

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ANTALYA İLİNDEKİ ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN İZOLASYONU,
MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI İLE ÖNEMLİLERİNİN *Tetranychus
urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)'NİN ERGİN VE YUMURTA
DÖNEMLERİNE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN TEST EDİLMESİ

Barış İMREK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA İLİNDEKİ ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN İZOLASYONU,
MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI İLE ÖNEMLİLERİNİN *Tetranychus
urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)'NİN ERGİN VE YUMURTA
DÖNEMLERİNE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN TEST EDİLMESİ**

Barış İMREK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİNDEKİ ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN İZOLASYONU,
MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI İLE ÖNEMLİLERİNİN *Tetranychus*
urticae Koch. (Acarina: Tetranychidae)'NİN ERGİN VE YUMURTA
DÖNEMLERİNE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN TEST EDİLMESİ

Barış İMREK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2019-4960 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ŞUBAT 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİNDEKİ ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN İZOLASYONU,
MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI İLE ÖNEMLİLERİNİN *Tetranychus*
urticae Koch. (Acarina: Tetranychidae)'NİN ERGİN VE YUMURTA
DÖNEMLERİNE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN TEST EDİLMESİ

Barış İMREK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 16/02/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fedai ERLER (Danışman)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

ÖZET

ANTALYA İLİNDEKİ ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN İZOLASYONU, MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI İLE ÖNEMLİLERİNİN *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)'NİN ERGİN VE YUMURTA DÖNEMLERİNE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN TEST EDİLMESİ

Barış İMREK

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fedai ERLER

ŞUBAT 2021; 56 sayfa

Bu çalışmada, *Tetranychus urticae*'ye karşı Antalya ilinin 8 farklı ilçesinden izole edilen entomopatojen fungus türlerinin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, 2018-2019 yılları arasında Antalya'da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı; Aksu, Döşemealtı, Kemer, Kepez Konyaaltı, Korkuteli, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden alınan 32 adet toprak ve 104 adet fungal enfekteli olduğu şüphelenilen arthropodlardan entomopatojen fungusların izolasyonları yapılmış, morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanmıştır. Sonuçlara göre, 4'ü *Aspergillus minisclerotigenes*, 6'sı *Aspergillus ochraceus* 20'si *Beauveria bassiana*, 5'i *Fusarium solani*, 5'i *Penicillium raistrickii* ve 4'ü *Trichoderma* sp. olmak üzere toplam 44 fungus izolatu elde edilmiştir. Yapılan ön patojenite testlerinde en etkili bulunan *Beauveria bassiana*'nın 6 izolatu (KTG88, KPA89, K3TG9, K2TG94, STG68 ve DTG54) morfolojik ve moleküler tanısı yapılmıştır. Daha sonra, bu 6 izolatu *T. urticae*'nin ergin ve yumurta dönemlerine karşı etkinlikleri Petri kaplarında test edilmiştir. Çalışma, 25±1°C sıcaklık ve %70±5 orantılı neme sahip 16 saat aydınlık koşullardaki iklim odasında yürütülmüştür. Testlerde tüm fungal izolatu 1x10⁵, 1x10⁶ ve 1x10⁷ konidi/ml spor yoğunluğunda kullanılmıştır. Sonuçlara göre, entomopatojen funguslar *T. urticae*'nin yumurta dönemi üzerinde %25.9–59.8 ve ergin dönemi üzerinde %16–100 oranlarında ölüm meydana getirmiştir. *T. urticae* erginlerinin yumurtalara göre fungal enfeksiyona daha hassas olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışmada Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı olan *T. urticae*'nin mücadelesinde kullanım potansiyeli olabilecek entomopatojen funguslar belirlenmiş ve geniş bir kültür koleksiyonu oluşturulmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: *Beauveria bassiana*, Entomopatojen fungus, Mikrobiyal mücadele, *Tetranychus urticae*

JÜRİ: Prof. Dr. Fedai ERLER

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Doç. Dr. Cengiz İKTEN

ABSTRACT

ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN ANTALYA PROVINCE, THEIR MORPHOLOGICAL AND THEIR MOLECULAR IDENTIFICATION, AND TESTING OF EFFECTIVENESS OF THEIR IMPORTANT ONES AGAINST *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae) AGAINST ADULT AND EGG PERIODS

Barış İMREK

Master Thesis, Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Fedai ERLER

FEBRUARY 2021; 56 pages

In this study, the effectiveness of entomopathogenic fungal (EPF) species isolated from 8 different counties of Antalya province against *Tetranychus urticae* was investigated. For this purpose, between 2018-2019, Entomopathogenic fungi were isolated from 32 soil and 104 suspected fungal-infected arthropod taken from Aksu, Döşemealtı, Kemer, Kepez Konyaaltı, Korkuteli, Muratpaşa ve Serik districts where agricultural activities are carried out intensively in Antalya and they were identified using morphological and molecular methods. According to the results, a total of 44 fungal isolates, including 4 *Aspergillus minisclerotigenes*, 6 *Aspergillus ochraceus*, 20 *Beauveria bassiana*, 5 *Fusarium solani*, 5 *Penicillium raistrickii* and 4 *Trichoderma* sp., were obtained. The morphological and molecular identifications of six *Beauveria bassiana* isolates (KTG88, KPA89, K3TG9, K2TG94, STG68 and DTG54), that were found most effective in preliminary pathogenicity tests, were made. Then, the effectiveness of these 6 isolates against the adult and egg stages of *T. urticae* were tested in Petri dishes. The study was carried out in a climate chamber with 25±1°C, 70±5% R.H. and 16:8 h (L:D) photoperiod. In the tests, all fungal isolates were used at 1x10⁵, 1x10⁶ and 1x10⁷ conidia /ml spore solutions. According to the results, entomopathogenic fungi caused 25.9- 59.8% mortalities on eggs and 16- 100% mortalities on adults of *T. urticae*. Adults were found to be more susceptible to fungal infection than eggs. In conclusion, in this study, EPF that could potentially be used in the control of *T. urticae*, which is an important pest in both greenhouse and open field cultivation in Antalya province, were determined and a wide culture collection has been created.

KEYWORDS: *Beauveria bassiana*, Entomopathogenic fungus, Microbial control, *Tetranychus urticae*

COMMITTEE: Prof. Dr. Fedai ERLER

Assoc. Prof. Dr. Mehmet MAMAY

Assoc. Prof. Dr. Cengiz İKTEN

ÖNSÖZ

Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde her yıl önemli miktarda kimyasal ilaç kullanımıyla baskı altına alınmaya çalışılan İki noktalı kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae*) mücadelesinde kullanım potansiyeli olabilecek entomopatojen fungusların belirlenmesi ve saptanan fungal patojenlerin hedef zararlıya karşı etkinliklerinin test edilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte elde edilen entomopatojen funguslar ile yapılacak mikrobiyal mücadele çalışmalarına katkıda bulunacak ve oluşturulan bilgi alt yapısı geniş bir kültür koleksiyonunun oluşturulması sağlanmıştır.

Bu konuyu çalışmamızın amacı, ülkemizde, entomopatojen funguslar ile ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, Antalya ilinde ve yakın çevresinde açık alan yetiştiriciliğinde ve doğal olarak bitkilerde bulunan enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden alınan örneklerle herhangi bir entomopatojen fungusun izole edilmesi ve etkinliğinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapılmamış olmasıdır. Bu nedenle bu konu seçilmiştir.

Türkiye'de meyve yetiştiriciliğinde ve serada ürün zararlısı akarlar karşı uygulamada bazı sorunlar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, sınırlı sayıda var olan ilaçlara karşı direncin artmış olmasıdır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için özellikle entomopatojen fungus ürünlerinin akar zararlılara karşı yeni stratejilerin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, enfekte olmuş arthropodlardan ve topraktan *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) tuzak yöntemi ile elde edilen yerli entomopatojen fungusların izolasyonu ile [*Tetranychus urticae* (Koch) (Acarina: Tetranychidae)]'ne karşı etkinlik testi yapılmıştır.

Entomopatojen funguslar, tarım zararlısı böceklerle biyolojik mücadeledeki potansiyelleri bilindiği için bu araştırmaya konu edilmiştir. Uygun nem ve sıcaklık koşullarının sağlandığı ortamlarda entomopatojen funguslar belirgin epizootiğe yol açar ve geniş alanlarda belirli zararlı böcek popülasyonunu azaltırlar.

Kırmızıörümcekler ürün kayıplarına neden olmakta ve dünya çapında kimyasal ilaçlar dahi etki etmez seviyeye gelmiştir. Ayrıca, pestisitlere karşı gelişen direncin yönetilmesinin zorluğu nedeniyle pestisitler bazen etkinliğini yitirmiş ve yeni sentetik bileşik arayışları giderek daha fazla zaman alıcı ve pahalı hale gelmiştir. Bazı sentetik akar ilaçları çevresel kaygılar ile ilişkili olduğu veya ekonomik ve düzenleyici nedenlerden dolayı geri çekildiği için, zararlı akar kontrolü için doğal ürünlerin geliştirilmesini amaçlayan araştırmalar giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Bu Yüksek Lisans çalışmasının yapılmasında bana yardım eden, yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Fedai ERLER'e, bu tez boyunca laboratuvar analizlerinde bana yardımcı olan Dr. Derya BAKİ'ye, moleküler çalışmalarda ve verilerin istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Hilal Şule TOSUN'a, projeyi maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, tezimin her aşamasında maddi manevi yanımda olan babam Sertif İMREK'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İki Noktalı Kırmızıörümcek: <i>Tetranychus urticae</i>	1
1.1.1. Sistematikteki yeri.....	1
1.1.2. Tanımı.....	1
1.1.3. Yaşayışı.....	2
1.1.4. Zarar şekli.....	2
1.1.5. Konukçuları.....	3
1.1.6. Mücadele yöntemleri.....	3
1.1.6.1. Kültürel önlemler.....	3
1.1.6.2. Kimyasal mücadele.....	3
1.2. Biyolojik Mücadele.....	4
1.2.1. Biyolojik mücadelenin avantajları.....	4
1.2.2. Biyolojik mücadelenin dezavantajları.....	4
1.2.3. Mikrobiyal mücadele.....	5
1.2.3.1. Entomopatojen funguslar.....	5
1.2.3.2. Entomopatojen fungusların sınıflandırılması.....	5
1.2.3.3. Entomopatojen fungusların virülensliği ve etki şekilleri.....	6
1.2.3.4 Bir patojende aranacak özellikler.....	6
2. KAYNAK TARAMASI.....	8
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Örnekleme Yerleri ve Zamanları.....	13
3.2. Enfekteli Arthropod Örneklerinin Toplanması.....	13
3.3. Toprak Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi.....	14
3.3.1. Toprak örneklerinin alınması.....	14

3.4. Enfekte Olmuş Arthropod ve Toprak Örneklerinden Fungus İzolasyonu	15
3.4.1. Enfekte olmuş arthropod örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu	15
3.4.2. Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu	16
3.4.2.1. <i>Galleria mellonella</i> (L.) larvalarının üretilmesi.....	17
3.5. Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tanısı	18
3.5.1. Morfolojik tanıları	18
3.5.2. Moleküler tanıları	19
3.5.2.1. DNA izolasyonu.....	19
3.5.2.2. DNA konsantrasyonunun belirlenmesi	20
3.5.2.3 PCR amplifikasyonu	20
3.6. Elde Edilen Entomopatojen Fungusların <i>Tetranychus urticae</i> Koch. (Acarina: Tetranychidae)'nin Ergin Ve Yumurta Dönemlerine Karşı Etkinlikleri.....	21
3.6.1. Bitki üretimi	21
3.6.2. Testlerde kullanılacak akar materyali.....	22
3.7. Laboratuvar Etkinlik Testleri	22
3.8. Laboratuvar Çalışmaları	23
3.8.1. Entomopatojen fungus solüsyonlarının hazırlanması.....	23
3.8.2. Denemelerin kurulması	23
3.8.3. Kırmızıörümcek yumurta denemeleri	24
3.8.4. Kırmızıörümcek ergin denemeleri.....	24
3.9. İstatiksel Analiz.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. Arazi Çalışmalarından Elde Edilen Entomopatojen Fungal İzolatlar	26
4.2. Elde Edilen İzolatlardan Ön Patojeniteleri Yüksek Olan İzolatların <i>Tetranychus urticae</i> Yumurta ve Ergin Dönemlerine Karşı Etkinliği	29
4.2.1. <i>T. urticae</i> 'nin erginlerine karşı etkinlik.....	29
4.2.2. <i>T. urticae</i> 'nin yumurtalarına karşı etkinlik.....	35
4.3. İzolatların Morfolojik Karakterizasyonu	36
4.3.1. <i>Aspergillus ochraceus</i>	37
4.3.2. <i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	37
4.3.3. <i>Beauveria bassiana</i>	37
4.3.4. <i>Fusarium solani</i>	38

4.3.5. <i>Penicillium raistrickii</i>	38
4.3.6. <i>Trichoderma sp.</i>	39
4.4. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu.....	39
4.4.1. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz	40
5. SONUÇLAR	47
6. KAYNAKLAR	48
7. EKLER.....	53
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İlindeki Entomopatojen Fungusların İzolasyonu, Morfolojik ve Moleküler ile Önemlilerinin *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)’nin Ergin ve Yumurta Dönemlerine Karşı Etkinliklerinin Test Edilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

16/02/2021

Barış İMREK



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

- % : Yüzde
°C : Celcius cinsinden sıcaklık derecesi
Cm : Santimetre
G : Gram
L : Litre
Mg : Miligram
ml : Mililitre
mM : Milimolar
MgCl₂ : Magnezyum klorür
Nacl : Sodyum klorür
Rpm : Dakikadaki devir sayısı

Kısaltmalar

- Dk : Dakika
CTAB : Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
DNA : Deoksiribo Nükleik Asit
EDTA : Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
Gps : Küresel konumlama sistemi
PCR : Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PDA : Patates Dekstroz Agar
Tris : Tris(hydroxymethyl)aminomethane
SDA : Sabouraud Dekstroz Agar
SDAY : Yeast Ekstrakt Sabouraud Dekstroz Agar
Sn : Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin yaşam döngüsü	2
Şekil 1. 2. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin zarar şekli	3
Şekil 3. 1. Örneklerin alındığı alanlar	13
Şekil 3. 2. Enfekte olmuş arthropod örneklerinin alınması;	14
Şekil 3. 3. Toprak örneklerinin alınması.....	15
Şekil 3. 4. Entomopatojen fungusların izolasyonu;	16
Şekil 3. 5. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının üretilmesi	18
Şekil 3. 6. Etkinlik testlerinde kullanılan bitkilerin üretilmesi	22
Şekil 3. 7. Etkinlik testlerinde kullanılan akarlar.....	22
Şekil 3. 8. Denemelerin kurulması.....	23
Şekil 3. 9. Yumurta denemesinin kurulması	24
Şekil 3. 10. Ergin denemesinin kurulması	24
Şekil 4. 1. Antalya ilinde enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole entomopatojen fungusların türlere göre dağılımları	26
Şekil 4. 2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının haritadaki konumları.....	29
Şekil 4. 3. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (KTG88) izolatının ölüm oranları	30
Şekil 4. 4. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (KPA89) izolatının ölüm oranları	31
Şekil 4. 5. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (K3TG9) izolatının ölüm oranları	32
Şekil 4. 6. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (K2TG94) izolatının ölüm oranları	32
Şekil 4. 7. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (STG68) izolatının ölüm oranları	34
Şekil 4. 8. <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine karşı uygulanan <i>B. bassiana</i> (DTG54) izolatının ölüm oranları	34

Şekil 4. 9. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin yumurta dönemine karşı entomopatojen fungus uygulamasından 7 gün sonra açılma oranları.....	36
Şekil 4. 10. <i>Aspergillus ochraceus</i> (AYK44) izolatının karakterizasyonu.....	37
Şekil 4. 11. <i>Aspergillus minisclerotigenes</i> (AYK43) izolatının karakterizasyonu	37
Şekil 4.12. <i>Beauveria bassiana</i> (KTG-88) izolatının karakterizasyonu	37
Şekil 4. 13. <i>Fusarium solani</i> (KTG16) izolatının karakterizasyonu.....	38
Şekil 4. 14. <i>Penicillium raistrickii</i> (KYK6) izolatının karakterizasyonu	38
Şekil 4. 15. <i>Trichoderma sp.</i> (KYA86) izolatının karakterizasyonu	39
Şekil 4.16. Fungus izolatların ITS gen bölgesi kullanılarak moleküler karakterizasyonu.....	38
Şekil 4.17. Fungus izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli baz alınarak çizilen filogenetik dendrogramı (▲=Tezde elde edil. izolatları göstermektedir).....	42
Şekil 4. 18. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın <i>T. urticae</i> üzerindeki gelişimi.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. CTAB solüsyonu bileşenleri.....	20
Çizelge 3. 2. Internal Transcribed Spacer (ITS1 ve ITS4) bölgeleri DNA dizileri kullanılarak, tasarlanan primerler.....	21
Çizelge 3. 3. PCR bileşenleri	21
Çizelge 3. 4. ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak optimize edilen PCR koşulları	21
Çizelge 4.1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları.....	27
Çizelge 4.2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları(devamı)	28
Çizelge 4. 3. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının uygulamadan 3 gün sonra <i>Tetranychus urticae</i> erginlerine meydana getirdiği ölüm oranları	30
Çizelge 4. 4. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının uygulamadan 7 gün sonra <i>Tetranychus urticae</i> erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları	31
Çizelge 4. 5. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının uygulamadan 10 gün sonra <i>Tetranychus urticae</i> erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları	33
Çizelge 4.6. <i>Beauveria bassiana</i> izolatlarının farklı konsantrasyonları ile muamele edilen <i>Tetranychus urticae</i> yumurtalarının uygulamadan 7 gün sonraki açılma oranları	35
Çizelge 4.7. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod örneklerinden ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki (NCBI) erişim numaraları.....	41
Çizelge 4.8. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları.....	41
Çizelge 4.9. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları (devamı).....	42

1. GİRİŞ

Ulusal ve uluslararası pazarlarda meydana gelen rekabet koşulları ile artan popülasyon bilinçli beslenme ihtiyacı ve tarım sektörünün her aşamasında görev alan aktörleri, daha kaliteli ve daha fazla sürdürülebilir üretim yapmaya zorlamaktadır. Bu anlamda tarım verimliliğinin ve insan odaklı kalkınmanın esas alındığı stratejik, kültürel sosyo- ve iktisadi bir yaklaşımla irdelenmesi gereken bir alandır.

