



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**KIRŞEHİR İLİ CEVİZ BAHÇELERİNDEN İZOLE
EDİLEN ENTOMOPATOJENİK FUNGUSLARIN
KARAKTERİZASYONU VE *Cydia pomonella* (L.)
(Lepidoptera:Tortricidae)'ya KARŞI PATOJENİTE
TESTLERİ**

Songül GÜRLEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR/2019



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**KIRŞEHİR İLİ CEVİZ BAHÇELERİNDEN İZOLE
EDİLEN ENTOMOPATOJENİK FUNGUSLARIN
KARAKTERİZASYONU VE *Cydia pomonella* (L.)
(Lepidoptera:Tortricidae)'ya KARŞI PATOJENİTE
TESTLERİ**

Songül GÜRLEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Elif SEVİM

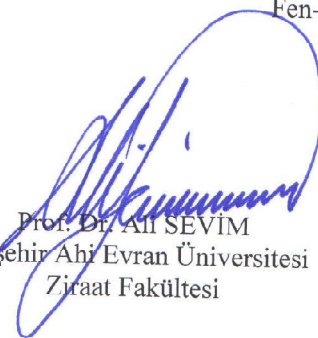
KIRŞEHİR/2019


“Kırşehir İli Ceviz Bahçelerinden İzole Edilen Entomopatojenik Fungusların Karakterizasyonu ve *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera:Tortricidae)’ya karşı patojenite testleri” adlı bu çalışma, 14.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fen Bilimleri Enstitüsü İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Prof. Dr. Elif SEVİM
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi


Prof. Dr. Ali SEVİM
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi


Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri biriminin MMF.A4.17.002 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Songül GÜRLEK

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Bu çalışmanın planlanmasından yürütülmesine ve sonuçlarının değerlendirilmesine kadar her aşamasında değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağım, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Prof. Dr. Elif SEVİM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca projemin her aşamasında değerli bilgilerini büyük bir özveriyle paylaşan ve yardımını esirgemeyen, çalışma ruhu ve prensipleriyle yoluma ışık tutan, bilgi ve tecrübesine saygıyla baktığım sayın hocam Prof. Dr. Ali SEVİM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yine çalışmalarım esnasında sevgi, ilgi, maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Annem, Babam ve Kardeşlerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2019

Songül GÜRLEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	2
1.2. Önem.....	2
2. GENEL KISIMLAR.....	5
2.1. Dünya ve Türkiye'de Ceviz Üretimi	5
2.2. Kırşehir'de Ceviz Tarımı	6
2.3. Ceviz Zararlıları ve Ekonomik Önemi	8
2.3.1. <i>Cydia pomonella</i> (Elma iç kurdu) L. (Lepidoptera: Tortricidae)	9
2.4. Zararlı Böcekler ile Mücadele Yöntemleri.....	11
2.4.1. Biyolojik Mücadele	12
2.4.1.1. Entomopatojenik Funguslar (EPF's)	14
2.4.1.1.1. Entomopatojenik Fungusların Sınıflandırılması	15
2.4.1.1.1.1. <i>Beauveria bassiana</i>	16
2.4.1.1.1.2. <i>Metarhizium</i> spp.....	17
2.4.1.1.2. Entomopatojenik Fungusların Genel Biyolojileri.....	18
2.4.1.1.3. Entomopatojenik Fungusların Enfeksiyonu	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar.....	22
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri.....	22
3.1.2.1. Sabouroud Dekstroz Agar (SDA)	22
3.1.2.2. Patates Dekstroz Agar + %1 Yeast Ekstrakt (PDAY).....	22

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Solüsyonlar	23
3.1.3.1. Kloramfenikol (10 mg/ml).....	23
3.1.3.2. Streptomisin (50 mg/ml).....	23
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Kitler	23
3.1.5. Ceviz Bahçelerinden Toplanan Toprak Örnekleri	23
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Toprak Örneklerinden Entomopatojenik Fungus İzolasyonu	23
3.2.2. Fungus Örneklerinin Depolanması.....	24
3.2.3. Fungus Örneklerinin Tür Tayini	24
3.2.3.1. Morfolojik Tür Tayini	24
3.2.3.2. Moleküler Tür Tayini	25
3.2.3.2.1. DNA İzolasyonu	25
3.2.3.2.2. <i>Beauveria</i> İzolatlarının Moleküler Tür Tayini.....	25
3.2.3.2.3. <i>Metarhizium</i> İzolatlarının Moleküler Tür Tayini.....	25
3.2.4. Patojenite Çalışmaları.....	26
3.2.4.1. <i>Cydia pomonella</i> Larvalarının Büyütülmesi.....	26
3.2.4.2. Spor Süspansiyonlarının Hazırlanması	27
3.2.4.3. <i>Cydia pomonella</i> 'ya Karşı Biyotestler	28
3.2.5. Veri Analizi.....	28
3.2.6. Entomopatojenik Fungus İzolatlarının GenBank Kayıt Numaraları.....	29
4. BULGULAR.....	31
4.1. Toprakta Entomopatojenik Fungus İzolasyonu	31
4.2. İzolatların Morfolojik Karakterizasyonu.....	33
4.3. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu.....	34
4.3.1. <i>Beauveria</i> İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu	34
4.3.2. <i>Metarhizium</i> İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu	37
4.4. Fungal İzolatların Patojenite Testleri.....	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	41
KAYNAKLAR.....	45
EKLER	52
Ek 1. <i>Beauveria</i> İzolatlarının <i>bloc</i> Gen Sekansları.....	52
Ek 2. <i>Metarhizium</i> İzolatlarının β - <i>tubulin</i> (beta-tübilin) Gen Sekansları	79
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Kırşehir İl Haritası	7
Şekil 2.2. <i>Cydia pomonella</i> 'nın Yaşam Döngüsü.....	10
Şekil 2.3. Entomopatojen Fungusların Yaşam Döngüsü.....	19
Şekil 2.4. EPF'ların böcek kütikulasındaki fungal enfeksiyon basamaklarının gösterimi	20
Şekil 4.1. Bazı Entomopatojenik Fungusların Koloni Morfolojileri.....	33
Şekil 4.2. Bazı Entomopatojenik Fungusların Mikroskopik Görüntüleri	33
Şekil 4.3. Bazı <i>Beauveria</i> İzolatlarının Genomik DNA'larının Agoroz Jel Görüntüsü	34
Şekil 4.4. Bazı <i>Beauveria</i> İzolatlarının <i>bloc</i> Geni PCR Agoroz Jel Görüntüsü.....	34
Şekil 4.5. <i>Beauveria</i> İzolatlarının Filogenetik Ağacı.....	36
Şekil 4.6. Bazı <i>Metarhizium</i> İzolatlarının Genomik DNA'larının Agoroz Jel Görüntüsü	37
Şekil 4.7. Bazı <i>Metarhizium</i> İzolatlarının β - <i>tubulin</i> Geni PCR Agoroz Jel Görüntüsü	37
Şekil 4.8. <i>Metarhizium</i> İzolatlarının Filogenetik Ağacı.....	39
Şekil 4.9. EPF İzolatlarının <i>Cydia pomonella</i> Larvalarına Karşı Virülansı	40

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Türkiye'de Son On Yıl İçersindeki Ceviz Üretim Verileri.....	6
Tablo 2.2. Kırşehir İli Ceviz Üretim Verileri.....	8
Tablo 3.1. <i>Cydia pomonella</i> 'nın Büyütülmesi İçin Gerekli Yapay Besin İçeriği.....	27
Tablo 3.2. EPF İzolatlarının GenBank Kayıt Numaraları.....	30
Tablo 4.1. EPF İzolatlarının İzole Edildikleri Topraklara Ait Özellikler	32

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
ml	: Mililitre
lt	: Litre
µl	: Mikrolitre
U	: Unit
kg	: Kilogram
gr	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
ng	: Nanogram
M	: Molar
mM	: Milimolar
µM	: Mikromolar
pmol	: Pikomol
Kb	: Kilobaz çifti
bp	: Baz çifti
µm	: Mikrometre
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
sn	: Saniye
dk	: Dakika
%	: Yüzde
°C	: Santigrad derece
atm	: Atmosfer basıncı
df	: Serbestlik derecesi
p	: Anlamlılık düzeyi

Kısaltmalar	Açıklama
EPF	: Entomopatojenik Fungus
B. b	: <i>Beauveria bassiana</i>
B. p	: <i>Beauveria pseudobassiana</i>
M. r	: <i>Metarhizium robertsii</i>
M. b	: <i>Metarhizium brunneum</i>
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vb.	: ve benzeri
dNTP	: Deoksi Nükleotit Üç Fosfat
Taq	: <i>Thermus aquaticus</i>
TAE	: Tris- Asetik Asit- EDTA
PDA	: Patates Dekstroz Agar
SDA	: Sabouraud Dekstroz Agar

MgCl₂	: Magnezyum Klorür
U.V	: Ultra Viyole
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Change Reaction)
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
BLAST	: Basic Local Aligment Search Tool
PHYML	: PHYlogenetic inferences using Maximum Likelihood
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
X	: Büyütme Faktörü
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
RNA	: Ribo Nükleik Asit
<i>bt</i>	: <i>β-tubulin</i> gen bölgesi
<i>bloc</i>	: <i>bloc</i> gen bölgesi



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR İLİ CEVİZ BAHÇELERİNDEN İZOLE EDİLEN ENTOMOPATOJENİK FUNGUSLARIN KARAKTERİZASYONU VE *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya KARŞI PATOJENİTE TESTLERİ

Songül Gürlek

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Elif SEVİM

Entomopatojenik funguslar (EPF'lar) zararlı böcek popülasyonlarını düzenlemede önemli bir rol oynarlar ve bu fungusların içerisinde, *Beauveria* ve *Metarhizium* spp. cinsi ticari olarak en önemli olan türleri içermektedir. Bu çalışmanın amacı, Kırşehir ili ve çevresinde bulunan ceviz bahçelerinden *Beauveria* ve *Metarhizium* cinslerine ait türlerin çeşitliliğini, dağılımı ve *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya karşı virülanslarını belirlemektir. Bunun için, Kırşehir ili ve çevresinde bulunan ceviz bahçelerinden 90 toprak örneği toplanmıştır. Seçici besiyeri kullanılarak *Beauveria* spp. ve *Metarhizium* spp. izolatları izole edildi. Toprak örneklerinde 40 adet fungus izolasyonu sağlanmış ve bu funguslar morfolojik ve moleküler (*bloc* ve β -*tubulin* sekansları) özelliklerine göre karakterize edilmiştir. Ayrıca seçilen sekiz EPF, laboratuvar koşullarında *C. pomonella* larvalarına karşı test edilmiştir. Fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonuna göre izolatlar, *Beauveria pseudobassiana* (15), *B. bassiana* (12), *Metarhizium robertsii* (10) ve *M. brunneum* (3) olarak tanımlanmıştır. *M. brunneum* ELA-38 izolatu, 1×10^8 spor/ml konsantrasyonundaki doz uygulamasından sonra iki hafta içinde % 83 ölüme neden olmuştur. Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bazı EPF'ların *C. pomonella*'nın gelecekteki biyolojik mücadele programlarında yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Haziran 2019, 104 Sayfa

Anahtar kelimeler: Entomopatojenik fungus, Patogenite, Ceviz, *Cydia pomonella*

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FROM WALNUT FIELDS IN KIRŞEHİR AND THEIR PATHOGENICITY AGAINST THE CODLING MOTH *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)

Songül GÜRLEK

Kırşehir Ahi Evran University
Institute of Sciences
Department of Advanced Technologies

Supervisor: Prof. Dr. Elif SEVİM

Entomopathogenic fungi (EPFs) play an important role for regulating insect pest populations and these fungi, *Beauveria* and *Metarhizium* spp. genera include species that are the most commercially important. The aim of this study was to determine the diversity and distribution of *Beauveria* and *Metarhizium* spp. in walnut fields of Kırşehir, Turkey, and to evaluate their pathogenicity against *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). To perform this, 90 soil samples were collected from walnut fields in the vicinity of Kırşehir and its surroundings. *Beauveria* spp. and *Metarhizium* spp. were isolated from these soils, using selective media. The isolated 40 fungi were obtained and characterized based on their morphological and molecular characteristics (*Bloc* and β -*tubulin* gene sequences). Also, eight selected fungi were tested against *C. pomonella* larvae under laboratory conditions. Based on morphological and molecular characterizations, the fungal isolates were identified as *Beauveria pseudobassiana* (15), *B. bassiana* (12), *Metarhizium robertsii* (10), and *M. brunneum* (3). *M. brunneum* ELA-38 caused 83% mortality within 2 weeks after application of 1×10^8 conidia/ml. Consequently, some of fungi obtained from this work might be beneficial in the future biological control programs of *C. pomonella*.

June 2019, 104 Pages

Keywords: Entomopathogenic fungi, Pathogenicity, Walnut, *Cydia pomonella*

1. GİRİŞ

Ülkemizde tarım ve ormancılıkta yer alan zararlı böceklerle mücadele genellikle kimyasal ilaçların kullanımıyla yapılmaktadır (AliNiazee, 1998; Ecevit, 1988). Oysaki kullanılan bu kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerinde pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Ayrıca bu kimyasal ilaçlar böceklerin bu ilaçlara karşı direnç kazanmalarına, çevredeki faydalı böceklerin, bal arılarının, kuşların ve balıkların ölmelerine, besin zinciri yoluyla insanlara ulaşarak birçok kalıcı ya da öldürücü hastalıklara neden olmaktadır (Ecevit, 1988; Fenemore, 1984). Son zamanlarda gittikçe önem kazanan biyolojik mücadele yöntemleri kimyasal mücadelenin getirebileceği birçok problemi ortadan kaldırmaktadır. Gelişmiş ülkelerin hepsinde biyolojik mücadele ön planda tutulmakta ve bu konu üzerindeki çalışmalar daha ileriye götürülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen biyolojik mücadele etmenleri birçok ülkede ticari olarak üretilmekte ve satışa sunulmaktadır. Bu amaçla, Dünya çapında biyolojik mücadele etmenlerini üreten ve pazarlayan birçok biyoteknolojik kuruluş mevcuttur (Goettel ve diğ., 2005).

Entomopatojenik funguslar pek çok zararlı böceğin doğal olarak kontrol altına alınmasında önemli bir etmen olup, bu organizmalar zararlı böcek popülasyonlarında sık sık geniş yayımlı epizootiklere neden olmaktadır. Bu mikroorganizmalar mikrobiyal mücadele etmeni olarak 100 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Genel olarak, birçok böcek takımı fungal hastalıklara karşı duyarlıdır ve entomopatojenik funguslar zararlı böceklerle karşı mikrobiyal mücadele etmeni olarak iyi bir potansiyele sahiptir (Roberts, 1989). Pek çok entomopatojenik fungus direkt olarak böcek kütikulasından enfeksiyon yapmaktadır ve bu yüzden konak tarafından yenilmelerine gerek yoktur. Bu özellik entomopatojenik fungusları özellikle bitki özsuyu veya hayvan kanı ile beslenen böceklerin mücadelesinde öncü aday konumuna getirmektedir. Günümüzde dünya çapında entomopatojenik funguslardan oluşan pek çok ticari preparat bulunmaktadır ve bunlar çeşitli zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır (Goettel ve diğ., 2005). Şimdiye kadar, en azından 90 cinse ait 700 entomopatojenik fungus türü tanımlanmış ve bunlardan *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*) ve *Verticillium lecanii* gibi bazı türler ise birçok

ülkede pek çok zararlıyla mücadelede ticari olarak üretilerek kullanılmaktadır (Rath, 2000). Örneğin, *B. bassiana* Brezilya'da muz kurduna (*Cosmopolites sordidus*), Çin'de çam tırtılına (*Dendrolimus* spp.), Avrupa'da ise afidlere ve mısır kurduna (*Ostrinia nubilalis*) karşı kullanılmaktadır (Goettel ve diğ., 2005).

Cydia pomonella L. (Lepidoptera: Tortricidae) (elma iç kurdu) başta elma olmak üzere ayva, armut, şeftali ve ceviz ağaçlarının en önemli zararlılarından bir tanesidir. Larvalar doğrudan meyveye zarar vermekte, meyveleri delerek içlerinde galeriler açmakta, etli kısmını ve çekirdek evini yiyerek pislikler bırakmaktadır. Kontrol edilmediği durumlarda %100'e varan ürün kayıplarına neden olmaktadır (Mamay ve Yanık, 2013). Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yayılım gösteren bu zararlı ile mücadele çoğunlukla kimyasal insektisidler kullanılarak yapılmaktadır (Budak, 2010). Bunun etkisi olarak bu zararlı kendisine karşı kullanılan kimyasalların çoğuna direnç geliştirmiş durumdadır (Franck ve diğ., 2007). Bu zararlı ile mücadelede çoğunlukla kimyasal insektisidler kullanılmasına rağmen biyolojik mücadele çalışmaları da devam etmektedir. Özellikle bu zararlıya karşı doğal düşmanları olan bazı parazitoidlerin (*Liotryphon caudatus*, *Bassus ruwpes* ve *Mastrus ridibundus*) kullanımı ve son zamanlarda entomopatojenlerin kullanımı (özellikle *C. pomonella* granülovirüs, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Nosema carpocapsae* ve *Steinermia* sp.) bu zararlı ile mücadelede önde gelen konulardan olmuştur (Mills, 2005; Zimmermann ve diğ., 2013). Bu şekilde biyolojik mücadele çalışmaları yapılmasına rağmen şimdiye kadar uygulanan yöntemler *C. pomonella*'nın mücadelesinde istenilen ekonomik seviyeye ulaşmış değildir (Pajac ve diğ., 2011). Bundan dolayı daha etkin ve uygulamaya yönelik patojenlerin keşfi (özellikle fungal patojenlerin) hala arzu edilen konulardan birisidir.

1.1. Amaç

Bu çalışmanın amacı, Kırşehir ili ceviz bahçelerinden entomopatojen fungus izolasyonu, izole edilen fungusların karakterizasyonu ve *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) 'ya karşı patojenite testlerinin gerçekleştirilmesidir.

1.2. Önem

Ceviz ülkemizin en önemli tarım ürünlerinden bir tanesi olup, Türkiye Dünya ceviz üretiminde şu anda yıllık ortalama 215.000 tonluk üretim ile dördüncü sırada yer almaktadır

(TUİK, 2018). Ceviz tohumunun insan besini olarak kullanılmasının yanı sıra, odunu mobilya sanayinde ve meyvesi ise boya ve tanen endüstrisinde kullanılmaktadır. Ülkemiz cevizin gen merkezi ve anavatanları arasında yer almakta ve ceviz varlığı ile Dünya’da önemli bir ülke olarak tanınmaktadır. Buna rağmen, Türkiye ceviz üretimi açısından istenilen seviyeye ulaşmış değildir ve yıllara bağlı olarak ceviz ağaç sayısının her geçen gün artmasına rağmen ceviz üretimini artmaması ilginç bir konudur (Akça, 2009; Kapluhan, 2015). Bunun en önemli nedenlerinden bir tanesi ceviz ağacında ve meyvelerinde zarar oluşturan böcek türleridir. Bu böcek türlerinden ceviz bahçelerinde en yaygın olanı *Cydia pomonella*’dır (Elma iç kurdu) (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012). Şu anda bu böcek türleri ile mücadele kimyasal insektisidler kullanılarak yapılmaktadır ve bu kullanılan kimyasal insektisidlerin çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (Budak, 2010). Entomopatojenik funguslar tarım ve ormancılıktaki zararlı böcekler ile mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu organizmaların memeliler üzerinde herhangi bir toksik etkilerinin bulunmaması, böceklerde direnç oluşturmamaları, biyoteknolojik geliştirmelere yönelik yüksek potansiyele sahip olmaları, uygulama sonrası çevrede uzun süre kalarak uzun ömürlü mücadele sağlamaları ve konaklarının tüm gelişme fazlarını enfekte etmeleri gibi biyolojik mücadelede kullanılmaları açısından birçok önemli avantajlara sahiptir. Biyolojik mücadele açısından, entomopatojenik fungusların yerel tür çeşitliliği ve dağılımının bilinmesi, entomopatojenik fungusların yerel popülasyonlarının bir ekosistemdeki böcek popülasyonlarıyla mücadeleyi sağlamak için kullanılması durumunda önem teşkil etmektedir. Bununla birlikte, yerel izolatlar yabancı izolatlarla karşılaştırıldıklarında zararlı böcekler ile ekolojik uygunluğa sahip olabilmeleri bunların hedef dışı organizmalar üzerindeki olumsuz etkilerini önemli derecede azaltmaktadır. Bu anlamda belirli bir ekosistemdeki veya tarım alanındaki yerel izolatların belirlenmesi biyolojik mücadelede kullanılacak mikroorganizmanın hangi yönde kullanılacağına (mevcut etmenin korunması veya uygulanması) dair önemli bilgiler verecektir (Demirbağ, 2008).

Tüm Dünya’da çeşitli zararlı böceklere karşı kullanılmak üzere entomopatojenik fungusların izole edilmesi ve bu zararlılara karşı biyolojik mücadele etmeni olarak geliştirilmesine yönelik çalışmalar bulunmasına rağmen, ülkemizde bu tip çalışmalar son derece azdır. Özellikle ülkemiz ceviz bahçelerinde yayılış gösteren zararlı böceklere karşı biyolojik mücadele etmeni tespit etmeye ve geliştirmeye ihtiyaç vardır. Bu nedenle planlanan bu tez çalışmasının amacı, Kırşehir ilinde bulunan ceviz bahçelerindeki toprak örneklerinden

entomopatojenik fungus izolasyonu yapmak, izole edilen fungusların morfolojik ve moleküler karakterizasyonlarını (*Bloc* ve β -*tubulin* gen sekansları ile) gerçekleştirmek ve karakterizasyonu yapılan izolatların *C. pomonella* üzerinde etkinliklerinin belirlenmesidir. Bu sayede bu tez çalışmasından elde edilen veriler çeşitli ceviz zararlılarına karşı biyolojik mücadele etmeni olarak geliştirmede ileride yapılacak olan çalışmalar için nc niteliğinde olacaktır.



2. GENEL KISIMLAR

2.1. Dünya’da ve Türkiye’de Ceviz Üretimi

Ceviz içerdiği zengin mineraller, vitaminler, antioksidanlar ve doymamış yağ asitleri ile yüksek besin değeri içeren sağlıklı bir diyetin parçası haline gelmiş önemli besinlerimizdendir (Kızılaslan ve Erdemir, 2015). Hem kuruyemiş hem de kereste olarak kullanılan bu uzun ömürlü bitki cevizin ülkemizde son yıllarda üretimi önem kazanmış ve geliştirilmektedir (Karahana ve diğ., 2017). Dünya ceviz üretiminde önemli bir yere sahip olan ülkemiz; Birleşik Devletler başta olmak üzere diğer ülkelerin ceviz üretimine vermiş olduğu emeğe karşılık geri planda kalması sonucu sahip olduğu yeri koruyamamıştır (Şimşek, 2015). Dünya ceviz üretiminde 1970 yıllarında 1. sırada yer alan ülkemiz yaklaşık onar yıl arayla birer numara gerileyerek günümüzde 4. sıraya gerilemiştir. İklim şartları ve toprak şartlarımızın elverişli olmasına rağmen, ceviz üretimi ülke olarak ihtiyacımızı karşılamada yetersiz kalmış ve şuan ceviz üretimi iç piyasadaki ihtiyacı karşılayamamaktadır (Aslansoy, 2012). 2013 yılında yapılan çalışmalar doğrultusunda üretim miktarı 3.458.046 ton olan Dünya kabuklu cevizin % 49’dan fazlasını Çin karşılamaktadır. Bunu sırasıyla % 13 ile İran, % 12 ile Amerika Birleşik Devletleri ve % 6 ile Türkiye takip etmektedir (Bayazit ve diğ., 2016).

Türkiye’de bölgelere göre ceviz üretimi, ağaç miktarları ve ağaç başına ortalama verim değerleri değişkenlik göstermektedir. Son on yıl içerisindeki ceviz üretimi, verim ve ağaç sayısı tüm bölgelerde incelendiğinde; TÜİK, 2018 verileri göstermektedir ki ağaç sayısı ve ceviz üretimi yıllar ile birlikte artmaktadır. Fakat verim yıllara göre bir düşüş sergilenmektedir (Tablo 2.1).

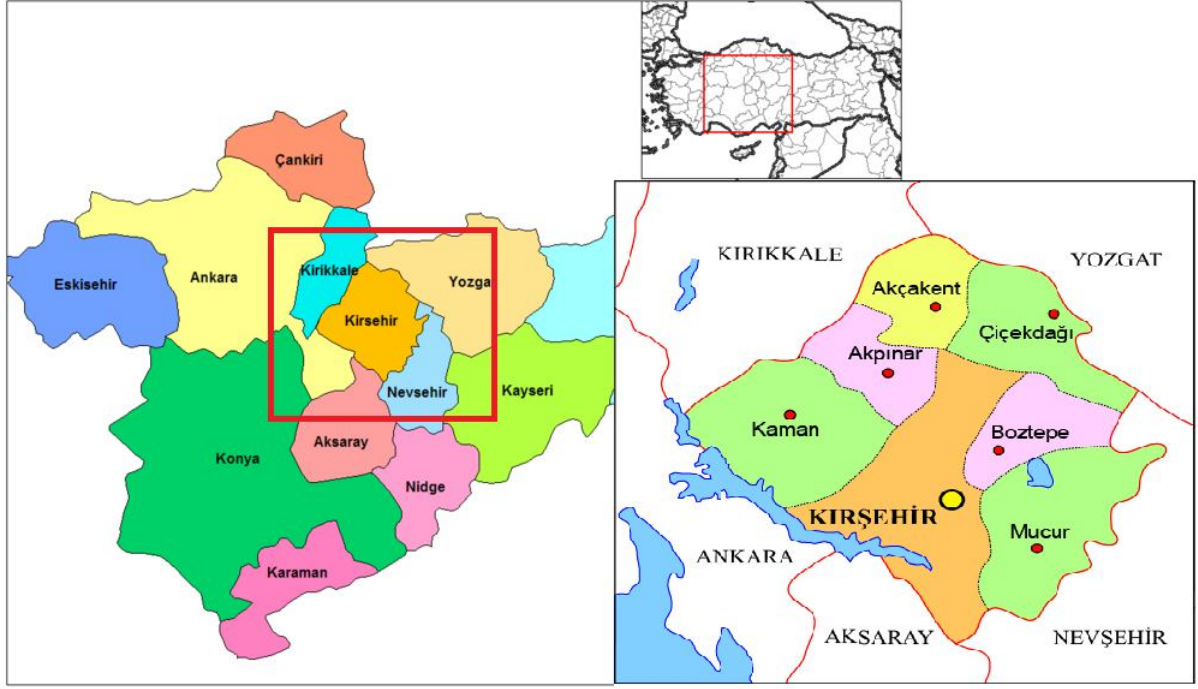
Tablo 2.1. Türkiye’de son on yıl içerisindeki ceviz üretim verileri*

Yıllar	Üretim Miktarı (ton)	Verim (kg/ MVA)	MVA (adet)
2018	215000	22	9875068
2017	210000	24	8766811
2016	195000	24	8171185
2015	190000	25	7596020
2014	180807	26	7000897
2013	212140	33	6526028
2012	203212	34	5977397
2011	183240	33	5594576
2010	178142	33	5441051
2009	177298	34	5191724
2008	170897	34	5094781

* MVA: Meyve veren ağaç

2.2. Kırşehir’de Ceviz Tarımı

Kırşehir İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak bölümünde yer almaktadır (Şekil 2.1). Karasal iklimin hakim olduğu il, yüzölçümü bakımından küçük olmakla beraber toprakları tarıma elverişlidir. Çevre illerle beraber standart İç Anadolu Bölgesi iklimsel şartları hakimdir ve kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. İldeki yıllık sıcaklık ortalaması 11,3 °C, yıllık yağış miktarı ise 400 mm'den azdır. Kırşehir sıcaklık ortalaması ilçelere ve lokalitelere bağlı olarak fazla değişkenlik göstermemektedir. İldeki yıllık yağış ortalaması, 350-400 mm. civarındadır. Kırşehir'in yağış rejim tipi kış aylarında yaz aylarına göre daha fazla yağış aldığı için "Akdeniz Yağış Rejim Tipi"ni andırmaktadır. Ancak birim metrekareye düşen yağış miktarı Akdeniz iklimine göre daha azdır. Genel hatlarıyla belirtilen iklim ve yeryüzü şekilleri dikkate alındığında Kırşehir ceviz üretimine yönelik ideal alan özelliklerine sahiptir (URL-1).



