the green peach aphid, *Myzus persicae*, using multiple tools. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18: 607-615.
- Leger, R.J., Charmley, A.K. and Cooper, R.M. 1988. Production of polyphenol pigments and phenoloxidase by the entomopathogen, *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 53: 211-215.
- Leland, J.E. 2001. Environmental-Stress Tolerant Formulations of *Metarhizium*

- anisopliae* var. *acridum* for Control of African Desert Locust (*Schistocerca gregaria*). PhD Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 131 p.
- Lomer, C.J., Cherry, A. and Denis, D. 1997. Systemic *Beauveria* isolates for control of maize stem borers in Africa. Proceedings of the 30th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, Banff, Canada. 44 p.
- Lomer, C.J., Bateman, R., Johnson, D., Langewald, J. and Thomas, M. 2001. Biological Control of Locusts and Grasshoppers. *Annual Review of Entomology*, 46: 667-702.
- Lowery, D.T. and Sears, M.K. 1986a. Stimulation of reproduction of the Green Peach Aphid (Homoptera: Aphididae) by Azinphosmethyl applied to potatoes. *Journal of Economic Entomology*, 79: 1530-1533.
- Lowery, D.T. and Sears, M.K. 1986b. Effect of exposure to the Azinphosmethyl on reproduction of Green Peach Aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 79: 1534-1538.
- Luangsa-ard, J., Houbraken, J., Van Doorn, T., Hong, S.B., Borman, A.M., HywelJones, N.L. and Samson, R.A. 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters*, 321(2): 141-149.
- Mahr, S.E.R., Cloyd, R.A., Mahr, D.L. and Sadof, C.S. 2001. Biological control of insects and other pests of greenhouse crops. *North Central Regional Publication*, 581: 102.
- Majumdar, A., Boetel, M.A. and Jaronski, S.T. 2008. Discovery *Fusarium solani* as a naturally occurring pathogen of sugarbeet root maggot (Diptera: Ulidiidae) pupae: Prevalence and baseline susceptibility. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97: 1-8.
- Mamay, M. and Dağ, E. 2016. Efficacy of Mass Trapping Technique against Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in Pomegranate Orchards. II. *International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, pp. 36-41, 11-13 July, Odessa, Ukraine.
- Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M. and İkinci, A. 2016. Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4): 295-299.
- Mamay, M. and Mutlu, Ç. 2019a. Trend biotechnological management methods against agricultural pests: mating disruption, mass trapping and attract & kill. IGAC-2019. *1st International Gobekli-tepe Agriculture Congress*, pp. 511-517, 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Mamay, M. and Mutlu, C. 2019b. Optimizing container size and rearing density for rapid and economic mass rearing of *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43(4): 395-408.
- Mcintyre, G.S. and Gooding, R.H. 2000. Effects of maternal age on larval competitiveness in house flies. *Heredity*, 85: 480-489.

- McKinnon, A.C., Glare, T.R., Ridgway, H.J., Mendoza-Mendoza, A., Holyoake, A., Godsoe, W. K. and Bufford, J.L. 2018. Detection of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* in the rhizosphere of wound-stressed *Zea mays* plants. *Frontiers in microbiology*, 9: 1161.
- Medo, J. and Cagan, L. 2011. Factors affecting the occurrence of entomopathogenic fungi in soils of Slovakia as revealed using two methods. *Biological Control*, 59: 200-208.
- Meyling, N.V., Pell, J.K. and Eilenberg, J. 2006. Dispersal of *Beauveria bassiana* by the activity of nettle insects. *Journal of Invertebrate Pathology*, 93: 121-126.
- Meyling, N.V. 2007. Methods for isolation of entomopathogenic fungi from the soil environment. Laboratory Manual, Faculty of Life Science, University of Copenhagen, Denmark, pp. 1-18.
- Meyling, N.V. and Eilenberg, J. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biological Control*, 43: 145-155.
- Meyling, N.V. 2008. PCR-based characterisation of entomopathogenic fungi for ecological studies. Vegquire, Copenhagen, 14 p.
- Mietkiewski, R.T., Pell, J.K. and Clark, S.T. 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK field and laboratory comparisons. *Biocontrol Science and Technology*, 7: 565-575.
- Milner, R.J. 2000. Current status of *Metarhizium* as a mycoinsecticide in Australia. *Biocontrol News and Information*, 21: 47-50.
- Miyazaki, M. 1987. Forms and morphs of aphids. In *Aphids, their biology, natural enemies and control*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 163-195.
- Mohammed, A. and Hatcher, P.E. 2017. Combining entomopathogenic fungi and parasitoids to control the green peach aphid *Myzus persicae*. *Biological Control*, 110: 44-55.
- Mohammed, A.A., Kadhim, J.H. and Kamaluddin, Z.N. 2018. Selection of highly virulent entomopathogenic fungal isolates to control the greenhouse aphid species in Iraq. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28: 71.
- Montesinos, E. 2003. Development, registration and commercialization of microbial pesticides for plant protection. *International Microbiology*, 6: 245-252.
- Mousseau, T.A. and Dingle, H. 1991. Maternal effects in insects: Examples, constraints, and geographic variation, In: *The Unity of Evolutionary Biology*, Dioscorides Press, Portland, pp. 745-761.
- Muniz-Reyes, E., Guzman-Franco, A.W., Sanchez-Escudero, J. and Nieto-Angel, R. 2014. Occurrence of entomopathogenic fungi in tejocote (*Crataegus mexicana*) orchard soils and their pathogenicity against *Rhagoletis pomonella*. *Journal of Applied Microbiology*, 117: 1450-1462.
- Muro, M.A., Mehta, S. and Moore, D. 2003. The use of amplified fragment length polymorphism for molecular analysis of *Beauveria bassiana* isolates from

- Kenya and other countries, and their correlation with host and geographical origin. *FEMS Microbiol. Lett*, 229: 249-257.
- Muro, M.A., Elliott, S., Moore, D., Parker, B.L., Skinner, M., Reid, W. and Boussini, M.E. 2005. Molecular characterization of *Beauveria bassiana* isolates obtained from overwintering sites of sunn pests (*Eurygaster* and *Aelia* species). *Mycological Research*, 109: 294-306.
- Murphy, G., Ferguson, G. and Shipp L. 2006. Aphids in greenhouse crops. Factsheet. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Canada, pp. 1198-1712.
- Nonaka, K., Kaifuchi, S., Omura, S. and Masuma, R. 2013. Five new *Simplicillium* species (Cordycipitaceae) from soils in Tokyo, Japan. *Mycoscience*, 54: 42-53.
- O'Brien, P.J., Stoetzel, M.B., Navasero, R.C. and Graves, J.B. 1993. Field biology studies of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. Southwest. *Entomologist*, 18: 25-35.
- Oudor, G.I., Smith, S.M., Chandi, E.A., Karanja, L.W., Agano J.O. and Moore, D. 2000. Occurrence of *Bauveria bassiana* on insect pests of stored maize in Kenya. *Journal of Stored Products Research*, 36: 177-185.
- Ownley, B., Griffin, M., Klingeman, W., Gwinn, K., Moulton, J. and Pereira, R. 2008. *Beauveria bassiana*: endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 267-270.
- Öncüer, C. 1984. Zararlı böceklerle karşı biyolojik savaşta entomopatojen funguslar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8(3):177-189.
- Örtücü, S., Algur, Ö.F. ve Aydoğan, M.N. 2010. Entomopatojen fungus toksinlerinin insektisidal etkileri. 1. Ulusal Palandöken Toksikoloji Sempozyumu, 28-30 Mayıs 2010, Erzurum.
- Örtücü, S. 2012. İki noktalı kırmızıörümcek [(*Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae)] ile biyolojik mücadelede kullanılabilecek entomopatojen fungusların izolasyonu ve biyopestisit olarak kullanılabileme potansiyellerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 131 s.
- Özcan, S. 2014. Tuzak böcek yöntemi ile entomopatojen fungus izolasyonunun bazı yönleri ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 32 s.
- Özçelik, F.G. 2012. Kahramanmaraş Ovası'nda buğday tarlalarından ve Başkonuş Ormanlık alanlarından elde edilen entomopatojenik fungusların moleküler karakterizasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 53 s.
- Özçelik, N., Bal, G., Demirci, F. and Muştı, M. 2013. *Isaria farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum*'un yeşil şeftali yaprakbiti, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(1): 23-29.
- Özdemir, I. ve Toros, S. 1997. Ankara parklarında mevsimlik süs bitkilerinde zararlı Aphidoidea (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21(4): 283-298.