Türkiye; toprak, bitki, iklim ve su kaynakları açısından dünya coğrafyasında önemli bir konuma sahiptir. Çeşitli yaş meyve, sebze, tarla ürünleri, süs bitkileri, hayvancılık ve su ürünlerinin yanı sıra insan sağlığını koruyan ve yaşam bağlılığını arttıran tıbbi ve aromatik bitkilerin yeteri derecede üretilebildiği ve fazlasını da ihraç edebilecek güce sahiptir.

Tarımda alternatif üretim tekniklerinin ve gelişmiş teknolojisini kullanılarak ülkemizin ve dünya insanının beslenmesine katkıda bulunan ve bu tez çalışmasının yapıldığı Antalya ilinde; nüfus büyüklüğü itibarıyla Türkiye'de 5. sırada, 156.000 çiftçi ailesiyle 9.53 milyar TL tarımsal üretim değerleri itibarı ile 2. sırada, Türkiye bitkisel üretim değerinin %6.79'sını karşılayarak 1. sırada olup Türkiye tarımında önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de örtüaltı sebze üretiminde örneğin; domates üretiminin %62'si, biber üretiminin %55'i, patlıcan üretiminin %51'i ve hıyar üretiminin %46'sı Antalya'da üretilmektedir (Anonim 2016).

Tarımsal yetiştiricilikte karşılaşılan sorunların başında, zararlılar ve hastalıklar gelmektedir. Bu iki önemli sorun üretimde vahim ürün kayıplarına neden olmaktadır. Tarımsal yetiştiricilikte en çok mücadeleyle karşılaşılan ve dolayısıyla en fazla kimyasal uygulamaya başvurulmuş zararlılar grubu içerisinde ve bu çalışmanın etkinlik testine tabi tutulan kırmızıörümcekler ilk sırayı almaktadır (Topuz 2011).

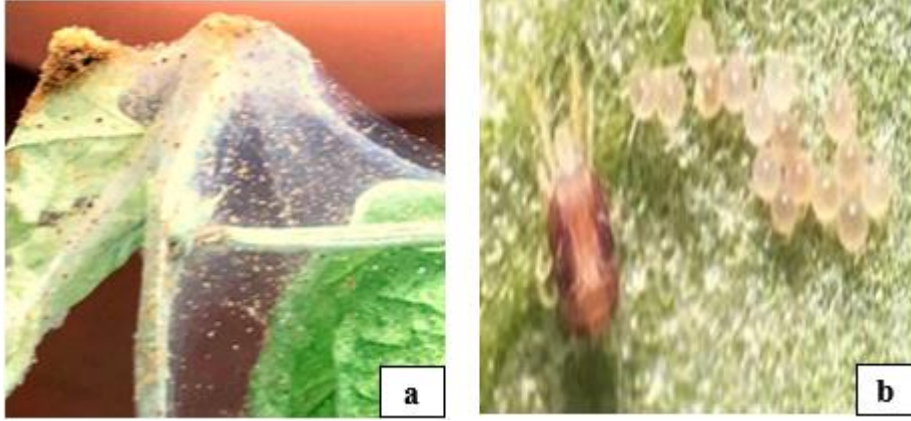
1.1. İki Noktalı Kırmızıörümcek: *Tetranychus urticae*

1.1.1. Sistematikteki yeri

Tetranychus urticae, Arthropoda şubesinde, Arachnida sınıfında, Trombidiformis takımında ve Tetranychidae familyasında yer almaktadır.

1.1.2. Tanımı

Bu türde dişinin vücudu oval, vücut uzunluğu 0.3-0.5 mm, genişliği 0.2-0.3 mm'dir. Vücut ortasına yakın mesafede iki tarafta bir çift siyah leke bulunur (Jeppson vd. 1975). Bu tür çok yoğun ağ örür, ördükleri ağların çokluğu popülasyon yoğunluğunu gösterir ve ördükleri ipek ağlar arasında ergin, larva, nimf ve yumurtaları bir arada görmek mümkündür. Yumurtalarını yaprak altına bırakırlar ve birkaç gün içerisinde çıkan larvalar protonimf ve deutonimf evreleri geçirerek ergin olurlar (Yön 2017).



Şekil 1. 1. *Tetranychus urticae*'nin yaşam döngüsü; **a)** *T. urticae*'nin örmüş olduğu ağ, **b)** Yumurta ve ergini

1.1.3. Yaşayışı

Dişilerin ortalama yaşam süreci yaklaşık olarak 30 gündür. Bu süre zarfında dişi başına bırakılan ortalama yumurta sayısı 90-110 arasında değişir. Larvaları 3 çift, nimf ve ergin dönemleri ise 4 çift bacaklıdır. Türün yoğunluğu haziran ayından itibaren artmaya başlar, temmuz-ağustos aylarında en yüksek seviyeye ulaşır, daha sonra giderek azalır. Mevsimin sıcak ve kuru olması popülasyonun hızlı artmasına, yağışlar ise azalmasına neden olur. Türün üreme gücü oldukça yüksektir. Bu tür ılıman iklim bölgelerinde kışı döllenmiş dişi olarak gövdelerde, ağaç kabuklarının altında, ağaçların çatlak ve yarıklarında, dökülmüş yaprak ve kabuk parçalarında ve yabancı otlarda uyusuk halde geçirir. Erginler, martın ilk haftasından itibaren kışlama yerlerinden çıkmaya başlar. Ancak seralarda yıl boyunca üremesine devam eder. Yılda 10-21 döl verir (Baker 1998).

1.1.4. Zarar şekli

Tetranychus urticae genellikle yaprağın alt kısmında parankim dokusunda bitki özsuynunu emerek klorofilin bozulmasına sebep olur ve yaprakta sarımsı beyaz alanlar şeklinde kendini gösteren belirtiler bitkinin tamamen ölmesine kadar devam edebilir. Yapraklarda beslenmesi sonucu bitkinin klorofil sentezini engellemektedir. *T. urticae*'nin yaptığı emgi sonucu bitki gelişimi ile meyve oluşumu zaman içerisinde yüksek seviyede engellenerek durmaktadır. Zararlı %40-60 oranında değişen, hatta popülasyon yoğunluğu çok fazla ise bu oran %100'lere kadar ürün kaybına neden olmaktadır (Lahai vd. 2003).



Şekil 1. 2. *Tetranychus urticae*'nin zarar şekli; **a)** *T. urticae*'nin yapraktaki ilk zarar belirtisi ve **b)** Yapraktaki zararın ilerlemiş hali

1.1.5. Konukçuları

Tetranychus urticae, dünyada geniş çapta bir yayılım gösteren ve pamuk, çilek, yaprağını döken meyve ağaçları, sebzeler ve süs bitkilerinin de içerisinde bulunduğu 100'den fazla konukçu bitki üzerinde, zarar yapan polifag bir zararlı türüdür.

1.1.6. Mücadele yöntemleri

1.1.6.1. Kültürel önlemler

Seraya kırmızıörümcekle bulaşık olmayan temiz fideler dikilmeli, derimden sonra bitki artıkları tarla ve seradan uzaklaştırılmalı, yabancı ot çapalamasına önem verilmeli ve aşırı azotlu gübrelemeden kaçınılmalıdır.

1.1.6.2. Kimyasal mücadele

Küçük yapraklı sebzelerde yaprak başına 3-4 adet, büyük yapraklı sebzelerde 5-6 adet canlı kırmızıörümcek bulunduğu ilaçlama yapılmalıdır. Kimyasal ilaç olarak Abamectin ve Hexythiazox içerikli ruhsatlı akarisitlerden biri kullanılabilir. İlaçlama yapılırken yaprakların alt yüzeylerini kaplaması sağlanmalıdır.

Kırmızıörümcekler ürün kayıplarına neden olmakta ve dünya çapında kimyasal ilaçlar etki etmeyecek seviye gelmiştir. Öte yandan, insektisitlere gelişen direncin yönetilmesinin zorluğu sebebiyle pestisitler bazen etkinliğini kaybetmiş ve yeni kimyasal bileşik arayışları giderek daha fazla zaman alıcı ve pahalı hale gelmiştir. Bazı kimyasal akar ilaçları çevresel kaygılar ile ilişkili olduğu veya ekonomik ve düzenleyici nedenlerden dolayı geri çekildiği için, zararlı akar kontrolü için doğal ürünlerin geliştirilmesini hedefleyen çalışmalar giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Poppy vd. 2014).

Tetranychus urticae'nin birçok çeşit bitki ile beslenmesi, hızlı üreme kapasitesi ve kısa yaşam döngüsü bu zararlının çok kısa süre içinde başta organik fosforlular olmak üzere, organotionlar, gelişme düzenleyiciler, mitokondriyal elektron transfer

engelleyiciler ve birçok spesifik akarısiteme karşı direnç kazanmasına sebebiyet göstermektedir. Bu ilaçlar aynı zamanda faydalı böcek popülasyonunda ölüm meydana getirerek, kırmızıörümcek popülasyonunda artışa sebep olduğu düşünülmektedir (Gatarayih vd. 2010). Öte yandan tarım ilaçlarının insanlara ve ekosisteme olan olumsuz etkileri de çoğu kişi tarafından bilinmektedir. Bu sebeple, kırmızıörümceklerin savaşımında kimyasal mücadeleye seçenek olarak zararlının biyolojik mücadelesine yönelik gerek yurt içinde gerekse yurt dışında birçok çalışma yürütülmektedir. Biyolojik savaşımında en çok kullanılan predatör akarlar Phytoseiidae familyasına ait *Neoseiulus californicus* ve *Phytoseiulus persimilis* türleridir (Cakmak vd. 2009). Predatör akarlar dışında mikrobiyal mücadele kapsamında patojen olarak fungus, bakteri, riketsia, virüs, protozoa ve nematodların da akarlar üzerinde patojen oluşturdukları bildirilmektedir.

1.2. Biyolojik Mücadele

Tarımın tek amacı yalnızca birim alandan çok ürün almak olmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir tarım tekniklerine mütenasip, doğru, ekosisteme, insan ve hayvan sağlığına duyarlı makbul ürün yetiştirebilmektir. Bunu sağlayabilmek için, temiz tohum ve fide kullanmak, güzel bir toprak işleme, gübreleme, budama, sulama, gibi birçok tarım tekniklerinin uygulanmasının yanında; üründe kalite ve kantite açısından önemli kayıplara sebep olan hastalıklar, yabancı otlar ve zararlılara karşı da bilinçli bir savaşım yapmak gerekmektedir. Ürün kayıplarına sebep olan bu canlılara karşı, farklı savaşım yöntem ve teknikler çalışmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bunlar fiziksel-mekaniksel mücadele, kültürel önlemler, biyolojik mücadele, kimyasal mücadele, biyoteknik mücadele, yasal mücadele ve entegre mücadele olarak sıralanabilir (Uygun vd 2010).

Biyolojik savaşım, bir zararlı türün popülasyon seviyesini veya etkisini olabileceğinden daha aza indirmek ve daha zararsız hale getirmek için başka türlerin kullanılmasıdır (Eilenberg vd. 2001). Bu mücadelede kullanılacak organizmaların bazıları doğadan toplanarak zararlı türlerin bulunduğu ortama aktarılır. Biyolojik mücadele yapıldığı zaman, kimyasal mücadelenin yol açtığı tüm olumsuz etkilerden kaçınmak ve zararlı türler üzerinde kalıcı olarak kontrol etmek mümkün olmaktadır. Öte yandan biyolojik mücadelenin avantajları olduğu gibi, bazı dezavantajları da olduğu bilinmekte ve bunlar gerek planlamayı yapan ve gerekse uygulayıcılar tarafından ifade edilmektedir.

1.2.1. Biyolojik mücadelenin avantajları

İnsan, hayvan, bitki ve faydalı organizmalarda herhangi bir kalıntı meydana gelmemektedir. Canlı organizmaların kullanılması sayesinde, biyolojik mücadelede başlatılan etki, sürdürülebilirlik arz etmektedir. Yani kullanılan organizmanın faydalı etkisi zararlı türün popülasyon yoğunluğu normale düşünceye kadar ve ekosistemde denge durumu oluşuncaya kadar azalmaksızın, hatta artarak sürmektedir. Ayrıca zararlılarda dayanıklılık ve direnç yolu açmaması biyolojik mücadelenin avantajları arasında sayılmaktadır (Oğurlu 2000).

1.2.2. Biyolojik mücadelenin dezavantajları

Biyolojik mücadelede, geniş alanda doğru ve detaylı bilgi sahibi olmayı gerekmektedir. Başarılı sonuçlar alınması için iyi bir biyoloji ve ekoloji bilgisi şarttır.

Biyolojik mücadele, başlangıcında belli bir zararı göze almayı gerektirir. Öte yandan kimyasal savaşta ise uygulamayı yapan kişinin başlangıçta alması gereken bir risk söz konusu değildir, zarar ancak sonradan ortaya çıkmaktadır. Biyolojik mücadelede başarı, diğerlerine nazaran daha geç sonuç elde edilir. Bu sonuçlarda uygulamayı yapan kişiyi sabırlı olmaya zorlar ve belli bir süre beklemesini gerektirir (Oğurlu 2000).

1.2.3. Mikrobiyal mücadele

Mikrobiyal mücadele; zararlılarla savaşta, bakteri, virüs, protozoa, nematod ve fungus gibi mikroorganizmaların kullanılmasıdır (Eilenberg vd. 2001). Mikrobiyal mücadele etmenleri üzerindeki çalışmanın ilk basamağı çoğunlukla doğada mevcut olan fungus izolatlarının tespit edilmesidir (Er 2013). Entomopatojen funguslar suyun çok olduğu alanlar, ormanlar, konveksiyon el tarımın yapıldığı alanlara uzak ve doğal alanlar gibi çoğu yaşam alanlarında yayılım göstermektedirler. Toprak, özellikle entomopatojen funguslar için önemli bir yaşam kaynağı olup, birçok entomopatojen fungus türü çoğunlukla topraktan izole edilmiştir (Gaugler 1988). Entomopatojen fungusların doğadan izolasyonu için birkaç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en çok tercih edilenleri ‘Tuzak böcek yöntemi’ ile topraktan ve doğrudan böcek üzerinden izolasyonudur (Mietkiewski vd. 1994). Bu çalışmada ise hem böcek üzerinden hem topraktan entomopatojen funguslar izole edilmiştir.

1.2.3.1. Entomopatojen funguslar

Entomopatojenik funguslar böceklere arız olup ölüme sebebiyet veren funguslar, uzun süre saprofit olarak yaşayıp, ortam şartları elverişli hale geldiğinde böceklere geçebilen türleri ihtiva ederler. Çoğu entomopatojen funguslar direkt olarak böcek dış tabakasından enfeksiyon yapmaktadır ve bu yüzden konukçu tarafından yenilmelerine gerek yoktur. Bu özellik entomopatojen fungusları özellikle bitki özsuyla beslenen ve kan emici böceklerin savaşta ilk sıraya getirmektedir. Günümüzde Dünya çapında entomopatojen funguslardan oluşan pek çok ticari ürün bulunmaktadır ve bunlar farklı zararlılarla savaşta kullanılmaktadır (Goettel vd. 2005).

Entomopatojen funguslar mikrobiyal mücadele etmeni olarak yıllardır kullanılmaktadır. Genellikle, çoğu böcek takımı fungal hastalıklara karşı hassastır ve entomopatojen funguslar zararlı böceklere karşı mikrobiyal mücadele etmeni olarak iyi bir yere sahiptir.

1.2.3.2. Entomopatojen fungusların sınıflandırılması

Böcekleri hastalandıran entomopatojen funguslar çoğunlukla Mastigomycotina, Ascomycotina ve Deutoromycotina alt şubelerinde yer alırlar. Günümüzde şu ana kadar, 90 cinse ait 700 entomopatojen fungus türü belirlenmiş ve bunlardan, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* ve *Isaria fumosorosea* gibi bazı türler ise birçok yerde pek çok zararlıyla savaşta ticari olarak üretilerek kullanılmaktadır.

1.2.3.3. Entomopatojen fungusların virülensliği ve etki şekilleri

Entomopatojen funguslar daha çok deri yoluyla enfeksiyon yaparlar. Ancak mide ve solunum yoluyla enfeksiyon yapan türler de bulunmaktadır. Fungusların böcek üzerinde giriş yaptığı yerlerde genelde lokal olarak fazla nem oranının bulunması ile spor çimlenmesini kolaylaştıran, segmentler arası boşluklar, solunum boşlukları ve ağız parçaları gibi bölgelerdir (Charnley ve Collins 2007).