Şekil 2.1. Kırşehir İl Haritası(1:2500000)

Kırşehir toprakları ceviz üretimine yönelik uygun şartları sağlamaktadır ve il genelinde Kaman ilçesi ceviz üretiminde önde gelen yerleşkelerdendir. Kırşehir halkı için ceviz üretimi günümüzde geçim kaynağı haline gelmiştir ve sayıları her geçen gün artmaktadır. Yıllardır süre gelen bahçe kültüründe ceviz ağaçlarına yer verilmesiyle halk teknik ve teorik olarak ceviz üretiminde yeterli bilgi ve beceriye sahip olmuştur (Kızılaslan ve Erdemir, 2015).

TUİK verileri incelendiğinde Kırşehir ili ve ilçelerindeki 2010-2018 yılları arasında çoğu ilçe merkezinde ceviz ağacı sayısının arttığı görülmektedir. Fakat üretim miktarı ve verimde büyük bir artış görülmemekte hatta verimin çoğu ilçede büyük oranda düştüğü görülmektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Kırşehir ili ceviz üretim verileri*.

	2010			2018		
	Ağaç Sayısı (adet)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (Kg/ MVA)	Ağaç Sayısı (adet)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (Kg/MVA)
Akpınar	4000	240	60	4100	270	66
Akçakent	300	3	10	720	9	13
Boztepe	75	3	40	75	1	13
Kaman	32400	454	14	63250	468	7
Merkez	28900	1541	53	27632	636	23
Mucur	10100	1010	100	22320	367	16
Çiçekdağ	4000	400	100	7000	86	12

*MVA: meyve veren ağaç

Kırşehir ili Kaman ilçesinde üretilen ve şu anda Tarım Bakanlığı tarafından desteklenerek kapama ceviz bahçelerinin kurulmasında fidan olarak verilen Kaman1 ve Kaman 5 cevizleri oldukça yüksek verimli ceviz fidanlarıdır. Ülkemiz ceviz varlığı ile Dünya’da önemli bir ülke olarak yer almasına rağmen, üretim ve ihracatta maalesef istenen yerde değildir. Türkiye’nin ceviz yetiştiriciliğinde verimin düşük olmasının selekte edilmiş genotiplerle kapama plantasyonların olmaması veya çok az olması, ekolojik koşullara uyan çeşit seçiminin yapılmaması, gübreleme ve budama gibi teknik uygulamaların yetersiz yapılması ya da hiç yerine getirilmemesi gibi bir çok nedeni vardır. Fakat bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsurların başında zararlı organizmalar gelmektedir. Ceviz tarımında da verimin düşük olmasının en önemli etmen olarak hastalık ve zararlılarla mücadelenin yetersiz yapılması veya yapılamaması gelmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012; Solmaz, 2014).

2.3. Ceviz Zararlıları ve Ekonomik Önemi

Ülkemizde ve Kırşehir’de ceviz üretimini olumsuz yönde etkileyen birçok hastalık etmeni ve zararlı organizmalar mevcuttur. Tarımsal üretimin olduğu bütün alanlarda olduğu gibi hastalık, zararlı organizmaların varlığı ürünün kalitesini ve verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Enfekte oranı doğrultusunda ciddi zararlar meydana getirmektedir (Canıhoş ve diğ., 2014; Çevik, 1996; Göktürk, 2001; Güçlü ve diğ., 1995). Zararlı böcekler tarafından istila cevizin üretimi, depolanması ve pazarlanma süreçleri boyunca karşılaşılan en önemli problemdir. Cevizde kayıplara yol açan bir çok zararlı böcek mevcuttur. Avrupa ve Amerika’da, ekonomik olarak cevizde en fazla zarara yol açan ilk üç böcek elma iç kurdu *Cydia pomonella* (L.), portakal kurdu *Amyelois transitella* (Walker), kuru meyve güvesi

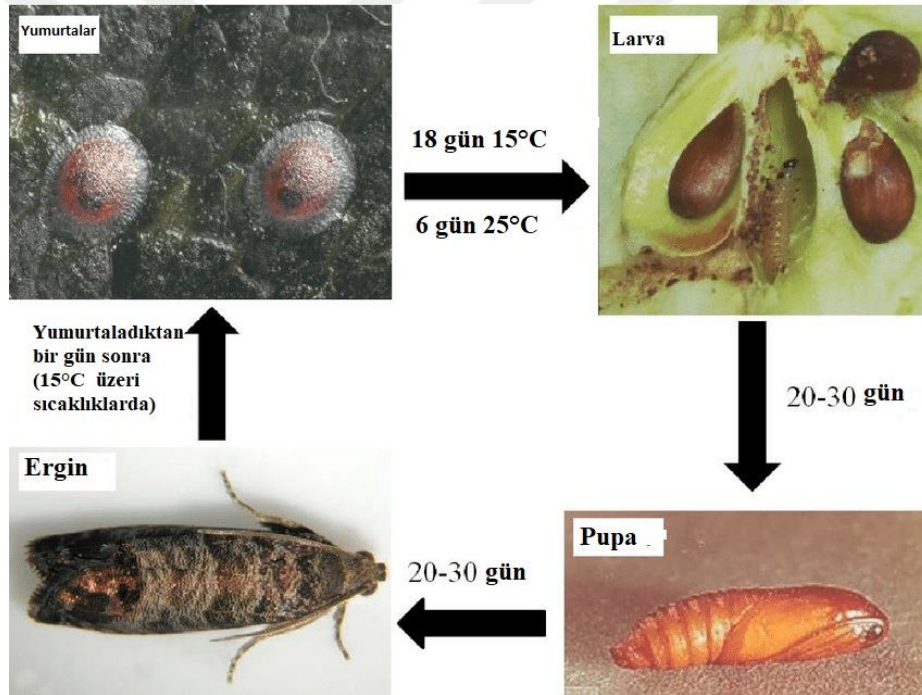
Plodia interpunctella (Hübner)'dir. Bunun yanısıra Coleoptera, Hemiptera, Diptera ordolarına ait bir çok zararlı böcek cevizde hastalık ve kayıplara neden olmaktadır (Wang ve diğ., 2002; Johnson ve diğ., 2004). Ülkemizde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 2012 yılında yayınladığı “Ceviz Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele” kitapçığında *Cydia pomonella*'nında içinde olduğu birçok böcek ülkemizde de cevizde zarar oluşturduğu belirtilmiştir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012). Elma yaprak bükeni (*Archips rosanus*), adi yaprak bükücüsü (*Archips xylosteanus*), Amerikan beyaz kelebeği (*Hyphantria cunea*), ağaç sarı kurdu (*Zeuzera pyrina*), armut kaplanı (*Stephanitis pyri*), dut kabuklu biti (*Pseudaulacaspis pentagona*), iki kabarcıklı koşnil (*Palaeolecanium bituberculatum*) virgül kabuklu biti (*Lepidosaphes ulmi*) ve yüzük kelebeği (*Malacosoma neustria*) ceviz üretimini olumsuz yönde etkileyen ve ciddi zarar oluşturan diğer zararlı gruplarıdır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016). İki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*), Ceviz büyük yaprak biti (*Callaphis juglandis* (Goeze)) ve elma iç kurdu (*Cydia pomonella*) en önemli zararlı etmenleri oluşturmaktadır (Karahana ve diğ., 2017).

2.3.1. *Cydia pomonella* (Elma İç Kurdu) L. (Lepidoptera:Tortricidae)

Ceviz özellikle kuruyemiş olarak tüketilmesinin yanısıra, ağaç kabuğu, meyveleri ve yaprakları ile de kozmetik, ilaç, halı ve tekstil endüstrisinde ham madde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ceviz üretimini etkileyen, ürün kayıplarına sebep olan bir çok zararlı bulunmaktadır. Bu zararlılar arasında halk arasında elma iç kurdu olarak da bilinen *C. pomonella* en önemli zararlıdır (Karahana ve diğ., 2017). *C. pomonella* larvaları doğrudan meyvede zarar meydana getirdiği için, meyvelerin dökülmesine, kurtlanmaya ve bunların neticesinde üründe kayıplara neden olmaktadır. *C. pomonella* ülkemizde cevizle beraber elma, armut ve ayva gibi meyvelerin birinci derecede zararlısıdır (Zeki ve Özdem, 2013).

Pupadan çıkan ergin *C. pomonella*'lar çiftleşerek, ergin dişiler hava sıcaklığının 15°C ve üzerinde olduğu akşamlarda meyve ve ağaç yapraklarına yumurtalarlar. *C. ponomella* erginleri gri renkli ve 10 mm uzunluğunda olup, kanat uçlarında üçgen şekilde kahverengi leke bulunur. Meyve kokusu, konakçı ağacın dalları, yaprakları ve meyveleri üzerinde yumurtlamayı uyarır. Yumurtalar genellikle 1 mm civarında, oval ve başlangıçta kırık beyaz ve mumsu görünümündedirler. Yumurta geliştikçe rengi kırmızımsı olur. Yumurtalar hava sıcaklığının 25°C veya 15°C olmasına göre 6-18 gün arasında açılırlar ve birinci instar larvalar açığa çıkar. Yumurtadan çıkan larvalar meyve kabuğunu delerek veya meyve

sapından meyvenin içerisine girerler. Elmada larvalar meyve etinden beslenerek meyve içerisinde galeriler açmak ve meyve çekirdeğine ulaşmaktadırlar. Cevizde ise önce meyvenin yeşil kısmı ile beslendikleri daha sonra kabuk kısmını delerek iç kısım ile beslenmeye devam ettikleri belirlenmiştir. Zararlı meyve içinde beslenirken pisliklerini meyve içine bırakmakta ve bu da meyvenin çürümesine ve erken daldan düşmesine sebep olmaktadır. Meyveye girişinden itibaren yaklaşık 20-30 gün sonra larva beşinci instar boyutuna ulaşmakta ve meyveden çıkmaktadır. Meyveden çıkan larva yerde yapraklar arasında yada ağaç kabuğundaki çatlaklarda pupa dönemine geçmektedir. Bu zararlının mevsim şartların bağlı olarak senede iki veya dört nesil üreyebildiği bildirilmektedir (Şekil 2.2) (Chidawanyika, 2010; Şahin, 2010; Zeki ve Özdem, 2013; Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016; Kuyulu ve Genç, 2018).



Şekil 2.2. *Cydia pomonella*'nın yaşam döngüsü (Chidawanyika, 2010).

Elma iç kurdu ile mücadele yapılmadığında bahçede ciddi zararlar meydana getirmektedir. *C. pomonella*'nın yol açtığı zarar ürünün %40 kadar ziyan olmasına sebep olmaktadır. Bu durum bu zararlıyla mücadelenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Weddle ve Elworrrth, 2002). Elma iç kurdu meyveye ilk yumurta bulaştığı andan itibaren meyve yaprağını dökene kadar zarar verme yetisine sahiptir (Karahan ve diğ, 2017). *C. pomonella*'ya karşı bir çok mücadele yöntemi kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları şöyle tanımlanabilir. Öncelikle zararlının konukçusu olan elma, armut, ayva ve ceviz gibi meyve ağaçlarının karışık olarak

kurulmaması, meyve ağaçlarının altına dökülen hastalıklı meyvelerin toplanıp uzaklaştırılması ve bahçenin sürülümüne özen gösterilmesi gibi kültürel yöntemler bunlardan biridir. Bunun yanısıra biyoteknik mücadele kullanılan yöntemlerden diğeridir. Bu yöntemde kitle yakalama, düzenli ve izole edilen bahçeler ile popülasyonun düşük olduğu bahçelerde etkilidir. En etkili mücadele genellikle kimyasal insektisitler kullanılarak yapılmaktadır. Ancak kimyasal insektisidlerin genel zararları doğrultusunda diğer canlı gruplarına karşı ciddi tehlike oluşturmaktadır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2017). Ceviz zararlılarına karşı Azimphas methyl Canbaryl, Phosulone, Thiodan, bakır sülfat ve kireç karışımındanya—yapılan bordo bulamacı olarak adlandırılan karışım en sık kullanılan kimyasal ürünlerdir (URL-2).

2.4. Zararlı Böcekler ile Mücadele Yöntemleri

Gelişen ve genişleyerek süre gelen insan yaşamı doğrultusunda kültürel ve ticari öneme sahip bitkilerin önemi artmaktadır. Değişen iklim ve çevre koşulları ile artan insan popülasyonu mevcut olan üretimi yetersiz hale getirebilmektedir. Geçmiş zamanda kültürel bazda üretilen çoğu bitki günümüzde ticari faaliyet olarak yetiştirilmekte ve stratejik öneme sahip olabilmektedir. Tarımın ana hedefi, sadece birim alandan çok ürün almak olmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun, çevreye, insan ve hayvan sağlığına duyarlı ürün yetiştirmektir (URL-2).

Gerek kültürel gerekse ticari amaçla yetiştirilen bitkilerin kalite ve kantite yönünden ürün kaybına neden olabilecek hastalık, zararlı ve yabancı ot, parazit, böcek vb. çeşitli faktörler bulunmaktadır (Ersoy ve diğ, 2017). Ürüne yönelik yoğun talebin bulunduğu bölgelerde bu tür kalite ve verimi etkileyen organizmalarla mücadele zorunlu hale gelmektedir. Mücadele etmeni olarak değişik metotlar vardır. Ancak bu mücadele yöntemleri anımızı kurtarmak için değil geniş zamanlı düşünülerek yeni nesillere daha sağlıklı bir dünya bırakmak için güvenilirliği en yüksek olanı tercih etme mecburiyeti doğmaktadır. Ülkemizde tarımsal çalışmaların ana hedefi verimden daha çok devamlılığı sağlanabilir tarım tekniklerine uygun, doğaya, insan ve hayvan sağlığına duyarlı ürün yetiştirmektir. Ülkemizde yetiştirilen ürünlerin verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen organizmalar ile bağlı buldukları canlı gruplarına göre çeşitli mücadele yöntem ve teknikleri geliştirilmiştir. Bu yöntem ve teknikler kullanılan preparat doğrultusunda kimyasal mücadele ve biyolojik mücadele olarak ikiye ayrılmaktadır (Uygun ve diğ., 2010).

Kimyasal mücadele; üretimi hedeflenen tarımsal ürünün kalite ve verimini düşüren zararlı böcek ve hastalıkların azaltılması veya yok edilmesi işleminde kimyasal madde kullanılarak yapılan işlemdir. Kimyasal mücadele kullanılan bileşenlere pestisid denilmektedir. Ülkemizde en çok kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir. Sürdürülebilir tarım için doğanın dengesi korunmalıdır. Kimyasal mücadele sonrasında yoğun olarak kullanılan kimyasal ilaçların bütün canlılar için risk oluşturması, yer altı ve yerüstü yaşam kaynaklarına yayılması, hedef organizmalarda direnç oluşturması, besin zinciri yoluyla insanlara ulaşması sonucu insanlarda ciddi rahatsızlıklara yol açması ve ölümlerle sonuçlanması gibi çeşitli çevresel deformasyonlara neden olmuştur ve çalışmalar biyolojik mücadele üzerine yoğunlaşmıştır (Eilenberg ve diğ., 2001; Fenemore, 1984).

2.4.1. Biyolojik Mücadele

Biyolojik mücadele zararlılara karşı ürünün verimini ve kalitesini korumada doğada tabii olarak bulunan yararlı mikro ve makro organizmaların kullanılmasıdır. Ekosistemin mevcut düzenini korumada hedef zararlının dışındaki canlılara zarar vermeyen biyolojik mücadele etmenlerine ağırlık verilmeye başlanmıştır. İnsan katkısı olmadan doğal ve tarımsal ekosistemlerde canlılar arasındaki ilişkiler başta olmak üzere bir çok doğal faktörün etkileşimi sonucu ortaya çıkan doğal biyolojik mücadele ile tarım alanlarındaki maliyet azaltılarak ekonomiye katkısının genişletilmesi olasıdır (Uygun ve diğ.,2010).

Biyolojik mücadele gelişmiş ülkelerde kimyasal ilaç kullanmanın vermiş olduğu zararların ortaya çıkması sonucu çevre bilincinin gelişmesi ve yerleşmesine neden olmuş, bunun doğrultusunda modern tarım uygulamalarında kullanımı hızla artmıştır. Zararlı populasyonlarının kimyasal ilaçlara karşı dayanıklılık problemi oluşturmasına karşın biyolojik mücadele etmeninin daha etkin, güvenilir ve sürekli savunma sağlayabilmesi biyolojik mücadelenin tercih edilmesinin bir sebebidir (Erkılıç ve Uygun, 1993). Kimyasal mücadele biyolojik mücadele etmenine göre insektisit özelliği daha yüksektir ve düşük maliyetle üretilebilmektedir. Ancak birim maliyete sağlanan fayda biyolojik mücadele etmeninde daha yüksektir. Biyolojik mücadele unsurunun canlıyla özelleşmesi yüksek ve yan etkisi yok denecek kadar azdır (Lenteren ve diğ., 2003).

İnsanoğlu biyolojik mücadelede çeşitli canlılardan yararlanmaktadır. İstenmeyen organizmaların etkilerini azaltmak için, onların doğal düşmanlarını veya modifiye edilmiş organizmaları kullanmak, genleri veya gen ürünlerini kullanmak ve tarımsal ürünler, ağaçlar,

hayvanlar, yararlı böcekler ve mikroorganizmalar gibi yararlı organizmaları korumak olarak tanımlanan biyolojik mücadelenin temeli mikrobiyolojidir (Tuncer ve diğ., 2018).

Klasik biyolojik mücadele biyolojik mücadelenin temelini oluşturmaktadır. Bu yöntem en basit haliyle zararlı organizmanın zararlarını yok edebilmek için alternatif farklı bir organizmanın kullanılarak hedef organizmanın ortamdaki popülasyonunu yok etmeyi amaçlamaktadır. Doğal biyolojik mücadele uygulama yöntemleri doğada bulunan böcekler, akarlar, bakteriler, funguslar, virüsler, nematodlar, balıklar, kuşlar, memeliler, salyangozlar, sümüklüböcekler ve protozoalar gibi canlıların doğal düşman olarak kullanılması ile hedef zararlının yok etmesi amacına sahiptir. Doğal biyolojik mücadelenin yetersiz olduğu durumda biyolojik teknikler kullanılarak mikrobiyolojik mücadeleye yoğunlaşmıştır. Biyolojik mücadelenin bir kolu olan mikrobiyal mücadele etmeni olarak bakteri, fungus, virüs, protozoa, nematod gibi mikro yapıdaki organizmalar kullanılır (Eilenberg ve diğ., 2001; Sevim ve diğ. 2014; Demirbağ, 2008; Lacey ve Goettel, 1995). Ceviz bahçelerinde zarara neden olan böceklerde zayıflamaya ve ölüme neden olan bakteriler, virüsler, protozoalar, riketsialar, nematodlar ve funguslar biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmaktadır (Kılıç ve Yıldırım, 2008). İnsanlar tarafından yönlendirilen biyolojik mücadelede en yüksek başarı parazitoit, predatör ve entomopatojenlerde görülmektedir (Kılıçer ve diğ.,2010).

Birçok böcek türünde mikroorganizmalar patojeniktir ve yok edici mekanizmaya sahiptir. Bu özellikler mikrobiyal mücadelenin temelini oluşturmaktadır. Böceğin çevresinde ve genellikle toprakta bulunan organizmalar, sporları ve viral partikülleri ile enfeksiyona neden olurlar. Bu patojenler böceklerin vücuduna çeşitli yollarla girerler. Doğal veya kültüre edilmiş böcek popülasyonlarında hastalığa neden olan mikroorganizmalar, diğer doğal düşmanlar gibi biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılabilirler (Göktürk, 2001). Bu mücadele kapsamında etmen olarak kullanılan mikrobiyal mücadele etmenleri bakteriler, funguslar, virüsler, nematodlar ve protozoanlardır (Eilenberg ve diğ.,2001).

Biyolojik mücadelede kullanılan doğal düşmanlar zararlının bulunduğu ortamda bazen yetersiz kalabilmektedirler. Bu durumda doğal düşmanın kitle halinde üretimi gerçekleştirilerek zararlının bulunduğu ortama salınır. Kitle üretimi en çok yapılan ve ticarileştirilme imkanı kolay olan biyolojik mücadele etmeni entomopatojenlerdir. Birçok entomopatojenin kitle üretimi yapılarak “biyolojik insektisid” olarak piyasaya sürülmüştür. 90 yıldan bu yana uygulanmakta olup, yerli veya ithal yolla getirilen 150’den fazla doğal

düşman türünün yaklaşık 100 kadar zararlı türe karşı kullanıldığı bildirilmektedir (Lenteren ve diğ.,2006; Uygun ve diğ., 2010).

Ülkemizde birçok alanda ceviz, orman ve tarım zararlısı bulunmakta ve bunlarla mücadele genellikle kimyasal ilaçlarla yapılmaktadır. Kimyasal mücadele etmeni olarak kullanılan ilaç zamanla böceklerin direncini arttırmakla birlikte faydalı diğer organizmalara da zarar vermektedir (Ecevit, 1998). Zararlı organizmaların yok edilmesine karşı bulaşık dal ve ağaçların kesilerek bahçeden uzaklaştırılması gibi kültürel yöntemler ve kimyasal madde kullanılarak yapılan mücadele ile bu zararlıların yayılmaları ve zararları tam olarak kontrol edilememektedir (Peña ve diğ.,2011). Kimyasal mücadelenin etkili olabilmesi için uygulamanın böceğin ergin çıkış zamanı ile örtüşmesi, birden fazla uygulamanın yapılması veya etkinliğini uzun süre devam ettiren ilaçların kullanılması gerekmektedir (Oliver ve Mannion, 2001).

Kimyasal mücadelenin bu dezavantajlarına karşın insan ve çevreye olumsuz etkileri olmayan biyolojik mücadele yöntemleri daha da önemli hale gelmiş ve zararlıların mücadelesinde kullanımları giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle de fungus, bakteri, virüs gibi mikrobiyal mücadele etmenleri, zararlı böceklerle başa çıkabilmek için etkili, çevreye zararsız ve uzun vadede daha ucuz ekonomik yöntemler sunmaktadır. Bu mücadele etmenlerinin başında ise entomopatojen funguslar gelmektedir. Entomopatojen funguslar birçok zararlı böcek popülasyonunun baskı altında tutulmasında önemli rol oynayan biyolojik mücadele etmenleridir (Roy ve diğ.,2006).

2.4.1.1. Entomopatojenik Funguslar (EPF's)

Diğer mikroorganizma gruplarına göre farklı işleyiş özellikleri gösteren EPF'lar böcek popülasyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Entomopatojen bakteri ve virüslerden farklı olarak, EPF'lar bazı türleri dışında konukçularının yemesine gerek kalmadan konukçu böceklerin kutikulasından doğrudan girerek enfekte edebilme özelliğine sahiptirler (Sevim ve diğ., 2010a). Bu özellik entomopatojen fungusları özellikle de bakteri ve virüs gibi biyolojik mücadele etmenleri için uygun olmayan Coleoptera takımındaki bazı böceklerin mücadelesinde öncü aday konumuna getirmektedir. Ayrıca EPF'ların sokucu ve emici böcek türleri üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir (Sevim ve diğ., 2010b)

EPF'ların üremesi için gerekli besin ortamını patates dekstroaz agar ve malt ekstrakt agar başta olmak üzere pek çok genel besiyeri sağlayabilmektedir. Sadece *Entomophthora* spp.

türü diğerlerinden farklı olarak hayvansal gıdanında mevcudiyetinin sağlandığı besin ortamına ihtiyacı vardır. Üreme faaliyetlerini sürdürebilmeleri için optimum sıcaklık değeri 20-25°C olmasına karşın sıcaklık değerinin 37°C'nin üzerine çıktığı ortamlarda yapıları bozularak gelişimleri durmaktadır (Deacon, 1983). Mantar aktivitesi, biyotik ve abiyotik ortamdan şiddetle etkilenir; konidium çimlenmesi ve enfeksiyon için %95'in üzerinde nem gereklidir ve öldürme hızı sıcaklık tarafından modüle edilmektedir. Ekolojileri, fizyolojileri ve yaşam döngüleri oldukça değişkendir (Roy ve diğ., 2006).

Sıcaklık, nem, ışık gibi fiziksel şartlar ve besin ortamının mevcut olduğu uygun üreme şartlarına sahip EPF'lar konakçı böceği enfekte edebilmektedir (Goettel ve diğ., 2005). Ayrıca fungusun virülans değeri, spor yoğunluğu ve enfekte edilecek olan hedef organizmanın biyolojik dönemi, böceğin fizyolojik durumu, böceğin popülasyon yoğunluğu gibi biyotik faktörlerde enfeksiyon için oldukça önemlidir (Wan, 2003; Demirbağ, 2008).

EPF'lar hedef organizma dışındaki memelilerde zehirlenmelere neden olmaması, hedef organizmada direnç oluşturmamaları, biyoteknolojik çalışmalarla geliştirilebilir spesifik özelliklere sahip olmaları, çevresel şartlarda varlıklarını uzun süreli olarak devam ettirmeleri, etki sürelerinin büyüklüğü, hedef böceğin bütün gelişim evrelerinde etkin mekanizmalarına sahip olmaları, diğer insektisit ürünlerle koordine ve beraber etki edebilme özellikleri, kitle üretim kolaylığı vb. avantajlara sahiptir (Wan, 2003; Demirbağ, 2008).

EPF'ların büyük bir kısmının doğal yaşam ortamları topraktır ve yaşam döngülerinin büyük bir kısmını toprakta geçirmektedirler. Yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için gerekli koşulları sağlayan toprak entomopatojen fungusların rezervi olmuştur. EPF'ların mikrobiyal mücadelede kullanılmasının ilk aşaması fungusun doğal yaşam alanından izole edilmesidir. Bunun yanısıra enfekte ettiği organizmadan da direk izolasyon yapılabilir (Er, 2013).