- Özdemir, I., Toros, S., Kılınçer, A.N. and Gürkan, M.O. 2006. A survey of aphididae (Homoptera) on wild plants in Ankara. *Ekoloji Dergisi*, 15(58): 38-41.
- Padmaja, G.K.V. 2001. Use of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (Moniliales: Deuteromycetes) for controlling termites. *Current Science*, 81(6): 647-647.
- Padmaja, V. and Kaur, G. 2001. Use of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill (Moniliales: Deuteromycetes) for controlling termites. *Current Science*, 81: 645-647.
- Parsons, P.A. 1964. Parental age and the offspring. *Quarterly Review of Biology*, 39: 258-275.
- Pell, J.K., Eilenberg, J., Hajek, A.E. and Steinkraus, D.C. 2001. Biology, ecology and pest management of Entomophthorales. In *Fungi as Biocontrol Agents*, CAB International Press, Wallingford, pp. 71- 153.
- Perdikis, D.C. and Lykouressis, D.P. 2004. *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as a suitable prey for *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population increase on pepper plant. *Environmental Entomology*, 33: 499-505.
- Perdikis, D.C., Lykouressis, D.P. and Garantonakis, N.G. 2004. Instar preference and parasitization of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) by the parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphididae). *European Journal of Entomology*, 101: 333-336.
- Perez-Gonzalez, V.H., Guzman-Franco, A.W., Alatorre-Rosas, R., Hernandez-Lopez, J., Hernandez-Lopez, A., Carrillo-Benitez, M.G. and Baverstock, J. 2014. Specific diversity of the entomopathogenic fungi *Beauveria* and *Metarhizium* in Mexican agricultural soils. *Journal of Invertebrate Pathology*, 119: 54-61.
- Pianka, E.R. 1978. *Evolutionary Ecology*, 2nd edn. Harper ve Row, New York, 397 p.
- Polar, P., Kairo, M.T.K., Peterkin, D., Moore, D., Pegram, R. and John, S.A. 2005. Assessment of fungal isolates for development of a myco-acaricide for cattle tick control. *Vector- Borne and Zoonotic Diseases*, 3: 276-284.
- Quesada-Moraga, E., Navas-Cortes, J.A., Maranhao, E.A.A., Ortiz- Urquiza, A. and Santiago-Alvarez, C. 2007. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. *Mycological Research*, 111: 947-966.
- Quesada-Moraga, E., Lopez-Diaz, C. and Landa, B.B. 2014. The hidden habit of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: first demonstration of vertical plant transmission. *PLoS ONE*, 9(2): e89278.
- Rashki, M., Kharazi-Pakdel, A., Allahyari H. and van Alphen J.J.M. 2009. Interactions among the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), the parasitoid, *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), and its host, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Biological Control*, 50: 324-328.
- Rehner, S. 2001. Primers for elongation factor 1- α (EF1- α). Available at: <http://ocid.nacse.org/research/deephyphae/EF1primer>. Erişim tarihi: 28.09.2019.

- Rehner, S.A. and Buckley, E. 2005. A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. *Mycologia*, 97: 84-98.
- Rehner, S.A., Minnis, A.M., Sung, G.H., Luangsa-ard, J.J., Devotto, L. and Humber, R.A. 2011. Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103: 1055-1073.
- Roberts, D.W. 1989. Word picture of biological control of insects by fungi. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84: 89-100.
- Roy, H.E., Steinkraus, D.C., Eilenberg, J., Hajek, A.E. and Pell, J.K. 2006. Bizarre Interactions and Endgames: Entomopathogenic Fungi and Their Arthropod Hosts. *Annual Review of Entomology*, 51: 331-357.
- Safavi, S.A., Kharrazi, A., Rasouljan, G.R. and Bandani, A.R. 2010. Virulence of some isolates of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12: 13-21.
- Sain, S.K., Monga, D., Kumar, R., Nagrale, D.T., Kranthi, S. and Kranthi, K.R. 2019. Comparative effectiveness of bioassay methods in identifying the most virulent entomopathogenic fungal strains to control *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29: 31.
- Samson, R.A. 1974. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. *Studies in Mycology*, 6: 1-119.
- Samson, R.A., Evans, H.C. and Latge, J.P. 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Springer- Verlag, New York.
- Samuels, G.J. 2006. *Trichoderma*: systematics, the sexual state, and ecology. *Phytopathology*, 96(2): 195-206.
- Sanchez, J.A., Canovas, F. and Lacasa, A. 2007. Thresholds and management strategies for *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse pepper. *Journal of Economic Entomology*, 100: 123-130.
- Sanchez-Pena, S.R., Lara, J.S.J. and Medina, R.F. 2011. Occurrence of entomopathogenic fungi from agricultural and natural ecosystems in Saltillo, Mexico, and their virulence towards thrips and whiteflies. *Journal of Insect Science*, 11: 1.
- Santos, A.C.S., Alves-Diniz, A.G., Tiago, P.V. and de Oliveira N.T. 2020. Entomopathogenic *Fusarium* species: a review of their potential for the biological control of insects, implications and prospects. *British Mycological Society*, 34: 41-57.
- Saranya, S., Ushakumari, R., Jacob, S. and Philip, B.M. 2010. Efficacy of different entomopathogenic fungi against cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Koch). *Journal of Biopesticides*, 3(1): 138-142.
- Satar, S., Kersting, U. and Uygun, N. 1999. Development and fecundity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on three malvaceae hosts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 637-644.

- Satar, S.Y., Gerin, B. ve Bakırcıoğlu, L.E. 2000. Entomopatojen fungus *Fusarium subglutinans*'ın laboratuvar koşullarında bazı yaprakbiti türleri üzerindeki etkileri. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, ss. 317-322, Adana.
- Satar, H. 2004. Entomopathogen Fungus *Fusarium subglutinans*'ın Sera Koşullarında *Aphis gossypii*'ye Karşı Biyolojik Etkinliğinin Denenmesi ve Biyopreparat olarak Kullanım olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Sattar, S.M.A., Singh T.K. and Chhetry, G.K.N. 2007. Life table, stable age, distribution and life expectancy of *Aphis gossypii* Glover on okra. *Annals of Plant Protection Sciences*, 15(1): 57- 60.
- Satar, S., Satar, G., Karacaoğlu, M. and Uygun, N. 2009. *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) ve *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hym.: Braconidae)'in *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphididae) Üzerinde Farklı Sıcaklıklarda Bazı Biyolojik Özellikleri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, ss. 326, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Scholte, E.J., Knol, B.G.J., Samson, R.A. and Takken, W. 2004. Entomopathogenic fungi for mosquito control. *Journal of Insect Science*, 4: 19.
- Schoonhoven, L.M, van-Loon J.J.A. and Dicke, M. 2005. Insect Plant Biology. Oxford University Press Inc, NewYork, 421 p.
- Scorsetti, A., Garcia, J. and Lastra, C. 2006. Natural occurrence of entomopathogenic fungi (Zygomycetes: Entomophthorales) of aphid (Hemiptera: Aphididae) pests of horticultural crops in Argentina. *BioControl*, 52: 641-655.
- Seeger, C., Erlebach, D., Stuppner, H., Griesser, U.J. and Strasser, H. 2005. Physicochemical properties of oosporein, the major secreted metabolite of the entomopathogenic fungus *Beauveria brongniartii*. *Helvetica Chimica Acta*, 88: 802-810.
- Sepasi, N., Jahani, M., Mirzaee, M.R. and Mohammadpour, K. 2015. First record of *Cunninghamella echinulata* var. *nodosa* as a new entomopathogenic fungus infecting melon weevil (*Acytoperus curvirostris persicus*, Curculionidae). *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 4(1): 27-29.
- Sevim, A. 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi'nden Entomopatojenik Fungusların İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Virülanslarının Belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Sevim, A., Demir, I., Höfte, M., Humber, R.A. and Demirbağ, Z. 2010. Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey. *BioControl*, 55(2): 279-297.
- Sevim, A., Sevim, E. and Demirbağ, Z. 2015. Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye'de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 115-147.
- Shah, P.A. and Pell, J.K. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61: 413-423.
- Shands, W.A., Simpson, G.W., Seaman, B.A., Roberts, F.S. and Flynn, C.M. 1972.

- Effects of differing abundance levels of aphids and of certain virus diseases upon yield and virus disease spread in potatoes. *Life Sci. Agric. Exp. Stn. Univ. Maine Tech. Bull.*, 56: 40.
- Sharma, A., Srivastava, A., Shukla, A., Srivastava, K., Srivastava, A. and Saxena, A. 2020. Entomopathogenic Fungi: A Potential Source for Biological Control of Insect Pests. Doi: 10.1007/978-981-15-3151-4-9.
- Shin, T.Y., Lee, W.W., Ko, S.H., Choi, J.B., Bae, S.M., Choi, J.Y., Lee, K.S., Je, Y.H., Jin, B.R. and Woo, S.D. 2013. Distribution and characterisation of entomopathogenic fungi from Korean soils. *Biocontrol Science and Technology*, 23: 288-304.
- Shtayeh, A.M.S., Mara, A.BB.M. and Jamous, R.M. 2002. Distribution, occurrence and characterization of entomopathogenic fungi in agricultural soil in the Palestinian area. *Mycopathologia*, 156: 235-244.
- Slosser, J.E., Pinchak, W.E. and Rummel, D.R. 1989. A review of known and potential factors affecting the population dynamics of the cotton aphid. Southwest. *Entomologist*, 14: 302-313.
- Sonia, R., Peveling, R., Nagel, P. and Keller, S. 2005. The natural distribution of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in different regions and habitat types in Switzerland. *IOBC Bulletein*, 28(2): 185-188.
- Sookar, P., Bhagwant, S. and Awuor O.E. 2008. Isolation of entomopathogenic fungi from the soil and their pathogenicity to two fruit fly species (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 132: 778-788.
- Sönmez, E. 2012. *Gryllotalpa gryllotalpa*'dan entomopatojen fungusların izolasyonu ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 123 s.
- St. Leger, R.J. and Wang, C. 2010. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve efficacy against insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85: 901-907.
- Steinhaus, E.A. 1975. Disease in a Minor Chord. Columbus: Ohio State University Press.
- Stock, S.P., Pryor, B.M. and Kaya, H.K. 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California. USA. *Biodiversity and Conservation*, 8: 535-549.
- Strasser, H., Vey, A. and Butt, T.M. 2000. Are there any risks in using entomopathogenic fungi for pest control, with particular reference to the bioactive metabolites of *Metarhizium*, *Tolypocladium* and *Beauveria* species. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 717-735.
- Sun, B.D. and Liu, X.Z. 2008. Occurrence and diversity of insect-associated fungi in natural soils in China. *Applied Soil Ecology*, 39(2): 100-108.
- Sun, B.D., Han-ying, Y., Chen, A.J. and Liu, X.Z. 2008. Insect-associated fungi in soils of field crops and orchards. *Crop Protection*, 27: 1421-1426.
- Sundarababu, P.C. 1985. *Metarhizium* and *Beauveria* infection in insects. Microbial