Deri yoluyla enfeksiyonda, enfeksiyonun böcek derisindeki protein–kitin bileşimini parçalanma özelliğine sahip enzimler yardımıyla gerçekleştiği bilinmektedir. Entomopatojen bir fungus sporu, konukçusunun derisi üzerine yapıştıktan sonra, çimlenme konisini oluşturarak, taşıdığı protein ve yağ parçalayıcı katalizörler yardımıyla epikütikulyayı deler; hifler oluşturarak hipodermise ulaşır, sonra bu hiflerini çoğaltarak vücut boşluğunda yayılır. Böylece fungus, vücut boşluğunda klamidosporeler oluşturarak canlılığını korumuş olur. Bu klamidosporeler, daha sonra elverişli şartlarda çimlenerek hifler oluşturur ve hifler de konukçusu üzerinde sporlar yayarak yeni enfeksiyonlar meydana getirir. Deri yoluyla enfeksiyonda fungusun verimli olabilmesi için, enfeksiyonun hipodermise ulaşması gerekir. Böceklerdeki deri değiştirme özelliği olduğundan, bu mevzu önemlidir. Bundan dolayı, yoğun deri değiştiren böceklerde bu durum daha da önem kazanmaktadır. Deri değiştirme esnasında fungal enfeksiyon sadece yüzeyde kaldıysa böcek kendisini bu patojenden kurtarabilir. Çünkü, henüz hipodermise ulaşmamış olan fungus, böceğin değişen derisiyle birlikte dışarıya atılmış olur. Fakat fungal enfeksiyon hipodermise ulaşmışsa, böcek kendisini bu enfeksiyondan alı koyamaz. Herhangi bir patojen fungus zararlıya penetre olduğu zaman vücut içinde hifler oluşturmaya başlar. Hifler gittikçe yayılır ve bir süre sonra tüm vücut boşluğu, fungus miselleriyle dolar. Bu sırada konukçu zararlıda, sınırlı tepkiler görülmektedir. Sonra tepkiler gitgide ağırlaşır ve sonunda ölüm meydana gelir. Yani ölüm, vücut boşluğunun ve solunum borucuklarının fungus miselleriyle dolması ve bu arada üretilen zehirli enzimler ve oluşturulan zehirli maddeler nedeniyle gerçekleşmektedir (Oğurlu 2000).

1.2.3.4 Bir patojende aranacak özellikler

Patojenitesi, yani öldürücülük seviyesi yüksek olmalı, böceğin vücut direncini yıkabilmeli, böcekte parazitik etki veya antibiyosisle ölüme yol açmalıdır. Enfeksiyon dozu, yani enfeksiyonu başlatacak meblâğı düşük olmalıdır. Bu patojen seçimiyle ilgili ekonomik bir kriter olup, kullanılacak patojen bu şartı sağladığı ölçüde savaşım ekonomik olur. Öldürücü etkisi devamlı olmalı, yani ortama verildiği andan itibaren kendiliğinden çoğalıp, zararlının bulunduğu bütün alanlara yayılabilmelidir. Patojenin gelişme zamanı kısa olmalıdır. Ultraviyole ışınları ve radyasyon gibi zararlı faktörlere karşı kuvvetli olmalı, ayrıca, olumsuz bir faktör karşısında girdiği durgunluk döneminden kısa sürede çıkabilmelidir (Oğurlu 2000).

Son zamanlarda gerek örtüaltı yetiştiricilikte ve gerek açık alan yetiştiriciliğinde zarar yapan *T. urticae* mücadelesinde kimyasal ilaç uygulamalarında yeterli sonuçlar elde edilmediği aşikardır. Zararlının kısa hayat dönemi ve yüksek üreme kapasitesine sahip olması ve diğer zararlılara göre kimyasallara karşı daha hızlı direnç geliştirmesi mücadelede etkili sonuçlar göstermemesinin başlıca etkenleri arasındadır. Bu nedenle *T. urticae* mücadelesinde etkili sonuçlar almak için biz araştırmacılara yeni düzenlemelerin gerektirdiği şekilde kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılacak, çevreyle dost

çeşitli yöntem ve materyaller geliştirme sorumluluğu doğurmuştur. Bu kapsamda Antalya ilinin tarımı ve verimli coğrafik yapısı göz önünde bulundurularak *T. urticae* mücadelesi için yerli entomopatojen fungusları izole edip ve etkili olanları belirleyip kimyasal mücadeleye alternatif olabileceği düşünülmüştür ve buradaki tez çalışması planlanmıştır.

Bu kapsamda söz konusu çalışmada;

1. Çalışmanın yapıldığı Antalya İl merkezi ve yakın ilçeler; Aksu, Döşemealtı, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli ve Serik bölgelerinde yetiştiricilik yapılan tarım alanları ve tarım dışı doğal alanlarda, öncelikli olarak farklı bitki konukçuları üzerinden yer alan ölü arthropod kadavralarından entomopatojen funguslar izole edilmiştir. Örnek alınan yerlerde çalışmaya ek olarak ormanlık ve nehir kenarlarından alınan toprak örneklerinden de entomopatojen funguslar izole edilmiş ve biyolojik varyasyonları belirlenmiştir.
2. Elde edilen entomopatojen fungusların morfolojik ve moleküler çalışmaları yapılarak, teşhisleri yapılmıştır.
3. Farklı bölgelerden izole edilen fungusların ön patojenite testleri yapılmış olup en etkili olan izolat veya izolatlar belirlenmiştir.
4. Belirlenen izolatların, Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde her yıl önemli miktarda kimyasal ilaç kullanımıyla mücadele çalışılan İki noktalı kırmızıörümcek *T. urticae*'ye karşı etkinlik testleri yapılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Son zamanlarda biyoinsektisidler üzerindeki çalışmalar hız kazanmıştır. Bu konu üzerinde ülkemizde ve dünya çapında yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Tetranychus urticae'nin Türkiye'de tarım ürünlerinde zararlı olduğu ilk kez 1934'te ve pamukta çok önemli zarar yaptığı da 1937 yılında tespit edilmiştir (İyriboz 1971).

Eilenberg ark. (2001)'nin, entomopatojen funguslar, tarım zararlısı böceklerle mikrobiyal mücadeledeki varlıklarından dolayı araştırmacıların dikkatini üzerine çekmektedir. Uygun nem ve sıcaklık koşullarının sağlandığı ortamlarda entomopatojen funguslar belirgin epizootiğe yol açar ve geniş alanlarda belirli zararlı böcek popülasyon seviyesini düşürürler. Yapılan araştırma çalışmalarının birçoğu, hedef zararlı böcekler için en etkili olan fungus izolatlarının belirlenmesi ve mikrobiyal mücadelede geliştirilerek kullanılması üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Tarımsal yetiştiricilikte, entomopatojen fungusların oluşturduğu ekosistem faaliyeti mikrobiyal mücadele için oldukça önemlidir. Zararlı böceklere spesifik olan doğal düşmanların korunması ve etkinliklerinin artırılması için, tarım sistemlerinde uygun ortam oluşturmada fungusların temel ekolojik bilgileri kullanılarak tarımsal uygulamalar ve doğal ortam düzenlemeleri yapılmaktadır.

Entomopatojen funguslar tarımsal ekosistemde oldukça geniş alanlara yayılmışlardır. Ilıman bölgelerde, Filum: Ascomycota (Takım: Hypocreales) ve Altfilum: Entomophthoromycotina'ya (Takım: Entomophthorales) ait birçok fungusun Arthropod'larda enfeksiyona neden olduğu bilinmektedir. Hypocreales takımına ait *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* tarımsal ekosistemlerde çok geniş konukçulara sahiptirler. Son zamanlardaki araştırma sonuçları, korumalı biyolojik mücadele stratejisine uygun fungusların ekolojik yönlerini açıklığa kavuşturmuştur. Bu araştırmalar, ılıman iklimli tarımsal ekosistemlerde, *B. bassiana*'nın zeminden yüksek yerlerde yaşayan konukçularda, *M. anisopliae*'nin toprak yüzeyinin üzerinde veya altında bulunan konukçularla ilişkili olduğunu göstermiştir (Meyling 2007). Bu iki fungusun kaynağı topraktır ve aynı toprak örneklerinden izole edilebilmektedirler (Keller ve Zimmermann 1989; Meyling ve Eilenberg 2006).

Konukçu bireylerin örneklenmesi, fungus türlerinin yaygınlığı ve konukçu çeşitliliği hakkında önemli bilgileri ortaya çıkarır. Entomopatojen fungus enfeksiyonu sonucu ölmüş böcekler çoğunlukla buldukları bitki üzerinden toprağa düşecekleri için toprak faunası önemli fungus rezervelerini oluşturmaktadır (Samson 1988).

Chandler ve ark. (1997), *Beauveria*, *Conidiobolus*, *Metarhizium* ve *Isaria* (*Paecilomyces*) çoğunlukla toprak ortamında bulunan entomopatojen fungus cinslerindedir. Ayrıca birçok fungus türü dünyanın değişik bölgelerinde toprakta yaşayan böceklerden izole edilerek rapor edilmiştir. İngiltere'de ağaçlık ve çalı alanlarında yapılan çalışmalarda ekilebilir alanlara oranla daha çok entomopatojen fungus izole edilmiş ve *B. bassiana* ve *I. farinosus* yaygın olarak bulunmuştur.

Shi ve ark. (2008), pamuk bitkisinde zararlı olan kırmızıörümcekler (*Tetranychus truncates* ve *T. turkestanii*)'in savaşımında entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*'nin 3 adet formülasyonunun etkinliğini tarla koşullarında ise 8 adet araştırmışlardır. Sonuçta *M. anisopliae*'nin iki formülasyonu %85.7 (77.9-94.9) ve %88,0 (82.4-93) ve *B. bassiana*'nın iki formülasyonu %77.9 (68.6-89.6) ve %85.7 (77.8-87.7) oranında kırmızıörümcekler üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Eken ve Hayat (2009), Erzurum'da yaptıkları saha çalışmalarında almış oldukları örneklerde yapmış oldukları izolasyonlar sonucunda *T. urticae* erginlerinin %65'inin *Cladosporium cladosporioides* ile doğal olarak hastalıklı olduğunu göstermişlerdir. *C. cladosporioides*'in 13 izolatu 8x10⁶ konidi/ml dozunda olacak şekilde fasulye yaprağının diskleri üzerinde *T. urticae*'ye karşı laboratuvar ortamında Petri denemesi olarak uygulama yapılmıştır. Bu uygulama nedeniyle meydana gelen ölüm oranının %50.95-74.76 olduğu görülmüştür. Sonuçlar bu fungusun *T. urticae*'ye karşı mikrobiyal mücadele içerisinde kullanabileceğini göstermiştir.

Sanjaya vd (2013), farklı böcek kadvralarından izole ettikleri 14 entomopatojen fungus türünün etkinliği *Tetranychus kanzawai*'ye karşı test edilmiştir. Test sonucunda, fungusların uygulamasından 7 gün sonra kırmızıörümceklerde meydana gelen ölüm oranlarına göre *Metarhizium anisopliae*'nin 7 izolatından en etkili üçlü (Ma4, Ma5, Ma6), *Beauveria bassiana*'nın 7 izolatından en etkili üçlü (Bb4, Bb5, Bb6) ve *Paecilomyces lilacinus*' dan bir tane izolat seçilerek ayrıca çalışmaya alınmıştır. Çalışma sonucunda *M. anisopliae*'nin Ma6 izolatının *T. kanzawai*'ye karşı en etkili izolat olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda test edilen tüm *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatlarının *T. kanzawai*'nin savaşımında kullanım potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Erler vd. (2013), farklı bitkiler üzerinden alınan ölü böcek kadvralarından izole ettiği entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*'nin *Tetranychus cinnabarinus* üzerinde etkinliklerini Antalya' da sera şartlarında deneme yapmışlardır. *B. bassiana*'nın 4x10⁹ konidi/ml oranında 1, 1.5 ve 2 l/ha olmak üzere üç farklı dozlarda ve *M. anisopliae*'nin 5,5x10⁹ konidi/ml oranında 0,75, 1 ve 1,25 l/ha olmak üzere 3 farklı doz da denedikleri çalışma sayesinde, *B. bassiana* 2010 yılında %81.7 ve 2011 yılında %78.1 ve *M. anisopliae* 2010 yılında %69.8 ve 2011 yılında %66.7 oranında *T. cinnabarinus* yumurtalarında ölüm meydana getirmiştir. *M. anisopliae* ise en çok akarın aktif dönemleri üzerinde ölüm meydana getirmiştir.

Bugeme vd. (2014), *Tetranychus urticae*'nin farklı biyolojik evrelerine (yumurta, larva, nimf, ergin) entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*'ye karşı hassaslığını çalışmışlardır. Bütün yaşam evrelerinde her iki fungusun da 3x10⁵, 1x10⁶, 3x10⁷ ve 1x10⁷ konidi/ml olmak üzere 4 farklı dozu denenmiştir. En fazla doz olan 1x10⁷ konidi/ml yumurtaların canlılığını önemli ölçüde azaltmış ve aktif dönemlerin ölüm oranını yükseltmiştir. En fazla konidi dozunda en yüksek ölüm oranı meydana gelmiştir.

Ullah ve Lim (2015), entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana*'nın fasulye bitkisinde zararlı kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae*)'ye olan etkisini test etmişlerdir. Denemede *T. urticae*'ye karşı 5. ve 10. günlerde fungus uygulanmıştır. Kırmızıörümceğin nimf yoğunluğunun 20. günde, ergin yoğunluğunun ise 15. günde

sıfıra kadar düştüğü görülmüştür. Aynı denemede sadece 5. günde yapılan fungus uygulamasının etkisi de araştırılmıştır. Bu uygulamada nimf popülasyonu büyük seviyede azalmış, ama yoğunluğunun 20. günden sonra hızla çoğalmaya başladığı görülmüştür.

Baydar (2015), Isparta'da 2013-2014 yılları arasında yapılan survey çalışmalarında, bölgeden alınan toprak örnekleri üzerinden böcek (*Galeria mellonella*) tuzak yöntemi kullanılarak entomopatojen funguslar izole etmişlerdir. Toprakta en çok *Beauveria* spp. (164izolat) ve *Metarhizium* spp. (40 izolat) elde etmişlerdir. Bunların yanında *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Paecilomyces* cinslerine ait entomopatojen fungusları da belirlemişlerdir. İzole ettikleri fungusları *Galeria mellonella* larvalarına karşı kullanılarak etkinlik testlerine bakılmıştır. Yapılan etkinlik testinde *Beauveria* spp. ve *Metarhizium* spp. izolatları en etkili türler olmuştur. Patojenitesi yüksek çıkan entomopatojen fungus izolatlarının günümüzde tarımsal zararlı böceklerin mücadelesinde kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadelede kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Doğan (2016), entomopatojen funguslardan *Metarhizium flavoviride*, *Metarhizium anisopliae* (4556 ve V275), *Lecanicillium lecanii* ve *Beauveria bassiana*'nın *Tetranychus urticae*'nin farklı yaşam evrelerine karşı etkinlikleri laboratuvar şartlarında araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan spor seviyesi tüm funguslar için aynı olup, 1×10^7 konidi/ml olarak uygulamışlardır. Uygulama neticesinde entomopatojenik funguslar *T. urticae*'nin yumurta evresi üzerinde %11.8-17.0 oranında ölüm meydana getirmişlerdir. Funguslar, *T. urticae*'nin aktif evreleri üzerinde %29-90.3 ölüm oranı göstermişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda *T. urticae* ergin evrelerinin larva, nimf ve yumurta evrelerine göre fungal enfeksiyona daha duyarlı olduğunu ve en az etkileşmeyi ise yumurta evresi üzerinde olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak bu çalışma da entomopatojen fungusların *T. urticae*'ye karşı potansiyel kontrol etmeni olarak kullanılabileceği ortaya çıkarmıştır.

Patel ve Ghetiya (2019), tarafından entomopatojen fungus *Fusarium verticillioides*'in 1×10^5 cfu/ml ve 1×10^{10} cfu/ml arasında değişen 6 farklı konsantrasyonunun, *T. urticae*'ye karşı yürütülen laboratuvar denemelerinde, bamya bitkisi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Uygulamadan 10 gün sonra, *T. urticae* üzerinde 1×10^5 cfu/ml konidia ile %26.41 seviyesinde ölüm oranı elde edilirken, 1×10^{10} cfu/ml konidia süspansiyonu ile ise %75.04 düzeyinde başarı oranına ulaşılmıştır.

Wu vd. (2019), tarafından *B. bassiana*'ya ait (GZGY-1-3, LNSZ-26, SDDZ-9, XJWLMQ-32, SCWJ-2 ve JXJGS-1) izolatlarının *T. urticae* üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları bir laboratuvar deneyinde, bir ayın sonunda *T. urticae* yumurta, larva ve ergin sayılarının sırasıyla %38.7-55.2, %3.7-18.7 ve %61.0-72.1 oranında azaldığını görmüşlerdir. Bu deneyden yedi gün sonra ise etkinlik oranlarını sırasıyla, %2.7-3.8, %17.5-25.8 ve %63.2-71.2 olarak kaydetmişlerdir. Arazi denemelerinde ise, 2×10^8 konidia/ml-1 süspansiyonuyla, 10 günlük uygulamanın ardından %88.6, %83.8 ve %83 düzeylerinde başarı elde edilerek, izolatın uygulamaya aktarılabileceği saptanmıştır.