2.4.1.1.1. Entomopatojenik Fungusların Sınıflandırılması

On sekizinci yüzyılın sonları ve on dokuzuncu yüzyılın başlarında kaydedilmeye başlanan entomopatojenik fungusların geçmişte birçok böceğe karşı savunma etmeni olarak kullanıldığı bilinmektedir. 1817-1822 yılları arasında Goethe'nin *Cordyceps* ve diğer entomopatojenik funguslar tarafından enfekte edilmiş sinekleri görüntülemesi sonucu sınıflandırma işlemine başlanılmıştır. Günümüzde ise en az 90 cins ve buna bağlı 700 den fazla tür entomopatojen fungus olarak tanımlanması yapılmıştır. Sınıflandırmalarda moleküler tekniklerin kullanılmaya başlanmasıyla protozoa ve funguslar arasındaki ayrım

yapılarak sınıflandırma yöntemi daha detaylı bir şekilde halinde devam etmektedir (Goettel ve diğ., 2005).

Ancak bu gruplar arasında enfekte ettiği böceğin ölümüne neden olanlar ve ölüme neden olmadan böceklerde varlıklarını sürdürerek hastalık yaratan türler arasında bir ayırım yapıma ihtiyacı doğmuştur (Tanada ve Kaya, 1993).

Mantar taksonomisinin geçmişte sadece aseksüel (anamorf) evre dikkate alınarak yapılması sonucu karışıklığa neden olmuş ve Hyphomycetes sınıfı içindeki funguslar Deuteromycota'da sınıflandırılmıştır. Daha sonra moleküler tanımlama yöntemi ile cinsellik (teleomorph) ve aseksüel (anamorf) evreleri sistematik olarak belirlenmesi sınıflandırma işlemini kolaylaştırmıştır. Yaygın olarak kullanılan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* entomopatojen fungus türleri Hyphomycetes'te sınıflandırılmıştır daha sonra teknolojinin gelişimiyle Ascomycetes bölümüne alınmıştır (Goettel ve diğ., 2005). Ascomycetes mantarları ilk başta Ascomycota ve Deuteromycota olarak iki gruba ayrılmış; bu sınıflandırmada Deuteromycota'daki sınıftaki bazı türler Hypocreales, Clavicipitaceae sınıfındaki Ascomycota olarak moleküler tanımlanması yapılmıştır. Zygomycota içinde Entomophthorales tür yoğunlaşması vardır (Roy ve diğ., 2006).

EPF'ların en önemli türleri Ascomycota bölümünün Hypocreales takımının Zygomycota bölümü içerisinde ve Entomophthorales takımı da yer almaktadır (Sevim ve diğ., 2010a). Dünyada bazı zararlı böceklerin popülasyonlarının azaltmasında seçilen türlerin çoğu *Beauveria*, *Lecanicillium*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Hirsutella* cinslerine aittir (Zimmermann, 2007a). Tarım ve ormancılıkta kullanılan biyolojik mücadele etmeni olarak *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin EPF'lar arasında önemli bir yeri vardır ve şüana kadar birçok çalışma bu funguslar üzerinde yürütülmüştür (Meyling ve Einberg, 2007). Günümüzde birçok organizmanın sınıflandırılması PCR temelli metotların kullanılması ile yapılmaktadır. *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* tür sınırlarının belirlenmesi, filogenilerinin anlaşılması ve tür tayinlerinin yapılmasında moleküler tayinler büyük bir önem taşımaktadır (Sevim ve diğ., 2014).

2.4.1.1.1.1. *Beauveria bassiana*

Entomopatojen fungusların hastalık nedeni olduklarının belirlenmesi, bunların insektisid olarak kullanılma fikrini doğurmuştur. Çalışmaların artması sonucu entomopatojen fungusların böcek popülasyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynadıkları belirlenmiştir.

Ancak kitle üretimi gerçekleşebilmesi için fungusların yapay besin ortamlarında çoğaltılmasındaki zorluklar ve kullanım için en uygun olarak görülen dinlenme yapısı olan sporlarının senkronize olarak çimlenmesinin sağlanamaması gibi problemlerin var olması biyomücadelede kullanımını yavaşlatmıştır (Hajek, 1999).

Beauveria bassiana Çin'de lokal üretilerek mısır kurdu ve çam tırtılına karşı kullanılmıştır. Sovyetler birliğinde ise Boverin şirketi *B. bassiana* kolonilerini toz formunda hazırlamış ve daha sonra sulandırarak patates böceği (*Leptinotorsa decemlineata*) ve *Cydia pomonella*'ya karşı ticari preparat olarak kullanmıştır (Erkılıç ve Uygun, 1993).

Bemisia tabaci (Tütün beyaz sineği)'ne karşı yapılan araştırma ve geliştirme çalışmalarında *Beauveria*'ların yüksek patojenite gösterdikleri belirlenmiştir. *B. bassiana*'nın 20°C'nin üstündeki ve maksimum %96 neme sahip ortamlarda optimum üreme ve patojeniteyi sağladığı görülmüştür (Hoddle, 1999).

Yaklaşık 181 yıl öncesinde tür tanımlanması yapılarak entomopatojen fungusların arasında yer alan *B. bassiana* zararlı böceklerin yok edilmesinde kitle üretimi konusunda hızlı bir ilerleme gösterip Dünya'da en çok kullanılan entomopatojen fungusların arasında yer almaktadır (Zimmermann, 2007a). Konak aralığı Gastropoda, Acari, Orthoptera, Dermaptera, Isoptera, Blattaria, Thysanoptera, Homoptera, Heteroptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Siphonaptera ve Lepidoptera olarak belirlenenen *B. bassiana* enfekte ettiği böcek ve böceğin hayatını sürdürdüğü yaşam alanlarından izole edilebilmektedir (Leatherdole, 1970). *B. bassiana* ortam şartları doğrultusunda oluşturmuş olduğu aerial konidia, blastospor, batık konidia formları farklı morfolojilere ve biyokimyasal özelliklere sahiptir ve enfekte ettiği böceğin ölmesinde yardımcı ürünler olarak görev yapmaktadır. Funguslar insektisid özelliğini sağlayabilmesi için iki farklı yolu izlemektedirler. Bu yollardan birincisi fungus böcek florasında çoğalarak zararlı böceğin vücut dengesini bozar. İkinci yol ise üretmiş olduğu toksinler ile böceğin ölümüne neden olur (Clarkson ve Chamley, 1996; Kershaw ve diğ., 1999).

2.4.1.1.1.2. *Metarhizium* spp.

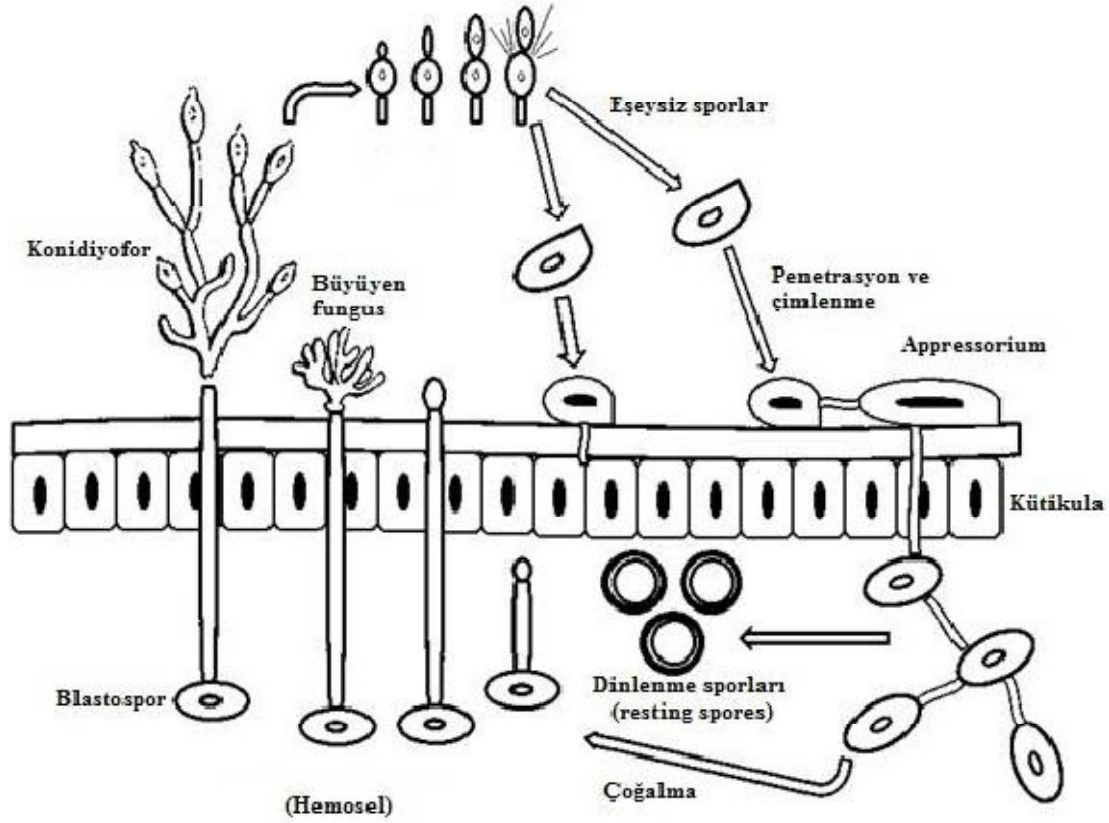
Metarhizium türleri Clavicipitaceae familyasında Ascomycota'da aseksüel mantar formlarından oluşan, yeşil muscardine mantarları olarak da bilinen, eklembacaklılara karşı biyomücadele etmeni olarak kullanılan toprak saprofiti olarak adlandırılan en önemli EPF türleri arasındadır (Bischoff ve diğ., 2009; Meyling ve Einberg, 2007). *Metarhizium* türleri

200 den fazla böcek türünü enfekte edebilme özelliği nedeniyle tarım zararlıları ile mücadelede çok önemlidir. 1879 tarihinde Ukrayna'da buğday böcekleri (*Anisoplia austriaca*) ve şeker pancarı zararlısının (*Curculio cleonus punctiventris*) kontrolü için araştırmalara başlanılmış ve *Metarhizium* türleri arasında en çok *M. anisopliae* üzerinde durulmuştur. *Metarhizium* türleri arasında morfolojik benzerliklerin çok olması nedeniyle moleküler düzeyde kullanılan teknikler ile tanımlamalara gidilmiş ve *M. anisopliae* olarak adlandırılan dokuz türden oluşan bir kompleksi temsil ettiğini göstermiştir (Bischoff ve diğ., 2009).

Metarhizium tarafından enfekte edilmiş hedef organizmanın ölümü sonrası oluşan sporlar sayesinde kolayca tanınmaktadır. Çoğalma aşamasında beyaz görünen fungus konidia oluşumunda ve olgunlaşma aşamasında beyazdan sarı ve kahverengi tonlarından sonra yeşil renge dönüşmektedir (Tanada ve Kaya, 1993).

2.4.1.1.2. Entomopatojenik Fungusların Genel Biyolojileri

EPF'ların yaşam döngüleri genel hatlarıyla birbirinin aynısı olup bazı türlerde bu durum değişiklik göstermektedir (Roy ve diğ., 2006). Genellikle böceğin kütikula tabakasından giren fungus solunum, yeme vb. ihtiyaçlarını karşılarken enfekte olabilmektedir (Sevim ve diğ., 2014). EPF'ların insektisidal aktivitelerinin yürütülmesi için doğrudan kütikuladan geçebilmesi bitki özsuyu ve hayvanların kanını emerek beslenen böceklerin doğadaki popülasyonlarının azaltılmasında avantaj sağlamaktadır (Ferron,1978; Lacey ve Goettel, 1995). EPF'ların genel hayat döngüsü Şekil 2.3'de gösterilmektedir.



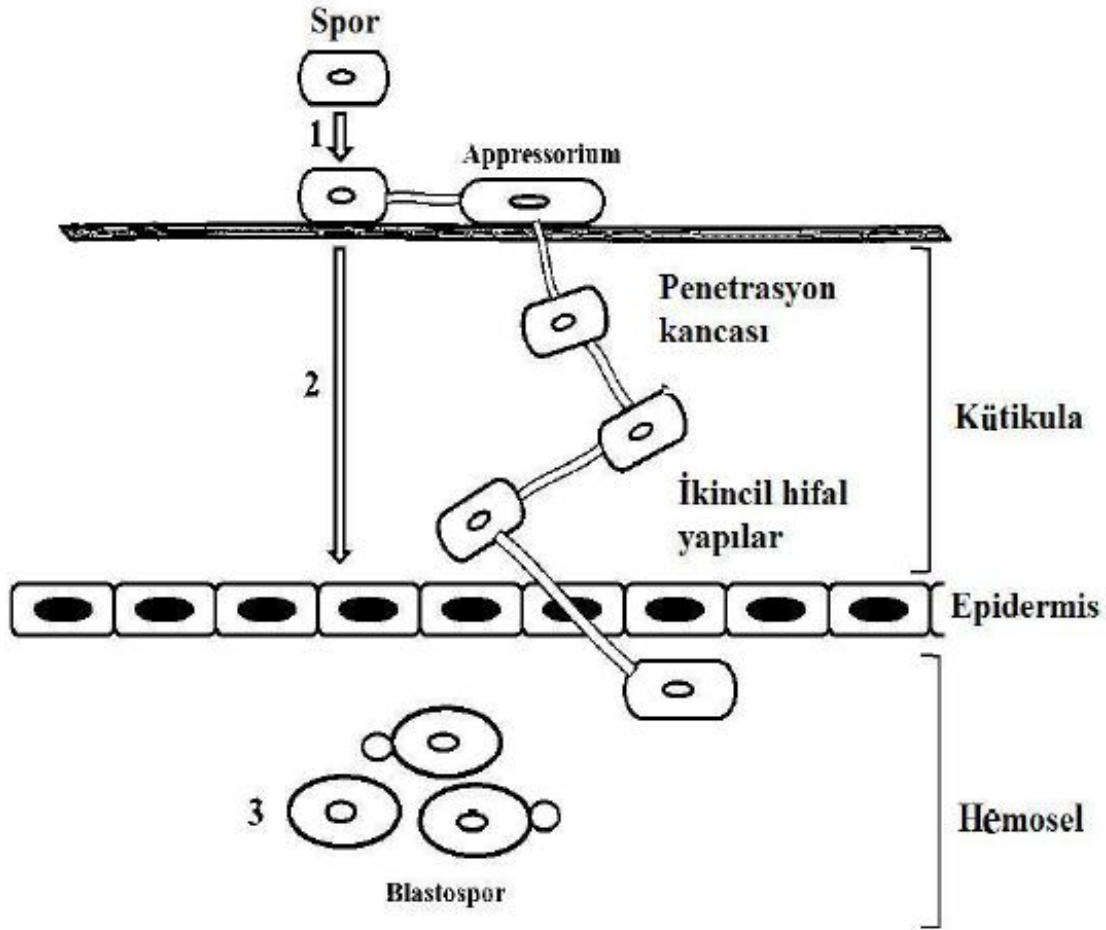
Şekil 2.3. EPF'ların genel yaşam döngüsü (Hajek, 1999; Sevim ve diğ., 2014).

Zararlılara karşı entomopatojenik fungusun etki mekanizmasının başlangıcı sporun hedef eklembacaklıya yapışması ile başlar. Yapışma sonucu germ tüpünü oluşturarak çimlenmeyi başlatır ve germ tüpünün düzleştirilmiş ve kalınlaşmış ucu olan bir apressorium ile sonuçlanır. Appressorium sonrası proteazlar, lipazlar, kitinazlar ve mekanik basınç dahil olmak üzere bir hidrolitik enzim penetrasyonu sağlayarak ilk aşama tamamlanmış olur. Penetrasyon sonrası mantar tomurcuklanarak çoğalır ve böcek fizyolojisini ele geçirmeye başlar. Bazı entomopatojen fungusların ürettiği toksin ürünler bu aşamada immün savunmasını bastırmasına ve konukçunun erken ölmesine neden olmaktadır. Fizyolojik dengesi yok olan konakçı son aşamada ölür. Konakçı mikoziz nedeniyle öldükten sonra kadavrada üremeye devam eden fungus konidiyoforlar oluşturarak etrafa yayılır (Şekil 2.3)(URL-3; Sevim ve diğ., 2014).

2.4.1.1.3. Entomopatojenik Fungusların Enfeksiyonu

Bitki paraziti fungusların bitki hücre duvarındaki engelleri aşma yapısına benzer şekilde, EPF'lar da patojeniteyi sağlayabilmeleri için böcek kütükulasından doğrudan giriş yapmaktadır. Bu işlem çeşitli fiziksel ve enzimatik reaksiyon sonucu gerçekleşmektedir. *B.*

bassiana ve *M. anisopliae* vb. fungusların salgılamış olduğu toksin, kütikülayı geçen fungusun doku içinde yayılması ve spor oluşumunu tamamlamadan böceğin ölümüne neden olabilmektedir. EPF'ların saprofilik yaşam döngüsüne sahip olması, olumsuz çevre şartlarına dayanıklı spor oluşturmaları ve toprak ve organik atıklardan izole edilebilmeleri biyolojik mücadelede önemli bir yer edinmelerine neden olmuştur (Erkılıç ve Uygun, 1993).



Şekil 2.4. EPF'ların böcek kütikulasındaki fungal enfeksiyon basamaklarının gösterimi (Sevim ve diğ, 2014)

EPF'lar tarafından böceklerin enfeksiyonunda ilk adım, fungus konidileri ile konukçu böcek arasındaki temastır. EPF böcek kütikulasına tutunduktan sonra sporları çimlenmektedir ve çim tüpünü oluşturmaktadır. Çimlenen sporlar ilk başta apressoryum sonrasında penetrasyon yapısı oluşturarak enfeksiyonu başlatırlar. Hemosele ulaşan fungus genellikle maya benzeri şekilde hemolimf içerisinde çoğalır ve fungus konukçu böceğin savunma mekanizmasından geçebilirse konukçusunun vücut boşluğuna ulaşarak istila etmekte ve sonuç olarak toksin

üretimi veya fungal yapıların çoğalması gibi nedenlerle böceğin ölümüne neden olmaktadır. Ancak bu aşamada, böcekte bulunan bazı savunma mekanizmaları harekete geçerek patojeni etkisiz hale getirebilmektedir. Bazı funguslar salgıladığı toksinler sayesinde ölüm süresini daha erkene alabilmektedir. Uygun ortam olduğunda enfekte olan böceğin ölümü neticesinde fungus hifsel yapısını oluşturarak fungusun çevreye yayılımını sporlar sayesinde sağlamaktadır. Oluşan sporlar bazı türlerde çevresel şartlara ve zor koşullara dayanıklı dinlenme formlarıdır. Yapay besin ortamlarında nispeten ucuz bir maliyetle üretimlerinin mümkün olması mitosporik entomopatojen fungusların çeşitli zararlıların mücadelesine yönelik biyoinsektisit olarak geliştirilmelerini hızlandırmıştır (Uygun ve diğ., 2010; Goettel ve diğ., 2005).

EPF sporları hedef organizmanın yok olmasını takiben konidiler etrafa dağılarak yeniden enfeksiyon başlatabilmekte ve bu şekilde döngü tekrar etmektedir. Bu grup funguslar, farklı metabolitler üreterek zararlı böcekleri farklı şekillerde etkilemekte ve öldürmektedir. Kimyasal olarak farklı toksik metabolitlerin varlığı *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Lecanicillium* gibi entomopatojen fungus cinslerinde bulunan türlerde tespit edilmiştir (Zimmerman, 2007b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada 10 mM dNTP mix (R0192), *Taq* DNA polimeraz (EP0402) ve 50×TAE Buffer (B49) Thermo Scientific firmasından temin edilmiştir. Gliserol (G5515), Etidyum bromür (E1510), Kloramfenikol (C0378), Streptomisin sülfat (S6501), Tween-80 (P1754) kimyasalları Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir. Patates Dekstroz Agar (PDA) (VM692830-539) besiyeri ve Etanol (K50505283-836) Merk firmasından temin edilmiştir. Sabouraud Dekstroz Agar (SDA) (M063) besiyeri Himedia firmasından temin edilmiştir. Yeast Ekstrakt (84601.0500) VWR firmasından temin edilmiştir. Agaroz Prona ve Dodine Süperprex firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri

3.1.2.1. Sabouraud Dekstroze Agar (SDA)

Toprak örneklerinden fungus izolasyonu için SDA besiyeri kullanılmıştır. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda 1 lt besiyeri için 65 gr kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyeri 121°C'de 1.1 atm basıncında 15 dk. otoklav ile steril edilmiştir. Daha sonra besiyerinin içerisine son hacimde 0.2 µg/ml olacak şekilde dodine (N-dodecylguanidine monoacetate), 100 µg/ml kloramfenikol ve 50 µg/ml streptomisin antibiyotikleri ilave edilmiştir. Petri kaplarına dökülen SDA besiyerleri daha sonra kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.2.2. Patates Dekstroz Agar+ %1 Yeast Ekstrakt (PDAY)

Tek spor izolasyonu, stok ve DNA izolasyonları için kullanılan PDAY besiyeri üretici firmanın doğrultusunda 1 lt besiyerine 39 gram tartılarak ve üzerine 10 gr Yeast Ekstrakt ilave edilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyeri 121°C'de 1.1 atm basıncında 15 dk. otoklav ile steril edilmiştir. Petri kaplarına dökülen PDAY besiyerleri daha sonra kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Solüsyonlar

3.1.3.1. Kloramfenikol (10 mg/ml)

Çalışmada kullanılan kloramfenikol antibiyotiği %96'lık etanol içerisinde 10 mg/ml olacak şekilde stok halinde hazırlanmıştır.

3.1.3.2. Streptomisin (50 mg/ml)

Çalışmada kullanılan streptomisin antibiyotiği steril dH₂O içerisinde 50 mg/ml olacak şekilde stok halinde hazırlanmıştır.

3.1.4. Çalışmada Kullanılan Kitler

Çalışmada fungus örneklerinden genomik DNA izolasyonu Innuspeed Soil DNA (AnalytikJena, Almanya) Kiti kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.5. Toprak Örneklerinin Toplanması

Çalışma boyunca 90 toprak örneği 2015 Temmuz ve 2016 Mayıs ayları arasında Kırşehir ili ve çevresinden farklı lokalitelerden toplanmıştır. Toprak örnekleri arazi büyüklüğüne bağlı olarak aralarında en az 5 metre mesafe bulunan 5 farklı noktadan; toprağın üst kısmı kaldırıldıktan sonra yaklaşık 20 cm derinlikten alınarak bir noktada toplanmıştır. Her noktadan alınan yaklaşık 1 kg toprak örneği bir noktada karıştırılmış ve karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra yaklaşık olarak 1 kg toprak örneği polietilen torbalara konulmuştur. Oda şartlarının hakim olduğu ortamlarda muhafaza edilerek en kısa zamanda laboratuara getirilmiş ve +4°C de beklemeye bırakılmıştır (Sevim ve diğ., 2010a). Toprak örneklerinin toplandığı tarih ve yer kayıta geçtikten sonra en kısa zamanda örnekler EPF izolasyonu için işlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinden Entomopatojenik Fungus İzolasyonu

Toplanan her bir toprak örneği entomopatojenik fungus izolasyonundan önce tekrar karıştırılmış; içerisindeki taş, ot vb. yabancı maddelerden temizlenmiştir. Tartılan 1 gram toprak örneği 15 ml'lik test tüplerine aktarılarak üzerine 10 ml steril distile su eklenmiştir. Örneklerin homojen bir şekilde karışması için tüpler 10 dk boyunca vortekslenmiştir. Tek

koloni fungus izolasyonu için örneklerden 10^{-1} 'den 10^{-7} 'ye kadar seri dilüsyonları hazırlanmış ve 250 µl her bir dilüsyondan dodine, kloramfenikol ve streptomisin antibiyotiklerini içeren SDA besiyerlerine ekimleri gerçekleştirilmiştir. Örnekler 28°C'de 2 hafta inkübasyona tabii tutulmuştur (Goettel ve Inglis, 1997).

İnkübasyon periyodunun sonunda, büyüyen koloniler saf kültür elde etmek için tekrardan SDA besiyerine transfer edilmiştir. Saf kültür olarak izole edilen fungus örneklerinde 1×10^5 (konidia/ml) konidia süspansiyonları hazırlanmış ve bu süspansiyonlardan 100 µl PDAY içeren petri kaplarına yayılmıştır. Petri kapları 28°C'de 1 hafta inkübe edilmiş ve tek koloniler elde edilmiştir. İzole edilen tek koloniler sonraki çalışmalarda kullanılmıştır.

3.2.2. Fungus Örneklerinin Depolanması

Tek spordan üreyen saf kültürlerden 1×10^6 spor konsantrasyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan spor konsantrasyonlarından 850 µl cryotüplerine aktarılmıştır. Üzerine 150 µl gliserol ilave edilerek %15'lik gliserol stoklar hazırlanmış ve -20°C de muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Fungal İzolatların Tür Tayini

3.2.3.1. Morfolojik Tür Tayini

Tek spordan izole edilen fungus örneklerinin morfolojik karakterizasyonu Dr. Richard Humber (USDA-ARS Collection of Entomopathogenic Fungi, Ithaca, NY, USA) tarafından yayınlanan "Entomopathogenic Fungal Identification" adlı kaynağa göre yapılmıştır (Humber, 1997). Morfolojik karakterizasyon bazı fungal yapılar temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Koloni morfolojisi, konidia ve konidiyofor yapısı, varsa çap ve boylarının ölçüleri, hiflerin özelliği ve renkleri incelenmiş ve bu parametreler tür tayininde kullanılmıştır.

Morfolojik karakterizasyon sonrasında Fungus örnekleri koloni morfolojisi ve renklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Yeşil renkli koloni morfolojisine sahip funguslar *Metarhizium* ve beyaz renk koloni morfolojisine sahip funguslar ise *Beauveria* olarak ayrılmıştır. İzole edilen fungus örneklerinin morfolojik tür tayinleri moleküler karakterizasyonlar ile onaylanmıştır.

3.2.3.2. Moleküler Tür Tayini

3.2.3.2.1. DNA İzolasyonu

Tek spor izolasyonu ile saf olarak elde edilen fungus örneklerinden genomik DNA izolasyonu Innuspeed Soil DNA (AnalytikJena, Almanya) Kiti Kullanılarak üretici firmanın önerileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2.2. *Beauveria* İzolatlarının Moleküler Tür Tayini

Beauveria izolatlarının moleküler tür tayinlerinin gerçekleştirilmesi için B-lokus nükleer ara bölge (*bloc*) gen bölgesi kullanılmıştır. Yaklaşık 1500 bp büyüklüğündeki *bloc* gen bölgesi B5.1F (5'-CGACCCGGCCAACTACTTTGA-3') forvard primeri ve B3.1R (5'-GTCTTCCAGTACCACTACGCC-3') reverse primeri kullanılarak çoğaltılmıştır (Rehner ve diğ., 2006). *Beauveria* izolatlarının *bloc* gen bölgesinin çoğaltılması için hazırlanan PCR reaksiyon karışımı son hacimde; 1×*Taq* DNA polimeraz buffer, 1,5 mM MgCl₂, 200 µM herbir dNTP'den, 0,5 pmol/µl herbir primerden, 50 ng Kalıp DNA, 2,5 U *Taq* DNA polimeraz olacak şekilde 50 µl son hacimde gerçekleştirilmiştir. PCR koşulları: ilk denatürasyon basamağı 95°C'de 5 dakika olarak ayarlanmıştır. Daha sonra 35 döngü denatürasyon 95°C'de 1 dk., primer bağlanma sıcaklığı 50°C'de 45 sn ve uzama basamağı 72°C'de 2 dk. olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Son uzama basamağı 72°C'de 10 dk. olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonu sonucu elde edilen ürünler 0,5 µg/ml etidyum bromür içeren %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülmüş ve UV ışığı altında görüntülenmiştir. PCR ürünleri DNA dizi analizi için MACROGEN (Hollanda) firmasına gönderilmiştir. Gelen DNA diziler BioEdit Programı ile işlendikten sonra, NCBI GenBank'ta yer alan DNA dizileri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sekanslar filogenetik analiz için kullanılmıştır. *Beauveria* izolatları için, filogenetik ağaçlar Rehner ve diğ. (2011) tarafından yapılan *bloc* sekansları bilinen diğer *Beauveria* izolatları kullanılarak elde edilmiştir.