- Control and Pest Management, Ed: Jayaraj, S., Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, pp. 130-132.
- Szpeiner, A. 2008. Aphididae (Hemiptera) on Ornamental Plants in Córdoba (Argentina). *A Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, 67(1-2): 49-56.
- Şahin, H. 2006. Çam kesetirtili (*Thaumetopoea pityocampa* (Den&Schiff)) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae)'na karşı farklı entomopatojen fungus izolatlarının etkinliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 23 s.
- Şahin, K.G. and Karaca, İ. 2019. Bazı biyoinsektisitlerin *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ye etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2): 582-589.
- Takatsuka, J. 2007. Characterization of *Beauveria bassiana* isolates from Japan Using Intersimple-Sequence Repeat-Anchored Polymerase Chain Reaction (ISSR-PCR) Amplification. *Applied Entomology and Zoology*, 42: 563-571.
- Talwar, B.H. 2005. Isolation and characterization of entomopathogenic fungi and their effectiveness. Ph.D. Thesis, In Agricultural Entomology, Department of Agricultural Microbiology, Dharwad.
- Tamura, K. 1992. Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G + C-content biases. *Molecular Biology and Evolution*, 9: 678-687.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28: 2731-2739.
- Tanada, Y. and Kaya, H.K. 1993. Insect pathology. New York, NY: Academic Press.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G. and Gibson, T.J. 1994. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic acids research*, 22(22): 4673-4680.
- Thungrabeab, M. and Tongma, S. 2007. Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Balsam) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) on non target insects. *KMITL Science and Technology Journal*, 7(1): 8-12.
- Timm, J., Figiel, M. and Kochzius, M. 2008. Contrasting patterns in species boundaries and evolution of anemonefishes (Amphiprioninae, Pomacentridae) in the centre of marine biodiversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49: 268-276.
- Tkaczuk, C., Krzyczkowski, T., Głuszcak, B. and Krol, A. 2012. Wpływ wybranych środków ochrony roślin na wzrost kolonii i kiełkowanie zarodników owadobójczego grzyba *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Prog. *Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 52(4): 969-974.
- Toba, H.H. 1964. Life-history studies of *Myzus persicae* in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 57(2): 290-291.
- Topuz, E., Erler, F. and Gümrükcü, E. 2016. Survey of indigenous entomopathogenic

- fungi and evaluation of their pathogenicity against the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.), and the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. *Pest Management Science*, 72(12): 2273-2279.
- Toros, S., Uygun, N., Ulusoy, R., Satar, S. ve Özdemir, I. 2002. Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea Türleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 108 s.
- Trudel, R., Lavalley, C., Guertin, C., Cote, C., Todorova, S.I., Alfar R. and Kope, H. 2007. Potential of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) for controlling the white pine weevil, *Pissodes strobi* (Col., Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*, 131(2): 90-97.
- Tuatay, N., Gül, S., Demirtola, A., Kalkandelen, N. ve Aysev, N. 1967. Nebat Koruma Müzesi Böcek Kataloğu (1961-1966) T. C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Kitaplar serisi, Ankara, 66 s.
- Tuatay, N. 1988. Türkiye yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae) I. Aphidinae Macropsophini (I. Kısım). *Bitki Koruma Bülteni*, 28(1-2): 1-28.
- Tuatay, N. 1990. Türkiye yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae) II. Aphidinae Macropsophini (II. Kısım). *Bitki Koruma Bülteni*, 30(1-4): 29-44.
- Tuatay, N. 1991. Türkiye yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae) III. Aphidinae: Macropsophini (III. Kısım). *Bitki Koruma Bülteni*, 31(1-4): 3-18.
- Tuatay, N. 1993a. Türkiye yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae) IV. Aphidinae: Aphidini (I. Kısım). *Bitki Koruma Bülteni*, 33(3-4): 83-106.
- Tuatay, N. 1993b. Aphids of Turkey (Homoptera: Aphididae) IV. Aphidinae: Macrosiphini Part IV. *Bulletin of Plant Protection*, 33(1-2): 83-105.
- Tuatay, N. 1999. Türkiye yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae): V. Chaitophinae, Lachninae ve Thelaxinae. *Bitki Koruma Bülteni*, 39(1-2): 1-21.
- Tuatay, N. and Remaudiere, G. 1964. Premiere contribution au catalogue des Aphididae (Hom.) de la Turquie. *Revue de Pathologie Vegetale et d'Entomologie Agricole de France*, 43: 243-278.
- Tuncer, C., Knizek, M. and Hulcr, J. 2017. Scolytinae in hazelnut orchards of Turkey: clarification of species and identification key (Coleoptera, Curculionidae). *ZooKeys*, 710: 65-76.
- Ulusoy, M. 2016. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill sporlarının bazı zararlı böcekler üzerindeki etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 141 s.
- Uygun, N., Ulusoy, R., Karaca, İ. and Satar, S. 2010. Meyve ve Bağ Zararlıları. Özyurt Matbaacılık, Adana, 347 s.
- Uysal, M., Şahbaz, A. and Ozdemir, I. 2006. Konya ilinde kavaklarda beslenen yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) türleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38): 143-149.
- Ücük, C. 2016. Bazı yerel entomopatojen fungusların moleküler karakterizasyonu ve üç coleopter depo zararlısına ölüm etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi,

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 45 s.
- van Driesche, R.G., Lyon, S., Sanderson, J.P., Bennett, K.C., Stanek III, E.J. and Zhang, R. 2008. Greenhouse trials of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) banker plants for control of aphids (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse spring floral crops. *Florida Entomologist*, 94: 583-590.
- Vanninen, I. 1995. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type. *Mycological Research*, 100: 93-101.
- Vega, F.E., Meyling, N.V., Luangsa-ard, J.J. and Blackwell, M. 2012. In Fungal entomopathogens in Insect Pathology, Elsevier, San Diego, pp. 171-220.
- Velioğlu, A.S. ve Toros, S. 2002. Değişik bölgelerden toplanan *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae) popülasyonlarının bazı insektisitlere karşı dayanıklılık düzeylerinin araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 42(1-4): 67-79.
- Velioğlu, S. and Toros S. 2006. *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae)'de insektisitlere direnç ile ilişkili karboksilesterazın spektrofotometre ve elektroforez ile belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 46(14): 1-12.
- Velioğlu, S.A., Toros, S. Moores, D.G. and Devonshire, L.A. 2008. İçel'den toplanan *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) popülasyonlarında insektisitlere direnç mekanizmalarının biyokimyasal yöntemlerle belirlenmesi. Proje No:1050176.
- Vey, A., Hoagland, R.E. and Butt, T.M. 2001. Toxic Metabolites of Fungal Biocontrol Agents. Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential, CABI International, Wallingford, pp. 311-346.
- Viaud, M., Couteaudier, Y. and Riba, G. 1998. Molecular analysis of hypervirulent somatic hybrids of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria sulfurescens*. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(1): 88-93.
- von Dohlen, C.D. and Moran, N.A. 2000. Molecular data support a rapid radiation of aphids in the Cretaceous and multiple origins of host alternation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 689-717.
- von Dohlen, C.D., Rowe, C.A. and Heie, O.E. 2006. A test of morphological hypotheses for tribal and subtribal relationships of Aphidinae (Insecta: Hemiptera: Aphididae) using DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 316-329.
- Vu, V.H., Hongb, S. and Kima, K. 2007. Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 104(6): 498-505.
- Vucetic, A., Petrovic-Obradovic, O., Margaritopoulos, J. and Skouras, P. 2008. Establishing the resistance of *Myzus persicae* (Sulzer) by molecular methods. *Archives of Biological Sciences*, 60: 493-499.
- Vurro, M. 2007. Benefits and risks of using fungal toxins in biological control strategies. Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management, Springer, pp. 53-74.
- Wan, H. 2003. Molecular biology of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*:

- Insect-cuticle degrading enzymes and Development of a new selection marker for fungal Transformation. PhD Thesis, Combined Faculties for the Natural Sciences and for Mathematics of the Ruperto-Carola University of Heidelberg, Germany.
- Wang, L., Zhang, S., Luo, J.Y., Wang, C.Y., Li-Min, L., Zhu, X.Z., Li, C.H. and Cui, J.J. 2016. Identification of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) biotypes from different host plants in north China. *PLoS ONE*, 11(1): e0146345.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA genes for phylogenetics. Academic Press, pp. 315-322.
- Xia, J.Y., Werf, W. and Rabbinge, R. 1999. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90: 25-35.
- Yalçın, M., Yanar, D. and Yanar, Y. 2016. Laboratuvar koşullarında entomopatojen fungusların *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'ye karşı etkinliği. 6. Bitki Koruma Kongresi. ss. 70, 5-8 Eylül, Konya.
- Yanagi, S.I. and Miyatake, T. 2002. Effects of maternal age on reproductive traits and fitness components of the offspring in the bruchid beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Physiological Entomology*, 27(4): 261-266.
- Yanar, D., Yanar, Y. and Solmaz, B. 2018. Efficacy of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* isolate GOPT-228 against *Gonioctena fornicata* (Bruggeman). IX International Agricultural Symposium, pp. 1084- 1087, 4-7 Ekim 2018, Jahorina-Bosnia and Herzegovina.
- Yeo, H., Pell, J.K., Alderson, P.G., Clark, S.J. and Pye, B.J. 2003. Laboratory evaluation of temperature effects on the germination and growth of entomopathogenic fungi and on their pathogenicity to two aphid species. *Pest Management Science*, 59(2): 156-65.
- Yeşilırmak, M.M. and Karaca İ. 2016. Entomopatojen fungusların *Blatta lateralis* Walker (Blattodea: Blattidae)'e etkileri (Blattodea: Blattidae). *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 7(2): 167-182.
- Yıldız, S.S. 2015. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* ve *Paecilomyces fumosoroseus* sporlarının bazı vektör sinekler üzerindeki etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 104 s.
- Yu, J., Cleveland, T.E., Nierman, W.C. and Bennett, J.W. 2005. *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to disease. *Revista iberoamericana de micologia: organo de la Asociacion Espanola de Especialistas en Micologia*, 22: 194-202.
- Yumruktepe, R. ve Uygun, N. 1994. Doğu Akdeniz Bölgesi Turuncgil Bahçelerinde Saptanan Yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) Türleri ve Doğal Düşmanları. *Entomoloji Derneği Yayınları*, 7: 1-12.
- Zare, R. and Gams, W. 2001. A revision of *Verticillium* sect. *Prostata* IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. *Nova Hedwigia*, 73: 1-50.
- Zimmermann, G. 1986. The "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic

- fungi in soil. *Journal of Applied Entomology*, 102: 213-215.
- Zimmermann, G. 1993. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pesticide Science*, 37: 375-379.
- Zimmerman, G. 1998. Suggestions for a standardised method for reisolation of entomopathogenic fungi from soil using the bait method. *IOBC/WPRS Bulletin, Insect pathogens and insect parasitic nematodes*, 21: 289.
- Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(9): 879- 920.
- Zimmermenn, G. 2007a. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17: 553-596.
- Zimmermann, G. 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 18: 865-901.

7. EKLER

Ek 1. Çalışma kapsamında Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için araziden alınan toprak örneklerinin GPS koordinatları, yerleri, habitatları

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
1.	Kumluca	Portakal	36°22'21.7"	30°19'03.7"
2.	Kumluca	Toprak	36°23'17.1"	30°18'53.5"
3.	Kumluca	Erik	36°23'06.7"	30°19'01.9"
4.	Kumluca	Erik	36°22'02.8"	30°16'12.8"
5.	Kumluca	Bakla	36°22'04.8"	30°16'11.8"
6.	Kumluca	Erik	36°19'47.5"	30°16'0.9"
7.	Kumluca	Zeytin	36°19'17.1"	30°20'23.0"
8.	Kumluca	Portakal	36°22'18.8"	30°16'29.1"
9.	Kumluca	Portakal	36°22'39.6"	30°17'40.0"
10.	Kumluca	Portakal	36°21'26.1"	30°17'00.3"
11.	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
12.	Kumluca	Buğday	36°20'41.5"	30°15'25.3"
13.	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
14.	Kumluca	Nar	36°20'57.6"	30°15'46.2"
15.	Kumluca	Turunçgil	36°19'34.4"	30°13'27.8"
16.	Finike	Şeftali	36°20'42.3"	30°13'55.5"
17.	Finike	Portakal	36°21'04.6"	30°08'06.0"
18.	Finike	Portakal	36°18'50.3"	30°08'53.4"
19.	Finike	Turunçgil	36°18'51.2"	30°08'05.2"
20.	Finike	Portakal	36°19'53.7"	30°08'40.6"
21.	Finike	Portakal	36°19'11.2"	30°09'12.1"
22.	Finike	Portakal	36°21'17.2"	30°07'59.6"
23.	Finike	Portakal	36°21'51.0"	30°08'15.7"
24.	Finike	Yenidünya	36°21'32.9"	30°07'59.9"
25.	Finike	Turunçgil	36°21'35.1"	30°07'58.4"
26.	Finike	Portakal	36°21'51.0"	30°08'15.7"
27.	Finike	Nar	36°21'47.8"	30°07'56.7"
28.	Finike	Nar	36°21'40.5"	30°07'54.7"
29.	Finike	Turunçgil	36°20'33.6"	30°09'33.8"
30.	Finike	Turunçgil	36°18'40.5"	30°10'16.2"
31.	Demre	Limon	36°15'17.8"	30°01'44.9"
32.	Demre	Badem	36°05'42.3"	30°01'47.6"
33.	Demre	Erik	36°14'47.1"	29°59'12.8"
34.	Demre	Yabancı Ot	36°15'33.9"	30°2'18.6"
35.	Demre	Portakal	36°14'39.7"	29°58'45.0"
36.	Demre	Nar	36°14'20.2"	29°59'03.9"
37.	Demre	Turunçgil	36°14'39.7"	29°58'45.0"
38.	Demre	Nar	36°14'19.0"	29°59'30.9"
39.	Demre	Armut	36°15'44.2"	30°00'09.7"
40.	Demre	Şeftali	36°15'44.9"	30°00'10.6"
41.	Demre	Nar	36°14'17.1"	29°59'04.1"
42.	Demre	Şeftali	36°14'37.7"	29°58'43.4"
43.	Korkuteli	Boş tarım arazisi	37°03'45.9"	30°28'7.5"
44.	Korkuteli	Boş tarım arazisi	37°04'03.7"	30°28'14.7"
45.	Korkuteli	Meyve Bahçesi	37°04'05.3"	30°28'11.9"
46.	Korkuteli	Nar Bahçesi	37°03'47.9"	30°27'38.7"
47.	Korkuteli	Ormanlık Alan	37°03'55.8"	30°27'16.6"
48.	Korkuteli	Ormanlık Alan	37°04'14.5"	30°27'11.5"

Ek 1. Çalışma kapsamında Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için araziden alınan toprak örneklerinin GPS koordinatları, yerleri, habitatları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
49.	Korkuteli	Buğday	37°02'14.9"	30°14'38.7"
50.	Korkuteli	Armut	37°04'56.9"	30°10'45.0"
51.	Korkuteli	Armut	37°03'21.3"	30°10'33.8"
52.	Korkuteli	Mısır	37°03'10.0"	30°11'36.2"
53.	Korkuteli	Mısır	37°03'05.5"	30°11'25.9"
54.	Korkuteli	Fasülye	37°03'11.5"	30°11'25.2"
55.	Korkuteli	Yabancı ot	37°03'22.2"	30°12'24.0"
56.	Korkuteli	Mısır	37°03'20.7"	30°12'07.7"
57.	Korkuteli	Mısır	37°03'22.0"	30°12'05.2"
58.	Korkuteli	Mısır	37°03'23.3"	30°11'38.9"
59.	Korkuteli	Ormanlık Alan	37° 3'55.1"	30°27'14.6"
60.	Korkuteli	Ormanlık Alan	37° 4'12.4"	30°27'17.9"
61.	Kemer	Ormanlık Alan	36°24'46.4"	30°28'20.1"
62.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°24'48.7"	30°28'28.9"
63.	Kemer	Yol kenarı	36°24'56.1"	30°28'51.7"
64.	Kemer	Çam	36°35'51.0"	30°33'22.7"
65.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°36'17.5"	30°33'27.3"
66.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°36'25.5"	30°33'20.6"
67.	Kemer	Nar Bahçesi	36°36'20.6"	30°33'18.2"
68.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°36'46.5"	30°33'12.2"
69.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°36'04.9"	30°33'14.2"
70.	Kemer	Portakal Bahçesi	36°36'04.2"	30°33'06.6"
71.	Kemer	Ormanlık Alan	36°39'4.65"	30°33'4.43"
72.	Konyaaltı	Patlıcan Serrası	36°53'53.3"	30°33'5.74"
73.	Konyaaltı	Portakal Bahçesi	36°50'10.5"	30°34'38.3"
74.	Konyaaltı	Turunçgil Bahçesi	36°50'5.2"	30°34'53.1"
75.	Konyaaltı	Portakal Bahçesi	36°51'57.3"	30°37'17.6"
76.	Konyaaltı	Kampüs	36°54'01.2"	30°38'22.2"
77.	Konyaaltı	Kampüs	36°54'01.5"	30°38'25.6"
78.	Konyaaltı	Kampüs	36°53'58.1"	30°38'09.5"
79.	Konyaaltı	Kampüs	36°53'41.5"	30°38'21.0"
80.	Konyaaltı	Ormanlık Alan	36°51'28.4"	30°31'56.7"
81.	Konyaaltı	Nar Bahçesi	36°53'36.5"	30°33'28.9"
82.	Konyaaltı	Zeytinlik Alan	36°53'59.6"	30°32'43.2"
83.	Konyaaltı	Kayısı Bahçesi	36°53'54.9"	30°32'44.6"
84.	Konyaaltı	Zakkum	36°53'28.2"	30°37'47.8"
85.	Konyaaltı	Elma	36°53'53.5"	30°37'51.8"
86.	Konyaaltı	Şeftali	36°53'50.9"	30°37'53.9"
87.	Konyaaltı	Portakal Bahçesi	36°52'56.2"	30°37'07.8"
88.	Konyaaltı	Ormanlık Alan	36°52'58.6"	30°37'42.9"
89.	Konyaaltı	Makilik Alan	36°53'24.5"	30°38'49.6"
90.	Kepez	Makilik Alan	36°59'59.3"	30°44'53.2"
91.	Kepez	Zeytinlik Alan	36°59'53.9"	30°44'46.9"
92.	Kepez	Zeytinlik Alan	36°58'32.3"	30°41'52.2"
93.	Kepez	Ormanlık Alan	36°59'05.4"	30°42'12.3"
94.	Kepez	Çam	36°54'50.4"	30°37'48.4"
95.	Kepez	Buğday	37°01'51.9"	30°38'37.0"
96.	Kepez	Buğday	37°01'40.0"	30°39'30.9"
97.	Kepez	Makilik Alan	37°01'50.8"	30°41'60.4"
98.	Kepez	Ormanlık Alan	37°01'55.8"	30°41'46.3"