Yanar vd. (2006), araştırmacılarının yürüttükleri bu çalışma, *B. bassiana*'ya ait toplam 17 izolat arasında, yapılan ön denemelerden sonra yüksek etkinlik gösteren F-12, F-53, ve F-56 izolatlarının, 5 farklı konsantrasyondaki spor süspansiyonlarını 1×10^4 ,

1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , ve 1×10^8 konidia ml^{-1} olmak üzere, *T. urticae*'nin ergin dişilerine karşı etkinliğinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. 72 saatlik inkübasyon periyodunun sonunda, *B. bassina* izolatlarının 5×10^6 konidia ml^{-1} konsantrasyonu uygulanarak %32.5-72.5 civarında bir etkinlik elde edilmiştir. En yüksek etkinliğe F-53 izolatıyla ulaşılrken bunu F-12 ve F-56 takip etmiştir. *T. urticae*'ye karşı, bu üç izolatın 1×10^8 konidia ml^{-1} süspansiyonları uygulanarak ulaşılan etkinlik seviyeleri ise sırasıyla, F-53 için %43.3-83, F-12 için %78.3 ve F-56 izolatı için %76.7 olarak belirlenmiştir.

Pereira vd. (2019), *Metarhizium anisopliae* konidia'sı içeren iki ayrı süspansiyonun tatlı patates yaprağı örneklerindeki *Tetranychus ludeni* akarlarına karşı etkinlik düzeylerinin araştırılmasında, uygulamadan 96 saat sonra, en yüksek konidia konsantrasyonu olarak belirlenen *M. anisopliae* (10^7 konidia ml^{-1}) süspansiyonunu uygulamışlardır. *T. ludeni* dişilerine karşı, 10^6 konidia ml^{-1} konsantrasyonunda izolat uygulanmasıyla kontrol grubuna göre daha başarılı sonuçları alındığını ortaya koymuşlardır. Son değerlendirme sürecinde (96 saatlik) süspansiyonların en yüksek konsantrasyonda uygulanmasıyla elde edilen etkinlik yüzdesinin %80 olduğu gözlenmiştir. Bu değerlerin 1×10^6 konidi/ml konsantrasyonunda ve kontrol uygulamasında sırasıyla sırasıyla %52 ve %40 seviyelerinde olduğu saptanmıştır.

Zhang vd. (2018), araştırmacıları, 2×10^7 konidia/ml konsantrasyonundaki *Isaria cateniannulata* 08XS-1 izolatının, *T. urticae* üzerinde, püskürtme ve daldırma yöntemleriyle uygulanması ile sırasıyla; %92 ve %100 oranlarında etkinlik elde edildiğini belirlemişlerdir.

Seiedy vd. (2017), araştırmacıları tarafından *B. bassina*'nın F ve J.B. izolatlarının, $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de %60–70'lik nem oranında ve 16:8 saatlik fotoperiyotta püskürtme yöntemiyle, *T. urticae* yumurtaları üzerindeki etkinlikleri, 1×10^3 , 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 konidia/ml süspansiyonları kullanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan denemelerde yumurtalardaki ölüm oranının, 3. günde 1×10^3 konidia ile %4.06, 7. günde ise 1×10^8 konidia konsantrasyonu ile, F ve J.B. izolatları için sırasıyla, %84.37 ve %65 olduğu tespit edilerek, bu oranların zamanla ve konidia konsantrasyonu ile orantılı olarak arttığı anlaşılmıştır.

Yalçın vd. (2011), Uzunoluk Ormanı'nda yaşayan bazı Oribatid akarlar (Acari: Oribatida) ve onlardan izole edilen mikrofunguslar üzerine araştırma yapmışlardır, *B. bassina*, *Chrysosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium expansum* ve *Penicillium steckii* fungus türlerini belirlemişlerdir.

Yanar vd. (2015), 2014 yılında yürüttükleri çalışmada Tokat tarla alanlardan topladıkları toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolatlarını elde etmişlerdir. Tokat bölgesinde farklı tarla alanlarında 176 toprak örneği toplanmış *Galleria mellonella* tuzak yöntemiyle entomopatojen fungus izolasyonu gerçekleştirilmişlerdir. Çalışma sonunda 27 entomopatojen fungus izolatı elde edilmiş olup, bunların 20 tanesi *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv), 4 adedi *Fusarium spp.*, 2 adedi *Lecanicillium lecanii* (Zimm.), 1 adedi de *Paecilomyces spp.* olduğunu belirtmişlerdir.

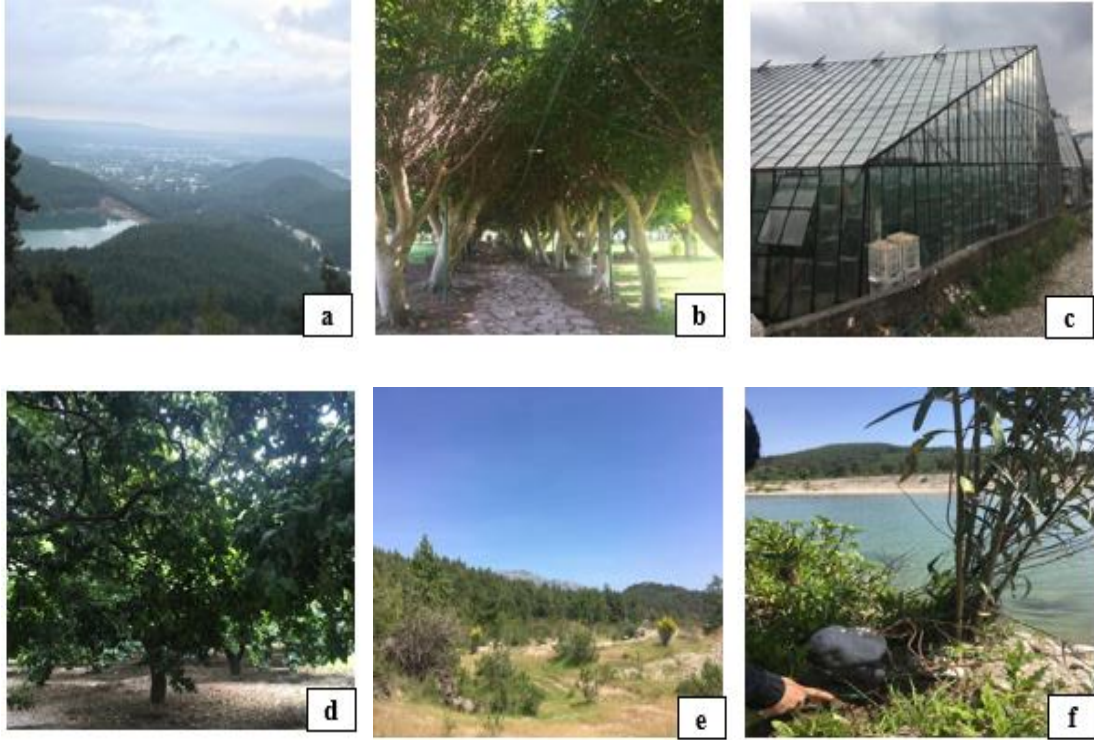
Shi ve Feng (2004-2009), tarafından yürütülen çalışmalarda *B. bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* ve *M. anisopliae* izolatlarının *T. urticae* yumurta ve dişilerinde yüksek düzeyde ölüme neden olduğunu belirlemişlerdir.

Ateş (2020), tarafından 4 adet *B. bassiana* entomopatojen fungus izolatu (GOPT-158, GOPT228, GOPT-283, GOPT-331) ve 3 ticari preparatın (%1.5 *B. bassiana* strain Bb-1; %1.5 *Verticillium lecani* strain V1-1; %1.5 *Paecilomyces fumosoreus* strain PFs1) *T. urticae*'nin bazı biyolojik parametreleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bütün izolatlarını 1×10^8 konidi/ml-1 konsantrasyonunda kullanılmışlardır. Kontrol uygulaması olarak da %0.02'lik Tween 80'li saf su kullanılmışlardır. Çalışma sonucunda 5. günde GOPT-228 izolatu %57.77±6.47 ile en yüksek ölümü meydana getirmiştir. Bunu sırasıyla ticari perapat 2 (%38.88±4.75), ticari preparat 1 (%37.03±2.34), ticari preparat 3 (%33.33±5.73), GOPT-158 (%31.74±2.89) ve GOPT283 (%31.48±4.45) takip etmiştir. *T. urticae* yumurtalarına ovisidal etki çalışmasında ise 7. günde en yüksek ovidal etki sırasıyla; ticari preparat 3 (%83.33±6.28), GOPT-158 (%76.66±7.49) ve ticari preparat 2 (%75.83±5.83)'de görülmüştür. Entomopatojen fungus izolatlarının İki noktalı kırmızıörümceğin erginleri üzerinde göstermiş olduğu akarisidal etkisinin yanı sıra biyolojik parametrelerin kontrole oranla baskılayıcı ve üreme gücünü azaltıcı bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Örnekleme Yerleri ve Zamanları

Arazi çalışmaları sırasında örnekler, Antalya ili merkez ilçeleri (Kepez ve Konyaaltı) ile tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı yakın çevresindeki ilçelerden (Aksu, Döşemealtı, Kemer, Korkuteli ve Serik) bahçe, tarla, ormanlık alan yol kenarı peyzaj bitkilerinden, parklar ve doğal alanlara yakın olmaları o bölgeleri en iyi şekilde temsil eden ve 3 farklı lokaliteden olmak üzere toplamda 104 örnek alınmıştır. Örnekler hava durumunun nemli ve yağışlı geçtiği periyot aralıklarında alınmıştır. Örnekleme esnasında, rutubetin yoğun olduğu kuzey yönde, fazla güneş ışığı almayan alanlarda toplanmış olup bu gibi durumlar örnekler alınırken dikkate alınmıştır. İlave olarak, örnek alınan alanlarda ilaç uygulamalarının yapıp yapılmadığı göz önünde bulundurulmuştur. (Şekil 3.1) Toplanan örnekler etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Etiket üzerine; örneklerin lokalite adı, GPS koordinatları, bitki çeşidi, yükselti, örnek alınan yerin çevresinde nehir, orman vs. gibi doğal alanların bulunup bulunmadığı gibi gerekli bilgiler kaydedilmiştir (Ek 1).

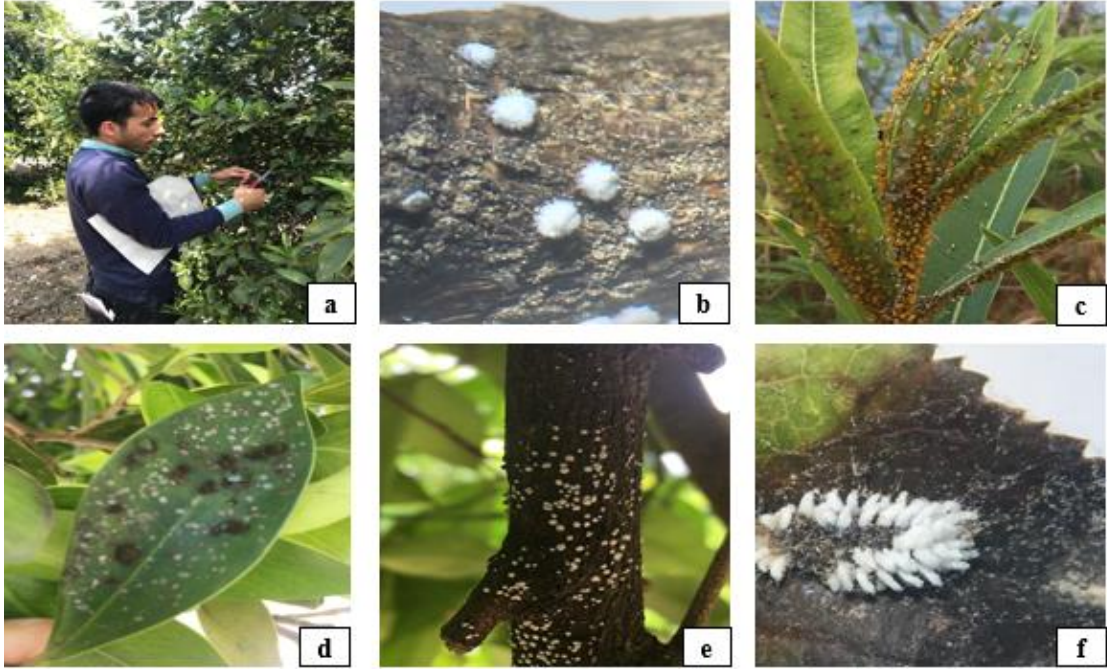


Şekil 3. 1. Örneklerin alındığı alanlar; **a)** Örneklerin alındığı ormanlık alan; **b)** Şehir merkezindeki park alanı; **c)** Nehir kenarından toprak örneği alınması; **d)** Kuru alan; **e)** Turunçgil bahçesi; **f)** Patlıcan serası

3.2. Enfekteli Arthropod Örneklerinin Toplanması

Tez kapsamında, yapılan sörveyler sırasında öncelikli olarak bitkinin dal, sürgün gövde, yaprak ve meyveleri murakabe edilerek üzerinde bulunan ve fungal enfeksiyona maruz kalmış ya da enfekteli olduğundan şüphelenilen afid, kırmızıörümcek, koşnil, beyazsinek ve kabuklubit bireylerden entomopatojen fungusların izolasyonu için örnekler

toplanmıştır. Bitki üzerinde enfeksiyona uğramış arthropodların yanında çalışmaya ek olarak önemli görülen yerlerde toprak örnekleri de alınmıştır. Sürgün ve dallar 29-34 cm uzunlukta budama makasıyla alınarak, meyve ve yapraklar ve toplanarak plastik kilitli torbalara ve içerisinde filtre kâğıdı olan örnek kaplarına yerleştirilerek etiketlenmiştir. Canlı olarak getirilen arthropod örnekleri havalandırma sağlanmış plastik kavanozlarda bir hafta süre ile günlük olarak gözlem altına alınmıştır. Bu süre içerisinde doğal ortamında beslediği bitki, beslenmeleri için kavanozlara yerleştirilmiştir. Toplanan arthropodlar iklim odasında toplandığı zamanki iklime göre 20 veya $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\%65\pm 5$ nemde ve doğadaki yaşam habitatına mümkün olduğunca yakın bir biçimde fungal gelişim için inkübasyona tabii tutulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Enfekte olmuş arthropod örneklerinin alınması; **a)** Enfekteli sürgünlerin 30-35 cm uzunlukta kesilmesi; **b)** Portakal ağacında fungusla enfekteli kabuklubit; **c)** Zakkum ağacında enfekteli afit; **d)** Kauçuk yaprağında enfekteli beyazsinek; **e)** Turunçta fungusla enfekteli kabuklubit; **g)** Yabancı otta enfekteli afid

3.3. Toprak Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi

3.3.1. Toprak örneklerinin alınması

Enfekteli arthropod örneklerinin alındığı tarla, bahçe, ormanlık ve koru alanlarda çalışmaya ek olarak lokalitedeki her bir alanın 0.5 m^2 'lik 3 farklı noktasından 20-30 cm derinlikten el küreği ile toprak örneği alınmıştır. Her bir alandan farklı noktalardan alınan örnekler karıştırılarak 1.5- 2 kg olacak şekilde tek bir örnek olarak kilitli plastik torbalara konulmuştur. El küreği, her alandan örnek alma işleminden sonra $\%70$ 'lik etil alkol ile temizlenmiştir (Şekil 3.3.). Her örnekleme tarihinde alınan toprak örnekleri, buz çantaları içerisinde laboratuvara getirilip oda sıcaklığında 2 gün bekletildikten sonra, örneklerden

küçük taş, çakıl, bitki parçaları gibi materyaller eleme işleme ile temizlenip izolasyonlar yapılmıcaaya kadar +4°C’de karanlıkta muhafaza edilmiştir.