3.2.3.2.3. *Metarhizium* İzolatlarının Moleküler Tür Tayini

Metarhizium izolatlarının moleküler tür tayinlerinin gerçekleştirilmesi için beta tübülün (*Bt*) gen bölgesi kullanılmıştır. Yaklaşık 1300 bp büyüklüğündeki β -*tubulin* gen bölgesi T1 (5'-AACATGCGT GAGATTGTAAGT-3') forvard primeri ve T22 (5'-TCTGGATGT TGTTGGGAATCC-3') reverse primerleri kullanılarak çoğaltılmıştır (O'Donnell ve Cigelnik,

1997). *Metarhizium* izolatlarının *Bt* gen bölgesinin çoğaltılması için hazırlanan PCR reaksiyon karışımı son hacimde; $1 \times Taq$ DNA polimeraz buffer, 1,5 mM $MgCl_2$, 200 μM herbir dNTP'den, 0,5 pmol/ μl herbir primerden, 50 ng Kalıp DNA, 2,5 U *Taq* DNA polimeraz olacak şekilde 50 μl son hacimde gerçekleştirilmiştir. PCR koşulları: 95°C'de 5 dakikalık ilk denatürasyon basamağından sonra 35 döngü 95°C'de 1 dk. denatürasyon, 55°C'de 1dk. primer bağlanma ve 72°C'de 2 dk uzama basamağı ve son adım olarak 72°C'de 10 dk. son uzama basamağı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonu sonucu elde edilen ürünler 0,5 $\mu g/ml$ etidyum bromür içeren %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülmüş ve UV ışığı altında görüntülenmiştir. PCR ürünleri DNA dizi analizi için MACROGEN (Hollanda) firmasına gönderilmiştir. Gelen DNA diziler BioEdit Programı ile işlendikten sonra, NCBI GenBank'ta yer alan DNA dizileri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sekanslar filogenetik analiz için kullanılmıştır. *Metarhizium* izolatları için, filogenetik ağaçlar Bischoff vd. (2009) tarafından yapılan *Bt* sekansları bilinen diğer *Metarhizium* izolatları kullanılarak çizilmiştir.

3.2.4. Patogenite Çalışmaları

Toprak örneklerinden izole edilen EPF'ların sekizinin patojenite testleri en önemli ceviz zararlılarından biri olan elma iç kurdu (*C. pomonella*) üzerine yapılmıştır. Bu sekiz izolat rastgele seçilmiştir.

3.2.4.1. *Cydia pomonella* Larvalarının Büyütülmesi

Çalışmada kullanılan *C. pomonella* larvaları laboratuvar koşulları altında büyütülmüştür. *C. pomonella* yumurtaları Çek Cumhuriyeti, CAS Biyoloji Centre, Entomoloji Enstitüsünden Prof. Dr. Frantisek Marec'ten temin edilmiştir. Yumurtalar 25°C'de nem kontrolü olmadan 16/8 (gündüz/gece) ışık periyodunda büyütülmüştür. Yumurta ve larvalar iğne ile delinmiş kapaklı plastik kaplarda büyütülmüştür (250 ml hacim, 11 cm uzunluk \times 8 cm genişlik \times 5 cm yükseklik). Larvalar hazırlanmış yapay besin ortamında büyütülmüştür. Larvalar besin ortamında gelişir ve pupaya dönüşmektedirler. Pupadan çıkan yetişkin güveler yaralanmamasına özen gösterilerek bir cam tüp yardımı ile toplanmış ve içerisinde suyla ıslatılmış bir sünger parçası bulunan yeni plastik kaplara aktarılmıştır. Yaklaşık 50-60 erişkin içeren kaplar 3-5 gün çiftleşmeleri için bekletilmiş ve daha sonra yumurtalarını bırakmaları sağlanmıştır. Yumurtalamanın olduğu plastik kaplar parçalar halinde kesilmiş ve yüzey sterilizasyonu yapılmış yapay besinin üzerine bırakılmıştır. Larvalar çıktıktan sonra plastik

parçalar alınmıştır. Larva yoğunluğuna göre, larvalar yeni besin ortamına alınmıştır. Laboratuvar ortamında yumurtadan erişkin gveye kadar olan bir neslin üremesi yaklaşık olarak 30-50 gün arasında gerçekleşmiştir (Fukova ve diğ., 2005).

Çalışmada kullanılan yapay besin şu şekilde hazırlanmıştır. Yaklaşık olarak 5 kg yapay besinin hazırlanması için gereken maddeler Tablo 3.1'de verilmiştir. Agarın yaklaşık 600 ml musluk suyu içerisinde şişmesi sağlanır. Buğday unu, arpa unu ve maya karışımı hazırlanır. şişmiş agar büyük bir tencereye konulur ve 5 lt musluk suyu eklenir. Arpa, buğday ve maya karışımında eklenerek 30 dk boyunca karıştırılarak kaynatılır. Elde edilen karışım hafif veya düzgün görünümlü olmalıdır. Karışım yaklaşık 70°C'ye kadar soğutulur ve sonra askorbik asit, sitrik asit, metilparaben, B vitamini kompleksi ve sorbik asit eklenir. Son olarak formaldehit eklenerek karışım tekrar iyice karıştırılır. Karışım hala sıcakken plastik kültür kaplarına dökülür. Besinin soğuması beklenir ve besin UV ışığı kullanılarak 1-2 saat boyunca yüzey sterilizasyonu yapılır. Kapaklarına delik açmadan kapatılır ve buzdolabında +4 °C'de kullanılmaya kadar bekletilir.

Tablo 3.1. *Cydia pomonella*'nın büyütülmesi için gerekli yapay besin içeriği (Fukova ve diğ., 2005)

İçerik	Miktar
Agar	100 g
Buğday unu	800 g
Arpa unu	125 g
Kuru ekmek mayası	125 g
Askorbik asit	25 g
Sitrik Asit	25 g
Metilparaben	8.5 g
Vitamin B-kompleksi	0.35 g
Sorbik Asit	7 g
Formaldehit	30 ml (0.2%)

3.2.4.2. Spor Süspansiyonlarının Hazırlanması

Patojenite testlerinde kullanılacak olan tüm izolatların 1×10^6 spor/ml'lik stok solüsyonlarından PDAY besiyerleri üzerine yayma ekimleri yapıldı. Tek spor fungus kültürlerinin alınması için PDAY petri kapları 28°C'de 1 hafta inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon periyodunun sonunda tek spordan üreyen koloniler seçilerek yeni bir PDAY besiyerine tranfer edildi ve 28°C'de 3 hafta inkübe edildi. İnkübasyon sonunda spor süspansiyonlarını elde etmek için her bir petri kabı üzerine 10 ml steril % 0,01'lik Tween 80

eklendi ve baget yardım ile petri yüzeyleri kazınarak sporlar elde edildi. Daha sonra misel ve agar parçalarının uzaklaştırılması için, süspansiyonlar iki kat steril tülbent ile 50 ml steril falkon tüplerinin içerisine filtre edildi. Spor konsantrasyonları Neubauer hemositometresi kullanılarak hesaplanmıştır. Patojenite çalışmalarında sulu süspansiyonların 1×10^8 spor/ml'lik konsantrasyonları kullanıldı. Sporların yaşayabilirliği, 100 µl spor süspansiyonun PDAY agar üzerine yayma ekim yapılması ve 24 saatlik bir inkübasyondan sonra çimlenme özelliğinin belirlenmesiyle test edilmiştir. Germ tüpü spor çapından büyük olan sporlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Bunun sonucunda % 95 oranında çimlenen sporlar patojenite testlerinde kullanılmıştır (Sevim vd., 2010b).

3.2.4.3. *Cydia pomonella*'ya Karşı Biyotestler

Patojenite testlerinde kullanılan tüm *C. pomonella* larvaları Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Mikrobiyal Genetik Laboratuvarı, laboratuvar kültüründen elde edilmiştir. Sağlıklı larvalar rastgele seçilmiş ve biyotestler için kullanılmıştır. Tüm test izolatlarının virulansını belirlemek için 1×10^8 spor/ml spor konsantrasyonları kullanılmıştır. Her izolat (4-5. instar) için 10 larva direk olarak spor süspansiyonlarının içerisine 5 sn batırılarak inoküle edilmiştir. Kontrol grubu olarak 10 larva % 0,01 Tween 80 solusyonuna batırılmıştır. Uygulmadan sonra örnekler ve kontrol larvaları içerisinde taze hazırlanmış yapay besin bulunan plastik kaplar (20 mm) içerisine aktarılmıştır. Plastik kapların üzerine delikler açılarak havalanması sağlanmıştır. Plastik kaplar karanlık ortamda 25°C'de, 2 hafta inkübasyona bırakılmıştır. Test larvaları mortaliteyi kaydetmek için her gün kontrol edilmiştir ve 15. günün sonunda tüm larvalar incelenerek ölü larvalar sayılmış ve yüzde ölüm değerleri Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Mikoze değerini hesaplamak için, tüm ölü larvaların 2 dakika boyunca % 2 sodyum hipoklorit çözeltisi ile yüzeyleri sterilize edilmiş, ardından 2 dakika % 70 etanolde yıkanmış ve son olarak iki kez 30 saniye steril damıtılmış su içinde yıkanmıştır. Daha sonra larvalar steril nemli filtre kağıdı içeren petrilere alındı. Sporlaşan larvalar sayılarak yüzde mikoze değerleri hesaplandı. Bütün deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Veri Analizi

Çalışmada elde edilen *bloc* ve *Bt* genleri için DNA dizileri BioEdit (Hall, 1999, version 7.09) programı ile düzenlenmiş ve GenBank'ta yer alan diğer DNA dizileri ile karşılaştırılmıştır. Tez çalışmasında elde edilen *Beauveria* izolatlarına ait *bloc* gen dizileri ve Rehner ve diğ.

(2011)'nin çalışmasından referans olarak alınan tüm *bloc* genlerinin kısmi sekansları, aynı şekilde Tez çalışmamızda elde edilen *Metarhizium* izolatlarına ait *β -tubulin* gen sekansları ve Bischoff ve diğ. (2009)'nin çalışmasından referans olarak alınan tüm *Bt* genlerinin kısmi sekansları BioEdit programına ayrı ayrı yerleştirilmiş, son olarak bu sekanslar filogenetik analizde kullanılmıştır. Filogenetik Analizler PHYML paket programının SeaView sürüm 4'ünde general time-reversible (GTR)-based substitution matrix ve gama distribution seçilerek maximum likelihood (ML) metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Guindon ve diğ., 2010; Gout ve diğ., 2010). Dendrogramın güvenilirliği, SeaView sürüm 4 kullanılarak, seç-bağla (bootstrap) analizi ile 1000 tekrarlı olacak şekilde test edilmiştir. Patojenite testlerinde; mortalite verileri, Abbott'ın formülüne göre düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Elde edilen veriler SPSS 16.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmadaki fungus izolatları ile kontrol grubu arasındaki mortalite ve mikoz açısından farklılıklar, varyans analizi (ANOVA) ve ardından Dunnett'in tek yönlü t testi ile belirlenmiştir. Fungus izolatları arasında mortalite oranları ve mikoz açısından farklılıklar ANOVA ve ardından LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3.2.6. Entomopatojenik Fungus İzolatlarının GenBank Kayıt Numaraları

Kırşehir ili ve çevresindeki topraklardan izole edilen EPF izolatlarının GenBank'tan alınan kayıt numaraları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. EPF İzolatlarının GenBank Kayıt Numaraları.

Sıra	İzolat	Tür	<i>bloc</i> GenBank Numarası	<i>bt</i> GenBank Numarası
1	ELA-1	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181833	-
2	ELA-2	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181834	-
3	ELA-3	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181862
4	ELA-4	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181835	-
5	ELA-5	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181836	-
6	ELA-6	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181837	-
7	ELA-7	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181838	-
8	ELA-8	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181839	-
9	ELA-9	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181840	-
10	ELA-10	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181863
11	ELA-11	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181841	-
12	ELA-12	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181864
13	ELA-13	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181842	-
14	ELA-14	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181843	-
15	ELA-15	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181844	-
16	ELA-16	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181845	-
17	ELA-17	<i>Metarhizium brunneum</i>	-	MH181865
18	ELA-18	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181846	-
19	ELA-19	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181866
20	ELA-20	<i>Metarhizium brunneum</i>	-	MH181867
21	ELA-21	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181868
22	ELA-22	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181869
23	ELA-23	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181870
24	ELA-24	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181847	-
25	ELA-25	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181848	-
26	ELA-26	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181849	-
27	ELA-27	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181850	-
28	ELA-28	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181851	-
29	ELA-29	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181852	-
30	ELA-30	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181853	-
31	ELA-32	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181855	-
32	ELA-33	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181871
33	ELA-34	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181872
34	ELA-35	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181856	-
35	ELA-37	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181858	-
36	ELA-38	<i>Metarhizium brunneum</i>	-	MH181873
37	ELA-39	<i>Metarhizium robertsii</i>	-	MH181874
38	ELA-40	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181859	-
39	ELA-41	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MH181860	-
40	ELA-42	<i>Beauveria bassiana</i>	MH181861	-

4. BULGULAR

Bu yüksek lisans çalışmasında Kırşehir ili ve çevresindeki ceviz bahçelerinden toplanan 90 adet toprak örneği EPF varlığı yönünden incelenmiştir. Elde edilen tüm izolatların koloni morfolojisi, konidia ve konidiyofor yapısı, hiflerin özelliği ve renkleri gibi morfolojik özellikleri dikkate alınarak bir morfolojik tanımlamalar gerçekleştirilmiştir. Morfolojik tanımlamayı takiben *Beauveria* izolatları için *bloc* gen bölgesi, *Metarhizium* izolatları için *bt* (beta-tübilin) gen bölgesi DNA dizin analizleri moleküler tanımlanmaları için kullanılmıştır. Seçilen sekiz adet EPF'un hedef zararlı olan *Cydia pomonella*'ya karşı virülans özellikleri belirlenmiştir.

4.1. Toprak Örneklerinden Entomopatojenik Fungus İzolasyonu

Çalışmada Kırşehir ili ve çevresinden farklı lokalitelerden ve farklı vejetasyona sahip ceviz ağırlıklı bahçelerden alınan 90 adet toprak örneğinden dodin seçici besiyeri ortamında toplam 40 adet EPF izole edilmiştir. Vejetasyon olarak bazı örnekler sadece ceviz bahçesi olarak düzenlenen bahçelerden alınmış, bazıları ise ceviz ağacının ağırlıklı olduğu fakat meyve bahçesi olarak dizayn edilmiş bahçelerden alınmıştır. Toprak örneği toplanan bahçelerin 40'ı sadece ceviz bahçesi olup, 50'si ceviz ağırlıklı olmak üzere, elma, kayısı, şeftali, kiraz, armut ve ayva gibi meyvelerin bulunduğu karışık bir vejetasyona sahip bahçelerdir. Toplanan toprak örneklerinin 11'inde (4, 11, 15, 24, 27, 28, 44, 58, 64, 82 ve 86 nolu) ikişer adet EPF türü izole edilirken, 18 toprak örneğinden (8, 10, 12, 20, 25, 26, 29, 32, 37, 50, 65, 83, 84, 85, 87, 88, 89 ve 90 nolu) ise birer EPF izole edilmiştir. Toprak örneklerinden izole edilen EPF'ların 21 (% 52.5)'i ceviz bahçelerinden izole edilirken, 19 (% 47.5)'u ise EPF ise karışık vejetasyona sahip bahçelerden izole edilmiştir. Çalışmada ceviz ve karışık vejetasyona sahip bahçelerden toplanan 90 toprak örneğinin 29 (% 32.2)'u EPF mevcudiyeti bakımından pozitif olarak tespit edilmiştir. Toprak örneklerinden *Beauveria* olarak tanımlanan izolatların 15 (% 55.5)'i ceviz bahçelerinden izole edilirken, 12 (% 45.5)'si karışık vejetasyona sahip olan bahçelerden izole edilmiştir. Toprak örneklerinden *Metarhizium* olarak tanımlanan izolatların

6 (% 46.1)'sı ceviz bahçelerinden izole edilirken, 7 (% 53.9)'si karışık vejetasyona sahip olan bahçelerden izole edilmiştir (Tablo 4.1).

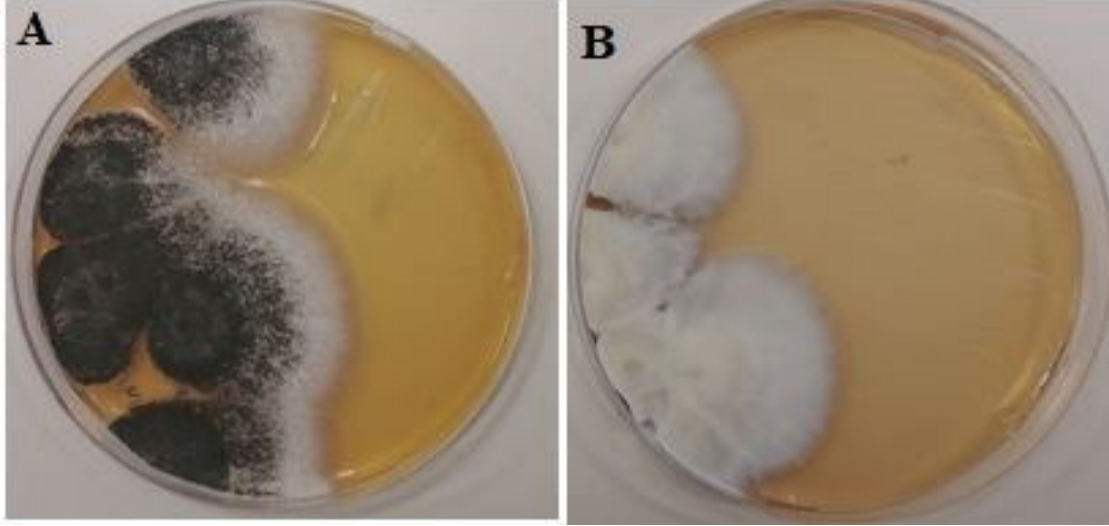
Tablo 4.1. EPF İzolatlarının İzole Edildikleri Topraklara Ait Özellikler.

İzolat	Tür*	Toprak No	Yer	Vejetasyon	Örnekleme Zamanı
ELA-1	<i>B. p</i>	82	Güneykent 1. Bahçe	Ceviz	03.05.2015
ELA-2	<i>B. p</i>	82	Güneykent 1. Bahçe	Ceviz	03.05.2015
ELA-3	<i>M. r</i>	83	Güneykent 2. Bahçe	Ceviz	03.05.2015
ELA-4	<i>B. b</i>	84	Güneykent 3. Bahçe	Ceviz	03.05.2015
ELA-5	<i>B. p</i>	85	Güneykent 4. Bahçe	Ceviz	03.05.2015
ELA-6	<i>B. p</i>	86	Güzler Köyü 1. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-7	<i>B. p</i>	86	Güzler Köyü 1. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-8	<i>B. p</i>	87	Güzler Köyü 2. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-9	<i>B. p</i>	88	Güzler Köyü 3. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-10	<i>M. r</i>	89	Güzler Köyü 4. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-11	<i>B.p</i>	90	Güzler Köyü 5. bahçe	Ceviz	29.05.2015
ELA-12	<i>M. r</i>	4	Kırşehir-Ortaköy Sınırı 2. bahçe	Ceviz	16.07.2015
ELA-13	<i>B. b</i>	4	Kırşehir-Ortaköy Sınırı 2. bahçe	Ceviz	16.07.2015
ELA-14	<i>B. p</i>	8	Kırşehir-Ortaköy Sınırı 6. bahçe	Ceviz	16.07.2015
ELA-15	<i>B. b</i>	10	Değirmenkaşı Köyü	Karışık	31.01.2016
ELA-16	<i>B. b</i>	11	Değirmenkaşı Köyü	Karışık	31.01.2016
ELA-17	<i>M. b</i>	15	Değirmenkaşı Köyü	Karışık	28.02.2016
ELA-18	<i>B. b</i>	15	Değirmenkaşı Köyü	Karışık	28.02.2016
ELA-19	<i>M. r</i>	11	Değirmenkaşı Köyü	Karışık	31.01.2016
ELA-20	<i>M. b</i>	12	Ortaköy/Aksaray yolu 23. KM	Karışık	01.02.2016
ELA-21	<i>M. r</i>	27	Bozkır Sınırı	Karışık	26.03.2016
ELA-22	<i>M. r</i>	27	Bozkır Sınırı	Karışık	26.03.2016
ELA-23	<i>M. r</i>	28	Merkez	Karışık	26.03.2016
ELA-24	<i>B. b</i>	29	Merkez	Karışık	26.03.2016
ELA-25	<i>B. p</i>	20	Dinekbağı Köyü	Ceviz	28.02.2016
ELA-26	<i>B. p</i>	24	Ulupınar Köyü	Karışık	27.03.2016
ELA-27	<i>B. p</i>	24	Ulupınar Köyü	Karışık	27.03.2016
ELA-28	<i>B. p</i>	25	Ulupınar Köyü	Karışık	27.03.2016
ELA-29	<i>B. b</i>	26	Kuruoğlu Köyü	Karışık	27.03.2016
ELA-30	<i>B. b</i>	28	Merkez	Karışık	26.03.2016
ELA-32	<i>B. b</i>	32	Değirmenkaşı Köyü- Yazıyayla	Karışık	26.03.2016
ELA-33	<i>M. r</i>	37	Özbağ	Ceviz	26.03.2016
ELA-34	<i>M. r</i>	44	Merkez	Karışık	26.03.2016
ELA-35	<i>B. b</i>	44	Merkez	Karışık	26.03.2016
ELA-37	<i>B. p</i>	50	Ulupınar Köyü	Karışık	04.04.2016
ELA-38	<i>M. b</i>	58	Kaman, 5. bahçe	Ceviz	30.05.2016
ELA-39	<i>M. r</i>	58	Kaman, 5. bahçe	Ceviz	30.05.2016
ELA-40	<i>B. b</i>	64	Kaman, 11. bahçe	Ceviz	30.05.2016
ELA-41	<i>B. p</i>	64	Kaman, 11. bahçe	Ceviz	30.05.2016
ELA-42	<i>B. b</i>	65	Kaman, 12. bahçe	Ceviz	30.05.2016

B.p: *Beauveria pseudobassiana*, *B. b:* *Beauveria bassiana*, *M. r:* *Metarhizium robertsii*, *M. b:* *Metarhizium brunneum*

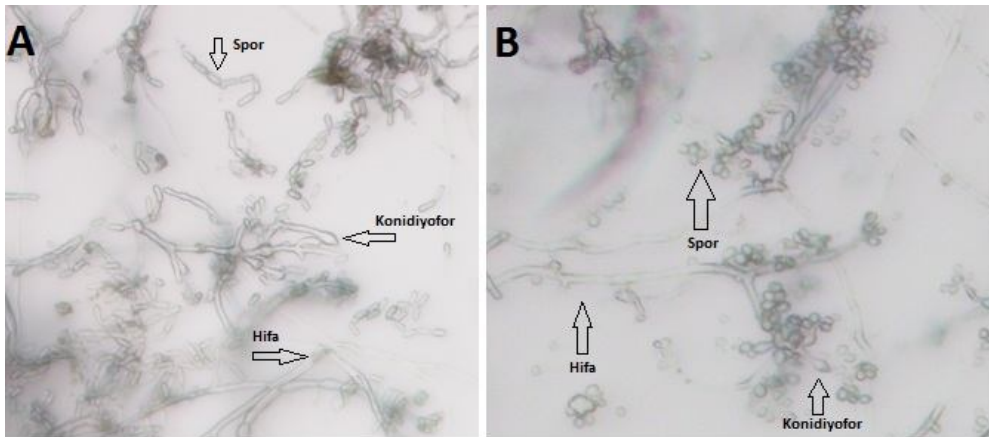
4.2. İzolatların Morfolojik Karakterizasyonu

Toprak örneklerinden izole edilen funguslar ilk olarak PDAY besiyerinde meydana getirdikleri koloni morfolojilerine göre değerlendirilmiştir. Yeşil renkli misel oluşumu *Metarhizium*, beyaz renkli misel oluşumu ise *Beauveria* olarak değerlendirildi (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Bazı entomopatojenik fungusların koloni morfolojileri A: *M. robertsii* ELA- 3, B: *B. bassiana* ELA- 4.

İzolatların mikroskobik yapıları (spor, konidioforlar vb.) direkt olarak 40X objektif altında mikroskopta incelenmiştir (Şekil 4.2). Mikroskobik inceleme sonucunda elde edilen veriler 'Entomopatojenik Fungal İdentifikasyon' isimli teşhis anahtarı (Humber, 1997) kullanılarak morfolojik olarak tür tayinlerinde kullanılmıştır (Şekil 4.2).



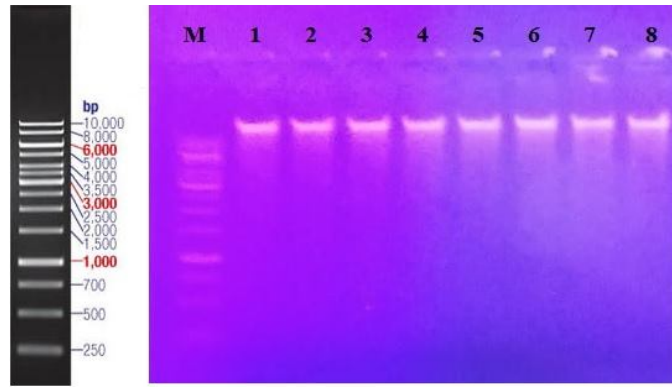
Şekil 4.2. Bazı EPF'ların mikroskobik görüntüsü. A. *Metarhizium robertsii* ELA-12 izolatının mikroskobik görüntüsü. B. *Beauveria bassiana* ELA-32 izolatının mikroskobik görüntüsü

4.3. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu

Çalışmada izole edilen 40 EPF izolatının moleküler karakterizasyonu *β-tubulin* ve *bloc* gen bölgelerinin DNA dizin analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

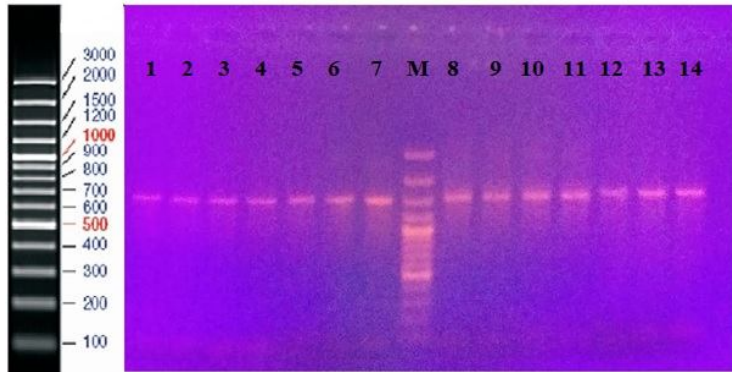
4.3.1. *Beauveria* İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

Morfolojik karakterizasyon sonucunda *Beauveria* olarak tanımlanan 27 izolatın genomik DNA'ları izole edilmiş ve izolatların moleküler karakterizasyonu *bloc* gen sekans analizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bazı *Beauveria* izolatlarının genomik DNA'larının agaroz jel görüntüsü. M: GeneRuler 1Kb DNA ladder (ThermoScientific), 1: *B. pseudobassiana* ELA-1, 2: *B. pseudobassiana* ELA-8, 3: *B. pseudobassiana* ELA-14, 4: *B. pseudobassiana* ELA-28, 5: *B. bassiana* ELA-4, 6: *B. bassiana* ELA-16, 7: *B. bassiana* ELA-24, 8: *B. bassiana* ELA-42.