Ek 1. Çalışma kapsamında Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için araziden alınan toprak örneklerinin GPS koordinatları, yerleri, habitatları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
99.	Kepez	Ormanlık Alan	37°02'0.26"	30°42'50.6"
100.	Kepez	Zeytinlik alan	36°59'06.4"	30°42'18.8"
101.	Döşemaltı	Nar	36°59'11.6"	30°38'09.8"
102.	Döşemaltı	Nar	37°00'02.4"	30°38'16.1"
103.	Döşemaltı	Buğday	37°03'02.0"	30°37'46.4"
104.	Döşemaltı	Buğday	37°00'28.9"	30°36'21.2"
105.	Döşemaltı	Zeytin	37°02'43.1"	30°38'19.2"
106.	Döşemaltı	Çam	37°01'01.6"	30°37'44.5"
107.	Döşemaltı	Nar	37°01'39.2"	30°36'46.9"
108.	Döşemaltı	Ormanlık Alan	36°58'12.1"	30°37'06.3"
109.	Döşemaltı	Limon Bahçesi	37° 0'23.7"	30°35'07.6"
110.	Döşemaltı	Portakal Bahçesi	37°00'23.1"	30°35'11.2"
111.	Döşemaltı	Makilik Alan	37°04'25.1"	30°34'08.2"
112.	Aksu	Çim	36°56'03.3"	30°52'35.1"
113.	Aksu	Buğday	36°57'13.7"	30°51'51.1"
114.	Aksu	Mısır	36°56'46.8"	30°51'38.4"
115.	Aksu	Ev Bahçesi	37°03'31.2"	30°50'48.3"
116.	Aksu	Ökalyptus Ormanı	37°03'35.9"	30°51'00.8"
117.	Aksu	Ormanlık Alan	37°03'32.3"	30°51'01.7"
118.	Aksu	Yol kenarı	36°56'27.9"	30°50'11.9"
119.	Aksu	Yol kenarı	36°54'56.7"	30°50'52.1"
120.	Aksu	Ormanlık Alan	36°56'29.1"	30°51'08.7"
121.	Aksu	Makilik Alan	36°57'11.9"	30°51'03.5"
122.	Aksu	Portakal Bahçesi	36°57'14.7"	30°51'17.5"
123.	Aksu	Yabancı ot	36°56'03.3"	30°52'35.1"
124.	Aksu	Pamuk	36°57'13.7"	30°51'51.1"
125.	Aksu	Mısır	36°56'46.8"	30°51'38.4"
126.	Aksu	Nar	36°56'32.9"	30°50'11.3"
127.	Aksu	Şeftali	36°56'25.3"	30°50'19.5"
128.	Aksu	Şeftali	36°55'59.1"	30°50'37.5"
129.	Manavgat	Pamuk	36°58'58.8"	31°14'48.5"
130.	Manavgat	Pamuk	36°57'49.2"	31°16'51.9"
131.	Manavgat	Nar	37°00'26.4"	31°13'17.9"
132.	Manavgat	Pamuk	37°00'20.8"	31°13'48.4"
133.	Manavgat	Pamuk	36°56'30.7"	30°54'57.9"
134.	Manavgat	Ormanlık Alan	36°47'53.1"	31°26'19.5"
135.	Manavgat	Ormanlık Alan	36°47'18.8"	31°26'03.3"
136.	Manavgat	Boş Tarım Arazisi	36°46'23.7"	31°26'06.9"
137.	Manavgat	Boş Arazi	36°46'54.5"	31°26'00.9"
138.	Manavgat	Portakal Bahçesi	36°47'53.1"	31°26'19.5"
139.	Manavgat	Zeytin	36°49'40.8"	31°20'35.3"
140.	Manavgat	Buğday	36°58'58.8"	31°14'48.5"
141.	Manavgat	Pamuk	36°59'37.8"	31°14'11.5"
142.	Manavgat	Buğday	36°57'49.2"	31°16'51.9"
143.	Manavgat	Muz	36°52'37.2"	31°15'02.4"
144.	Manavgat	Portakal Bahçesi	36°47'08.8"	31°25'32.9"
145.	Gazipaşa	Boş Arazi	36°15'57.8"	32°19'07.8"
146.	Gazipaşa	Zeytin	36°52'37.2"	31°15'02.4"
147.	Gazipaşa	Boş Arazi	36°16'30.4"	32°18'27.5"
148.	Gazipaşa	Çam	36°12'52.0"	32°23'45.0"
149.	Gazipaşa	Çim	36°12'23.4"	32°23'14.3"

Ek 1. Çalışma kapsamında Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için araziden alınan toprak örneklerinin GPS koordinatları, yerleri, habitatları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
150.	Gazipaşa	Zeytin	36°11'30.8"	32°24'54.8"
151.	Gazipaşa	Zeytin	36°15'03.8"	32°21'47.9"
152.	Gazipaşa	Zeytin	36°14'50.3"	32°21'19.2"
153.	Gazipaşa	Buğday	36°15'28.2"	32°21'19.7"
154.	Gazipaşa	Çam	36°15'22.0"	32°19'15.0"
155.	Gazipaşa	Boş Arazi	36°16'00.8"	32°18'17.5"
156.	Alanya	Muz	36°33'40.8"	31°56'43.7"
157.	Alanya	Çam	36°36'32.6"	31°49'29.2"
158.	Alanya	Zeytin	36°36'16.3"	31°52'34.1"
159.	Alanya	Nar	36°31'43.6"	32°03'23.9"
160.	Alanya	Zakkum	36°33'18.1"	31°58'29.3"
161.	Alanya	Yabancı ot	36°33'40.8"	31°56'43.7"
162.	Alanya	Turunçgil	36°33'40.3"	31°56'38.8"
163.	Alanya	Yabancı ot	36°36'16.3"	31°52'34.1"
164.	Alanya	Nar	36°31'43.6"	32°03'23.9"
165.	Alanya	Zakkum	36°33'18.1"	31°58'29.3"
166.	Alanya	Nar	36°33'29.4"	31°59'30.4"
167.	Alanya	Şeftali	36°33'40.7"	31°56'38.9"
168.	Serik	Portakal	36°55'33.8"	31°07'20.7"
169.	Serik	Buğday	36°53'52.6"	31°04'10.2"
170.	Serik	Nar Bahçesi	36°56'21.5"	31°07'34.4"
171.	Serik	Çayı Kenar	37°07'51.1"	30°55'53.3"
172.	Serik	Ormanlık Alan	37°07'17.3"	30°56'06.5"
173.	Serik	Ormanlık Alan	37°07'55.2"	30°56'28.2"
174.	Serik	Nar Bahçesi	37°07'56.5"	30°56'33.1"
175.	Serik	Çay Kenarı	37°07'44.6"	30°56'24.5"
176.	Serik	Çay Kenarı	37°07'51.1"	30°55'57.3"
177.	Serik	Zeytinlik Alan	37°06'38.4"	30°56'12.9"
178.	Serik	Boş Arazi	36°54'18.0"	31°05'49.9"
179.	Serik	Portakal	36°55'33.8"	31°07'20.7"
180.	Serik	Yabancı ot	36°53'52.6"	31°04'10.2"
181.	Serik	Turunçgil	36°54'42.1"	31°09'22.3"
182.	Serik	Mısır	36°54'45.7"	31°09'23.9"
183.	Serik	Nar	36°55'16.5"	31°07'12.2"
184.	Muratpaşa	İncir	36°53'07.2"	30°44'30.4"
185.	Muratpaşa	Taflan	36°53'42.6"	30°39'56.7"
186.	Muratpaşa	Nar	36°54'09.8"	30°41'13.1"
187.	Muratpaşa	Mısır	36°52'19.2"	30°46'43.6"
188.	Muratpaşa	Yenidünya	36°52'48.5"	30°43'19.6"
189.	Muratpaşa	Nar	36°53'24.2"	30°46'11.2"
190.	Muratpaşa	Turunçgil	36°53'48.5"	30°49'13.9"
191.	Muratpaşa	Turunçgil	36°53'58.2"	30°41'33.3"
192.	Muratpaşa	Turunçgil	36°51'49.4"	30°44'54.7"
193.	Muratpaşa	Nar	36°51'56.2"	30°46'48.6"
194.	Muratpaşa	Turunçgil	36°51'21.8"	30°44'55.9"
195.	Kaş	Çam	36°12'14.6"	29°38'04.7"
196.	Kaş	Çam	36°11'59.2"	29°38'41.4"
197.	Kaş	Çam	36°11'58.4"	29°38'38.4"
198.	Kaş	Yenidünya	36°12'01.6"	29°38'16.0"

Ek 1. Çalışma kapsamında Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için araziden alınan toprak örneklerinin GPS koordinatları, yerleri, habitatları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
199.	Kaş	Turunçgil	36°11'54.7"	29°38'40.1"
200.	Kaş	Turunçgil	36°11'44.3"	29°38'47.4"
201.	Kaş	Zeytin	36°12'08.8"	29°38'46.3"
202.	Kaş	Boş alan	36°11'57.6"	29°38'12.5"
203.	Kaş	Boş alan	36°12'06.7"	29°38'27.9"
204.	Kaş	Makilik alan	36°12'04.2"	29°38'44.9"
205.	Kaş	Çam	36°12'21.0"	29°38'03.5"