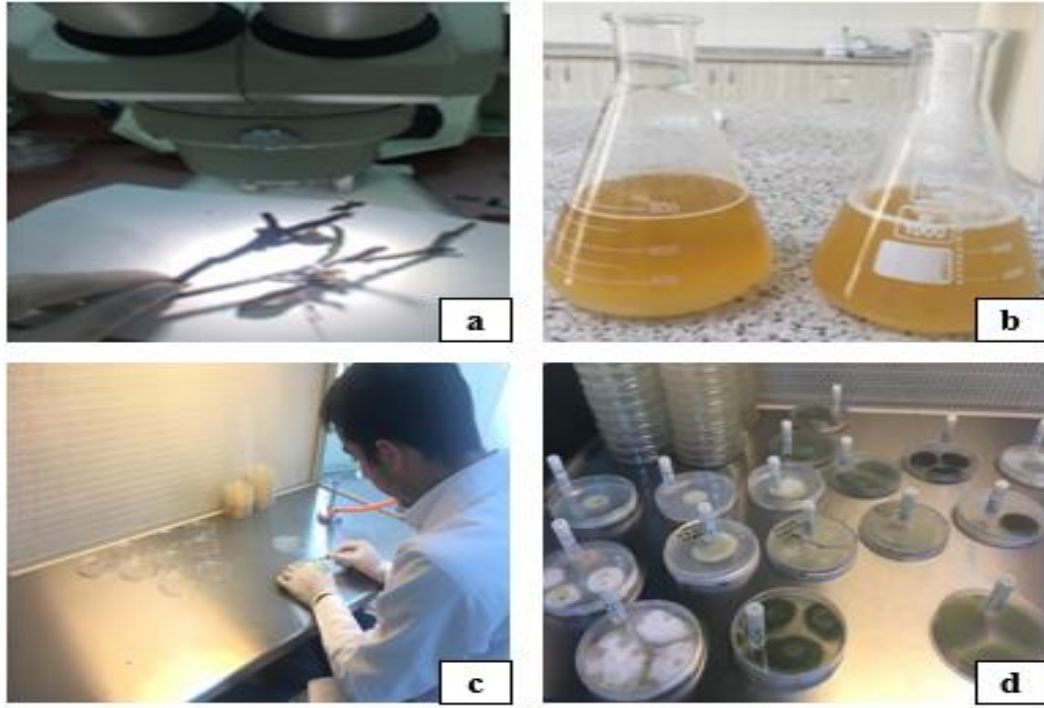
Şekil 3. 3. Toprak örneklerinin alınması; **a)** Toprak örneği alınmadan önce üst yüzey temizlemesi; **b)** Nehir kenarından toprak örneğinin alınması; **c)** Toprak örneğinin kilitli poşetlere aktarılması; **d)** El küreğinin steril edilmesi için %70’lik etil alkol kullanılması; **e)** Alınan toprak örneklerinin eti etiketlenmesi; **f)** El küreğinin temizlenmesi

3.4. Enfekte Olmuş Arthropod ve Toprak Örneklerinden Fungus İzolasyonu

3.4.1. Enfekte olmuş arthropod örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu

Laboratuvara getirilen örnekler stereo-mikroskop altında incelenerek ölü olanlar, canlı ve hastalık belirtileri gösterenler tespit edilmiştir (Şekil 3.4). Üzerinde fungal gelişme gözlenen ölü kırmızıörümcek, beyazsinek, afid, koşnil ve kabuklubit kadvralarından temiz kültür elde etmek için; kadvralar önce %1’lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutularak, yüzey temizliği yapıldıktan sonra 1 dakika saf suda bekletilerek içerisinde nemli filtre kâğıdı bulunan steril Petri kaplarına alınmıştır. Petri kapları, 25±2°C’de, 12,12 saatlik (Aydınlık: Karanlık; L:D) ışık periyodunda 7-10 günlük inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda eksternal fungal gelişme görülen örnekler spatül yardımı ile misel parçaları alınarak ve daha sonra tek spor izolasyonları yapılarak temiz kültürler elde edilmeye çalışılmıştır. Saflaştırma esnasında ilk besiyeri olarak SDAY [%1 yeast ekstrakt ilave edilmiş KI (SDA) besiyeri] kullanılmıştır. Bakteri gelişimini engellemek için besi yerine 45 µg/ml ampicillin, 21 µg/ml oranında geniş spektrumlu bir antibiyotik olan tetrasiklin ve 195 µg/ml miktarında streptomisin ilave edilmiştir (Majumdar vd. 2008). Bu biçim elde edilen entomopatojen fungusların saf kültürleri kriyogenik tüplerde -20°C’de saklanmıştır (Şekil 3.4.). Mikroskop ile gözlemede ölü olmayan, fakat enfekteli olduğundan şüphelenilen hasta

türler, belirli bir zaman kontrollü koşullarda beslendikten sonra ölenler, ölüm sebebinin fungal enfeksiyon olup olmadığının araştırılması düşüncesiyle incelemeye alınmıştır. İncelemeye almak için bireyler %1'lik sodyum hipoklorit ile yüzey temizliği yapıldıktan sonra 1 dakika saf suda bekletilerek içerisinde nemli filtre kâğıdı bulunan steril Petri kaplarına aktarılarak üzerlerinde fungal gelişimin olup olmadığı gözlenmiştir. Üzerinde fungal gelişme görülenlerden, yukarıda bahsi geçen yöntem kullanılarak fungus izolasyonu yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4. Entomopatojen fungusların izolasyonu; **a)** Enfekteli örneklerin stereomikroskop altında incelenmesi; **b)** Besi yeri PDA; **c)** Enfekteli örneklerin besiyerine ekilmesi; **d)** Entomopatojen fungusların saf kültürleri kriyogenik tüplere aktarılması

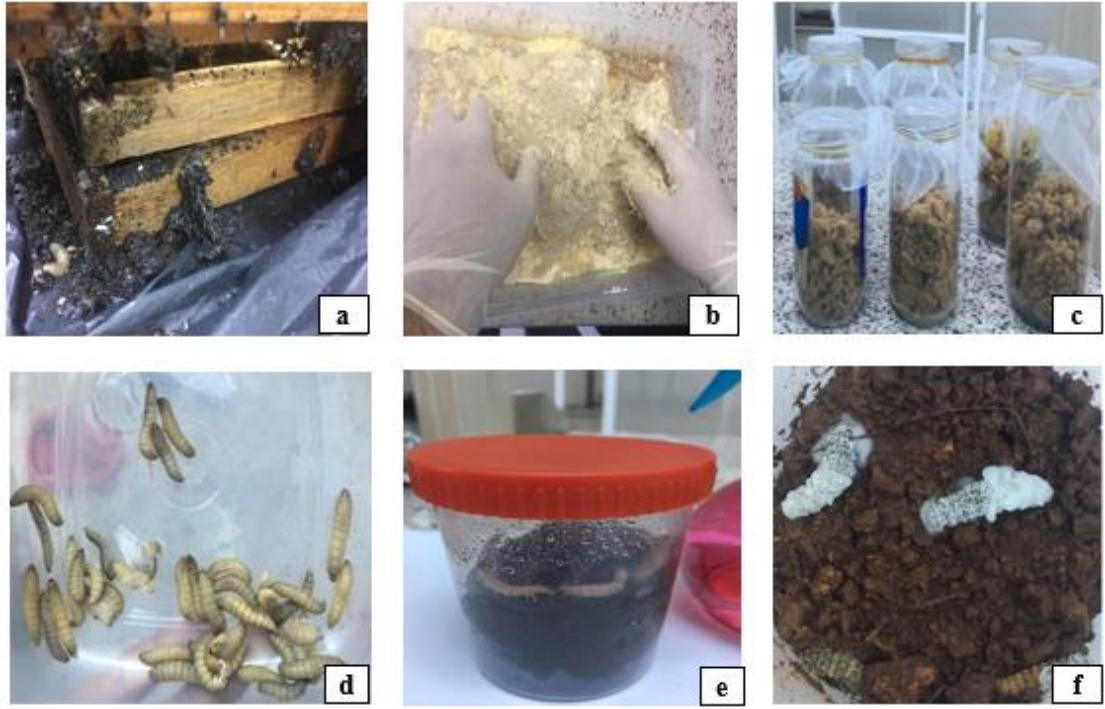
3.4.2. Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonu

Toplanan toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonu için 4. dönem larvaları *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) tuzak böcek metoduyla kullanılmıştır. Her bir araziden alınan 1.5- 2 kg kadar toprak örneği eşit olarak karıştırılıp, 250 ml'lik steril kültür kablarına aktarılmış olup otoklavlanmış saf su ile nemlendirilmiştir. Her bir kültür kabına 5-6 tane *G. mellonella* larvası yerleştirilmiş olup ve 10 gün süre ile gözlem altına alınmıştır. Toplamda 320 *G. mellonella* larvası kullanılmıştır. Kültür kapları günlük incelemeler sırasında larvalar alt-üst edilerek larvaların toprak ile teması sağlanmıştır. Böylece larvalar daha fazla toprakla temas edilerek enfekteli olması sağlanmıştır. Ölen larvalar fungal gelişim gerçekleşmeden önce kültür kaplarından çıkarılarak fungal gelişimin teşvik edilmesi için nem çemberlerine alınmıştır. Tabanında nemlendirilmiş kurutma kâğıdı bulunan Petri kapları nem çemberi olarak kullanılmıştır. Deneme $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ışıksız ortamda oda şartlarında devam edilmiştir. Deneme süresi boyunca toprak örnekleri incelenip ölü larvalar toplanarak yüzey sterilizasyonu için

6 sn %5'lik sodyum hipoklorit'te bekletildikten sonra saf sudan geçirilerek ve %70'lik etil alkolle 5 sn boyunca tabi tutulmuştur. Akabinde 3 kere saf sudan geçirilip kurutma kâğıdı üzerine alınarak fazla suyun emdirilmesi sağlanmıştır. Nemli filtre kağıtlarında larvalar yer aldığı Petri kaplarında oda sıcaklığına ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$) ayarlı inkübatörde ışısız ortamda bekletilerek larva dış tarafında fungal gelişim gözlenmiştir. Mikroskop altında yapılan gözlemede, üzerinde fungus gelişen larvalar, Patates dekstroz agar (PDA; Becton, Dickinson and Company, MD, USA) ve Sabouraud dekstroz agar + %1 yeast ekstrakt (SDYEA; Becton, Dickinson and Company, MD, USA) kullanılarak saflaştırılarak temiz izolat elde edilmiştir. Bakteri kontaminasyonunu engellemek için besiyerine 45 µg/ml ampicilin, 21 µg/ml oranında chloramphenicol ve 195 µg/ml miktarında streptomycine takviyesi yapılmıştır (Eken 2011).

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

Toprak örneklerinden entomopatojen fungus izolasyonunda genel olarak kullanılan yöntemlerden biri “*Galleria* tuzak yöntemi”dir. Bu yöntem kullanılarak entomopatojen fungusların topraktan izolasyonunda *G. mellonella* larvaları toprak örneklerinin içerisine aktararak enfekte olması beklenir (Zimmermann 1986). Bu metot son yıllarda yapılan çalışmalarda en çok kullanılan metot olması nedeniyle bu tez çalışmasında da tercih edilmiştir (Bing ve Xing 2008). Yaklaşık 3 yıldır bölümümüzde *G. mellonella* kültürü oluşturulmuş olup, 2 lt'lik tül kapaklı cam kavanozlarda $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%60\pm 5$ nispi nemde kültür idame ettirilmektedir (Bronskill 1961). Üretilen *Galleria* larvalarının 4. Döneme gelmiş bireyleri topraktan fungus izole etmek amacıyla kullanılmıştır. *G. mellonella* üretiminde kullanılan besin ortamı 150 ml süzme bal, 350ml gliserin, 100 ml saf su, 200 ml petek mumu ve 2 kg buğday kepeği) içeren 2 lt hacimli cam kavanozlarda yetiştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5. *Galleria mellonella* larvalarının üretilmesi; **a)** Bir üreticide *G. mellonella* ile bulaşık peteklerin alınması **b)** *G. mellonella* çoğaltmak için besin hazırlanması **c)** *G. mellonella* kültüre alınması **d)** *G. mellonella* 4. Larva dönemi **e)** Toprakтан entomopatojen fungus izole etmek için *G. mellonella* larvası aktarılması **f)** Larvaların *Beauveria bassiana* ile enfekte olması

3.5. Elde Edilen Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tanısı

3.5.1. Morfolojik tanıları

Entomopatojen funguslar, ışık mikroskobu kullanılarak morfolojik tanıları yapılmıştır. Patogenisite denemelerinden sonra fungus ile enfekte olmuş kırmızıörümceklerin dış yapıları, koloni morfolojisi, konidiaların şekil ve büyüklükleri gibi önemli yapılar ayrıntılı bir şekilde fotoğraflanarak teşhiste kullanılmıştır. Mikroskopik gözlemler ve teşhis için fungal kolonilerin hazırlanmasında çabuk ve etkin bir yöntem olan “Lam kültürü” yöntemi kullanılmıştır (Lacey 1997). Lam kültürü yöntemi kullanılarak hazırlanan fungal izolat, oda sıcaklığında iki gün bekletildikten sonra az ışık yoğunluğu altında fungal gelişme olup olmadığını belirlemek için kontrol edilmiştir. Hif gelişimi ve spor üretimi fungal gelişme varsa olacaktır. Eğer fungal gelişme az ve sporlar net değil ise, hazırlanan izolat tekrar 1-2 gün kadar bekletilerek fungal gelişmeye izin verilmiştir. Fungal kolonileri stereo-mikroskop altında iğne yardımıyla her birinden bir kesit alınarak Lam kültürü yöntemi kullanılarak hazırlanmış, laktofenol-pamuk mavisi solüsyonundan damlatılmış lam üzerine yerleştirilerek ve lamın üzerinde hava zerrecikleri kalmayacak şekilde lamel ile kapatılmıştır. Bu yöntemle hazırlanan preparattaki fungus izolatlarının, görüntülü ışık mikroskobunda konidiofor yapıları, hif, spor şekli belirlenerek ve koloni morfolojilerine göre ilgili literatür kullanılarak teşhisleri yapılmıştır (Eken 2011). Tanımlaması yapılan izolatları saklamak

için test tüplerinde PDA hazırlanarak ve izolatlar tüp içine aktarıldıktan sonra 23-25°C’de bir miktar fungal gelişim sağlanıp daha sonra +4°C’de saklanmıştır.

3.5.2. Moleküler tanıları

3.5.2.1. DNA izolasyonu

Bu çalışma kapsamında elde edilen entomopatojen fungal etmenlerin DNA izolasyonları için öncelikle kültürler PDA besiyerinde 25°C sıcaklıkta yaklaşık 1 hafta geliştirilmiştir. Elde edilen fungal dokulardan DNA izolasyonunda geleneksel CTAB metodu kullanılmıştır. DNA izolasyonu Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Moleküler Entomoloji Laboratuvarı’nda Doyle ve Doyle (1990) tarafından geliştirilen CTAB yöntemi aşağıdaki gibi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

DNA izolasyon protokolü:

- 1) Fungal misellerden (100 mg) veya spor (50 mg) aşu iğnesiyle 1.5 ml mikrofüj tüplerine aktararak ve üzerine merkaptotanol içeren CTAB çözeltisinden (Çizelge 3.1) 500 µl eklenmiştir.
- 2) Daha sonra plastik ezme çubukları (pestil) yardımıyla örnekler parçalanmıştır.
- 3) Fungus ezme işlemi tamamlandıktan sonra fungus DNA’sının tüp içindeki sıvıya geçmesi için sıcaklığı 65°C’ye önceden ayarlanmış olan su banyosu içerisine örnekler 20 dakika aralıklarla yavaş yavaş çalkalanmak üzere 3 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır.
- 4) İnkübasyon tamamlandıktan sonra örneklerden protein uzaklaştırılabilmesi için tüp başına 450 µl kloroform+izoamil alkol (24:1) solüsyonu eklenip üp içerisindeki sıvı ile tamamen karışana kadar vortekslenmiştir.
- 5) Vortekslenme işleminden sonra tüpler 14 000 rpm hızında 20 dk santrifüj edilmiştir.
- 6) Santrifüj ardından üst faz dikkatlice yeni tüpe aktarılıp ve içerisindeki sıvı miktarı kadar -20°C’den çıkartılmış isopropanol eklenmiştir. Ertesi güne kadar -20°C’de bekletilerek ve 14 000 rpm de 20 dk santrifüj yapılmıştır. Santrifüjden sonra tüplerin altında pelet oluştuğu gözlenmiştir ve pelete dikkat edilerek üstündeki tüm sıvı uzaklaştırılıp bir süre bekletilmiştir ve 200 µl +4 dereceden alınmış %70’lik etanol pelet üzerine bırakılıp, 14 000 rpm de 5 dk santrifüj yapılmıştır. Üst sıvı uzaklaştırılmıştır. Sıvı uzaklaştırıldıktan sonra tüp içerisindeki peletler tüpler ters şekilde ağzı açık olarak kurutulmaya bırakılmıştır (Yaklaşık 30-50 dakika).
- 7) Tamamen etanol uzaklaştırıldıktan sonra 100 µl civarı zayıf TE veya otoklav edilmiş saf su pelet üzerine eklenmiş olup DNA solüsyonları elde edilmiştir. Elde edilen DNA’ların kalite ve kantitesi %1’lik agaroz jel ortamında kontrol edildikten sonra uzun süreli muhafaza için -20°C’de saklanmıştır.

Çizelge 3.1. CTAB solüsyonu bileşenleri

Bileşenler	Buffer Son Karışımı	Hacim
NaCl	1.4 M	280 ml
Tris-HCL PH:8	1000 mM	100 ml
EDTA PH:8	20 mM	40 ml
CTAB	%2	20 g
Beta-merkaptöetanol	%0,2	2 ml
Toplam		1000 ml

3.5.2.2. DNA konsantrasyonunun belirlenmesi

DNA konsantrasyonu %1'lik jele yüklenen standart DNA (100 ng/μl) ile yüklediğimiz örneklerdeki DNA bantlarının karşılaştırılmasıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

Her bir fungustan elde edilen 3 μl hacmindeki DNA 1 μl yükleme boyası ile karıştırılarak jele yüklenmiştir. Örneklerin yanına yine aynı miktarda lambda DNA standardı (100 ng/μL) yüklenerek elektroforezde 50 voltta 40 dakika koşurma işlemi yapılmıştır ve daha sonrasında UV transilluminatör ile jel görüntüsü alınmıştır.

3.5.2.3 PCR amplifikasyonu

Bu aşamada öncelikle, birçok organizmanın moleküler tanılamasında kullanılan ITS gen bölgesine ait PCR primerleri kullanılmıştır. Bu amaçla ITS bölgesi için universal olarak kabul edilen ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') ve ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White vd. 1990) (Çizelge 3.3.) primerleri kullanılmıştır. Her bir PCR reaksiyonu 1.5 μl içeren 10x Taq buffer (Thermo Scientific, MA, USA), 1.25 μl 2.5 mM MgCl₂, 1.5 μl 100 mM dNTPs, 1 μl (320 pmol) her bir primer, 0.08 μl 5 U/μL Taq DNA polymerase-recombinant (Thermo Scientific, MA, USA), 8 μl steril distile su ve 3 μl DNA solüsyonu (standard PCR) içerecek şekilde toplam 50 μl olarak hazırlanmıştır. PCR koşulları ise başlangıç denatürasyonu 95°C'de 5 dk., denatürasyon 95°C'de 1 dk, annealing 55°C'de 1 dk ve extension 72°C'de 2 dk 35 döngü olmuştur. Son extension adımı 72°C'de 5 dk olmuştur. Amplifikasyonu gerçekleştiren PCR ürünleri (10 μl) ve 100 bp DNA Ladder (ThermoScientific, MA, USA) 0.5 x TAE (Tris-Base 4.84 g, AceticAcid [Glacial] 1.02 ml, 0.5 M EDTA [pH: 8.0] 2 ml, ddH₂O 1000 ml) tampon çözeltisi içinde ve %1.5 agaroz jel'de 75 V/cm'de 1 h 30 dk yürütülmüştür. Yürütülen agaroz jel, ethidiumbromid (1 mg /l) ile boyanarak ultraviyole ışık görüntüleme cihazında (Viber Lourmat SR 1257, UV transilluminator, France) görüntülenerek kayıt altına alınmıştır. Değerlendirme sonucunda DNA dizilim analizi için uygun olanlar ticari PCR saflaştırma kitleri ile saflaştırılarak DNA dizi analizine

gönderilmiştir. Daha sonra DNA diziliminin belirlenmesi ve mevcut gen bankaları bilgilerinin karşılaştırmaları sonucunda izolatların tanılanması hedeflenmiştir.