Beauveria izolatları için yapılan *bloc* gen bölgesi için PCR işlemi sonucunda yaklaşık 1,500 bp'lik amplifikasyon ürünleri elde edilmiştir (Şekil 4.4).



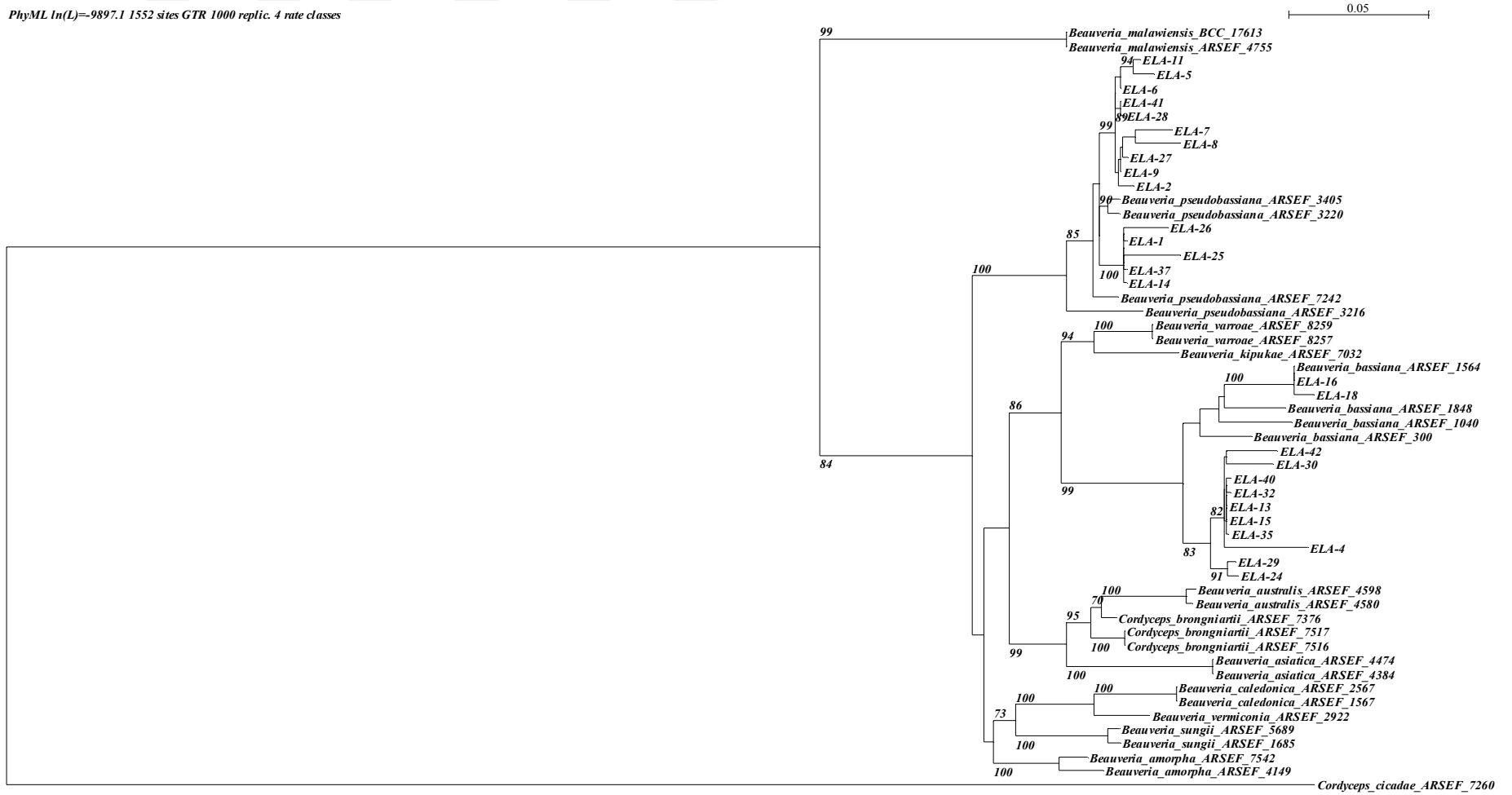
Şekil 4.4. Bazı *Beauveria* izolatlarının *bloc* gen görüntüsü. M: 100 bp Plus DNA ladder (ThermoScientific), 1: *B. pseudobassiana* ELA-1, 2: *B. pseudobassiana* ELA-5, 3: *B. pseudobassiana* ELA-8, 4: *B. pseudobassiana* ELA-9, 5: *B. pseudobassiana* ELA-14, 6: *B. pseudobassiana* ELA-25, 7: *B. pseudobassiana* ELA-28, 8: *B. bassiana* ELA-4, 9: *B. bassiana* ELA-13, 10: *B. bassiana* ELA-16, 11: *B. bassiana* ELA-18, 12: *B. bassiana* ELA-24, 13: *B. bassiana* ELA-35, 14: *B. bassiana* ELA-42.

Beauveria izolatları için yapılan *bloc* gen bölgesi için PCR sonucunda amplifikasyon ürünleri dizin analizine gönderilmiştir. Dizi analizi sonucu gelen *bloc* gen sekansları NCBI GenBank'ta blastlanarak GenBank'ta yer alan diğer *Beauveria bloc* genleri ile karşılaştırılmış ve tür tayinleri doğrulanmıştır. Daha sonra *Beauveria* izolatlarının taksonomik pozisyonlarını göstermek ve tür düzeyinde analizlerini yapmak için filogenetik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Filogenetik ağaçta Rehner ve diğ. (2011)'in çalışmasında kullanılan *Beauveria* izolatları çalışmamızda izole edilen izolatlar ile karşılaştırılarak tür düzeyinde analizler yapılmıştır (Şekil 4.5).

Elde edilen *bloc* gen DNA dizin analizleri sonucunda çizilen filogenetik ağaç incelendiğinde izole edilen EPF'ların 15 (%37.5)'i *B. pseudobassiana* (ELA-1, ELA-2, ELA-5, ELA-6, ELA-7, ELA-8, ELA-9, ELA-11, ELA-14, ELA-25, ELA-26, ELA-27, ELA-28, ELA-37, ELA-41) ve 12 (%30)'si ise *B. bassiana* (ELA-4, ELA-13, ELA-15, ELA-16, ELA-18, ELA-24, ELA-29, ELA-30, ELA-32, ELA-35, ELA-40, ELA-42) olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.5).



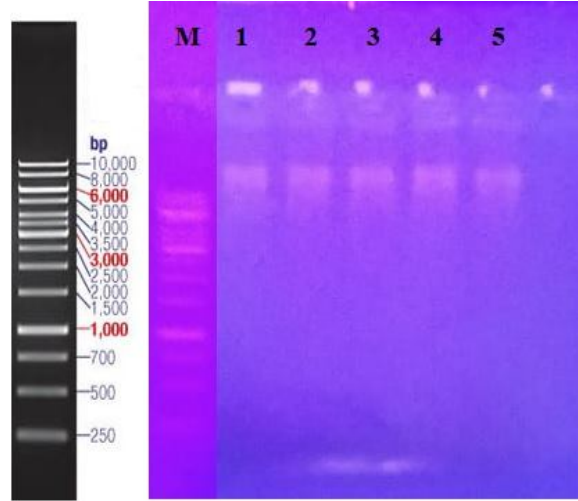
PhyML ln(L)=-9897.1 1552 sites GTR 1000 repl. 4 rate classes



Şekil 4.5. *Beauveria* izolatlarının filogenetik ağacı. Filogenetik ağaç *Beauveria* izolatlarının ve Rehner ve diğ. (2011)'nin çalışmasından alınan yakın ilişkili diğer *Beauveria* türlerin *bloc* gen sekanslarının maximum likelihood (ML) analizi ile oluşturulmuştur. Seç-bağla (bootstrap) analizi 1,000 tekrarlı olacak şekilde test edilmiştir. Filogramın üst kısmındaki ölçek benzersizlik derecesini göstermektedir.

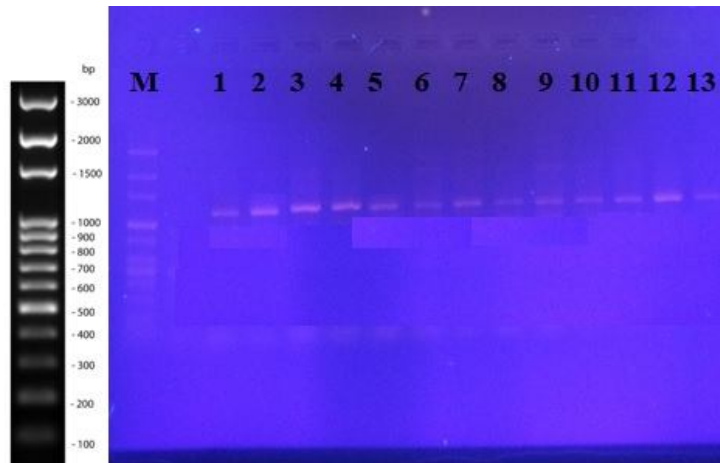
4.3.2. *Metarhizium* İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

Morfolojik karakterizasyonu sonucunda *Metarhizium* olarak tanımlanan 13 izolatın genomik DNA'ları izole edilmiş ve izolatların moleküler karakterizasyonu *bt* (beta-tübilin) gen sekans analizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Bazı *Metarhizium* izolatlarının genomik DNA'larının agaroz jel görüntüsü. M: GeneRuler 1Kb DNA ladder (ThermoScientific), 1: *M. robertsii* ELA-3, 2: *M. robertsii* ELA-19, 3: *M. robertsii* ELA-33, 4: *M. brunneum* ELA-17, 5: *M. brunneum* ELA-38.

Metarhizium izolatları için yapılan *bt* gen bölgesi için PCR işlemi sonucunda yaklaşık 1,300 bp'lik amplifikasyon ürünleri elde edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. *Metarhizium* izolatlarının β -tubulin gen görüntüsü. M: 100 bp DNA ladder (Solis Biodyne), 1: *M. robertsii* ELA-3, 2: *M. robertsii* ELA-10, 3: *M. robertsii* ELA-12, 4: *M. robertsii* ELA-19, 5: *M. robertsii* ELA-21, 6: *M. robertsii* ELA-22, 7: *M. robertsii* ELA-23, 8: *M. robertsii* ELA-33, 9: *M. robertsii* ELA-34, 10: *M. robertsii* ELA-39, 11: *M. brunneum* ELA-17, 12: *M. brunneum* ELA-20, 13: *M. brunneum* ELA-38.

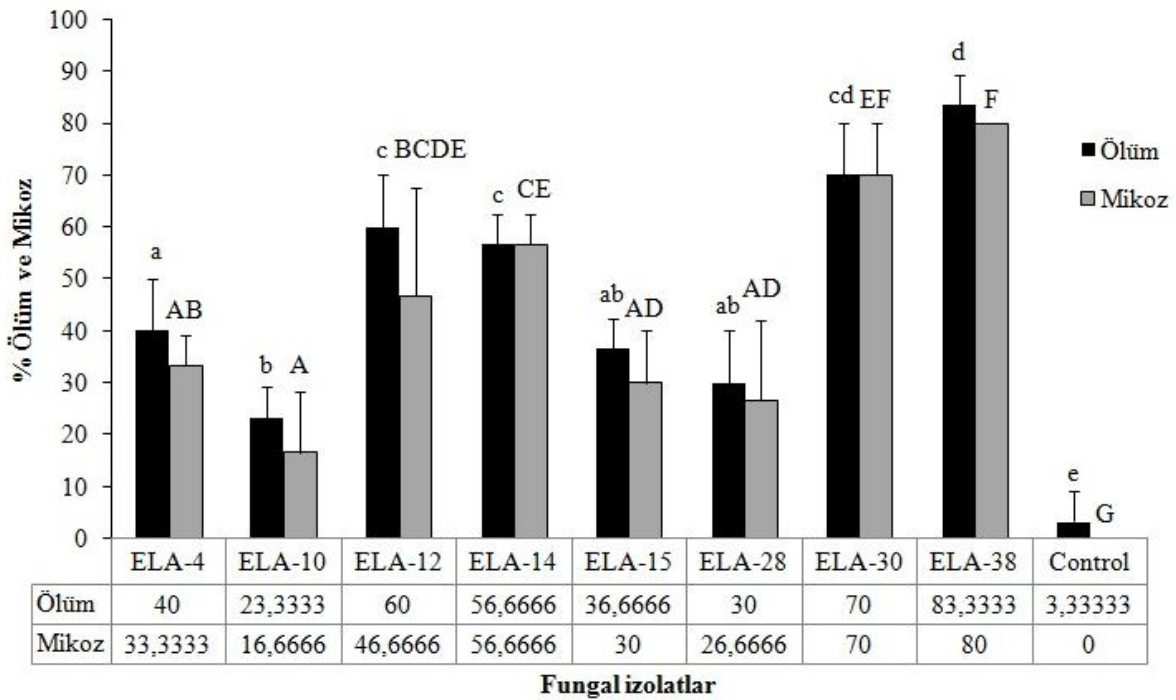
Metarhizium izolatları için yapılan *bt* gen PCR sonucunda amplifikasyon ürünleri dizin analizine gönderilmiştir. Dizi analizi sonucu gelen *bt* gen sekansları NCBI GenBank'ta blastlanarak GenBank'ta yer alan diğer *Metarhizium bt* genleri ile karşılaştırılmış ve tür tayinleri doğrulanmıştır. Daha sonra *Metharziium* izolatlarının taksonomik pozisyonlarını göstermek ve tür düzeyinde analizlerini yapmak için filogenetik çalışmalar yapılmıştır. Filogenetik ağaçta Bischoff ve diğ. (2009)'in çalışmasında kullanılan *Metharziium* izolatları çalışmamızda izole edilen izolatlar ile karşılaştırılarak tür düzeyinde analizleri yapılmıştır (Şekil 4.8).

Elde edilen *bt* gen bölgesi için DNA dizin analizleri sonucunda çizilen filogenetik ağaç incelendiğinde izole edilen EPF'ların 10 (%25)'ü *M. robertsii* (ELA-3, ELA-10, ELA-12, ELA-19, ELA-21, ELA-22, ELA-23, ELA-33, ELA-34, ELA-39) ve 3 (%7.5)'ü *M. brunneum* (ELA-17, ELA-20, ELA-38) olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.8).



4.4. Fungal İzolatların Patojenite Testleri

Çalışmada izole edilen ve tür düzeyinde tanımlamaları yapılan 40 EPF'dan rastgele sekizi seçilmiş ve laboratuvar koşullarında *C. pomonella* larvalarına karşı test edilmiştir. Patojenite testleri izolatların 1×10^8 spor/ml'lik konsantrasyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rastgele seçilen izolatlardan 2'si *B. pseudobassiana* (ELA-14, ELA-28), 3'ü *B. bassiana* (ELA-4, ELA-15, ELA-30), 2'si *M. robertsii* (ELA-10, ELA-12) ve 1'i *M. brunneum* (ELA-38) olarak seçilmiştir. Tüm izolatlar, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında farklı ölüme ($F = 29.662$, $df = 8$, $p < 0.05$) ve mikoz değerlerine ($F = 16.734$, $df = 8$, $p < 0.05$) neden olmuştur. Ayrıca, tüm izolatlar birbirine göre farklı ölümlere neden olmuştur ($F = 19.571$, $df = 7$, $p < 0.05$). En yüksek mortalite oranı %83 ile *M. brunneum* ELA-38'den elde edildi ($F = 19.571$, $df = 7$, $p < 0.05$) (Şekil 4.9.). Ek olarak, tüm izolatlar birbirine göre farklı mikoz değerlerine neden olmuştur ($F = 11.214$, $df = 7$, $p < 0.05$) ve en yüksek mikoz oranı %80 ile *M. brunneum* ELA-38'den elde edilmiştir. Diğer ölüm ve mikoz değerleri sırasıyla %23 ile %70 ve %16 ile %70 arasında değişmektedir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. EPF izolatlarının *C. pomonella* larvalarına karşı virülansı. Ölüm verileri, Abbott'ın formülüne göre düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Çubuklar standart sapmaları göstermektedir. Farklı küçük harf ve büyük harfler, sırasıyla larva ölümleri ve mikoz değerleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları temsil etmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, ülkemizde ceviz üretiminde öncü illerden biri olan Kırşehir'in farklı lokalitelerdeki ceviz bahçelerinden entomopatojen fungusların izolasyonu, karakterizasyonu ve ceviz bahçelerinde ciddi zarara neden olan *Cydia pomonella*'ya karşı virülansının belirlenmesine ait bulgular içermektedir. Kırşehir ilinin çeşitli lokalitelerinden alınan topraklardan izole edilen *Metarhizium* ve *Beauveria* izolatlarının *Cydia pomonella*'ya karşı patojenitesi hakkında genel bulgu ve bilgi içermektedir.

Kimyasal insektisidler tarım ve ormancılıkta birçok ürün verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen zararlı böcek türlerini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Kimyasal ilaçların kullanımının çeşitli avantaj ve dezavantajları vardır. Kimyasal ilaçların etki mekanizması diğer kontrol mekanizmalarına göre hızlı ve etkin olmasına rağmen uzun vadede hedef zararlı organizmalarda direnç oluşturması, doğal kaynaklarımız olan toprak ve suya karışarak diğer canlı gruplarına zarar vermesi, insanların ve yararlı canlıların sağlığını tehdit etmesi gibi belli başlı zararlarının olması gibi ciddi dezavantajları vardır. Gelişen ve genişleyen ürün yelpazesinde zararlı organizmalarla mücadelede alternatif mücadele yöntemleri arasından doğa dostu, insanlara ve diğer canlı gruplarına herhangi bir zararı bulunmayan, doğada tabii olarak bulunan biyolojik mücadele etmenlerinin kullanılması yaygınlaşmıştır. Zararlı böceklerin doğadaki popülasyonunun düzenlenmesinde mikrobiyal mücadelede ajanı olarak EPF'lar önemli bir rol oynamakta ve uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. EPF grubu arasında bazı türler, tarım ve ormancılıkta birçok zararlı türlere karşı ümit vaat eden çevre dostu mikroinsektisitler olarak geliştirilmiştir (Wang ve Wang 2017). Bu entomopatojen türlerin yaşamlarının belirli bir dönemini toprakta geçirdikleri ve toprağın ortak bileşeni olduğu için tarımda kullanımı kolaylaşmaktadır (Meyling ve Eilenberg 2007). Şimdiye kadar, farklı EPF türlerine dayanan yaklaşık 170 ticari ürün geliştirilmiştir (Lovett ve St Leger 2017). Gerçekleştirilen bu tez kapsamında 2015-2016 yılları arasında Kırşehir ilinin farklı bölgelerinde, farklı yoğunlukta ceviz ağacını ihtiva eden bahçelerden alınan toplam 90 adet toprak örneği EPF içeriği açısından incelenmiştir. Toprak örneklerinden izole edilen EPF'lar tür tayinleri ve karakterizasyonları yapılarak biyolojik mücadele etmeni olarak

kullanılabilirlik potansiyellerinin incelenmesi çalışılmıştır. Bu çalışma Kırşehir ili için gerçekleştirilen ilk çalışma olup, bulunan etkili EPF'ların kimyasal insektisitlere alternatif, güvenilir biyoinsektisitler olma potansiyellerinin olduğu düşünülmektedir.

Şimdiye kadar, EPF'lar hem *Galeria* tuzak tekniği hem de dodin bazlı seçici ortam kullanılarak (Sevim ve diğ. 2010; Clifton ve diğ.. 2015) çiftçilik ve organik ürün yetiştirmek için kullanılan topraklardan, orman topraklarından ve ekilmemiş doğal toprak örneklerinden izole edilmiştir (Mora ve diğ., 2016). Ilıman bölgeye ait toprak örneklerinin içerdiği EPF'ların bolluğu ve çeşitliliği göz önüne alındığında, bu topraklarda en bol bulunan türlerin *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ve *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin olduğunu söylemek mümkündür (Perez-Gonzales ve diğ., 2014). Bununla birlikte farklı toprak türlerinden elde edilen fungus türleri değişiklik göstermektedir. Örneğin, *M. anisopliae* bir tarım türü olarak kabul edilmekle birlikte, *Isaria* spp. orman ekosistemlerinde sıkça bulunurlar. *B. bassiana* gibi bazı türler ise bir çok çeşitli habitatlarda bulunmaktadır (Meyling ve Eilenberg 2007). Yapılan bu tez çalışmasında 90 adet toprak örneği Kırşehir ili ceviz ve cevzi ağırlıklı olan karışık meyve bahçelerinden toplanmıştır. Toprak örneklerinin %32,2'sinden EPF izole edilmiştir. Elde edilen fungal izolatların morfolojik tanımlamalarından sonra moleküler karakterizasyon çalışmaları tamamlanmış ve bu çalışmalar doğrultusunda elde edilen izolatlar *B. pseudobassiana* (15), *B. bassiana* (12), *M. robertsii* (10) ve *M. brunneum* (3) olarak tanımlanmıştır. Fungus izolatların filogenetik analizleri yapılarak tür tanımlanması doğrulanmıştır (Şekil 4.5 ve Şekil 4.8). Bu durum, ceviz bahçelerinde *Beauveria* ve *Metarhizium* cinslerinin yaygın olarak bulunduğunu ve sonuçların literatürdeki çalışmalarla uyumlu olduğunu göstermektedir. Ek olarak, entomopatojenik fungusların genellikle çimlenme ve enfeksiyon için yüksek nem gerektirdiğinden biyolojik mücadele etmeninin mevcudiyetini devam ettirebilmesi ve hedef bölgedeki popülasyon yoğunluğunu arttırmak için sulama gibi tarımsal uygulamaların kullanılarak ceviz alanlarında bu etmenlerin uygulanabilirliğini arttırmak mümkündür.

Tüm EPF'lar arasında, Hypocreales sınıfına giren *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin ve *M. anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, tüm Dünya'da çok çeşitli böcekleri enfekte edebilir. Bilim adamları, yaygın olarak bu iki fungusun hem tarımda hem de ormancılıkta biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmasına ve biyoinsektisit olarak geliştirilmesiyle ilgili araştırma konularına odaklanmıştır (Meyling ve Eilenberg 2007). Literatürde, *B. bassiana* ve *M. anisopliae* dahil olmak üzere EPF'ların ekonomik zararlıların larvalarına karşı enfektivitesini

ve bunlardan izolasyonu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Zimmermann ve diğ. 2013; Lacey ve Unruh 2005). *B. bassiana* kültürlerinden üretilen yaygın bir biyolojik insektisit olan Boverin tarım ilacının uygulamasının *C. pomonella* popülasyonlarını başarıyla azalttığı bildirilmiştir (Gardner ve McCoy, 1992). Literatürde *C. pomonella*'ya karşı kullanılmak üzere izole edilen, karakterizasyonu yapılan ve patojenite testleri gerçekleştirilen birçok EPF bulunmaktadır (Garcia-Gutierrez ve diğ. 2004; Solis Soto ve diğ. 2006; Herker ve diğ. 2010; Zimmermann ve diğ. 2013; Abaajeh ve Nchu 2015). Gerçekleştirdiğimiz bu tez çalışmasında da amacımız bu doğrultudadır. Literatürde yapılan çalışmalara ek olarak bu tez çalışmasında belirlediğimiz izolatlar Türkiye için ilk yerel izolatlardır. Biyolojik mücadele programlarında yerel izolatların kullanılması önerilmektedir. Çünkü yerel izolatlar egzotik izolatlar ile kıyaslandığında hedef olmayan organizmalar üzerine oluşturabilecekleri riskler azdır. Ayrıca buldukları habitat ve toprak tiplerinde adapte olmuşlardır ve bu toprak örneklerinde canlılıklarını korumaları daha yüksektir. Bu da, hedef zararlıların kontrolünde başarı şansını artırmaktadır (Vanninen 1996; Maurer ve diğ. 1997; Bidochka ve diğ. 2002; Tkaczuk ve diğ., 2014; Gürlek ve diğ., 2018). Bu bilgiler ışığında, bu tez çalışmasından elde edilen fungus izolatları, Kırşehir ili ceviz yetiştiriciliği yapılan topraklardan izole edildiğinden ceviz zararlılarına karşı iyi bir biyolojik mücadele etmeni olabileceği düşünülmektedir.

Abaajeh ve Nchu (2015) yaptıkları çalışmada tuzak yöntemi ile yakaladıkları *C. pomonella* larvalarını kullanarak topraktan EPF izolasyonu gerçekleştirmişlerdir ve bu izole edilen fungusların bazılarının patojenitesini zararlı larvaları üzerine denemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda *M. robertsii* olarak tanımladıkları (MTL151 ve GW461) iki izolatın % 85 ölüme neden olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda da izole edilen EPF'ların %25 (10)'i *M. robertsii* olarak tanımlanmıştır. *M. robertsii* izolatlarının ikisi (ELA-10 ve ELA-12) *C. pomonella* larvalarına karşı patojenite deneylerinde kullanılmış ve % 23.3 - % 60 ölüm oranları tespit edilmiştir.

Solis-Soto ve diğ. (2006) yaptıkları bir diğer çalışmada *B. bassiana* BbPM blastosporlarının *C. pomonella* larvalarına karşı etkinliğini bilirmişlerdir ve 1.2×10^9 spor/ml konsantrasyonda kullanılmış izolatların 72 saat içinde % 96 larval ölümüne neden olduğunu göstermişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise *B. bassiana* ELA-30 izolatının %70 ile ikinci en yüksek ölüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak;

‘Kırşehir İli Ceviz Bahçelerinden İzole Edilen Entomopatojen Fungusların Karakterizasyonu ve *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)’ya Karşı Patojenite Testleri’ isimli hazırlanan bu yüksek lisans tezinde aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

1. Kırşehir ilindeki ceviz bahçelerinden toplanan 90 adet toprak örneğinden toplam 40 adet EPF izole edilmiştir.
2. 90 adet toprak örneğinin %32,2 lik kısmı EPF içeriği yönünden pozitif olarak tespit edilmiştir.
3. Elde edilen EPF’ların yapılan morfolojik ve moleküler tür tayinleri ve filogenetik analizleri sonucunda, izolatlar *B. pseudobassiana* (15), *B. bassiana* (12), *M. robertsii* (10) ve *M. brunneum* (3) olarak tanımlanmıştır.
4. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ceviz bahçelerinde *Beauveria* ve *Metarhizium* cinslerinin yaygın olarak bulunduğu tespit edilmiştir.
5. Entomopatojen Fungus izolatları Kırşehir ili ceviz yetiştiriciliği yapılan topraklardan izole edildiğinden ceviz zararlılarına karşı iyi bir biyolojik mücadele etmeni olabileceği düşünülmektedir.
6. Çalışmadaki izolatlardan sekizi rastgele seçilerek en önemli ceviz zararlılarından biri olan *Cydia pomonella* larvalarına karşı patojeniteleri araştırılmıştır.
7. *C. pomonella* larvalarına karşı yapılan patojenite deneylerinde *M. brunneum* ELA-38 izolatının % 83.3 ölüm oranı ile ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir.
8. Yapılan Patojenite testleri sonunda *B. bassiana* ELA-30 izolatının %70 ile ikinci en yüksek ölüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.
9. Seçilen sekiz izolatın diğerlerinin ölüm değerleri %23 ile %70 arasında değişmiştir.