Ek 2. Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için afit örneklerinin alındığı bölgeler ve konumları

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
1.	Kumluca	Portakal	36°22'18.8"	30°16'29.1"
2.	Kumluca	Portakal	36°22'39.6"	30°17'40.0"
3.	Kumluca	Portakal	36°21'26.1"	30°17'00.3"
4.	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
5.	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
6.	Kumluca	Portakal	36°21'07.6"	30°14'36.9"
7.	Kumluca	Nar	36°20'57.6"	30°15'46.2"
8.	Kumluca	Turunçgil	36°21'16.7"	30°15'56.5"
9.	Kumluca	Turunçgil	36°22'09.4"	30°17'37.3"
10.	Kumluca	Turunçgil	36°21'06.6"	30°17'07.9"
11.	Kumluca	Turunçgil	36°21'31.5"	30°15'30.1"
12.	Kumluca	Turunçgil	36°23'32.2"	30°17'50.2"
13.	Kumluca	Turunçgil	36°20'32.9"	30°17'52.9"
14.	Kumluca	Turunçgil	36°19'34.4"	30°13'27.8"
15.	Kumluca	Turunçgil	36°22'28.8"	30°17'02.5"
16.	Finike	Portakal	36°18'50.3"	30°08'53.4"
17.	Finike	Turunçgil	36°18'51.2"	30°08'05.2"
18.	Finike	Portakal	36°19'53.7"	30°08'40.6"
19.	Finike	Portakal	36°19'11.2"	30°09'12.1"
20.	Finike	Portakal	36°21'17.2"	30°07'59.6"
21.	Finike	Portakal	36°21'51.0"	30°08'15.7"
22.	Finike	Nar	36°20'55.0"	30°07'36.0"
23.	Finike	Nar	36°21'47.8"	30°07'56.7"
24.	Finike	Nar	36°21'40.5"	30°07'54.7"
25.	Finike	Yenidünya	36°21'32.9"	30°07'59.9"
26.	Finike	Turunçgil	36°21'35.1"	30°07'58.4"
27.	Finike	Turunçgil	36°20'33.6"	30°09'33.8"
28.	Finike	Turunçgil	36°18'40.5"	30°10'16.2"
29.	Finike	Turunçgil	36°19'17.6"	30°09'35.2"
30.	Kemer	Taflan	36°36'04.5"	30°33'45.9"
31.	Kemer	Zakkum	36°36'11.1"	30°33'34.1"
32.	Kemer	Yenidünya	36°36'29.2"	30°33'31.5"
33.	Kemer	Yenidünya	36°36'40.8"	30°33'22.4"
34.	Kemer	Turunçgil	36°35'33.6"	30°33'46.1"

Ek 2. Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için afit örneklerinin alındığı bölgeler ve konumları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
35.	Kemer	Şeftali	36°35'33.4"	30°33'44.2"
36.	Kemer	Zakkum	36°35'47.5"	30°33'55.7"
37.	Kemer	Yenidünya	36°35'58.6"	30°34'26.7"
38.	Kemer	Taflan	36°36'24.1"	30°33'49.2"
39.	Kemer	Turunçgil	36°36'24.7"	30°33'47.8"
40.	Kemer	Turunçgil	36°35'57.2"	30°33'37.9"
41.	Kemer	Nar	36°36'39.4"	30°33'17.9"
42.	Kemer	Nar	36°36'15.9"	30°33'05.3"
43.	Demre	Portakal	36°14'39.7"	29°58'45.0"
44.	Demre	Nar	36°14'20.2"	29°59'03.9"
45.	Demre	Turunçgil	36°14'19.0"	30°00'09.7"
46.	Demre	Nar	36°14'19.0"	29°59'30.9"
47.	Demre	Turunçgil	36°14'56.2"	29°58'04.1"
48.	Demre	Yeni Dünya	36°15'17.1"	29°59'29.9"
49.	Demre	Turunçgil	36°15'19.1"	29°59'32.5"
50.	Demre	Armut	36°15'44.2"	30°00'09.7"
51.	Demre	Şeftali	36°15'44.9"	30°00'10.6"
52.	Demre	Nar	36°14'17.1"	29°59'04.1"
53.	Demre	Turunçgil	36°14'55.9"	29°58'53.8"
54.	Demre	Şeftali	36°14'37.7"	29°58'43.4"
55.	Demre	Turunçgil	36°14'50.2"	29°58'30.8"
56.	Demre	Nar	36°15'01.4"	29°58'11.1"
57.	Kaş	Zeytin	36°12'08.8"	29°38'46.3"
58.	Kaş	Zakkum	36°12'13.5"	29°38'15.7"
59.	Kaş	Yenidünya	36°12'01.6"	29°38'16.0"
60.	Kaş	Turunçgil	36°11'54.7"	29°38'40.1"
61.	Kaş	Turunçgil	36°11'44.3"	29°38'47.4"
62.	Kaş	Zakkum	36°11'58.0"	29°38'39.9"
63.	Kaş	Zakkum	36°12'18.2"	29°38'06.7"
64.	Kepez	Nar	36°58'30.5"	30°41'38.3"
65.	Kepez	Turunçgil	37°00'53.5"	30°48'10.7"
66.	Kepez	Nar	36°58'32.7"	30°42'22.1"
67.	Kepez	Şeftali	36°54'06.9"	30°38'17.9"
68.	Kepez	Nar	36°54'14.6"	30°37'51.2"
69.	Kepez	Nar	36°56'27.4"	30°39'03.8"
70.	Kepez	Şeftali	36°57'57.4"	30°43'29.0"
71.	Kepez	Nar	36°54'49.0"	30°38'00.7"
72.	Kepez	Şeftali	36°54'16.7"	30°38'03.6"
73.	Kepez	Nar	36°58'31.9"	30°42'01.4"
74.	Kepez	Turunçgil	36°57'41.8"	30°41'56.7"
75.	Kepez	Şeftali	36°57'06.2"	30°41'49.1"
76.	Kepez	Şeftali	36°59'01.7"	30°45'44.0"
77.	Döşemaltı	Nar	36°59'11.6"	30°38'09.8"
78.	Döşemaltı	Nar	37°00'02.4"	30°38'16.1"
79.	Döşemaltı	Buğday	37°03'02.0"	30°37'46.4"
80.	Döşemaltı	Buğday	37°00'28.9"	30°36'21.2"
81.	Döşemaltı	Nar	37°01'39.2"	30°36'46.9"
82.	Döşemaltı	Nar	37°01'08.2"	30°36'06.2"
83.	Döşemaltı	Yenidünya	37°01'14.3"	30°36'07.4"
84.	Döşemaltı	Yenidünya	37°01'08.5"	30°36'01.8"

Ek 2. Antalya'da entomopatojen fungusların izolasyonları için afit örneklerinin alındığı bölgeler ve konumları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
85.	Döşemaltı	Turunçgil	37°01'56.7"	30°36'06.5"
86.	Döşemaltı	Yabancı ot	37°01'40.1"	30°36'05.3"
87.	Döşemaltı	Nar	37°01'46.8"	30°36'04.8"
88.	Döşemaltı	Yabancı ot	37°01'13.9"	30°35'55.9"
89.	Döşemaltı	Şeftali	37°01'07.9"	30°36'02.4"
90.	Döşemaltı	Nar	37°01'06.2"	30°36'06.6"
91.	Döşemaltı	Nar	37°01'09.4"	30°36'00.3"
92.	Döşemaltı	Turunçgil	37°01'00.8"	30°36'05.3"
93.	Döşemaltı	Şeftali	37°01'03.5"	30°36'19.3"
94.	Döşemaltı	Turunçgil	37°01'00.3"	30°36'24.1"
95.	Muratpaşa	İncir	36°53'07.2"	30°44'30.4"
96.	Muratpaşa	Taflan	36°53'42.6"	30°39'56.7"
97.	Muratpaşa	Nar	36°54'09.8"	30°41'13.1"
98.	Muratpaşa	Mısır	36°52'19.2"	30°46'43.6"
99.	Muratpaşa	Yenidünya	36°52'48.5"	30°43'19.6"
100.	Muratpaşa	Nar	36°53'24.2"	30°46'11.2"
101.	Muratpaşa	Turunçgil	36°53'48.5"	30°49'13.9"
102.	Muratpaşa	Turunçgil	36°53'58.2"	30°41'33.3"
103.	Muratpaşa	Turunçgil	36°51'49.4"	30°44'54.7"
104.	Muratpaşa	Nar	36°51'56.2"	30°46'48.6"
105.	Muratpaşa	Taflan	36°50'58.4"	30°46'29.6"
106.	Muratpaşa	Turunçgil	36°51'21.8"	30°44'55.9"
107.	Muratpaşa	Yenidünya	36°52'43.2"	30°44'54.1"
108.	Muratpaşa	Turunçgil	36°52'50.1"	30°46'32.1"
109.	Aksu	Yabancı ot	36°56'03.3"	30°52'35.1"
110.	Aksu	Pamuk	36°57'13.7"	30°51'51.1"
111.	Aksu	Mısır	36°56'46.8"	30°51'38.4"
112.	Aksu	Nar	36°56'32.9"	30°50'11.3"
113.	Aksu	Şeftali	36°56'25.3"	30°50'19.5"
114.	Aksu	Şeftali	36°55'59.1"	30°50'37.5"
115.	Aksu	Nar	36°55'56.2"	30°50'34.9"
116.	Aksu	Yabancı ot	36°56'12.3"	30°50'29.9"
117.	Aksu	Nar	36°56'17.9"	30°50'31.2"
118.	Aksu	Nar	36°56'33.1"	30°50'11.8"
119.	Aksu	Nar	36°56'22.7"	30°50'23.4"
120.	Aksu	Turunçgil	36°56'30.1"	30°50'32.3"
121.	Aksu	Nar	36°56'28.1"	30°50'25.9"
122.	Aksu	Taftan	36°56'56.6"	30°49'44.4"
123.	Serik	Portakal	36°55'33.8"	31°07'20.7"
124.	Serik	Yabancı ot	36°53'52.6"	31°04'10.2"
125.	Serik	Turunçgil	36°54'42.1"	31°09'22.3"
126.	Serik	Mısır	36°54'45.7"	31°09'23.9"
127.	Serik	Nar	36°55'16.5"	31°07'12.2"
128.	Serik	Nar	36°55'04.9"	31°06'16.8"
129.	Serik	Şeftali	36°54'16.5"	31°06'49.8"
130.	Serik	Nar	36°55'11.5"	31°06'07.8"
131.	Serik	Mısır	36°54'17.4"	31°05'31.3"
132.	Serik	Turunçgil	36°55'26.8"	31°05'17.8"
133.	Serik	Mısır	36°55'54.9"	31°05'33.2"