Çizelge 3. 2. Internal Transcribed Spacer (ITS1 ve ITS4) bölgeleri DNA dizileri kullanılarak, tasarlanan primerler

Primer	Dizi
ITS1	5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'
ITS4	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'

Çizelge 3. 3. PCR bileşenleri

Bileşenler	Miktar
dNTP (10 mM)	1.5 µl
MgCl ₂ (25 mM)	1.25 µl
PCR buffer (10X)	1.5 µl
Taq polimeraz (5 u/µl)	0.08 µl
ddH ₂ O	8 µl
ITS1- Primer (10 µM)	0.3 µl
ITS4- Primer (10 µM)	0.3 µl
Dna (20 ng/µl)	3 µl

Çizelge 3. 4. ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak optimize edilen PCR koşulları

Aşamalar	Sıcaklık	Süre	Döngü sayısı
Ön denatürasyon	94 °C	5 dk	1
Denatürasyon	94 °C	1 dk	
Primerlerin bağlanması	56 °C	1 dk	35
Uzama	72 °C	1 dk	
Son uzama	72 °C	10 dk	1

3.6. Elde Edilen Entomopatojen Fungusların *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)'nin Ergin Ve Yumurta Dönemlerine Karşı Etkinlikleri

3.6.1. Bitki üretimi

Tetranychus urticae üretiminde ve denemelerde kullanılmak amacı ile tez süresince börülce (*Vigna unguiculata*) üretimi yapılmıştır. Bitki üretimi, içinde perlit ve torf bulunan 11 cm boyunda ve 8 cm çapındaki plastik bardaklarda gerçekleştirilmiştir. Börülce tohumlarının çimlenmesiyle bitkiler ilk 2 gerçek yaprak oluşumuna kadar steril iklim odasında büyütülerek ve daha sonra *T. urticae* üretimi için ayrı bir iklim odasına

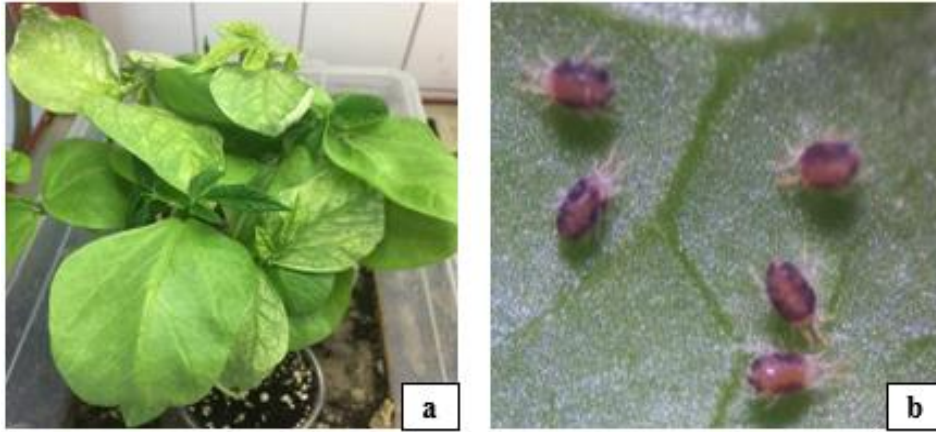
aktarılmıştır. Konukçu bitki üretimi $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 60 ± 10 orantılı nem ve 16 saat aydınlatmalı iklim oda koşullarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. 6. Etkinlik testlerinde kullanılan bitkilerin üretilmesi; **a)** Çimlenmiş börülce bitkileri; **b)** 10-14 günlük börülce bitkisi

3.6.2. Testlerde kullanılacak akar materyali

Deneme kullanılan kırmızıörümcek materyali (*T. urticae*) Akdeniz Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü'nde mevcut kültürlerden karşılanmıştır. Söz konusu kültürler aynı bölümde yaklaşık 2 yıldır beslenmektedir.



Şekil 3. 7. Etkinlik testlerinde kullanılan akarlar; **a)** Börülce bitkisine akar aktarılması; **b)** Testlerde kullanılan akar kültürleri

3.7. Laboratuvar Etkinlik Testleri

İzole edilen entomopatojen funguslar, biyolojik etkinlik testine alınmasındaki seçim ölçütü izolatların moleküler ve morfolojik tanımlamalarından sonra şu şekilde olmuştur:

- Daha çok tanınan entomopatojen funguslardan olanlar,
- Konukçu üzerinde daimî görülenler,
- Laboratuvar şartlarında yapay ortamlarda hızlı ve kolay gelişebilenler,
- Günümüzde aktif olarak ticari uygulamalarda etkinliği belirlenmiş olan entomopatojen funguslar *T. urticae* üzerine yapılan patojeniste testlerinde kullanılmıştır.

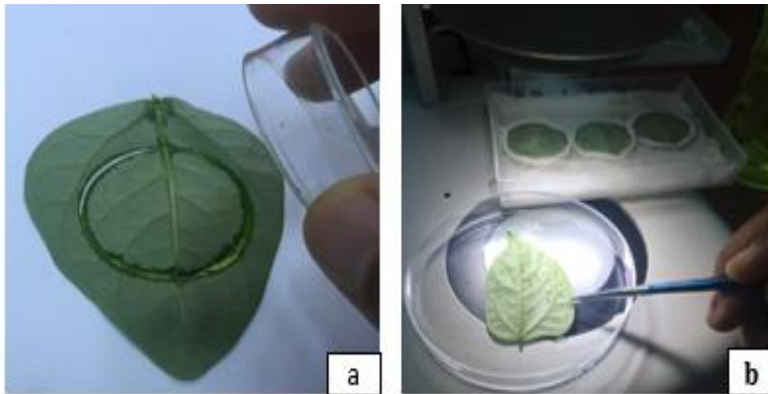
3.8. Laboratuvar Çalışmaları

3.8.1. Entomopatojen fungus solüsyonlarının hazırlanması

Çalışmada kullanılan fungusların üretimi SDA ortamında gerçekleştirilmiştir. Entomopatojen funguslar ışısız ortamda 25°C'ye 7-10 gün süre ile SDA ortamında inkubatörde geliştirilmiştir. Gelişen fungusların sporları steril saf su ve bir spatül yardımı ile yıkanarak 5 kat steril tülbentten süzülerek %0.03 Tween 80 içeren steril saf su içerisine alınmıştır. Böylece elde edilen stok spor solüsyonu 2 dakika vorteks işlemine tabi tutulmuştur. Öte yandan denemelerde kullanılan inokulum miktarları Thoma lamında, 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 konidiospor/ml olacak şekilde stok spor süspansiyonu sayılarak hazırlanmıştır (Doğan 2016).

3.8.2 Denemelerin kurulması

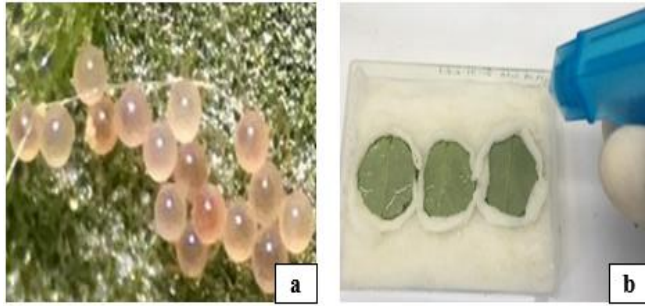
Entomopatojen fungusların *T. urticae* yumurta ve ergin dönemleri üzerindeki biyolojik etkinliklerini test etmek için çalışmalar $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%70 \pm 5$ orantılı neme sahip iklim odasında yürütülmüştür. Plastik kaplara önce nemlendirilmiş pamuk konulmuş, sonra metal disk ile alınmış börülce yaprağı alt yüzü yukarı gelecek biçimde konulmuştur. Yaprığın sayımlar boyunca canlılığını devam için sap kısmı pamuk içerisine batırılmıştır ve ara ara pamuk nemlendirilmiştir. Kırmızıörümceklerin plastik kabının dışına çıkmaması için etrafı nemli pamukla çevrilmiştir, daha sonra belirlenen entomopatojen fungus izolatlarının kültürden elde edilen *T. urticae*'nin yumurta ve ergin dişilerine karşı etkinliğini test etmek için farklı farklı olmak üzere, her petriye 10 diş ergin gelecek şekilde, ince uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3. 8. Denemelerin kurulması; **a)** Yaprak diskinin alınması; **b)** Kültürden yaprak disklerine kırmızıörümcek aktarımı

3.8.3. Kırmızıörümcek yumurta denemeleri

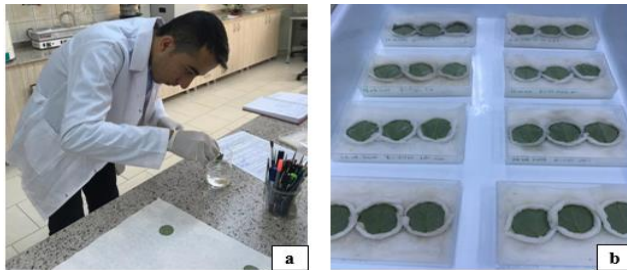
Temiz bitki üretim odasından elde edilen aynı yaştaki börülce bitkileri çalışmalarda kullanılmıştır. Bir çift yaprağa sahip börülce bitkilerin bir yaprakları alınarak her saksıda sadece tek yaprak bulunan bitkiler denemede kullanılmıştır (Şekil 3.9). Bu bitkilerin her birine *T. urticae* kültüründen elde edilen 10 dişi 0-48 saatlik ergin birey aktarılıp bir gün içinde yumurta bırakmaları sağlanmıştır (Şekil 3.9). Yirmidört saatin sonunda ergin bireyler alınıp alt yapraklardaki yumurtalar stereo binoküler mikroskop altında sayılmıştır. Öte yandan herbir entomopatojen fungus için hazırlanan 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 konidi/ml'lik spor süspansiyonları el spreyi ile yumurtaların üstüne ayrı ayrı püskürtülmüştür. Püskürtmeden 7 gün sonra tüm yapraklardaki açılan ve açılmayan *T. urticae*'nin yumurtaları ayrı ayrı sayılarak kaydedilmiştir. Kontrol yapraklarındaki yumurtaların üzerine ise %0.03 Tween 20 içeren su püskürtülmüştür. Deneme $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%70 \pm 5$ orantılı neme sahip iklim odasında 10 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. 9. Yumurta denemesinin kurulması; **a)** Dişi bireylerin yumurtası; **b)** El spreyi ile yumurtaların üstüne muamelelerin uygulanması

3.8.4. Kırmızıörümcek ergin denemeleri

Yumurta denemelerinde olduğu gibi ergin denemelerinde de börülce bitkileri kullanılmıştır. Kırmızıörümcek kültürlerinden alınan erginler (10 adet ergin), börülce yaprağına aktarılmıştır. Deneme kurulduktan sonra entomopatojen funguslar 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 konidi/ml olarak hazırlanan spor süspansiyonu el spreyi ile püskürtülmüştür. Kontrol olarak ise kırmızıörümcek bırakılmış yaprakların üzerine %0.03 Tween 20 içeren su püskürtülmüştür. Uygulamadan 3, 7 ve 10 gün sonra ergin sayımları yapılarak ölü ve canlı bireyler ayrı ayrı kaydedilmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3. 10. Ergin denemesinin kurulması; **a)** Denemede kullanılan yaprak disklerinin steril edilmesi; **b)** Ergin bireylere ait petri denemeleri

3.9. İstatiksel Analiz

Laboratuvardaki patojenisite testlerinde muamele etkinlikleri, uygulamadan 3, 7 ve 10 gün sonra yapılan ölü/canlı sayımlarıyla belirlenmiştir. Stereo mikroskop altında yapılan sayımlarda kırmızıörümcekler tek tek kontrol edilerek üzerinde herhangi bir fungal gelişme olup olmadığı incelenmiştir. Uygulamada kullanılan her entomopatojenin belli yapı ve renkte misel gelişimi olduğundan, doğal ölümler deneme dışı bırakılmıştır.

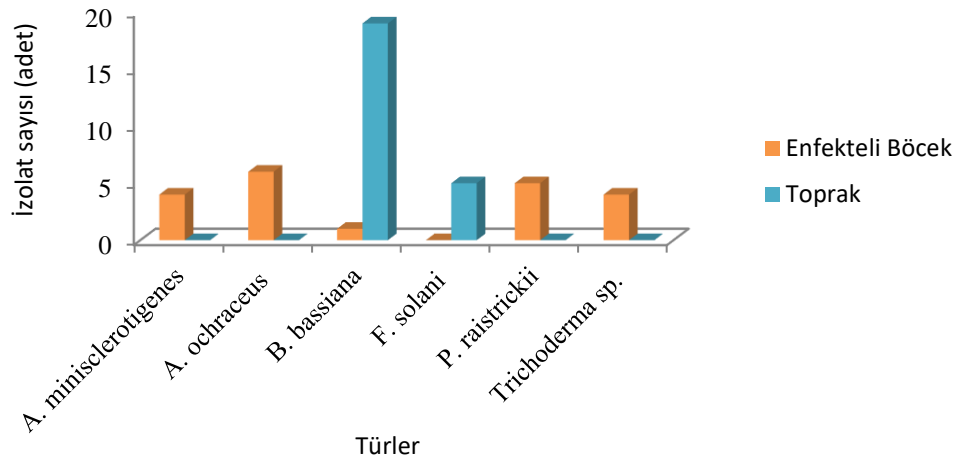
Laboratuvarda Petri denemelerinden elde edilen % ölümler kare-kök transformasyonu (arcsine square-root transformation) ile normalize edilmiş ve ardından da Varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Muameleler arasındaki mühim farklılıkları ölçmek için ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi (Tukey's Multiple Range Test; DMRT, $P \leq 0.05$) kullanılmıştır (SPSS® 17,0).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Arazi Çalışmalarından Elde Edilen Entomopatojen Fungal İzolatlar

Bu çalışmada, 2019-2020 yılları arasında Antalya’da tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı; Aksu, Döşemealtı, Kemer, Kepez, Konyaaltı, Korkuteli, Muratpaşa ve Serik ilçelerinden hem bitki üzerinde bulunan ve fungal enfeksiyona maruz kalmış kırmızıörümcek, afid, beyazsinek, koşnil ve kabuklubit hem de çalışmaya ek olarak toprak örneklerinden entomopatojen fungusların izolasyonları yapılmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda 10’u Aksu, 5’i Döşemealtı, 8’i Kemer, 2’si Kepez, 10’u Konyaaltı, 1’i Muratpaşa ve 8’i Serik ilçelerinden olmak üzere toplam 44 adet fungus izolatu elde edilmiştir. Elde edilen izolatlardan 20 izolat enfekte olmuş arthropodlardan, 24 izolat ise toprak örneklerinden izole edilmiştir.

Çalışmada enfekteli arthropodlardan ve toprak örneklerinden izole edilen izolatların türü, kodu, izole edildiği ilçe, habitat ve konum bilgileri (Şekil 4.1, Çizelge 4.1)’de gösterilmiştir. Enfekte olmuş arthropod örneklerinden yapılan izolasyonlarda 4’ü *Aspergillus minisclerotigenes*, 6’sı *Aspergillus ochraceus* 1’i *Beauveria bassiana*, 5’i *Penicillium raistrickii* ve 4’ü *Trichoderma* sp. olmak üzere 4 cinse ait 5 farklı fungus türü izole edilmiştir. Toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda ise 19’u *B. bassiana* ve 5’i *Fusarium solani* olmak üzere 2 cinse ait 2 farklı fungus türü izole edilmiştir. Toplamda hem enfekte olmuş arthropodlardan hem toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 6 cinse ait 7 farklı fungus türü izole edilmiştir.