KAYNAKLAR

- Abbajeh, A.R., Nchu, F., 2015, Isolation and pathogenicity of some South African entomopathogenic fungi (Ascomycota) against eggs and larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), *Biocont Sci Technol*, 25 (7), 828-842.
- Abbott, W.S., 1925, A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- AliNiaze, M.T., 1998, Ecology and management of hazelnut pests, *Annual Review of Entomology*, 43, 395-419.
- Akça, Y., 2009, *Ceviz Yetiştiriciliği*, Yenilenmiş ve Genişletilmiş 3. Baskı, Anıt Matbaası, Ankara, ISBN:975-97498-07.
- Aslansoy, B., 2012, *Sultandağı (Afyon) Yöresi Cevizlerinin (Juglans regia L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerine Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Bayazit, S., Tefek, H., Çalışkan, O., 2016, Türkiye’de Ceviz (*Juglans regia L.*) Araştırmaları, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 169-179.
- Bidochka, M.J., Menzies, F.V., Kamp, A.M., 2002, Genetic Groups of the Insect- Pathogenic Fungus *Beauveria bassiana* are Associated with Habitat and Thermal Growth Preferences, *Arch Microbiol*, 178, 531-537.
- Bischoff, J.F., Rehner, S.A., Humber, R.A., 2009, A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage, *Mycologia*, 101, 512-530.
- Budak, Y., 2010, *Ceviz Yetiştiriciliği*, Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Müdürlüğü, Samsun.
- Canıhoş, E., Öztürk, N., Toker D.S., Hazır A., 2014, Doğu Akdeniz Bölgesi Ceviz Bahçelerinde Saptanan Önemli Fungal Hastalıklar ve Zararlılar, *Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri*, Antalya. 178s.
- Chidawanyika, F., 2010, *Thermal tolerance of Cydia pomonella (Lepidoptera: Tortricidae) under ecologically relevant conditions*, Yüksek Lisans Tezi, Faculty of Agrisciences University of Stellenbosch.
- Clarkson, J. M., 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., Hodgson, E.W., Gassmann, A.J., 2015, Abundance of soil-borne entomopathogenic fungi in organic and conventional fields in the Midwestern USA with

- an emphasis on the effect of herbicides and fungicides on fungal persistence, *Plos One*, 10(7), e0133613.
- Çevik, T., 1996, Orta Anadolu Bölgesi Ceviz Ağaçlarında Zararlı ve Faydalı Faunanın Tespiti Üzerinde Araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 36(1-2), 55-72.
- Deacon, J. W., 1983, *Microbial Control of Pests and Diseases*, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., Wokingham, Berks., U.K, ISBN : 0442305125.
- Demirbağ, Z., 2008, *Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele*, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, ISBN NO: 978-975-93278-2-8.
- Ecevit, O., 1998, *Zirai Mücadele ilaçları ve Çevreye olan etkileri*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun.
- Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C., 2001, Suggestions for unifying the terminology in biological control, *Biocontrol*, 46, 387-400.
- Er, M. K., 2013, Adıyaman ve Kahramanmaraş Antepfıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların tespiti (Recovering entomopathogenic fungi in Pistachio orchards in Gaziantep, Adıyaman and Kahramanmaraş), *Türk. Biyo. Müc. Derg.*, 4 (2), 155-163.
- Erkiliç, L., Uygun, N., 1993, Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılma olanakları, *Türk Entomol. Der.*, 17(2), 117-128.
- Ersoy, N., Yılmaz, S., Gümüş, E., 2017, The importance of good agricultural practices in EU membership process (AB sürecinde iyi tarım uygulamalarının önemi), *Mediterranean Agricultural Sciences*, 11(1), 1-16.
- Ferron, 1978, Biological control of insect pest at Entomogenous fungi, *Ann. Rev. Entomol.*, 23, 409-442.
- Franck, P., Reyes, M., Olivares, J., Sauphanor, B., 2007, Genetic architecture in codling moth populations: comparison between microsatellite and insecticide resistance markers, *Mol. Ecol.*, 16, 3554-3564.
- Fukova, I., Nguyen, P., Marec, F., 2005, Codling moth cytogenetics: karyotype, chromosomal location of rDNA, and molecular differentiation of sex chromosomes, *Genome*, 48, 1083-1092.
- Garcia-Gutierrez, C., Gonzales-Maldonado, M.B., Medrano-Roldan, H., Chairez-Hernandez, I., 2004, Evaluación de la cepa BbP1 de *Beauveria bassiana*, Mycotrol, Meta-Sin y azinfos-metilico contra *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en laboratorio y campo, *Folia Entomol Mex*, 43, 1-7.
- Gardner, W.A., McCoy, C.W., 1992, *Insecticides and herbicides*, Biotechnology of Filamentous Fungi: Technology and Products, In: Finkelstein D.B. (ed), 335-359, Butterworth Heinemann Ltd, MA, ISBN: 9781483292212.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık bakanlığı, 2017, Elma İç Kurdu (*Cydia pomonella*) Tanınması, Zarar Şekli ve Mücadelesi, *Çiftçi Bülteni*, 4, 4-5.

- Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016, *Tarımsal üretim hastalıkları ve Zararlıları ile Mücadele*, Ankara.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2012, *Ceviz Hastalık ve Zararlıları ile mücadele*.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T., 2005, *Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations*, Comprehensive Molecular Insect Science, In: Gilbert, L.I., Iatrou, K., Gill, S.S. (eds.), Elsevier, Amsterdam, Hollanda, ISBN: 978-0-444-51924-5.
- Goettel, M.S. and Inglis, D.G. (1997) *Fungi: Hyphomycetes*, Manual of Techniques in Insect Pathology, In: Lacey, L.A. (ed.). Academic Press, London, ISBN: 0124325556.
- Gout, M., Guindon, S., Gascuel, O., 2010, SeaView version 4 : a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building, *Molecular Biology and Evolution*, 27(2), 221-224.
- Göktürk, T., 2001, Artvin’de Ceviz Ağaçlarında Zarar Yapan Böcekler, *Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu*, 5–8 Eylül 2001, Tokat, 240–248.
- Guindon, S., Dufayard, J.F., Lefort, V., Anisimova, M., Hordijk, W., Gascuel, O., 2010, New Algorithms and Methods to Estimate Maximum-Likelihood Phylogenies: Assessing the Performance of PhyML 3.0., *Systematic Biology*, 59, 307-21.
- Güçlü, Ş., Hayat, R., Özbek, H., 1995, Erzurum ve Çevre İllerinde Ceviz (*Juglans regia* L.)’de Bulunan Fitofag Böcek Türlerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19 (2), 137-145.
- Gürlek, S., Sevim, A., Sezgin, F.M., Sevim, E., 2018, İsolation and Characterization of *Beauveria* and *Metarhizium* spp. from walnut fields and their pathogenicity against the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28, 50-55.
- Hajek, A.E., 1999, Pathology and Epizootiology of *Entomophaga maimaiga* Infections in Forest Lepidoptera, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 63, 814-835.
- Hall, T.A., 1999, BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98/NT, *Nucleic Acids Symposium*, 41, 95-98.
- Herker, M., Kleefeldt, U., Stephan, D., 2010, Laboratory experiments with entomopathogenic fungi on artificial hideouts for biocontrol of *Cydia pomonella* and *Cydia funebrana*”, *Ecofruit : Proceedings to the conference from February 22nd to February 24th*, University of Hohenheim, Germany, 149-155.
- Hoddle, M.S., 1999, The Biology and Management of Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (*Homoptera: Aleyrodidae*) on Greenhouse Grown Ornamentals, *Department of Entomology*, University of California, Riverside, CA 92521, USA.
- Humber, R.A., 1997, Entomopathogenic Fungal Identification, San Diego, Elsevier.

- Johnson, J.A., Valero, K.A., Wang, S., Tang, J., 2004, Thermal death kinetics of red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *J. Econ. Entomo*, 97, 1868–1873.
- Kapluhan, E., 2015, Ziraat coğrafyası açısından bir inceleme: Kaman ilçesinde (Kırşehir) ceviz üretim faaliyetleri, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 32, 147-170.
- Karahan, A., Tomas, E., Çelikpençe, Y., Yetim, M.A., Yıldırım, F., Karahan, M., Karaca, İ., 2017, Bazı Ceviz Çeşitlerinin Zararlılar Tarafından Tercihi, *Bahçe*, 46 (özel sayı), 11-19.
- Kershaw, M. J., Moorhouse, E. R., Bateman, R., Reynolds, S. E., Charnley, A. K., 1999, The role of destruxins in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insects, *J. Invertebr. Pathol.*, 74, 213-223.
- Kılıç, E., Yıldırım, E., 2008, Beyaz sineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) Mücadelesinde Entomopatojen Fungusların Kullanım İmkanları, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Dadaşkent-Erzurum, 249-254, ISSN: 1300-9036
- Kılıçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M.K., Kurtuluş, A., Uygun, N., 2010, Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele, *Türk. Biyo.Müc. Derg.*, 1 (1) 15-60.
- Kızılaslan, N., Erdemir, S., 2015, Kaman, Ceviz çeşidine İsmi veren Kırşehir İli Kaman İlçesinde Ceviz yetiştiriciliği ve Ceviz Üretim Faaliyetleri, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 32, 2147-7825.
- Kuyulu, A., Genç, H., 2018, Çanakkale İli Meyve Alanlarında Elma İçkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin Yayılışı Üzerine Bir Araştırma, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 , 85 – 91.
- Lacey, L.A., 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., Unruh, T.R., 2005, Biological control of codling moth (*Cydia pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) and its role in integrated pest management, with emphasis on entomopathogens, *Vedalia*, 12(1), 33-60.
- Leatherdale, D., 1970, The arthropod hosts of entomogenous fungi in Britain, *Entomophaga* 15, 419-435.
- Lenteren, J.C., Babendreier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H.M.T., Kuske, S., Loomans, A.J.M., Menzler-Hokkanen, I., Van Rijn, P.C.J., Thomas, M.B., Tommasini M.G., Q.Q., Zeng, 2003, Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control, *Bio Control*, 48, 3-38.
- Lenteren, J.C., Bale, J., Bigler, F., Hokkanen, H.M.T., Loomans, A.J.M., 2006, Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests, *Annual Review of Entomology*, 51, 609-34.
- Lovett, B., St. Leger, R.J., 2017, The insect pathogens, *Microbiol Spectrum*, 5 (2), 45-53.

- Mamay, M., Yanik, E., 2013, Determination of population development and infestation rates of codling moth [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)] by using different sampling methods in Şanlıurfa province, *Journal of Agricultural Sciences*, 19, 113-120.
- Maurer, P., Couteaudier, Y., Girard, P.A., Bridge, P.D., Riba, G., 1997, Genetic diversity of *Beauveria bassiana* and relatedness to host insect range, *Mycol Res*, 10, 159-164.
- Meyling, N.V., 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.
- Mills, N., 2005, Selecting effective parasitoids for biological control introductions: Codling moth as a case study, *Biological Control*, 34 (3), 274-282.
- Mora, M.A.E., Rouws, J.R.C., Fraga, M.E., 2016, Occurrence of entomopathogenic fungi in Atlantic forest soils, *Microbiol Disco*, 4 (1), 1-7.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E., 1997, Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 7, 103-116.
- Oliver, J.B., Mannion, C.M., 2001, Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee, *Environmental Entomology*, 30, 909-918.
- Pajac, I., Pejic, I., Baric, B., 2011, Codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – major pest in apple production: An overview of its biology, resistance, genetic structure and control strategies, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76 (2), 87-92.
- Pena, J.E., Crane, J.H., Capinera, J.L., Duncan, R.E., Kendra, P., Ploetz, R., Mclean, S., Brar, G., Thomas, M.C., Cave, R., 2011, Chemical control of the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, and other Scolytinae, *Florida Entomology*, 94, 882-896.
- Perez-Gonzales, V.H., Guzman-Franco, A.W., Alatorre-Rosas, R., Hernandez-Lopez, J., Hernandez-Lopez, A., Carrillo-Benitez, M.G., Baverstock, J., 2014, Specific diversity of the entomopathogenic fungi *Beauveria* and *Metarhizium* in Mexican agricultural soils, *J. Invertebr. Pathol*, 119, 54-61.
- Fenemore, P.G., 1984, *Plant Pests and Their Control*, Butterworths of New Zealand Ltd., Wellington, New Zealand, ISBN: 0-409-60087-3.
- Rath, A.C., 2000, The use of entomopathogenic fungi for control of termites, *Biocontrol Science and Technology*, 10, 563- 581.
- Rehner, S.A., Minnis, A.M., Sung, G.H., Luangsa-ard, J.J., Devotto, L., Humber, R.A., 2011, Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103, 1055-1073.
- Rehner, S.A., Posada, F., Buckley, E.P., Infante, F., Castillo, A., Vega, F.E., 2006, Phylogenetic origins of African and Neotropical *Beauveria bassiana* pathogens of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 93, 11–21.

- 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., Pell, J.K., 2006, Bizarre interactions and end games: entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. *Annual Review of Entomology*, 331, 51-57.
- Sevim A., Sevim E., Demirbağ, Z., 2014, Entomopatojenik Fungusların Genel Biyolojileri ve Türkiye’ de Zaralı Böceklerin Mücadelesinde Kullanılma Potansiyelleri. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 8(1), 115-147.
- Sevim, A., Demir, I., Höfte, M., Humber, R.A., Demirbağ, Z., 2010a, Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey, *Biocontrol*, 55, 279-97.
- Sevim, A., Demir, I., Tanyeli, E., Demirbag, Z., 2010b, Screening of entomopathogenic fungi against the european spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae), *Biocontrol Science and Technology*, 20, 3-11.
- Solis-Soto, A., Garcia-Gutierrez, C., Gonzales-Maldonado, M.B., Medrano-Roldan, H., Galan-Wong, Y.L.J., 2006, Toxicidad De blastosporas De *Beauveria Bassiana* (Vuill) contra palomilla Del Manzano *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), *Folia Entomol Mex*, 45 (2), 195-200.
- Solmaz, Y., 2014, *Tekirdağ İlinde Ceviz Bahçesi Beslenme Durumlarının Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, A. K., 2010, *Çanakkale İlinde Elma İçkurdu [Cydia pomonella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]’nun Popülasyon Gelişmesinin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şimşek, M., 2015, Türkiye’de ceviz (*Juglans regia* L.) üretimi ve yapılan seleksiyon çalışmaları konusunda bir araştırma, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 169-179.
- Tanada, Y., Kaya, H.K., 1993, Insect Pathology, *Academic Press*, San Diego, California, USA, ISBN: 0-12-683255-2
- Tkaczuk, C, Krol, A, Majchrowska-Safaryan, A, Nicewicz, L., 2014, The occurrence of entomopathogenic fungi in soils from fields cultivated in a conventional and organic system, *J. Ecol. Eng*, 15 (4), 137-144.
- Tuncer, C., Kushiyevev, R., Erper, İ., 2018, Kabuk ve ambrosya böceklerine karşı alternatif mücadele olarak entomopatojen fungusların kullanımı, *Ormanlık Araştırma Dergisi, Turkish Journal of Forestry Research*, 5 (2), 176-184.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>
- URL-1. <http://www.kirsehir.gov.tr/cografya> [Ziyaret Tarihi: 22.10.2018]
- URL-2. <https://www.cevizyetistir.com/cevizde-hastaliklar-p-113.html> [Ziyaret Tarihi:

04.04.2019]

URL-3 <https://biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/Metarhizium.php>

Uygun, N., Ulusoy, M.R., Satar, S., 2010, Biyolojik mücadele, *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1 (1), 1-14.

Vanninen, I., 1996, Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type, *Mycol. Res*, 100 (1), 93-101.

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*, Doktora Tezi, Combined Faculties for the Natural Sciences and for Mathematics of the Ruperto-Carola University of Heidelberg, Germany.

Wang, C., Wang, S., 2016, Insect pathogenic fungi: Genomics, molecular interactions, and genetic improvements, *Annu Rev Entomol*, 62, 73-90.

Wang, S., Tang, J., Johnson, J.A., Mitcham, E., Hansen, J.D., Cavalieri, R.P., Bower, J., Biasi, B., 2002, Process protocols based on radio frequency energy to control field and storage pests in in-shell walnuts, *Postharvest Biology and Technology*, 26, 265-273.

Weddle, P.W., Elworth, L., 2002, The California walnut IPM expansion Project, (Webpage:<http://entomology.tfrec.wsu.edu/wopdmc/2002PDFs/Rep02%20Implementation%20Weddle.pdf>) (Date accessed: August 2008)

Zeki, C., Özdem, A., 2013, Ceviz bahçelerinde Elma içkurdu [(*Cydia pomonella* L.) (Lep.: Tortricidae)]'nin mücadelesinde tahmin ve uyarı sisteminin oluşturulmasına yönelik çalışmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 53(3), 127-140.

Zimmermann, G., 2007a, Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*, *Biocontrol Science and Technology*, 17, 553-596.

Zimmermann, G., 2007b, Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, *Biocontrol Science and Technology*, 17, 879-920.

Zimmermann, G., Huger, A.M., Kleespies, R.G., 2013, Occurrence and prevalence of insect pathogens in populations of the codling moth, *Cydia pomonella* L.: A long-term diagnostic survey, *Insects*, 4, 425-446.

EKLER

Ek-1. *Beauveria* İzolatlarının *bloc* Gen Sekansları

Beauveria pseudobassiana isolate ELA-1 B locus intergenic region genomic sequence

GenBank: MH181833.1

```
TCCGCGAGAATGGAGAGTGCGGTAGTCTTGGAAAGAAAGAAGACAAGGCCTACCACGAG
GATCATTTCGAAGTCAGCTCTATGTAGTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCTACGGCC
ATGTCCTACATCTGCCCCTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCCTTTCCGCGTATACG
ACGTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCG
ATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGGAGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCCT
ACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGC
ACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCA
AGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTG
CCAGCTCCGTGCCGGTCCGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAACCCGGTTCGACGTT
TACCAAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCA
TGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGA
GGTTCATTGCAAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTTCGA
AGAGGGCATCACTTTCGCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGGC
TCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCAATGCGCC
AAAGTCATCAGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGCA
CTTACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACAGTTGGAT
TCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAATGTATTTCATGGAAATTTAC
TAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGCGGGTATAAATTTGCACTTCCTGGAGCCA
ACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCACGCTAGGAGGCAAAT
CGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTTCCAGAGTAAGAATGAGTTCTTTGCC
CTCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCGC
ACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGTATCTTGGCCGTC
TTCCCGTGACGGGGTGTGATGGTCACGCTGGGGAAGAAGGGCGGCGTGATGAGGTA
GACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCA
TGGCGCCCGCTTTCATTTCCGGGAAGACCGGAGGGGTGCGCGGAAGATCGACCCGGC
CAAACCATCGACGCCGCCACACCAGCCCTA
```

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-2 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181834.1

TACTCGAAGCGCGACTCATCCACGCTACGGCCATGTCTGGACATCTGCCCGTCACTCTTAC
CAACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATACGACGTCGACCCCGAGACGTTTGCCGTTCT
CGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGCG
ATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGC
GACCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGCACAATGTCACCTCAGCTTTCGAAAGCAA
CACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGT
GCCAGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTCGGAGCCAAAAC
AACTGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCG
GCCGAAGCGTGC GCGTTGCGACAATCCAGTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTC
CCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGAGGTTTATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAA
GCCTTGAAAGCGGGAAGGTTTTTTGTTTCGCAAGAGGGCATGATTTGCCCCAACTCAAAA
GACGTTGATGCGGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCATTTGGGGGAGTGGAAAGCGGTA
CAGCGGCTTGCCTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCC
AGCCGCAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAA
CGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGT
AGATATTATTAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAA
GGTGGGTATAACTTTGCACTTCTGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAG
CCCAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCCACAGCGGTACCCCAGTTGCTCTCG
TTCTTTCCAGAGTAAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAG
TTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGG
CGTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCA
CGCTGGGGAAGAAAGGCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGA
CCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCATGGCGCCGCGTCATACACGGAGCCGAGG
TGTTGAATCGACCCGGTTCGAAGTTCGATCCTCGATACCAGCGCTCAATGCAA

***Beauveria bassiana* isolate ELA-4 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181835.1

GCATCGCATGCCACGGCCATGTCCTACATCTGCCAGCACTCTTGCCCACGTCCGGCATG
CCCGCTTCCGCGTATACGACGTCGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCT
ACATTGCCGACATGACCGATCCCGAGTATCAAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATAC
TACTCTGCCAAAGAGTCCTATGGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAG
CTCACACCGGCTTTCTGGCACAATGTCACTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTG
ACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGC
AGAGAGGAGGAAATCTGCCAGCTGCGTGCCGGTCGCAACCAGAGCAACTGCCACAAGAT
TAAGCCCGGAGCGACCTTTGTCAAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGC
GCTGCGACAATTCAGTCATGGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACGGATTCTG
CTGGAGGATCTTCATGCGAGGGTTCATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGC
ACCAGATCTCTCTGTTCTAAAAGGGCATCCGTTTCCCCACTCAACAGACACTGGTGC
GGAATGCCTGCACGCGGCTCTGCCACTTCGGGGAGTGCAACGGTACACGGCCTTGCCACATA
AAACCAACCGCGCCAAAGTCATTGGCATTCTCATTGGCGTGTCTCGCCGCACTTTTCATCG
CCTTTGTACTCACCGCTCACTCCCGTCTCCCTGATGGGGTATGCTCACAGGTCAAAGAG
TTGACGGTTAAACTCACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAGATGTATCAAATGTATT
TATGAAATAATTACCAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGC
ACTTCCTGGAGCCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAAGCCCGAGTAGCGACCCAG
GCTAGGAGGCAAATCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAG
AACGAGTTCCTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCCTTTGTGTAGGGCTT
GCCGTTGAGCGTCGCACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGCGTCAAAGTGGACGTT
GCGAATCTTGGCCGTCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGG
GCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAG
GCGACAAAGGAGTCGACCCGGCCAACTACTTAGACGCGTGCACACCCGCGGCCGCGACC
ACCAGTGCGGCTGACCCGGTCGAAACGACCTTGGATGCGTTACCCAAAGCCCGA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-5 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181836.1

TCCAATCCGTCGGCTGTGAGTGGCGGGCTGGAAGAGAGAAGACAACCGCGGCAGATACT
TGGCGCGGTCTCTGAGGGGTCTGAAGGGGGACGGAACGCAGGCGACCGACTCGTCTAGG
TCGGCCCGAACCGCGAAACGGTTTCCGGCGTGCCCGCTTCCGCGTAAACGACGTCAACC
CCGAGACGTTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCGATCCCGAGTT
TCAGAAATCCGGGCGCGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCTACGGCTCACT
GCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTCTGGCACAATGTCAC
TTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGG
TTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTG
CCGGTCGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGACGTTTACAAAAGG
GACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCATGCCCGATATG
CTGCGCCTGCTCGCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGAGGTTTATTGCG
AGCGGCGCAAGGATTAAGCCTTGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTTCGCAAGAGGGGCATC
ACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTC
GGGGAGTGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCCTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAG
CACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGCACTCACACTAGT
CTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTCACACAGAA
AGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGG
AACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTTTGCACTTCCTGGAGCCAACCACCTTTG
GAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCACAGC
GGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTCCAGAGTAAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAG
AATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTTCGCACTCTGAATA
TAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCCGTGA
CGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGCAAGCCGGCCCGATGAGGTAGCCGTCTTGTC
CGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAGGGCGCCACAGCCGCCAAACCCGCCGCGG
CCTGACTCCGGGAAGACTGCGAGTCTTCCAGGCCGAATCGACCCGGCCAACCCATCGAGA
TACGGCCGCTGAGTAG

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-6 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181837.1

TCCGGGGAATAGAGAGAGAAGGCAGTCTTGAACCGAAAGAAGACAGGCAACGGGAGGA
CCTTGGCGCACCGTAGTAGGGTTCGAAGCGGGACGGAACACACGCTACGGCCACGTCCT
AAATCTGCCCCTCACTCTAACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTTCGCGTAAACGACGTCG
ACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCGATCCCG
AGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCCTACGGCT
CACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGCACAATG
TCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCC
GGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATCTGCCAGCTC
CGTGCCGGTTCGGAGCCAAAACAACCTGCCACAAGATTAAGCCGGTGCGACGTTTACCAA
AAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCATGCCCG
ATATGCTGCGCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCCTGCTCGAAGATCTCAGGCGAGGTTTCAT
TGCGAGCGGCAGCAAGGATTAAGCCTTGGAAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTGCAAGAGGG
CATCACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCA
CTTCGGGGAGTGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCA
TCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGCACTCACAC
TAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTACACA
GAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCC
GGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTTTGCACTTCTGAGCCAAACCACCTC
TTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCCAC
AGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTCTTTCCAGAGTAAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTG
AGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCACTCTGA
ATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCCG
TGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGAAAGGCGGCGTGATGAGGTAGACGTCT
TGTCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCAAGGCGCC
GCTGTCTTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTTGGCGGAAGAATCGACCCGGCCACAC
CTACCATACGACGATGGTCATCTGCGTGTCTCTCTCACGGC

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-7 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181838.1

TCCGGCGAGACCGCTTCCGCGCAAACGACGTCAACCCCGAGACGTTGACCGTTCTCGAT
GCCACTTCGTGCATTGCCGACATGACCGATCACGAGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGG
AAGAAATACTACTCCGCCGAAGAGTCCTACGGCTCACTGATCTCTCCACCCATCGCGACC
GAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGCACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACG
ACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCA
GGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTTCGGAGCCAAAACA
GCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCG
AAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCATGCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGA
CAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGAGGTTTCATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAAGCCT
TGGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTGCAAGAGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGAC
GCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGAACAGC
GCCCTTGCTTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGC
CGCAATCTCATTGTATCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGC
TCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGA
TATTATTAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGT
GGGTATAACTTTGCACTTCCTGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCC
GAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTC
TTCCAGAGTAAGGATGAGTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTC
TTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGGGGCG
TCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACG
CTGGGGAAGAAAGGCGGGGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACC
CATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCAGGCGCCGCGTTGTCGTTCCGGGAAGACCG
GGAGGGGTCGGCTGGAAGAATCGC

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-8 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181839.1

GGCCTACACACGAGGATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCAT
CACACGCTACGGCCATGTCCTACATCTGCCCGTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGC
TTTCCGCGTATACGACGTCGACCCCGAGACGTTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATT
GCCGACATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGGAAGAAATACTACTCC
GCCAAAGAGTCCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGACA
CCGTCTTTCTGGCACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAAT
ACGTATCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGGAGACTGCAAGG
ATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTCCGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAG
CCCGGTGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTG
CGACAATCCAGTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGA
AGATCATCACGCGAGGTTCAATTGCTAGCGGCGCAAGGATTAAGCCTTGGAGACAGGAAG
GTCTCTTTGTTCTCAAGACGGCGTCACTTTTTGTCGACCTCCCTAAGACGCATGATGCATA
AATGCGTGTCAGAGCGAGCTCGCGCCACCTTCGGGGAGTGGAAGCGGAACAGCGCCCTT
GCTTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAAT
CTCCATTGTATCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAG
GTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATT
AAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATA
ACTTTGCACTTCCTGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGC
GACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCCTTTCCCA
GAGTAAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGT
AGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCGACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGGGGCGTCAAAGT
TGACGTTGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGA
AGAAAGGCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATG
CTAAAGGCGACAAAGGAGCCCAGGCGCCGCGTTGTGCTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGG
TCGGCTGGAAGAATCGC

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-9 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181840.1

AGGCTCGATCATTAGGCCATACGCGCGAGGATCATTTCGAAGACAGCTACTCGGACTACT
CGAAGCGCGACTCAACACACGCTACGGCCATGTCTACATCTGCCCGTCACTCTTACCAA
CGTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGTATACGACGTCGACCCCGAGACGTTTGCCGTTCTCGA
TGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGGCCGCGATG
GAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGAC
CGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGCACAATGTCACCTTCAGCTTTCGAAAGCAACAC
GACGCTGTTTGACGAATACGTATCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCC
AGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTCGGAGCCAAAACAAC
TGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCC
GAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCG
ACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGAGGTTTATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAAGCC
TTGGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTTCGCAAGAGGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGA
CGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAG
CGGCCTTGCTACAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAG
CCGCAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACG
CTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGGATTACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAG
ATATTATTAATGTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGGAACCAATTTACAGGGAAGG
TGGGTATAACTTTGCACTTCTTGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCC
CGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCCAAATCGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTT
CTTTCCCAGAGTAAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTT
CTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGC
GTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCGTGACGGGGTGCTTGTGGTAC
GCTGGGGAAGAAAGGCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGAC
CCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCATGGCGCCCGCGTCGTCGTTTCCGGGAAGA
CCGGGAGGGGTGGCTGGAAGAATCGCGGAATGTCAACAGAGGCTGACGC

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-11 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181841.1

AGTTGGCGAATCGTCTCGCTGTGAGTGGTAGTGTGCGTAGAGTCACGTACAGAAGACAGA
GGCTTCGGCAAGGATCATTCTGCGAAGTCAGCGTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCA
ACACACGCTACGGCCATGTCTACATCGGCCCGTCACTCTTACCAACGTCCGGCGTGCCG
GCTTTGCGCGTAAACGACGTGACCCCGAGACGTTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTAC
ATTGCCGACATGACCGATCACGAGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGGAAGAAATACTA
CTCCGCCAAAGAGTCCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCT
GACACCGTCTTTCTGGCACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAAGCAACACGACGCTGTTTGA
CGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCA
AGGATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTTCGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATT
AAGCCCGGTGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCG
TTGCGACAATCCAGTCATGCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTC
GAAGATCTTCAGGCGAGGTTTCATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAAGCCTTGGAAGCAGGA
AGGTCTCTTTGTTGCAAGAGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGA
ATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCCTTGCTA
CAGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCA
TTGTCTCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAG
AAAGGTGACGGTTGGATTACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAAT
GTATTCATGGAAATTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTT
TGCCTTCCTGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACC
CAGGCTAGGAGGCAAATCGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTTCCAGAGT
AAGGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGG
CTTGCCGTCAAGTGTGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGAC
GTTGCGGATCTTGCCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGCA
AGCCGGCCTGATGAGGTAGCCGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAA
GGCGACAAAGGAGCCCAAGGCGCCGCGGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGCTGG
CCGGAACGAATCGACCCGGCCACACCACGTCGACGATGCCGCGCGCACGAAGGGGCTAG

***Beauveria bassiana* isolate ELA-13 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181842.1

TCCAATCTTCGATCATGAGACAGCGTACTGGTACTGAGAAGACAGGCCACACGCACATGG
ATCATTTTGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCACGCCACGGCCA
TGTCTACATCTGCCAGCACTCTTGCCACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATACGA
CGTCGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGAT
CCCGAGTATCAAAAGTCCGGGCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGTCCTAT
GGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTGGCAC
AATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAG
AGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTGCC
AGCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGACCTTT
GTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAGTCAT
GCCCAGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGGCGAG
GTTTATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTTTCGTAA
AAGGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCT
CGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCAACGCGCCA
AAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTAAGTCGCTC
TCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAAACT
CACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAAATGTATCAAATGTATTTATGAAATAATTAC
CAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCTTGAGCCG
ACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAA
TCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCTTGC
CCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCGTCCG
CACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGGCCG
TCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAGG
TAGACGTCTTGTCCCGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCC
CATGGCGCCGCTGTCGTGTTGCCGGGAAGGCCGGGAGGGGTCGGCTGGAAGAAGTCTG
CAGCGCACTAGGTAGAACGAGATCTAAGATACCTACGCATCAGTAGA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-14 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181843.1

CACAAGGATCACTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCT
ACGGCCATGTCCTACATCTGCCCCTACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCG
TATACGACGTGACCCCGAGACATTTGCCAGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGAC
ATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGGCCGAGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAA
AGAGTCCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTGACACCGTC
TTTCTGGCACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGT
GTCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAG
GAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTCGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAACCCGG
TGCGACGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACA
ATCCAGTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATC
TTCAGGCGAGGTTTATTGCAAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAGCAGGAAGGTCTC
TTTGTTGCAAGAGGGCATCACTTTCGCTCAACTCAAAGACGTGATGCGGAATGCGTGGA
GCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCA
ATGCGCAAAGTCATCAGCATTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGTCTCTGC
ACTGGCACTTACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACA
GTTGGATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAATGTATTCATGGA
AATTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGCGGGTATAAATTTGCACTTCCTG
GAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCAGTAGCGACCCACGCTAGGA
GGCAAATCGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTCCAGAGTAAGAATGAGT
TCTTTGCCCTCGGTAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAA
GTGTGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGTATCTT
GGCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGTGGTACGCTGGGGAAGAAGGGCGGCGTGAT
GAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGG
AGCCCATGGCGCCGCTGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTGCGCGCTGGAAGA
ATTCGC

***Beauveria bassiana* isolate ELA-15 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181844.1

TCGCGAAGAGCACACCAAGGAGTAGTGGTATGAGAAGACAAGCCACACTGCACATGGAT
CATCATCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCACGCCACGGCCAT
GTCCTACATCTGCCCAGCACTCTTGCCCACGTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGTATACGAC
GTCGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGATC
CCGAGTATCAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGTCCTAT
GGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTGGCAC
AATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAG
AGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTGCC
AGCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGACCTTT
GTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAGTCAT
GCCCAGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGGCGAG
GTTCAATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTTTCGTAA
AAGGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCT
CGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCCTTGCCCACAGAAACCAACGCGCCA
AAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTAICTGCTC
TCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAAACT
CACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAAATGTATCAAATGTATTTATGAAATAATTAC
CAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCTTGAGCCG
ACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAA
TCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCTTGC
CCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCGTCC
CACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGGCCG
TCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAGG
TAGACGTCTTGTCCCGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCC
CATGGCGCCGCTGTCGTCTGTTGCCGGGAAGGCCGGCGAGGCGGTCGGCTGGAACGAACG
TATGCTGGTACAGGCCGAAACTACGTCTAGATAGAGAGCAACTGAGAATTTGGCTCGG

***Beauveria bassiana* isolate ELA-16 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181845.1

TGGAATCATCTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACGCATCGCACGCCAC
GGCCATGTCCTACATCTGCCCAGCACTCTTGCCCACGTCTGGCATGCCCGCTTTCCGCGTA
TACGACGTCGATCCCGACACATTTGCCATTGTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGA
CCGATCCCGAGTATCAAAAATCCGGGCCTACATGGCAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGT
CCTATGGCTCACTGCTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTG
GCACAATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCG
CAAGAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAAGTTGCCGGGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAAT
CTGCCAGCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGA
CCTTTGTCAAAGGGACAATGGCTTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCA
GTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAG
GCGAGATTCATTGCTAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCGCTCTGTT
CATAAAAGGGCATCACCTTCGCCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCG
CGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCCACAGGCACCAACG
CGCCAAAGTCATCGGCATTTACATTGCAGTGTCCATCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTACT
CGCTCTCACTCTAGTACTCCACTGAGAGAGAAATACTCACAGGTCAAGTAGTTGACGGTT
AAACTCACACAGAAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAGATAGTATCAAATGTATTTATGAAAT
AATTACCAAAGCCGGAAAACCATATTTACAGAGACGGCGAATATAGCTGTGCACTTCCTG
GAGCCGACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTTGGAG
GCAAATCGCCCACCGCGGTCCCCCAACTACTCTCATTCTTTCCCAGCGTCAAACCAGTTC
CTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGC
GTTGCGCTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGAATCTTGG
CCGTCTTGCCAGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATG
AGGTAGACGTCTTGCCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTGAAGGCGACAAAGGA
GCCCATGGCGCCGCT

***Beauveria bassiana* isolate ELA-18 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181846.1

GCCACACGCACATGGATCATTTCGAAGTCAGCTACTCTGGACATACTCGAAGCGCGACGC
ATCGCACGCCACGGCCATGTCCTACATCTGCCAGCACTCTTGCCACGTCTGGCATGCC
GCTTCCGCGTATAACAACGTCGATCCCGACACATTTGCCATTGTCGATGCCGTTACCTACA
TTGCCGACATGACCGATCCCGAGTATCAAAAATCCGGGCCTACATGGCAGAAATACTACT
CTGCCAAAGAGTCCTATGGCTCACTGCTTTCTCCGCCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCA
CACCGGCTTTCTGGCACAATGTCACTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCTCGCTGTTTGACGA
ATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAAGTTGCCGGGGAGACTGCAAGG
AGGAGGAAATCTGCCAGCTGCGTGCCGGTTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAG
CCCGGTGCGACCTTTGTCAAAGGGACAATGGCTTGGAGCGACCGAAGCGTGGGCGCTG
CGACAATTCAGTCATGGCCGATATGCTGCGCCTGGTTCGCTCCAGACGGATCTGCTGGAT
CTTCAGGCGAGATTCATTGCTAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCG
CTCTGTTCAAAAAGGGCATCACCTTCGCCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGT
GGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGGCA
CCAACGCGCCAAAGTCATCGGCATTTACATTGCAGTGTCCATCCGCACTTTCCATCGTCTT
TGTA CTGCTCTCACTCTAGTACTCCACTGAGAGAGAAATACTCACAGGTCAAGTAGTTG
ACGGTTAAACTCACACAGAAAGAGAAAGCTGGTATAAGTAGATAGTATCAAATGTATTT
ATGAAATAATTACCAAAGCCGGAACCATATTTACAGAGACGGCGAATATAGCTGTGC
ACTTCCTGGAGCCGACCACCTCTGGGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAG
GCTTGGAGGCAAATCGCCCACCGCGGTCCCCCACTACTCTCATTCTTTCCCAGCGTCAA
AACCAGTTCCTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTG
CCGTTGAGCGTTGCGCTCTGAATATAGATATTCTTGTACGGGGCGTCAAAGTTGACGTTG
CGAATCTTGGCCGTCTTGCCAGTGACGGGGTGTGTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGC
GGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGCCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTGAAGGC
GACAAAGGAGCCCAGGCGCCGCTGTCTGTCTGTTGCCGGGAAGGCCCGGAGGG

***Beauveria bassiana* isolate ELA-24 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181847.1

AATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCAAAGCGCGACGCATCGCACGCCACGGCC
ATGTCCTACATCTGCCAGCACTCTTGCCAACCTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATACG
ACGTCGATCCCGACACCTTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGA
TCCCGCGTATCAAAGTCCGGGCCGACGTGGAAAAAGTACTACTCCGCCAAAGAGTCCTA
CGGCGCGCTACTCTCTCCGCCATTGCAGCAGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTG
GCACAATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCGCG
CAAGAGCCGGGGGTGGATCAAAAAAGTTGCCAGGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATC
TGCCAGCTGCGTGCCGGTTCGACAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGAC
CTTTGTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAG
TCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGG
CGAGGTTCAATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAAGCAGCAAGATCTCTCTGTT
GTAAAAGGGCATCAGTTTCGCCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGC
GGCTCGGCCACTTCTGGGAGTGCAAGCGGTACAACGGCCTTGCCACAGAAACCAACGC
GCCAAAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTCCATCGTCTTTGTACTC
GCTCTCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTA
AACTCACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAGATGTATCAAATGTATTTATGAAATAA
TTACCAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCTGGA
GCCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGG
CAAATCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAGAACGAGTTC
CTTGCCCTCGGTAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGC
GTCGCACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTG
GCCGTCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGAT
GAGGTAGACGTCTTGTCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGG
AGCCCAGGCGCCGCGTCGTCGTTGCCGGGAAGGCCGGGAGG

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-25 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181848.1

AGGATCATTTTGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCTACGG
CCATGTCCTACATCTGCCCGTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGTATA
CGACGTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGAC
CGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGGAGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGT
CCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGGGCCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTG
GCACAATGTCACTTCAGCTTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTTCCG
AGGACGCGGGATGGATCAACAAGAAGCGGCACGGCAGGTGCCAGGAGGAGGAAATTTG
CAGCTCCGTGCCGGTAGGAGCCAAACCACCGCCACAAGATTAACCCCGGTGCGACGTTTA
CAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGCCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTCATGC
CGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCGAGGTT
CATGGCAAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAAGCAGGAAGGTCTTTTTGTTTCGCAAGA
GGGCATCACTTTCCGCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGAGCGCGGCTCG
GCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCCCACAGAAACCAATGCGCCA
AAGTCATCAGCATTTACATTTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGCTCTGCACTGGCA
CTTACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACAGTTGGAT
TCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATAAATGTATTCATGGAAATTTAC
TAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGCGGGTATAAATTTGCACTTCTGGAGCCA
ACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCACGCTAGGAGGCAAAT
CGCCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTCTTTCCAGAGTAAGAATGAGTCTTTTGGC
CTCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTGCG
ACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGTATCTTGGCCGTC
TTCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGAAGGGCGGCGTGATGAGGTA
GACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCA
TGGCGCCGCGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTCGGCTGGAAGAATCG

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-26 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181849.1

TCCCCTCCGTCGATCTCAGGAGGAGTGCTGGACATGAGTAAGACAGGCCTTACACGCGAG
GATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCTACGGCC
ATGTCCTACATCTGCCCCTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATACG
ACGTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCCTTACGTACATTGCCGACATGACCG
ATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGGAGATGGAAGAAATACTACTCCGCCCAAGAGTCCT
ACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGC
ACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAAGACGTGTCTCGC
AAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCT
GCCAGTTCCGTGCCGTTGGAGCCAAAACAACCTGCCACAAGATTA AACCCGGTGCGACGT
TTACCAAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTC
ATGCCCGATTTGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGTATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCCA
GTTTCATTGCAAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTGCA
AGAGGGCATCACTTTCGCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGATTGCGTGGAGCGCGGCT
CGGCCATTTCCGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCATTGCGCCA
AAGTCATCAGCATTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATGGTCTCTGCACTGGCAC
TTACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACAGTGGGATT
CACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAATGTATTCATGGAAATTTACT
AAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGCGGGTATAAATTTGCACTTCCTGGAGCCAA
CCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCACGCTAGGAGGCAAATC
GCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTTCCAGAGTAAGAATGAGTTCTTTGCC
TCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTGGCCGTCAAGTGTGCA
CTCTGAATATAAATGTTCTAGTAGGAGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGTATCTTGGCCGTCT
TCCCCGTGACGGGGTGCGTGATGGTCACGCTGGGGAAGAACGGCGGCGTGATGAGGTAG
ACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAATGGCGACAAAGGAGCCCAT
GGCGCCGCGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTCGCGCTGGCAGAATACGACGC
ACGGCCGAACGAGGTCGACGCTGCCGGCGCTGCAAGTCCA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-27 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181850.1

TCATTCGTGGATGTCAAGCTAGCGGACGTGGTCTGGCTAGCAGTACGTGTACTAGAGACAC
ATGACAGCGCAGAAGGAATCATTTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTC
ATCACACGCTACGGCCATGTCCTACATCTGCCCGTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCC
GCTTCCGCGTATACGACGTTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACA
TTGCCGACATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGGAAGAAATACTACT
CCGCCAAAGAGTCCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGA
CACCGTCTTTCTGGCACAATGTCACCTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACG
AATACGTATCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGGAGACTGCAAG
GATGAGGAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGGTTCGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAA
GCCCCGTGCGACGTTTACCAAAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTT
GCGACAATCCAGTCATGCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCG
AAGATCTTCAGGCGAGGTTTATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAAGCCTTGGAAGCAGGAA
GGTCTCTTTGTTTCGCAAGAGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAA
TGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCCTAC
AGAAACCAATGCGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCAT
TGTCTCTGCACTGGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGA
AAGGTGACGGTTGGATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAATGT
ATTCATGGAAGTTTACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTTTG
CACTTCTGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCA
GGCTAGGAGGCAAATCGCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTCTTTCCAGAGTAA
GGATGAGTTCTTTGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCT
TGCCGTCAAGTGTCGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGT
TGCGGATCTTGGCCGTCTTCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGAAAG
GCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAG
GCGACAAAGGAGCCAGGCGCCGCGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTGCGCG
TGGAAGACAGTACGCCCGGCACGTGCCAACTACTCTGACGATGGCACGCAGACTGCA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-28 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181851.1

TCCAATGAAATCGATCTGGCAGGCGTACTGGTAGCGAGTATACAGAGCCTTACACACGAG
GATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCTACGGCC
ATGTCCTACATCTGCCCGTCACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATACG
ACGTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATGACCG
ATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGCGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGAGTCCT
ACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTCTGGC
ACAATGTCACTTCAGCTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGC
AAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAATTTG
CCAGCTCCGTGCCGGTGGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGACGT
TTACCAAAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCAGTC
ATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAGGCG
AGGTTCAATTGCGAGCGGCGCAAGGATTAAGCCTTGGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTTTCG
AAGAGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCGCGG
CTCGGCCACTTCGGGGAGTGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCCTACAGAAACCAATGCGC
CAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGAATCTCCATTGTCTCTGCACTGGC
ACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTTGG
ATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATAAATGTATTCATGGAAATTT
ACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTTTGCACTTCCTGGAGCC
AACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAA
ATCGCCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTTCCAGAGTAAGGATGAGTTCTTTG
CCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTGTC
GCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGCC
GTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGAACGGCGGCGTGATGAG
GTAGACGTCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGC
CCATGGCGCCGCGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTCGCGCTGGAAGAATACG
AGACACACGCCAAAGAGATCTGAGATGGCGGGCTACATGCG

***Beauveria bassiana* isolate ELA-29 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181852.1

TCAAGGAGTGATCTGGAGACGTTTCAGGGCCTGTTCTATAGGACACACGCACATGGATCAT
TTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCAAAGCGCGACGCATCGCAGCCACGGCCATGTCCT
ACATCTGCCCAGCACTCTTGCCAACCTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGTATACGACGTGG
ATCCCGACACCTTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGATCCCGC
GTATCAAAGTCCGGGCCGACGTGGAAAAAGTACTACTCCGCCAAAGAGTCCTACGGCG
CGTACTCTCTCCGCCATTGCAGCAGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTGGCACA
ATGTCACTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAAGA
GCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTGCCA
GCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGACCTTTGT
CAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAGTCATGC
CCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGGCGAGGT
TCATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTTTCGTA
GGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCG
GCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCAACGCGCCAAA
GTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATTGTCTTTGTACTCGCTCTC
ACTCTAGTCCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAAACTCA
CACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTCGATGTATCAAATGTATTTATGAAATAATTACCA
AAGCCGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCCTGGAGCCGAC
CACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATC
GCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCTTGCCC
TCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCGTCGCA
CTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGCCGTCT
TGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAGGTAG
ACGTCTTGTCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCAG
GCGCCGCTGTTGTCGTTGCCGGGAAGGCCCGAGGGGTGGCTGGAAGAAGCGCGGACA
TGTAACACAGTCGACGCTTGTCCAGTTATCCCTTTTTTC

***Beauveria bassiana* isolate ELA-30 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181853.1

TCGATCCAACCTGATCTGAGTGGTGGTGGCTCAGTCCTACAGTCTTCTCGAGCCACACGCAC
ATGGATCATTTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCACGCCACG
GCCATGTCCTACATCTGCCAGCACTCTTGCCACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTAT
ACGACGTTCGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGAC
CGATCCCGAGTATCAAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGT
CCTATGGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTG
GCACAATGTCACCTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCG
CAAGAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATC
TGCCAGCTGCGTGCCGGTTCGACAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGAC
CTTTGTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAG
TCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGG
CGAGGTTTCATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTT
GTAAAAGGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCAGGAATGCGTGGAGCGC
GGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCAGAGAAACCAACGC
GCCAAAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTCCATCGTCTTTGTACTC
GCTCTCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTA
AACTCACACAGCAGGAGAAAAGCTTGTATAAGTAGATGTATCAAATGTATTTATGAAATAA
TTACCAAAGCCGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAAAATAGCTGTGCACTTCCTGGA
GCCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGG
CAAATCGCCCCCGCGCTCCTCCACTTACTCTCATTTTCCCCACCGTGACCACGAGTTCTT
CGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTCCCGTTCAGCGT
CGCACTCTGAAAATAGATATTCTTGTACGAGGCGTCAAAGTGGACGCTGCGAATCTTGGC
CGTCTGGCCGGTGACGGGGTGCCGACGGTACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAG
GTAGACGTCTTGTCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGC
CCAGGCGCCGCGTTGTAGTTGCCGGGAAGGCCGGGAGGGGTCCGCTGGAAGAAGTCGCG
CCGGTCAAACAGTCGACGATTTCCGCCGAGCCACTCCCCA

***Beauveria bassiana* isolate ELA-32 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181855.1

AAAGCCATTCTGTCGTGGGATGGAGAAGAAGAAAGGAAAGAGAGACAAACATACTGGTA
TGGAGTCACCTCGAAGTCAGTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCAGCCACGG
CCATGTCCTACATCTGCCAGCACTCTGCCACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTATAC
ACGTCGATCCCAGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGA
TCCCGAGTATCAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGTCCTA
TGGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTGGCAC
AATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAAAACGTGTCTCGCAAG
AGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTGCC
AGCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGACCTTT
GTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCAGTCAT
GCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCAGAGGATCTGCCTGGAGGATCTTCAGGCCG
AGGTTCAATTGCGAGCGGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTGTTCG
TAAAAGGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCG
GCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCAACGCG
CCAAAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTACTCG
CTCTCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAA
ACTCACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAAATGTATCAAATGTATTTATGAAATAAT
TACCAAAGCCGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCCTGGAG
CCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGC
AAATCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCT
TGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCG
TCGCACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGG
CCGTCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATG
AGGTAGACGTCTTGTCCCGGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGA
GCCAGGCGCCGCTGTCGTGTCGGGGAAGGCTGGGAGGCGTAGGCTGGCAGCCTCGA
CCCGGCCGAATCGACTCCTCGATACCGCCGTTGCCCATC

***Beauveria bassiana* isolate ELA-35 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181856.1

TCGATCCATCTGATCTGAGTGCAGTGCTGGAAGAGAGATACAGGCCACACGCACATGGAT
CATGTTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCACGCCACGGCCAT
GTCCTACATCTGCCCAGCACTCTTGCCACGTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGTATACGAC
GTCGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATGACCGATC
CCGAGTATCAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGAGTCCTAT
GGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTCTGGCAC
AATGTCACCTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTCGCAA
GAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAATCTGC
CAGCTGCGTGCCGGTTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGACCTTT
GTCAAAGGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATTCAGTCAT
GCCCAGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCAGAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAGGCGAG
GTTCAATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTTTCGTAA
AAGGGCATCAGTTTCGCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCT
CGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCCTTGCCACAGAAACCAACGCGCCA
AAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTA CTGCTC
TCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAAACT
CACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAAATGTATCAAATGTATTTATGAAATAATTAC
CAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCTGGAGCCG
ACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAA
TCGCCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCTTGC
CCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCGTCCG
CACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGCGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGGCCG
TCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAGG
TAGACGTCTTGTCCCGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCC
CATGGCGCCGCTGTCGTGTTGCCGGGAAGGCCGGGAGGGGTCGGCTGGAAGAAGTCGA
CGTCGATCGCGACTAGATCGACGATGCATCTGCTGAATTTGA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-37 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181858.1

TCCGATTGGGTGGATCGTGCGGTGAGAGGTACTGGAAGTACAGTACTGACAGAGCCATA
CACACGAGGATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACG
CTACGGCCATGTCCTACATCTGCCCCTACTCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTTCCG
CGTATACGACGTGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGA
CATGACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCGGAGATGGAAGAAATACTACTCCGCCA
AAGAGTCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTGACACCGT
CTTTCTGGCACAATGTCACTTCAGCTTTTCGAAAGCAACACGACGCTTTTTGACGAATACGT
GTCTCGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAG
GAAATCTGCCAGCTCCGTGCCGTCGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAACCCGG
TGCACGTTTACCAAAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACA
ATCCAGTCATGCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATC
TTCAGGCGAGGTTTATTGCAAGCGGCGCAAGGATCAAGCCTTGGAAGCAGGAAGGTCTC
TTTGTTGCAAGAGGGCATCACTTTCGCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTG
GAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAAC
CAATGCGCCAAAGTCATCAGCATTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGTCTCT
GCACTGGCACTTACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGA
CAGTTGGATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAAATGTATTCATG
GAAATTTACTAAAGCCGGAACACATTTACAGGGAAGGCGGGTATAAATTTGCACTTCC
TGGAGCCAACCACCTCTTGGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCGAGTAGCGACCCACGCTAGG
AGGCAAATCGCCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTTCTTTCCAGAGTAAGAATGAG
TTCTTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTC
AGTGTCGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGTATCT
TGGCCGTCTTCCCCGTGACGGGGTCTTGATGGTCACGCTGGGGAAGAAGGGCGGCGTGA
TGAGGTAGACGTTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAG
GAGCCATGGCGCCGCTGTGGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGGTCCGGCTGGAAGAA
TCGACCTACGGCCAAGCAGATCGACGATTGATGCCGCAGGCCGTCCA