Ek 2. Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için afit örneklerinin alındığı bölgeler ve konumları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
134.	Serik	Karpuz	36°54'22.1"	31°05'22.4"
135.	Serik	Şeftali	36°55'51.7"	31°05'13.9"
136.	Serik	Şeftali	36°54'36.6"	31°05'26.6"
137.	Serik	Pamuk	36°55'19.3"	31°05'01.5"
138.	Serik	Patlıcan	36°55'06.3"	31°03'08.4"
139.	Manavgat	Pamuk	36°58'58.8"	31°14'48.5"
140.	Manavgat	Pamuk	36°57'49.2"	31°16'51.9"
141.	Manavgat	Nar	37°00'26.4"	31°13'17.9"
142.	Manavgat	Pamuk	37°00'20.8"	31°13'48.4"
143.	Manavgat	Pamuk	36°56'30.7"	30°54'57.9"
144.	Manavgat	Şeftali	37°00'36.8"	31°13'51.7"
145.	Manavgat	Pamuk	36°59'37.8"	31°14'11.5"
146.	Manavgat	Bamya	36°58'24.7"	31°12'22.8"
147.	Manavgat	Fasülye	36°58'22.4"	31°12'25.8"
148.	Manavgat	Turunçgil	36°58'10.3"	31°11'05.3"
149.	Manavgat	Karpuz	36°58'05.4"	31°11'00.3"
150.	Manavgat	Bamya	36°57'55.5"	31°10'51.6"
151.	Manavgat	Şeftali	36°55'48.6"	31°10'04.7"
152.	Manavgat	Kavun	36°59'30.6"	31°14'14.8"
153.	Manavgat	Mısır	36°59'47.2"	31°14'11.7"
154.	Manavgat	Nar	36°59'53.0"	31°13'55.3"
155.	Manavgat	Mısır	37°00'18.3"	31°13'52.5"
156.	Manavgat	Mısır	37°00'32.6"	31°13'33.9"
157.	Manavgat	Karpuz	37°00'24.3"	31°12'17.5"
158.	Manavgat	Mısır	36°55'09.9"	31°13'54.8"
159.	Manavgat	Patlıcan	36°59'35.2"	31°14'12.9"
160.	Korkuteli	Armut	37°03'21.3"	30°10'33.8"
161.	Korkuteli	Armut	37°04'56.9"	30°10'45.0"
162.	Korkuteli	Elma	37°04'17.7"	30°11'57.8"
163.	Korkuteli	Mısır	37°03'10.0"	30°11'36.2"
164.	Korkuteli	Mısır	37°03'05.5"	30°11'25.9"
165.	Korkuteli	Fasülye	37°03'11.5"	30°11'25.2"
166.	Korkuteli	Yabancı ot	37°03'22.2"	30°12'24.0"
167.	Korkuteli	Mısır	37°03'20.7"	30°12'07.7"
168.	Korkuteli	Şeftali	37°03'23.4"	30°12'03.6"
169.	Korkuteli	Mısır	37°03'22.0"	30°12'05.2"
170.	Korkuteli	Şeftali	37°03'07.1"	30°11'44.2"
171.	Korkuteli	Erik	37°03'14.7"	30°11'40.6"
172.	Korkuteli	Mısır	37°03'23.3"	30°11'38.9"
173.	Konyaaltı	Armut	36°53'52.7"	30°37'50.8"
174.	Konyaaltı	Zakkum	36°53'28.2"	30°37'47.8"
175.	Konyaaltı	Elma	36°53'53.5"	30°37'51.8"
176.	Konyaaltı	Şeftali	36°53'50.9"	30°37'53.9"
177.	Konyaaltı	Şeftali	36°53'53.2"	30°37'55.5"
178.	Konyaaltı	Turunçgil	36°53'40.9"	30°37'50.1"
179.	Konyaaltı	Zakkum	36°53'35.6"	30°37'49.4"
180.	Konyaaltı	Nar	36°53'44.9"	30°37'33.1"
181.	Konyaaltı	Yenidünya	36°53'43.7"	30°37'31.3"
182.	Konyaaltı	Zakkum	36°53'42.9"	30°37'31.3"
183.	Konyaaltı	Nar	36°53'53.4"	30°37'54.1"

Ek 2. Antalya’da entomopatojen fungusların izolasyonları için afit örneklerinin alındığı bölgeler ve konumları (devamı)

Örnek No	İlçe	Konukçu	GPS	
			Kuzey	Doğu
184.	Konyaaltı	Turunçgil	36°53'50.6"	30°37'54.9"
185.	Konyaaltı	Yeni Dünya	36°53'54.4"	30°37'51.6"
186.	Konyaaltı	Melissa	36°53'49.9"	30°37'49.6"
187.	Konyaaltı	Nar	36°54'47.7"	30°34'47.7"
188.	Konyaaltı	Şeftali	36°54'50.6"	30°34'09.8"
189.	Alanya	Yabancı ot	36°33'40.8"	31°56'43.7"
190.	Alanya	Turunçgil	36°33'40.3"	31°56'38.8"
191.	Alanya	Yabancı ot	36°36'16.3"	31°52'34.1"
192.	Alanya	Nar	36°31'43.6"	32°03'23.9"
193.	Alanya	Zakkum	36°33'18.1"	31°58'29.3"
194.	Alanya	Nar	36°33'29.4"	31°59'30.4"
195.	Alanya	Şeftali	36°33'40.7"	31°56'38.9"
196.	Gazipaşa	Zakkum	36°16'00.7"	32°18'56.7"
197.	Gazipaşa	Şeftali	36°16'16.7"	32°18'51.2"
198.	Gazipaşa	Şeftali	36°16'15.9"	32°18'27.7"
199.	Gazipaşa	Nar	36°16'37.7"	32°19'02.1"
200.	Gazipaşa	Şeftali	36°16'06.3"	32°19'31.0"
201.	Gazipaşa	Nar	36°16'22.7"	32°17'55.5"
202.	Gazipaşa	Turunçgil	36°16'06.3"	32°19'31.0"
203.	Gazipaşa	Şeftali	36°16'14.2"	32°19'26.8"

ÖZGEÇMİŞ

DERYA BAKİ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2015-2021	Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2012-2014	Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya
Lisans Staj 2011	İsrail (Kibutz Programı)
Lisans 2007-2012	Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya
Lise 2000-2003	Anamur Lisesi, Anamur/Mersin

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Uzman 2019-Devam Ediyor	T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya Zirai Karantina Müdürlüğü, Bakteriyoloji Laboratuvarı, Antalya
Araştırma Görevlisi 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

ÖDÜLLER

- Yüksek Onur Belgesi (Lisans)
- Ziraat Fakültesi ve Bitki Koruma Bölüm Birinciliği
- TUBİTAK Doktora Bursu

ESERLER

1. Bilimsel Yayınları

1.1. Uluslararası Indexli Hakemli Dergilerde Yayımlanan Yayınları

1.1.1. Basım, E., Basım, H., Abdulai, M., Baki, D., Öztürk, N. Identification and characterization of *Didymella bryoniae* causing gummy stem blight disease of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Turkey. Crop Protection, 90, 150-156, 2016.

1.1.2. Basım, E., Basım, H., Abdulai, M., Baki, D., Öztürk, N. Identification and characterization of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler causing leaf spot of olive tree (*Olea europaea* L.) in Turkey. Crop Protection, vol.92, pp.79-88, 2017

1.1.3. Basım, H., Basım, E., Baki, D., Abdulai, M., Öztürk, N., Balkıç, R. Identification and characterization of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler causing Ceratonia blight disease of carob (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. European Journal of Plant Pathology, vol.151, pp.73-86, 2018

1.1.4. Abdulai, M., Basım, H., Basım, E., Baki, D., Öztürk, N. Detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (Berthet-Bondar Dye 1978, the causal agent of cassava bacterial blight diseases in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) from various agro-ecological zones in Ghana by polymerase chain reaction. European Journal of Plant Pathology, vol.150, pp.471-484, 2018

1.1.5. Basım, H., Basım, E., Baki, D., Turgut, A. Wet rot disease of banana (*Musa* sp.) caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in Turkey. Canadian Journal of Plant Pathology, vol. 41, 2, pp. 174-187, 2019.

1.1.6. Baki, D., Tosun, H.S., Erler F. Comparative evaluation of indigenous entomopathogenic fungal isolates and three commercial entomopathogenic fungal products against *Sitophilus oryzae* L. and *Tribolium confusum* du Val. Harran Journal of Agricultural and Food Science, 2020.