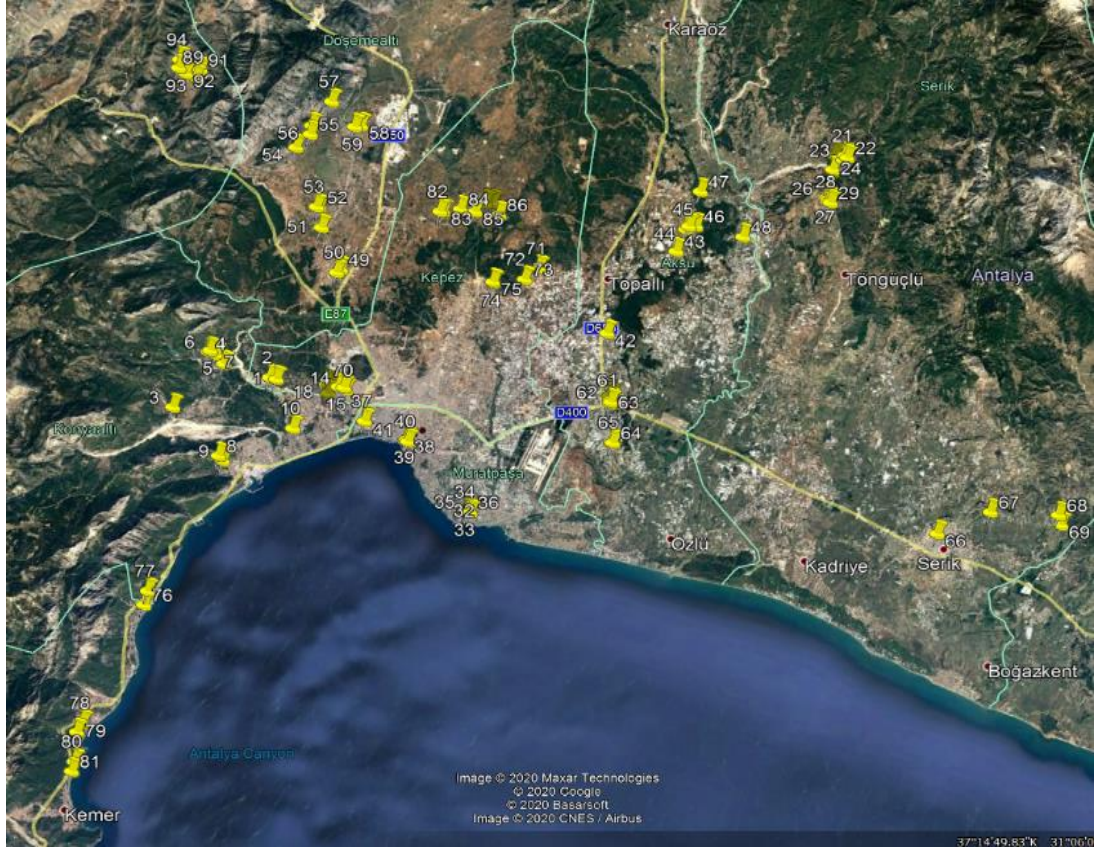
Şekil 4. 1. Antalya ilinde enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungusların türlere göre dağılımları

Çizelge 4. 1. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları

İzolat Adı	Tür	Bölge	Örnekleme alanı	GPS koordinatları	
				K	D
AYK-43	<i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'40.63"	30°50'54.95"
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'40.63"	30°50'54.95"
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'40.63"	30°50'54.95"
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'40.63"	30°50'54.95"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Aksu	Ev Bahçesi	37° 3'31.64"	30°50'50.39"
DTG-54	<i>Beauveria bassiana</i>	Döşemealtı	Portakal	37° 2'18.98"	30°33'19.49"
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Döşemealtı	Portakal	37° 2'18.98"	30°33'19.49"
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Döşemealtı	Portakal	37° 2'18.98"	30°33'19.49"
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Döşemealtı	Portakal	37° 2'18.98"	30°33'19.49"
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Döşemealtı	Portakal	37° 2'18.98"	30°33'19.49"
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Portakal	36°38'38.69"	30°32'57.34"
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Portakal	36°38'38.69"	30°32'57.34"
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Portakal	36°38'38.69"	30°32'57.34"
KPA-89	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Portakal	36°39'1.40"	30°33'2.84"
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Kemer	Botanik Park	36°43'58.26"	30°33'49.39"
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Kemer	Botanik Park	36°43'58.26"	30°33'49.39"
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Kemer	Botanik Park	36°43'58.26"	30°33'49.39"
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Kemer	Botanik Park	36°43'58.26"	30°33'49.39"

Çizelge 4. 2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları(devamı)

İzolat Adı	Tür	Bölge	Örnekleme alanı	GPS koordinatları	
				K	D
K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Nar	37° 1'33.10"	30°40'25.64"
K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Nar	37° 1'33.10"	30°40'25.64"
K3TG9	<i>B. bassiana</i>	Konyaaltı	Turunçgil	36°50'4.09"	30°34'56.19"
KTG-16	<i>Fusarium solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"
KTG-16	<i>F. solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"
KTG-16	<i>F. solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"
KTG-16	<i>F. solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"
KTG-16	<i>F. solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"
KYK-6	<i>Penicillium raistrickii</i>	Konyaaltı	Kayısı	36°53'53.74"	30°32'42.39"
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Konyaaltı	Kayısı	36°53'53.74"	30°32'42.39"
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Konyaaltı	Kayısı	36°53'53.74"	30°32'42.39"
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Konyaaltı	Kayısı	36°53'53.74"	30°32'42.39"
MYK-41	<i>P. raistrickii</i>	Muratpaşa	Yol Kenarı	36°58'52.55"	30°49'4.69"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Serik	Köprüçay1 Karşısı	36°56'42.15"	31°10'49.37"
K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Nar	37° 1'33.10"	30°40'25.64"
K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Nar	37° 1'33.10"	30°40'25.64"
K3TG9	<i>B. bassiana</i>	Konyaaltı	Turunçgil	36°50'4.09"	30°34'56.19"
KTG-16	<i>Fusarium solani</i>	Konyaaltı	Kampüs	36°54'1.62"	30°38'25.77"



Şekil 4. 2. Antalya ilinin farklı ilçelerinden enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatlarının haritadaki konumları

4.2. Elde Edilen İzolatlardan Ön Patojeniteleri Yüksek Olan İzolatların *Tetranychus urticae* Yumurta ve Ergin Dönemlerine Karşı Etkinliği

4.2.1. *T. urticae*'nin erginlerine karşı etkinlik

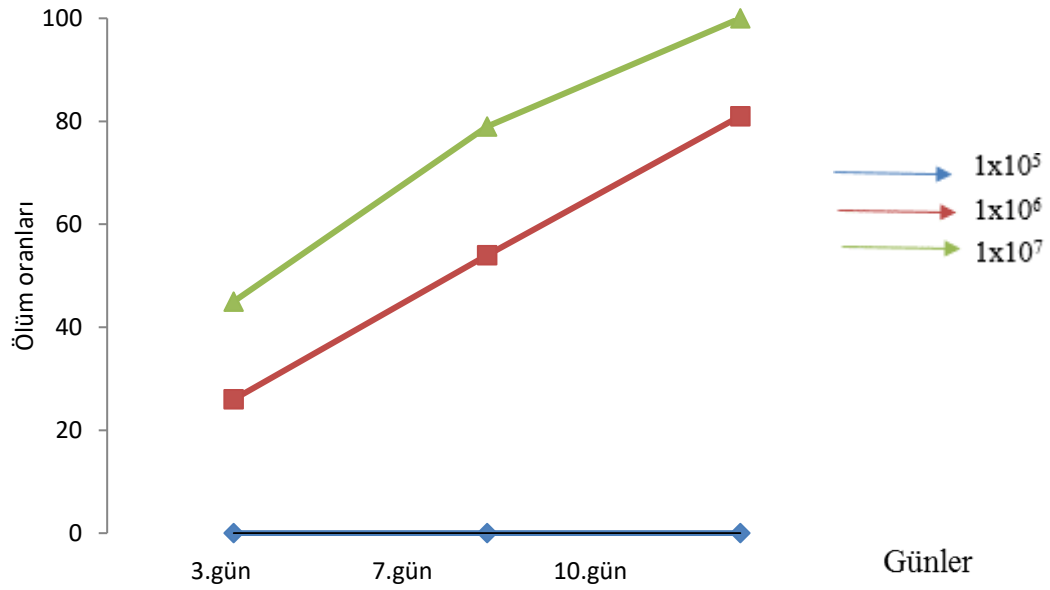
Tetranychus urticae erginlerine karşı uygulanan entomopatojen funguslar; *B. bassiana* izolatlarıdır. Test edilen izolatların etkinliği uygulamanın 7. ve 10. günlerde görülmüştür. Etkinlik 3. günden sonra ortaya çıktığı için 3. gün sayımlarında ölü birey tespit edilememiştir. Testlerde kullanılan *B. bassiana* izolatlarının 7. gündeki etkinlikleri Çizelge 4. 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan *Beauveria bassiana* izolatlarının uygulamadan 3 gün sonra *Tetranychus urticae* erginlerine meydana getirdiği ölüm oranları

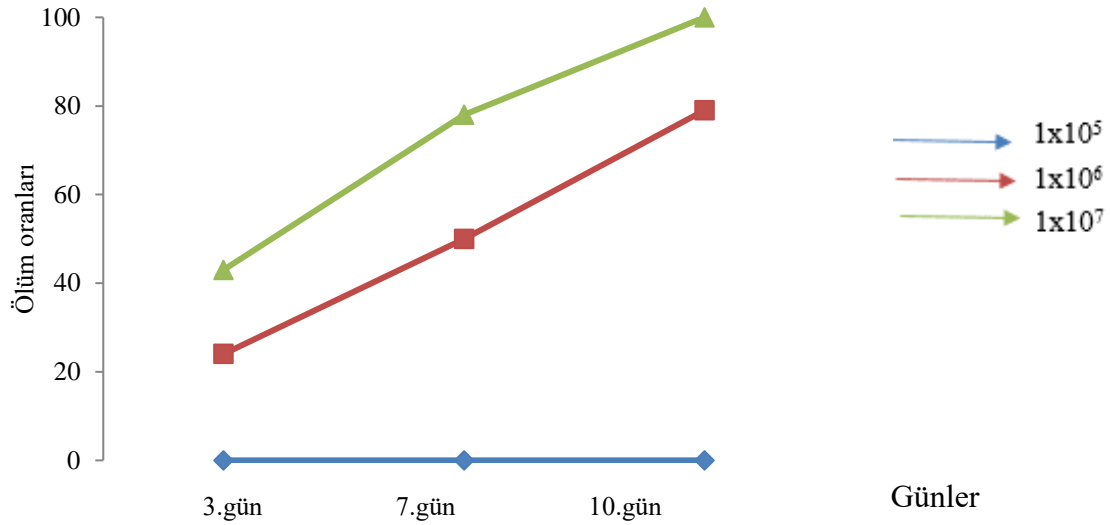
İzolat Kodu	Doz (konidi/ml) ± SH		
	1×10^5	1×10^6	1×10^7
KTG88	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
KPA89	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
K3TG9	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
K2TG94	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
STG68	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
DTG54	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa
	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa	0.0±0.0 Aa

* Sütunlardaki aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).

* Satırlardaki aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).



Şekil 4. 3. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (KTG88) izolatının ölüm oranları



Şekil 4. 4. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (KPA89) izolatının ölüm oranları

Çizelge 4.3. incelendiğinde teste tabi tutulan *B. bassiana* izolatları 3. günde kırmızıörümcekler erginleri üzerinde herhangi bir ölüme neden olmamıştır. Bundan dolayı bütün izolatlar için 3. günde tüm konsantrasyonundarda etki birbirleri ile karşılaştırılmış ve istatistik olarak farklılıklar tespit edilememiştir.

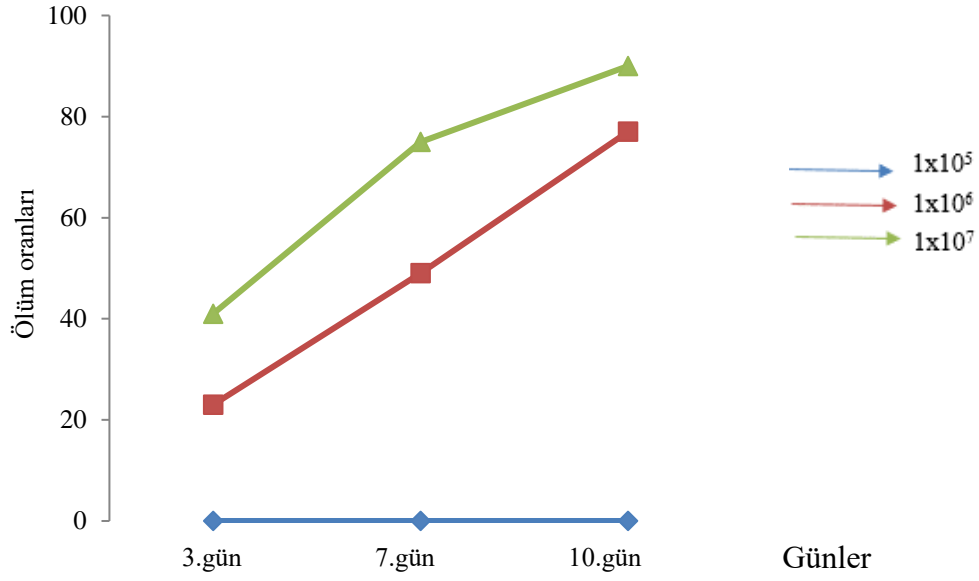
Test edilen *B. bassiana* izolatlarının 7. gündeki etkinlikleri ise Çizelge 4. 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan *Beauveria bassiana* izolatlarının uygulamadan 7 gün sonra *Tetranychus urticae* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları

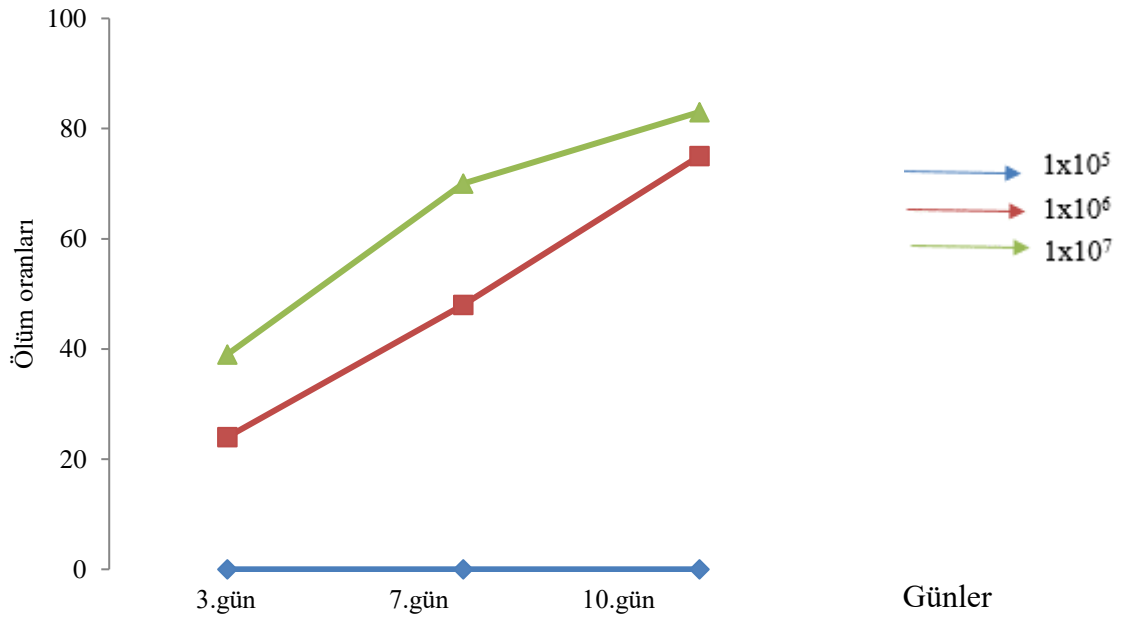
İzolat Kodu	Doz (konidi/ml) ± SH		
	1x10 ⁵	1x10 ⁶	1x10 ⁷
KTG88	26.0±1.6 ac	54.0±1.6 aB	81.0±2.8 aA
KPA89	24.0±2.2 abC	50.0±3.9 abB	79.0±1.8 abA
K3TG9	23.0±1.5 abC	49.0±3.5 abB	77.0±1.5 abcA
K2TG94	24.0±1.6 abC	48.0±2.0 abB	75.0±2.2 abcA
STG68	19.0±1.8 bcC	47.0±1.5 abB	73.0±1.5 bcA
DTG54	16.0±1.6 cC	43.0±2.1 bB	70.0±1.5 cA
	0.0±0.0 dA	0.0±0.0 cA	0.0±0.0 dA

* Sütunlardaki aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistik olarak önemli bir fark yoktur ($P<0.05$).

* Satırlardaki aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistik olarak önemli bir fark yoktur ($P<0.05$).



Şekil 4. 5. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (K3TG9) izolatının ölüm oranları



Şekil 4. 6. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (K2TG94) izolatının ölüm oranları

Çizelge 4.4. incelendiğinde teste tabi tutulan *B. bassiana* izolatları 7. günde kırmızıörümcek erginleri üzerinde en yüksek ölüm oranlarını 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda meydana getirmiştir. En düşük ölüm oranları ise 1×10^5 konidi/ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. En yüksek konsantrasyon olan 1×10^7 konidi/ml'de en yüksek ölüm oranı %81 ile KTG88 izolatından elde edilirken, en düşük ölüm oranı ise %70 ile DTG54 izolatından elde edilmiştir. Denemelerde tüm dozlarda en düşük etki DTG54 izolatından, en yüksek etki ise KTG88 izolatından elde edilmiştir.