***Beauveria bassiana* isolate ELA-40 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181859.1

TCGTCTCGCTCTGGTAGTCAGTGGTGCTTGTGGTCCTACAGACTACAGAGCCACACGCA
CATGGATCATGTTCTGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGATGCATCGCACGCCA
CGGCCATGTCCTACATCTGCCCAGCACTCTTGCCACGTCCGGCATGCCCGCTTTCCGCGT
ATACGACGTCGATCCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCTACATTGCCGACATG
ACCGATCCCGAGTATCAAAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATACTACTCTGCCAAAGA
GTCCTATGGCTCACTACTTTCTCCGCCCATCGCGGCCGAGGCCGAGCTCACACCGGCTTTC
TGGCACAATGTCACTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTGACGAATACGTGTCTC
GCAAGAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGCAAGGAGGAGGAAAT
CTGCCAGCTGCGTGCCGGTCGCAGCCAGAGCAACTGCCACAAGATTAAGCCCGGAGCGA
CCTTTGTCAAAAAGGACAATGACCTGGAGCGACCGAAGCGTGCGCGCTGCGACAATTCA
GTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTGGAGGATCTTCAG
GCGAGGTTTATTGCGAGCGGCGCAAGAATCAAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTCTGTT
CGTAAAAGGGCATCAGTTTCGCCCAACTCAACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCG
CGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCACAGAAACCAACG
CGCCAAAGTCATTGGCATTACATTGCAGTGTCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTACT
CGCTCTCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGTAATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTT
AAACTCACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATAAGTAAATGTATCAAATGTATTTATGAAATA
ATTACCAAAGCCGGAAAACCATATTTACAAAGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCCTGG
AGCCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATTAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAG
GCAAATCGCCACCGCGGTCCCCAGCTACTCTCATTCTTCCCAGCGTGAGAACGAGTT
CCTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAATCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTCGCCGTTGA
GCGTCGCACTCTGAATATAGATATTCTTGTACGGGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCT
TGGCCGTCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGACGGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTG
ATGAGGTAGACGTCTTGTCCCAGGTTGGGAAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAA
GGAGCCCATGGCGCCGCTGTCGTGTTGCCGGGAAGGCCGGGAGGGGTTCGGCGGAAGAA
TCGACCCGGCCAACCGTCTAACCTGCCTACCTACATGTCTCGTGCCCA

***Beauveria pseudobassiana* isolate ELA-41 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181860.1

TCCTGTGTTCTGATTGTCTAGTAGAGACTGCGTGGTCTTAGTGTCTTCAGAGCCATACACG
CGAGGATCATTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGACTCATCACACGCTAC
GGCCATGTCTACATCTGCCCCGTCCTTACCAACGTCCGGCATGCCCGCTTCCGCGTA
TACGACGTCGACCCCGAGACATTTGCCGTTCTCGATGCCGTTACGTACATTGCCGACATG
ACCGATCCCGAGTTTCAGAAATCCGGGCCGCGATGGAAGAAATACTACTCCGCCAAAGA
GTCCTACGGCTCACTGCTCTCTCCACCCATCGCGACCGAGGCCGAGCTGACACCGTCTTTC
TGGCACAATGTCACTTCAGTTTTCGAAAGCAACACGACGCTGTTTGACGAATACGTGTCT
CGCAAGAGCCGGGGTTGGATCAAAAAGAAGTGCCAGGGAGACTGCAAGGATGAGGAAA
TTTGCCAGCTCCGTGCCGGTAGGAGCCAAAACAACACTGCCACAAGATTAAGCCCGGTGCGA
CGTTTACCAAAGGGACAGTGGCTTGGAGCGGCCGAAGCGTGCGCGTTGCGACAATCCA
GTCATGCCCGATATGCTGCGCCTGCTCGCCTCCCGACAGGATCTGCTCGAAGATCTTCAG
GCGAGGTTTATTGCGAGCGGCCAAGGATTAAGCCTTGGAAGCAGGAAGGTCTCTTTGTT
CGCAAGAGGGCATCACTTTCGCCCAACTCAAAGACGCTGATGCGGAATGCGTGGAGCG
CGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGGAAGCGGTACAGCGGCCTTGCCTACAGAAACCAATG
CGCCAAAGTCATCAGCACTTACATTGCAGTGTCCAGCCGCAATCTCCATTGTCTCTGCACT
GGCACTCACACTAGTCTTCCACTAAGAGAGCAACGCTCACAGGTCAGAAAGGTGACGGTT
GGATTCACACAGAAAGAGAAGCTTGTATAAGTAGATATTATTAAATGTATTCATGGAAAT
TACTAAAGCCGGGAACCACATTTACAGGGAAGGTGGGTATAACTTTGCACTTCCTGGAG
CCAACCACCTCTTGAGTAGGTCTGATTGAAGCCCAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGC
AAATCGCCCACAGCGGTACCCAGTTGCTCTCGTCTTTCCAGAGTAAGGATGAGTTCTT
TGCCCTCGGTGAAGAATGAGTGGTCAATCCAGTTCTTGGTGTAGGGCTTGCCGTCAAGTG
TCGCACTCTGAATATAAATGTTCTTGTAGGCGGCGTCAAAGTTGACGTTGCGGATCTTGG
CCGTCTTCCCCGTGACGGGGTGCTTGATGGTACGCTGGGGAAGAAAGGCGGCGTGATGA
GGTAGACGCTTGTCCGGGATTGGGGAAGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAG
CCCATGGCGCCGCTGTCGTCGTTTCCGGGAAGACCGGGAGGGTGTGCGGCTGGAAGAATC
TGCAGCGCTACAGATAGCGACGAGATCGAAGATACCTACGCTGACCTCTGA

***Beauveria bassiana* isolate ELA-42 B locus intergenic region genomic sequence**

GenBank: MH181861.1

GCCTCACTGCACACTGGAATCATCTTCGAAGTCAGCTACTCGGACTACTCGAAGCGCGAT
GCATCGCACGCCACGGCCATGTCCTACATCTGCCCAGCACTCTTGCCCACGTCCGGCATG
CCCGCTTCCGCGTATACGACGTGATCCCGACACATTTGCCATTCTCGATGCCGTTACCT
ACATTGCCGACATGACCGATCCCGAGTATCAAAAGTCCGGGCCGACATGGAAGAAATAC
TACTCTGCCAAAGAGTCTTATGGCTCACTACTTTCTCCGCCATCGCGGGCCGAGGCCGAG
CTCACACCGGCTTTCTGGCACAATGTCACTTTAGCTTTTGAAAGCAACGCCACGCTGTTTG
ACGAATACGTGTCTCGCAAGAGCCGGGGGTGGATCAAGAAAGGTTGCCAGGGAGACTGC
AAGGAGGAGGAAATCTGCCAGCTGCGTGCCGGTTCGCAGCCAGAGGCAACTCGGCACCAA
GGCTAAAGCCCCGGATGTGACCTTTTGTCCAAAAGTGACAATTGACCTGGAGCGATCTG
AAGGCGTGCGGGCGCTGCGACAACCTCAAGTCATTCTCCGATATGCTGCGCCCTGCTCCCCT
CGCGACAGGATCTGGTGGAGGATCTTCAGGCGAGGTTTCATTGCGAGCGGGCGCAAGAATC
AAGCCTTGGAAGCAGCAAGATCTCTTTGTTCGTAAGAGCGCATCAGTTTCGCCCAACTCA
ACAGACACTGGTGCGGAATGCGTGGAGCGCGGCTCGGCCACTTCGGGGAGTGCAAGCGG
TACAGCGGCCCTTGCCCAGAGAAACCAACGCGCCAAAGTCATTGGCATTACATTGCAGTG
TCCAGCCGCACTTTCCATCGTCTTTGTACTCGCTCTCACTCTAGTCCTCCACTGAGAGAGT
AATGCTCACAGGTCAAAGAGTTGACGGTTAAACTCACACAGCAAGAGAAAGCTTGTATA
AGTAGATGTATCAAATGTATTTATGAAATAATTACCAAAGCCGGAAAACCATATTTACAA
AGCCGGCGAATATAGCTGTGCACTTCTTGAGCCGACCACCTCTTAGAGTAGGTCTGATT
AAAGCCCGAGTAGCGACCCAGGCTAGGAGGCAAATCGCCCACCGCGGTTCCCCAGCTAC
TTCATTCTTCCCAGCGTGAGAACGAGTTCCTTGCCCTCGGTAAAGAATGAGTGATCAA
TCCAGTTCTTTGTGTAGGGCTTGCCGTTGAGCGTCGCACTCTGAATATAGATATTCTTGTA
CGCGGCGTCAAAGTGGACGTTGCGAATCTTGGCCGTCTTGCCGGTGACGGGGTGCTTGAC
GGTCACGCTGGGGAAAAAGGGCGGCGTGATGAGGTAGACGTCTTGTCGGGGTTGGGAA
AGAGACCCATCATGCTAAAGGCGACAAAGGAGCCCAGGCGCCGCGTTCGTTGCCGGG
AAGGCCGGGAGGGGTTCGGCTGGAAGAAGCG

Ek-2. *Metarhizium* İzolatlarının β -tubulin (beta-tübilin) Gen Sekansları

Metarhizium robertsii isolate ELA-3 Beta-tubulin gene, complete sequence

GenBank: MH181862.1

TTCAAACAATCAATCAGCATTAGCGACGCGTTCCATGGTCGTGCCCTGATTTTGGTAC
CCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGG
CAAACGCGCTGCATCATATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGATCTTAC
ACAGGTTACCTTCAGACCGGTCAGTGCCTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAAT
GAATTGTTACGGAGATCGGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGC
TTTCTGGCAGACCATCTCTGGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTAC
CTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGC
CGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGAC
GCGGGGATTCCCCTCAAAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCCCTCGGGCCGTCCTTGTCG
ATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCCTTTTCGGTCAGCTTTTCCGTC
CCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGTGTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACA
CTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTT
GTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACCCACTCTTGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTAT
GGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTGAAGAGTTTCCCAGCCGAATGATGGCCACTT
TCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCTGACACCGTTGTGAGCCCTACAACGCAACCCT
CTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCT
GTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACTAT
CTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTTCCCGGTGAGTTGAACT
CTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGT
CGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGGTGCTCACTCTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAG
CTCACCCAGCAGATGTTGACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGC
CGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATAACGAGG
TCATTGACTAATTTCCGTTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCA
GATGCGTAACGTGCGAGACCTACTAGATGAGGCATGGCGAACCC

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-10 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181863.1

AGTTTGAACAAAAGATCTGAGATACACGCGACGCGTTCCATGGTTCGTGCCCTGATTTT
GGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGAC
GAGGCAAAACGCGCTGCATCATCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGATC
TTACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCAGTGCGTAAGTAAACAAATTTCGCCGCTATTTTC
GAATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTG
CTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACG
GTACCTTTGAGCTCCAGCTCGAGGGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAAT
GAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGAC
TGACGCGGGGATTCCCCTCAAAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCTCGCGCCGTCCTT
GTCGATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCCTTTCCGGTCAGCTTTTCC
GTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGTGCTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACT
ACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTCCTTGATGTTGTCGGTCGCGAGGCCGGAAG
GTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACCCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGG
TATGGGTA CTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCA
CTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCCGACACCGTTGTCGAGCCCTACAACGCAAC
CCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCT
CTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACT
ATCTTGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTCCCGGTCAGTTGAA
CTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATG
GTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGGTGTCACTCTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTG
AGCTCACCCAGCAGATGTTTCGACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACG
GCCGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGA
GGTCATTGTACTAATTTCCGTTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGAC
CAGATGCGTAACGTGCTAGAACAATAATAGCGTAGATGACCCG

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-12 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181864.1

CGCGTTCCATAGGTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCAT
ATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCCAAAACGCGCTGCATCATCATAATGAA
CATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCAGTG
CGTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCTTAC
AATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGTGAACA
CGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTATGAG
CGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATA
GGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAAAGGCCTCCG
GTAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCCTTGTGATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCCGT
CCGTGCCGGTCCTTTCCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGT
GCTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTG
CTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACC
CACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTG
AAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCCGA
CACCGTTGTGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAACTCTGA
CGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCT
GTCTAACCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTTGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACC
ACATGCTTGCGTTTTCCCGGTCAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACATGG
TCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGGTGC
TCACTCTTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTGACCCTAAGAA
CATGATGGCCGTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTTGTA
GTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTACTAATTTCCGTTCCAGCCGTGG
CAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCAGATGCGTAATAGAGCAGA

***Metarhizium brunneum* isolate ELA-17 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181865.1

CGTCACATACTTCAGGTGAATGAGACGACAGCGACGCGTTCATGGTCGTGCCCTGATT
TTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCATATACGCACGCCAACTGATCATCAGG
ACGAGGCAAAACGCGCTGCATCATCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTCCTTTTG
ATCTTACACAGGTTTCACCTTCAGACCGGTCAGTGCGTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATT
TTCGAATGAATTGTTACGGAGACCGGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTG
GTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGCGAACATGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACA
ACGGTACTTCTGAGTTCAGCTCGAGCGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGA
ATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATAGGTTGTTATCCATGGGGAGATCAAAG
ACTGACGCGGGGACTCCCCTCAAAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCC
TTGTGCATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCTTTTCGGTCAGCTTTT
CCGTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGTGTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCA
CTACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGA
AGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACCCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCT
GGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGC
CACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCCGACACCGTTGTGAGCCCTACAACGCA
ACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGA ACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAACGAG
GCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGA
ACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTTCCCGGTCAGTT
GAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTC
ATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGTGGTGTCACTCTTTCCGCGCTGTCAGCGTAC
CTGAGCTACCCAGCAGATGTTTCGACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAA
ACGGCCGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTTGTGAGTCCCGTCAATGATGTGCATATTATA
CGAGTTCGTTGTACTAATTTCCGTTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAG
GATCAGATGCGTAACGTGCTAGACCTCGTGTCTTCATTACCGTTAA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-19 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181866.1

CCCTCCTCGACGCGTACCATGGTCGTGCCCTGATTTTGGAAACCCCGCTGTATGAGGAGG
CCACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCAAAACGCGCTGCATCA
TCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTTGATCTTACACAGGTTACCTTCAGA
CCGGTCAGTGCGTAAGTAAACAAATTTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATC
GGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCT
CTGGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCG
AGCGTATGAGCGTCTACTCCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGA
GGAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAA
AGGCCCTCCGGTAACAAGTATGTTTCCTCGCGCCGTCCTTGTCGATCTTGAACCTGGCACCAT
GGATGCCGTCCGTGCCGGTCCTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGT
CAGTCTGGTGCTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTC
GACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTCGCGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTC
CAGATCACCCACTCTCTTGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCA
AGATCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAA
GGTTTCTGACACCGTTGTGCGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAG
AACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACT
CTCAAGCTGTCTAACCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTG
GCGTCGTACATGTTTGCCTTCCCGGTTCAGATGAACTATGATCGGGGTAAGCGGACTG
TCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTTCGGCTTCGCCCCCTGACCAG
CCGGGGTGCTCACTCTTTCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTCGA
CCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCTGC
CATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCA

***Metarhizium brunneum* isolate ELA-20 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181867.1

GTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCATATACGCACGCCCAACGGATCATCAGGACG
AGGCAAACGCGCTGCATCATCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGATCT
TACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCAGTGCGTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCG
AATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGC
TGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGCGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGG
TACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTGAGTTTGAATGA
GCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATAGGTTGTTATCCATGGGGGAGATCAAAGACT
GACGCGGGGACTCCCCTCAAAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCCTTG
TCGATCTTGAGCCTGGCACCATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCCCTTTCGGTCAGCTTTTCCG
TCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGTGTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTA
CACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTCGAGAGGGCGGAAGG
TCGTGACGGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACCCACTCTGTTGGTGGTGGTACCGGTGCTG
GTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTGAAGAGTTGCCCGACCGAATGATGGCCA
CTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCAAGGTTTCTGACACCGTTGTCGAGCCCTACAACGCAAC
CCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCT
CTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACT
ATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTCCCGGTCAGTTGAA
CTGTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATG
GTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGGTGCTCACTCTTTCGCGCTGTCAGCGTACCTG
AGCTCACCCAGCAGATGTTTGACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACG
GCCGCTACCTGATAACCTGCGCCATATTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACCATACG
AGGTCATTGTAATAATTTCCGTTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGA
CCAGATGTGTAACGTACGCATGATCATAGTGAAAATATAATGTGTAGA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-21 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181868.1

CGACGCGTTCCATGGTTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTC
CATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCCAAAACGCGCTGCATCATCATAAT
GAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCA
GTGCGTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCT
TACAATATTTGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGTGA
ACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTAT
GAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCA
TAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAAAGGCCTCC
GGTAAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCCTTGTGATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCC
GTCCGTGCCGGTCTTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTG
GTGCTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATG
TCCTTGATGTTGTCGTCGCGAGGCCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCA
CCCCTCTCTTGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCG
TGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCT
GACACCGTTGTGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAACTCT
GACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAG
CTGTCTAACCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCA
CCACATGCTTGCGTTTCCCGGTCAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACAT
GGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGGT
GCTCACTCTTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTTCGACCCTAAG
AACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTTGT
AAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTACTAATTTCCGTTCCAGCCGT
GGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCAGATGCGTAACGAGCATGACGCAAGA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-22 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181869.1

AGGCACATCGACGCGTACCATGGTCGTGCCCTGATTTTGGAAACCCCGCTGTATGAGGAG
GCCACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCAAAACGCGCTGCATC
ATCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTTGATCTTACACAGGTTACCTTCAG
ACCGGTCAGTGCCTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGAT
CGGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATC
TCTGGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTC
GAGCGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTG
AGGAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAA
AAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCTCGCGCCGTCCTTGTCGATCTTGAACCTGGCACC
ATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCCTTTCCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTG
GTCAGTCTGGTGTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTG
TCGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCT
TCCAGATCACCCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTC
CAAGATCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACATTCTCCGTGGTTCCTCTCC
CAAGGTTTTTGACACGGTTGTCGAGCCTTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGA
GAGAACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGC
ACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGT
CTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTTCCCGGTCAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGC
TGCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACC
AGCCGGGGTGCTCACTCTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTT
GACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCT
GCCATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-23 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181870.1

TCGACGCGTACATGGTCGTGCCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTC
CATATACGCACGCCCAACGGATCATCAAGACGAGGCCAAAACGCGCTGCATCATCATAAT
GAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTTGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCA
GTGCGTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCT
TACAATATTTGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGTGA
ACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTAT
GAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCA
TAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAAAGGCCTCC
GGTAAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCCTTGTCGATCTTGAACCTGGCACCATGGATGCC
GTCCGTGCCGGTCTTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTG
GTGCTGGCAACAACCTGGGCCAAGGGTCACTACACTGGAGGTGCTGAGCTTGTCGACAATG
TCCCTGATGTTGTTCCGTCCCGAGGCGGAAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGAT
CACCCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATC
CGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACATTCTCCGTCGTTCCCTCTCCAAGGTTT
CCGACACCGTTGTCGAGCCTTAAAATGTAACCCTTTCGTCCATCAAATCGTTGAGAACTC
TGACGAGACTTTGGGCATCGACAGTGAGGCTCTGTACGACATCGGCATGAGCACTTTCAA
GCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTC
ACCACATGCTTGCGTTTCCCCGGTCAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAACA
TGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGGGG
TGCTCACTCTTTCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTTCGACCCTAAG
AACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACATGCTCTGCCATCTTGT
AAGTCCCGTCAATGATGTGCTTAACTTGGAGGTCATTGTACTA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-33 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181871.1

CCTCGACGCGTTCCATGGTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCAC
GTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCAAAACGCGCTGCATCATCAT
AATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACCGG
TCAGTGCCTAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGGGA
GCTTACAATATTTGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGT
GAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGT
ATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAA
CCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAAAGGC
CTCCGGTAACAAGTATGTTCTCGCGCCGTCCTTGTGATCTTGAACCTGGCACCATGGAT
GCCGTCCGTGCCGGTCCTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTCATCTTTGGTCAG
TCTGGTGCTGGCAACAACCTGGGCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGTTTGTGAC
AATGTCCTGGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAG
ATCACCCACTCTCTTGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGA
TCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCAAGGT
TTCTGACACCGTTGTCGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGAAC
TCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTC
AAGCTGTCTAACCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCG
TCACCACATGCTTGCGTTTCCCGGTGAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGCTGTCAA
CATGGTCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGG
GGTGCTCACTCTTTCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTGACCCTA
AGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCTGCCATCTT
GTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTAATAATTTCCGTTCCAGCC
GTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCAGATGCGTAACGAGCA

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-34 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181872.1

TCCTCGACGCGATTCCATAGGTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCC
ACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCAAACGCGCTGCATCATC
ATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTCCTTTTGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACC
GGTCAGTGCGTAAAGTAAACAAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGG
GAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCT
GGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAG
CGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAG
GAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAAAA
GGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCCCTCGCGCCGTCCTTGTGATCTTGAACCTGGCACCATG
GATGCCGTCCGTGCCGGTCCTTTCCGGTCAGCTTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCCTGGG
TCAGTCTGGGTGCTGGCAACCACTGGGCCAAAGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTG
TCGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCT
TCCAGATCACCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTC
CAAGATCCGTGAAGAGTTTTCCCGACCGAATGATGGCCACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCC
CAAGGTTTCTGACACCGTTGTGCGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTT
GAGA ACTCTGACGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGC
ACTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGT
CTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTTCCCGGTGAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGC
TGCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACC
AGCCGGGGTGCTCACTCTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTTC
GACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCT
GCCATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTACTAATTTCCG
TTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCAGATGCGTAACGAGCA

***Metarhizium brunneum* isolate ELA-38 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181873.1

GTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGGCCACGTCCATATACGCACGCC
CAACGGATCATCAGGACGAGGCAAACGCGCTGCATCATATAATGAACATTGGCTGAC
GATTTATTCCTTTTGATCTTACACAGGTTACCTTCAGACCGGTCAGTGCGTAAGTAAAC
AAATTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATCGGGAGCTTACAATATTCGAC
AGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCTCTGGCGAACACGGCCTCGACA
GCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCGAGCGTATGAGCGTCTACTTCA
ATGAGGTGAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTGAGGAACCATAGGTTGTTATCCA
TGGGGGAGATCAAAGACTGACGCGGGGACTCCCCTCAAAGGCCTCCGGTAACAAGTAT
GTTCCCTCGCGCCGTCCTTGTGATCTTGTGAGCCTGGCACCATGGATGCCGTCCGTGCCGGTC
CTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCACAACCTTCGTCTTTGGTCAGTCTGGTGCTGGCAACAA
CTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTGTGACAATGTCCTTGATGTTGT
CCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCTTCCAGATCACCCACTCTCTCGG
TGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTCCAAGATCCGTGAAGAGTTTCCC
GACCGAATGATGGCCACTTTCTCCGTCGTTCCCTCTCCCAAGGTTTCCGACACCGTTGTGCG
AGCCCTACAACGCAACCCTCTCCGTCCATCAGCTCGTTGAGA ACTCTGACGAGACTTTCT
GCATCGACAACGAGGCTCTGTACGACATCTGCATGCGCACTCTCAAGCTGTCTAACCCCTT
CGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGTCTGGCGTCACCACATGCTTGCG
TTTCCCCGGTCAGTTGAACTCTGATCTGCGTATGCTGGCTGTCAACATGGTCCCCTTCCCT
CGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACCAGCCGTGGTGCTCACTCTTTCC
GCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTTCGACCCTAAGAACATGATGGCCG
CTTCTGACCTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCGGCCATCTCGTAAGTCCCGTCAAT
GATGTGCATAACCATAACGAGTTCGTTGACTAATTTCCGTTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTA
TGAAGGAGGTTGAGGATCAGATGCGTAACGTGCTGAACAAGAGCTCACACGGGGCCACT
TCG

***Metarhizium robertsii* isolate ELA-39 Beta-tubulin gene, complete sequence**

GenBank: MH181874.1

CCCTCCTCGACGCGTTCCATAGGTCGTGCCCTGATTTTGGTACCCCGCTGTATGAGGAGG
CCACGTCCATATACGCACGCCAACGGATCATCAGGACGAGGCAAAACGCGCTGCATCA
TCATAATGAACATTGGCTGACGATTTATTTCTTTTGGATCTTACACAGGTTACCTTCAGA
CCGGTCAGTGCGTAAGTAAACAAATTTCGCCGCTATTTTCGAATGAATTGTTACGGAGATC
GGGAGCTTACAATATTTTCGACAGGGTAACCAAATTGGTGCTGCTTTCTGGCAGACCATCT
CTGGTGAACACGGCCTCGACAGCAATGGTGTCTACAACGGTACCTCTGAGCTCCAGCTCG
AGCGTATGAGCGTCTACTTCAATGAGGTAAGTTTGAATGAGCCGAATCCTAGGATGTTG
AGGAACCATAGGTTGTTATCAAGGGGAAGATCAAAGACTGACGCGGGGATTCCCCTCAA
AAGGCCTCCGGTAACAAGTATGTTCTCGCGCCGTCCCTGTGCATCTTGAACCTGGCACC
ATGGATGCCGTCCGTGCCGGTCTTTTCGGTCAGCTTTTCCGTCCCGACAACCTTCGTCTTG
GTCAGTCTGGTGCTGGCAACAATTGGGCCAAGGGTCACTACACTGAAGGTGCTGAGCTTG
TCGACAATGTCCTTGATGTTGTCCGTGCGGAGGCGGAAGGTTGTGACTGCCTCCAGGGCT
TCCAGATCACCCACTCTCTCGGTGGTGGTACCGGTGCTGGTATGGGTACTCTGTTGATCTC
CAAGATCCGTGAAGAGTTTCCCGACCGAATGATGGCCACATTCTCCGTCGTTCCCTCTCCC
AAGGTTTCCGACACCGTTGTGCGAGCCCTACAACGCAACCCTCTCGGTCCATCAGTTGGTT
GAGACTTCTGAGGAGACTTTCTGCATCGACAATGAGGCTCTGTAGGACATTTGCATGCGC
ATTCTCAAGCTGTCTAACCCTTCGTACGGTGACCTGAACTATCTCGTCTCTGCCGTCATGT
CTGGCGTCACCACATGCTTGCCTTTCCCGGTGAGTTGAACTCTGATCTGCGTAAGCTGGC
TGCAACATGGTCCCCTTCCCTCGTCTGCACTTCTTCATGGTCGGCTTCGCCCCCTGACC
AGCCGGGGTGCTCACTCTTCCGCGCTGTCAGCGTACCTGAGCTCACCCAGCAGATGTTT
GACCCTAAGAACATGATGGCCGCTTCTGACTTCCGAAACGGCCGCTACCTGACCTGCTCT
GCCATCTTGTAAGTCCCGTCAATGATGTGCATACTATACGAGGTCATTGTACTAATTTCCG
TTCCAGCCGTGGCAAGGTCGCTATGAAGGAGGTTGAGGACCAGATGCGTAACGAGCA

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Songül GÜRLEK
Doğum Yeri	Kırşehir
Doğum Tarihi	06.03.1994
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	0543 207 43 66
E-Posta Adresi	Songul-gurlek@hotmail.com

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Yıldız Teknik Üniversitesi
Fakülte	Kimya Metalürji Fakültesi
Bölümü	Biyomühendislik Bölümü
Mezuniyet Yılı	2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler
Programı	Genetik ve Biyomühendislik
Mezuniyet Tarihi	

Makale ve Bildiriler
<p><i>Uluslararası Hakemli Dergilerde Makaleler</i></p> <p>Gürlek, S., Sevim, A., Milletli Sezgin, F., Sevim, E. 2018, Isolation and characterization of <i>Beauveria</i> and <i>Metarhizium</i> spp. from walnut fields and their pathogenicity against the codling moth, <i>Cydia pomonella</i> (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), <i>Egyptian Journal of Biological Pest Control</i>, 28 (50) 1-6.</p> <p><i>Uluslararası Konferans ve Sempozyumlar</i></p> <p>Sevim, E., Milletli Sezgin, F., Gürlek, S., Sevim, A. 2017 , Isolation and Characterization of Entomopathogenic Fungi from Walnut Fields, <i>International DNA Day and Genome Congress</i>, Kırşehir, Turkey.</p>