1.2. Ulusal hakemli dergide yayımlanan yayınları

1.2.1. Baki, D., Kırışık, M., Erler F. Antalya İli topraklarından *Galleria mellonella* kullanılarak izole edilen potansiyel entomopatojen fungus izolatlarının *Myzus persicae*'ye etkilerinin belirlenmesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 11(1):43-54, 2020.

1.3. Uluslararası Bildiriler Kitabında Yayımlanan Yayınları

1.3.1. Erler F., Tosun, H. Ş., BakiD., Fumigant toxicity of essential oils from some aromatic and medicinal plants against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Antalya, Türkiye, 26-28 Eylül 2018.

1.3.2. Erler F., Tosun, H. Ş., Baki D., Ovicidal activity of essential oils from some medicinal and aromatic plants against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Antalya, Türkiye, 26-28 Eylül 2018.

1.3.3. Basim E., Basim H., Baki D., Detection of *Pseudomonas tolaasii*, a causal agent of bacterial blotch of the cultivated mushroom by real-time PCR, International Agriculture Science Congress, Van, Türkiye, 9-12 Mayıs 2018.

1.3.4. Basim E., Basim H., Baki D., Identification of *Alternaria alternata* as a causal agent of leaf blight disease of walnut, International Agriculture Science Congress, Van, Türkiye, 9-12 Mayıs 2018.

1.3.5. Basim E., Basim H., Baki D., Identification and Characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* as Causal Agent of Root and Stem Rot Disease of Cucumbers, 1. International Gap Agriculture & Livestock Congress, Şanlıurfa, Türkiye, 25-27 Nisan 2018, pp. 354-354.

1.3.6. Basim E., Basim H., Baki D., Determination of Fungal Pathogens of Strawberry in the Anamur District of Mersin 1. International Gap Agriculture & Livestock Congress, Şanlıurfa, Türkiye, 25-27 Nisan 2018, pp. 356-356.

1.3.7. Basim H., Basim E., Ersoy A., Baki D., Genetic Diversity of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, the Causal Agent of Olive Knot Disease, in the Western Mediterranean Region of Turkey. 1. International Gap Agriculture & Livestock Congress, Şanlıurfa, Türkiye, 25-27 Nisan 2018, pp. 357-357.

1.3.8. Basim H., Basim E., Baki D., Lettuce Bacterial Soft Rot disease caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in Antalya, Turkey, ICAFOF 2018-2 nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, İzmir, Türkiye, 2-5 Nisan 2018, pp.401-401

1.3.9. Basim E., Basim H., Baki D., Identification and characterization of *Penicillium* isolates from postharvested fruits of different plant hosts, Icafof 2018-2 nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, İzmir, Türkiye, 2-5 Nisan 2018, pp. 402-402

1.3.10. Basim E., Basim H., Baki D., Broad bean (*Vicia faba* L.) leaf spot disease caused by *Alternaria alternata*, Icafof 2018-2 nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, İzmir, Türkiye, 2-5 Nisan 2018, pp. 403-403

1.3.11. Basim E., Basim H., Baki D., Antibacterial activities of Juniper Berry oil (*Juniperus oxycedrus* L.) against *Pseudomonas tolaasii* a causal agent of brown blotch

disease on cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*), International Symposium on New Horizons in Forestry (ISFOR 2017), Isparta, Türkiye, 18-20 Ekim 2017.

1.3.12. Basim E., Basim H., Baki D., Antifungal Activity Of Turpentine Oil Against *Ascosphaera apis* a Causal Agent Of Chalkbrood Disease On Honey Bee *Aphis mellifera* L., 45th Apimondia International Apicultural Congress, İstanbul, Türkiye, 29 Eylül - 4 Ekim 2017, pp.66-66

1.3.13. Çalış Ö., Basim H., Baki D., Can S., Yüceson M., Identification and Characterisation of Tomato *Fusarium* Wilt Pathogens in Tomato Grown Greenhouses at Antalya, International Conference on Agriculture Forest Food Sciences and Technologies, Nevşehir, Türkiye, 15-17 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.39-39

1.3.14. Basim E., Basim H., Baki D., Detection and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, a causal agent of Lettuce Bacterial Leaf Spot Disease, in Southwest Mediterranean region of Turkey, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2017, Nevşehir, Türkiye, 15-17 Mayıs 2017, pp.475-475

1.3.15. Basim E., Basim H., Baki D., First report of Downy Mildew caused by *Peronospora* sp. on sweet basil (*Ocimum basilicum*) in West Mediterranean region of Turkey, I.International Congress on Medicinal and Aromatic Plants “Natural and Healthy Life, Konya, Türkiye, 9-12 Mayıs 2017, pp.137-13

1.3.16. Basim E., Basim H., Baki D., Evaluation of the plant protection agro-chemical usage of the vegetable and fruit producers in Korkuteli county in Antalya province, 3rd ASM International Congress of Agriculture and Environment, Antalya, Türkiye, 16-18 Kasım 2017, pp.100-100

1.3.17. Basim E., Basim H., Baki D., Antibacterial effect of essential oil of *Rosa damascena* Mill. on *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, 3rd ASM International Congress of Agriculture and Environment, Antalya, Türkiye, 16-18 Kasım 2017, pp.99-99

1.3.18. Basim H., Basim E., Baki D., Abdullai M., Banana Wet Rot Disease caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in Anamur county of Mersin in Turkey, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2017), Nevşehir, Türkiye, 15-17 Mayıs 2017, pp.480-480.

1.3.19. Basim E., Basim H., Baki D., Antifungal Activities of Clove Oil *Eugenia caryophyllata* Thunb. against *Ascosphaera apis* a Causal Agent of Chalkbrood Disease on Honey Bee (*Aphis mellifera* L.), 45th Apimondia International Apicultural Congress, İstanbul, Türkiye, 29 Eylül - 4 Ekim 2017, pp.176-176.

1.3.20. Basım, E., Basım, H., Baki, D., Abdulai, M. Gummy spot blight diseases of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum.& Nakai) caused by *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. in Turkey. Agrosym 2016, Bosna-Hersek, 2016.

1.3.21. Basım, E., Basım, H., Abdulai, M., Baki, D. Leaf spot disease of olive tree (*Olea europaea* L.) caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler in Turkey. Agrosym 2016, Bosna-Hersek, 2016.

1.3.22. Basım, H., Basım, E., Baki, D. *Ceratonia* blight disease of Carob (*Ceratonia siliqua* L.) caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler in Turkey. I. International Forestry Symposium, 3-6 Kasım 2016, Kastamonu, Türkiye.

1.3.23. Basım, E., Basım, H., Baki, D. Effects of different fungicides against *Ceratonia* blight disease of carob (*Ceratonia siliqua* L.) caused by *Alternaria alternata* (fr.) Keissler. I. International Forestry Symposium, 3-6 Kasım 2016, Kastamonu.

1.3.24. Baki, D., Basım, H. Identification and detection of *Dickeya chrysanthemi*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas mediterranea* and *Pseudomonas viridiflava*, causal agents of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) pith necrosis disease by real-time PCR. 6th Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 Eylül 2016, Konya, pp. 550.

1.3.25. Basım, E., Basım, H., Baki, D. Characterization, detection and identification of *Pseudomonas tolaasii* Paine, a causal agent of bacterial blotch on mushroom (*Agaricus bisporus*) in Antalya-Korkuteli. 6th Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 Eylül 2016, Konya, pp. 566.

1.3.26. Çalış, Ö., Basım, H., Baki, D., Yüceson, M., Can, S. Identification of different *Fusarium* wilt genotypes in tomato producing greenhouses in the Antalya province. 6th Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 Eylül 2016, Konya, pp. 653.

1.5. Ulusal Dergideki Yayınları

1.5.1. Baki, D., Kırışık, M., Erler F. (2020). Antalya İli topraklarından *Galleria mellonella* kullanılarak izole edilen potansiyel entomopatojen fungus izolatlarının *Myzus persicae*'e etkilerinin belirlenmesi. Türk. Biyo. Mücadele Derg. 11(1): 43-54.

1.6 . Ulusal Bildiriler Kitabında Yayımlanan Yayınları

1.6.1. Basım, E., Basım, H., Baki, D. Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) ve karanfil (*Dianthus caryophyllus* L.) 'de solgunluk oluşturan *Fusarium* spp.'ye karşı bazı bitki

eterik yağlarının antifungal etkilerinin belirlenmesi. VI. Süs Bitkileri Kongresi, (19-22 Nisan), Antalya, 2016.

1.6.2. Basım, E., Basım, H., Turgut, K., Baki, D. Endemik kekik (*Origanum dubium* Boiss.) eterik yağının gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) ve karanfil (*Dianthus caryophyllus* L.)’de solgunluk oluşturan *Fusarium* spp.’ye karşı antifungal etkisinin araştırılması. VI. Süs Bitkileri Kongresi, (19-22 Nisan), Antalya, 2016.

1.6.3. Basım, E., Basım, H., Baki, D. Antalya ili Korkuteli ilçesi adi muhafaza depolarındaki farklı meyve türlerinden elde edilen *Penicillium* spp.’nin neden olduğu mavi ve yeşil rklk hastalıklarının yaygınlık oranlarının tespit edilmesi. 7. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, (4-7 Ekim), Eėirdir, Isparta, 2016.

1.6.4. Basım, E., Basım, H., Baki, D. Bazı bitki eterik yağlarının ceviz (*Juglans regia* L.) ağaalarında görülen ceviz antraknoz hastalığı etmeni *Gnomonia leptostyla* (fr.) Ces.&De Not.’ya karşı antifungal etkilerinin araştırılması. 3. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu (4-6 Ekim), Antalya, 2016.