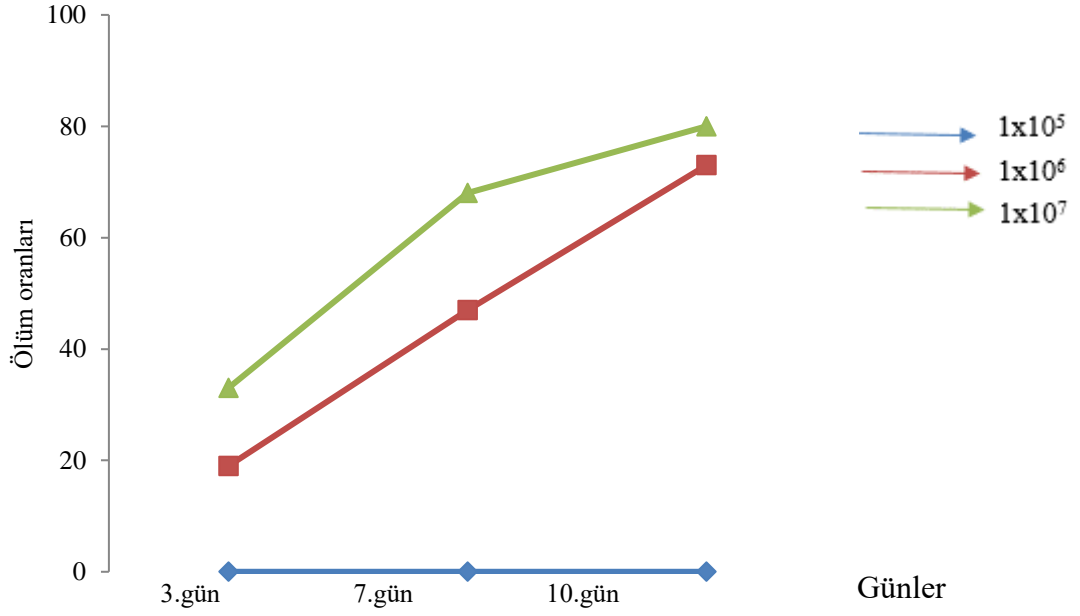
Testlerde kullanılan *B. bassiana* izolatlarının 10. gündeki etkinlikleri ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan *Beauveria bassiana* izolatlarının uygulamadan 10 gün sonra *Tetranychus urticae* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları

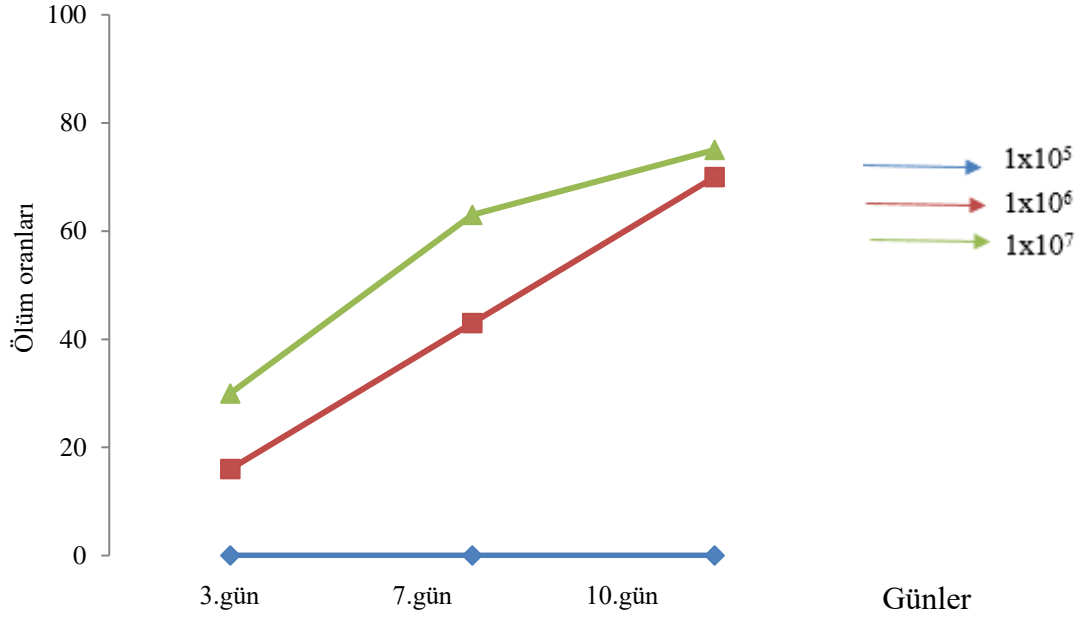
İzolat Kodu	Doz (konidi/ml) \pm SH		
	1×10^5	1×10^6	1×10^7
KTG88	45.0 \pm 1.7 aC	79.0 \pm 2.3 aB	100.0 \pm 0.0 aA
KPA89	43.0 \pm 2.1 aC	78.0 \pm 2.0 aB	100.0 \pm 0.0 aA
K3TG9	41.0 \pm 1.8 aC	75.0 \pm 1.7 abB	90.0 \pm 0.0 bA
K2TG94	39.0 \pm 2.3 abC	70.0 \pm 0.0 bcB	83.0 \pm 0.0 cA
STG68	33.0 \pm 1.5 bcC	68.0 \pm 1.3 cdB	80.0 \pm 0.0 cA
DTG54	30.0 \pm 1.5 cC	63.0 \pm 1.5 dB	75.0 \pm 1.7 dA
	0.0 \pm 0.0 d	0.0 \pm 0.0 e	10.0 \pm 0.0 e

* Sütunlardaki aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).

* Satırlardaki aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).



Şekil 4. 7. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (STG68) izolatının ölüm oranları



Şekil 4. 8. *Tetranychus urticae* erginlerine karşı uygulanan *B. bassiana* (DTG54) izolatının ölüm oranları

Çizelge 4.5. incelendiğinde, teste tabi tutulan *B. bassiana* izolatları 10. günde kırmızıörümcek erginleri üzerinde en yüksek ölüm oranlarını 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda meydana getirmişlerdir. En düşük ölüm oranları ise 1×10^5 konidi/ml

konsantrasyonunda elde edilmiştir. En yüksek konsantrasyon olan 1×10^7 konidi/ml’de en yüksek ölüm oranı %100 ile KTG88 izolatından elde edilirken, en düşük ölüm oranı ise %75 ile DTG54 izolatından elde edilmiştir. Denemelerde tüm dozlarda en düşük etki DTG54 izolatından en yüksek etki ise KTG88 izolatından elde edilmiştir.

4.2.2. *T. urticae*’nin yumurtalarına karşı etkinlik

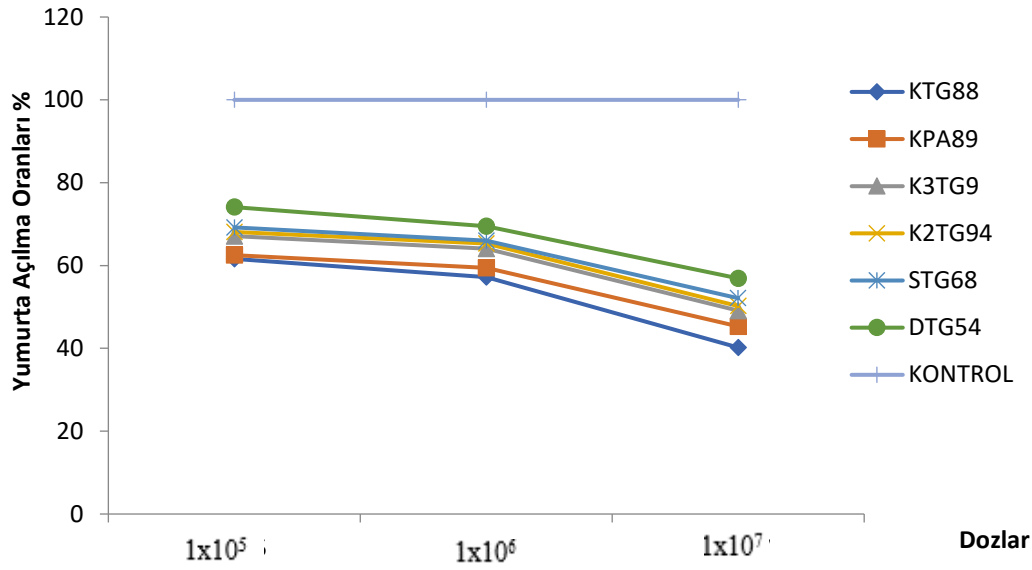
Beauveria bassiana izolatlarının *T. urticae*’nin yumurtalarına karşı etkinliği Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. *Beauveria bassiana* izolatlarının farklı konsantrasyonları ile muamele edilen *Tetranychus urticae* yumurtalarının uygulamadan 7 gün sonraki açılma oranları

İzolat Kodu	Doz (konidi/ml) \pm SH		
	1×10^5	1×10^6	1×10^7
KTG88	61.6 \pm 0.3 eA	57.2.0 \pm 2.1 dB	40.2 \pm 0.2 fC
KPA89	62.5 \pm 0.5 eA	59.4 \pm 0.2 dB	45.3 \pm 0.1 eC
K3TG9	67.1 \pm 0.2 dA	64.1 \pm 0.2 cB	49.1 \pm 0.2 dC
K2TG94	68.1 \pm 0.2 cdA	65.3 \pm 2.0 bcB	50.2 \pm 0.2 dC
STG68	69.2 \pm 0.2 cA	66.0 \pm 0.2 bcB	52.1 \pm 0.2 cC
DTG54	74.1 \pm 0.3 bA	69.5 \pm 1.5 bB	56.9 \pm 0.7 bC
	100.0 \pm 0.0 aA	100.0 \pm 0.0 aA	100.0 \pm 0.0 aA

* Sütunlardaki aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).

* Satırlardaki aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasında Tukey testine göre istatistikî olarak önemli bir fark yoktur ($P < 0.05$).



Şekil 4. 9. *Tetranychus urticae*'nin yumurta dönemine karşı entomopatojen fungus uygulamasından 7 gün sonra açılma oranları

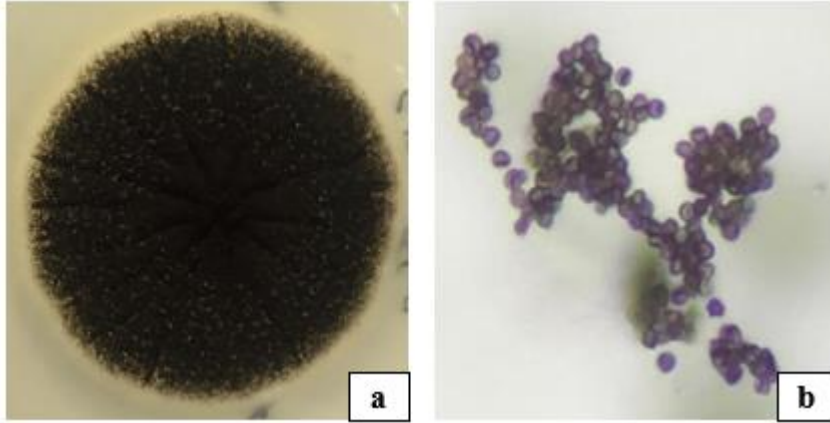
Çizelge 4.6. incelendiğinde uygulamadan 7 gün sonra kırmızıörümcek yumurtalarında en yüksek açılım oranlarını 1×10^5 konidi/ml konsantrasyonda elde edilirken, en düşük açılım oranları ise 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. En yüksek konsantrasyon olan 1×10^7 konidi/ml'de en düşük açılım oranı %40.2 ile KTG88 izolatından elde edilirken, en yüksek ölüm oranı ise %56.9 ile DTG54 izolatından elde edilmiştir. Denemelerde tüm konsantrasyonlarda en düşük etki DTG54 izolatından en yüksek etki ise KTG88 izolatından elde edilmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen tüm izolatların ön patojeniteleri yapılmıştır. Patojenitesi yüksek olan 6 adet izolatın morfolojik ve moleküler karakterizasyonları yapıldıktan sonra *T. urticae*'nin ergin ve yumurta dönemlerine karşı etkinlikleri Petri kaplarında test edilmiştir. İzolatların genel bilgisi Çizelge 4.1- 4.2 ve Ek 2' de verilmiştir.

4.3. İzolatların Morfolojik Karakterizasyonu

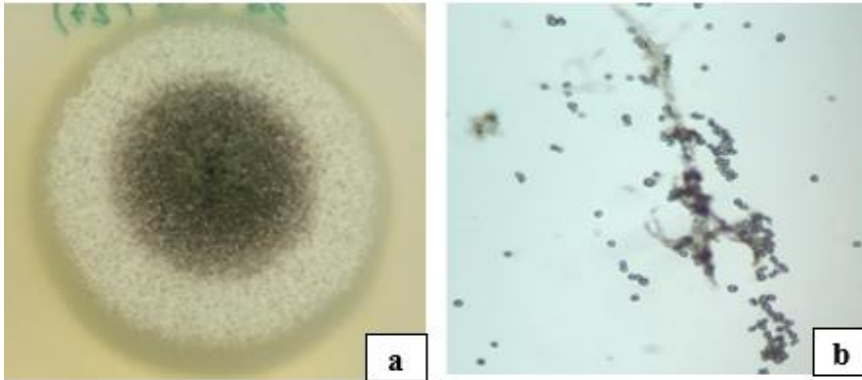
Enfekte olmuş arthropod ve toprak örneklerinden izole edilen ve ilgili literatür kullanılarak belirlenen gerçek entomopatojen fungusların yanısıra fırsatçı fungusların da morfolojik ve moleküler karakterizasyonları yapılmıştır. Bu fungusların karakterizasyonu, koloni görüntüsü, konidiyofor ve konidileri aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

4.3.1. *Aspergillus ochraceus*



Şekil 4. 10. *Aspergillus ochraceus* (AYK44) izolatının karakterizasyonu; a) Koloni görüntüsü; b) Konidiler

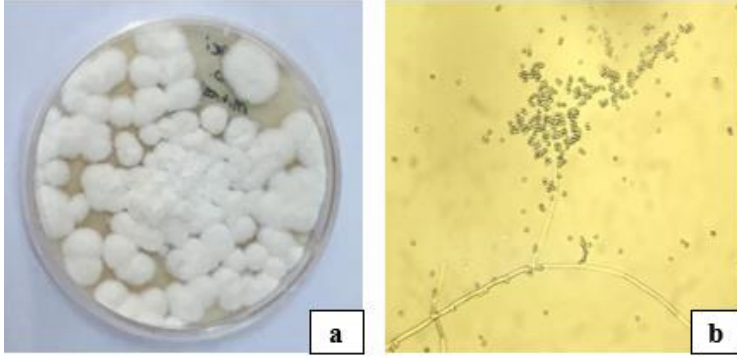
4.3.2. *Aspergillus minisclerotigenes*



Şekil 4. 11. *Aspergillus minisclerotigenes* (AYK43) izolatının karakterizasyonu; a) Koloni görüntüsü; b) Konidiyofor ve konidiler

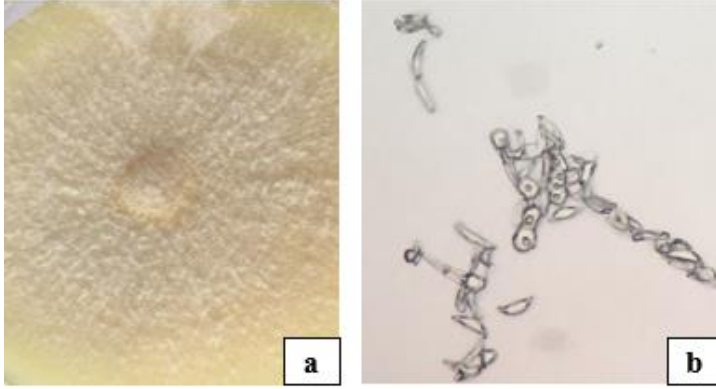
4.3.3. *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana *T. urticae*'ye karşı ergin ve yumurta denemelerinde etkili tür olmuştur. PDA kültür ortamında 7 günde 26°C'de 24 mm çapında koloni oluşturmakta, koloni rengi önce beyaz, kültür yaşlandıkça da sarımsı beyaz tonlarında olmaktadır, konidiler düz çeperli, şeffaf ve küremsi olup çoğunlukla elips şeklindedir (Şekil 4.12.).



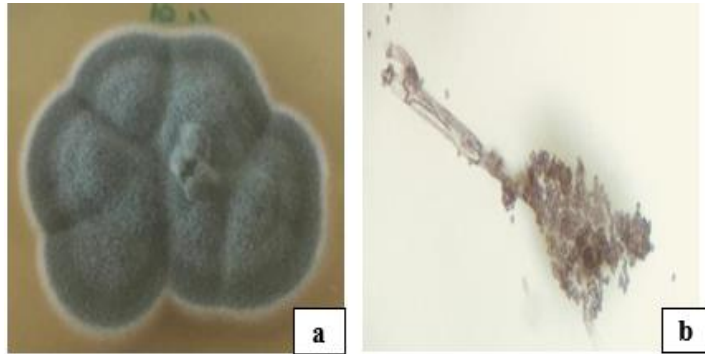
Şekil 4. 12. *Beauveria bassiana* (KTG88) izolatının karakterizasyonu; a) Petri görüntüsü; b) Konidiyofor ve konidiler

4.3.4. *Fusarium solani*



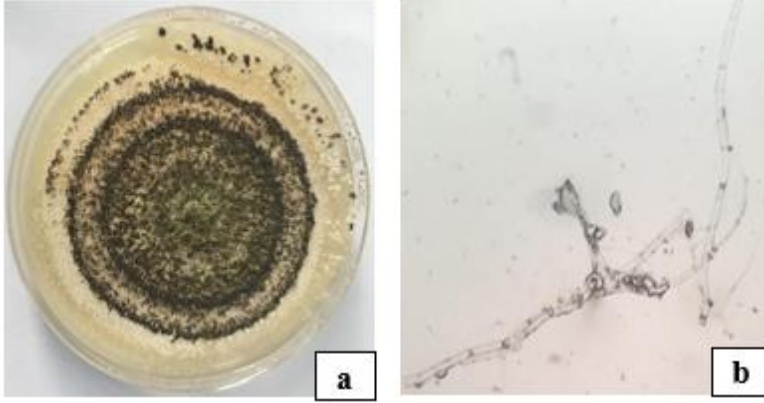
Şekil 4. 13. *Fusarium solani* (KTG16) izolatının karakterizasyonu; a) Petri görüntüsü; b) Konidiyofor ve konidiler

4.3.5. *Penicillium raistrickii*



Şekil 4. 14. *Penicillium raistrickii* (KYK6) izolatının karakterizasyonu; a) Petri görüntüsü; b) Konidiyofor ve konidiler

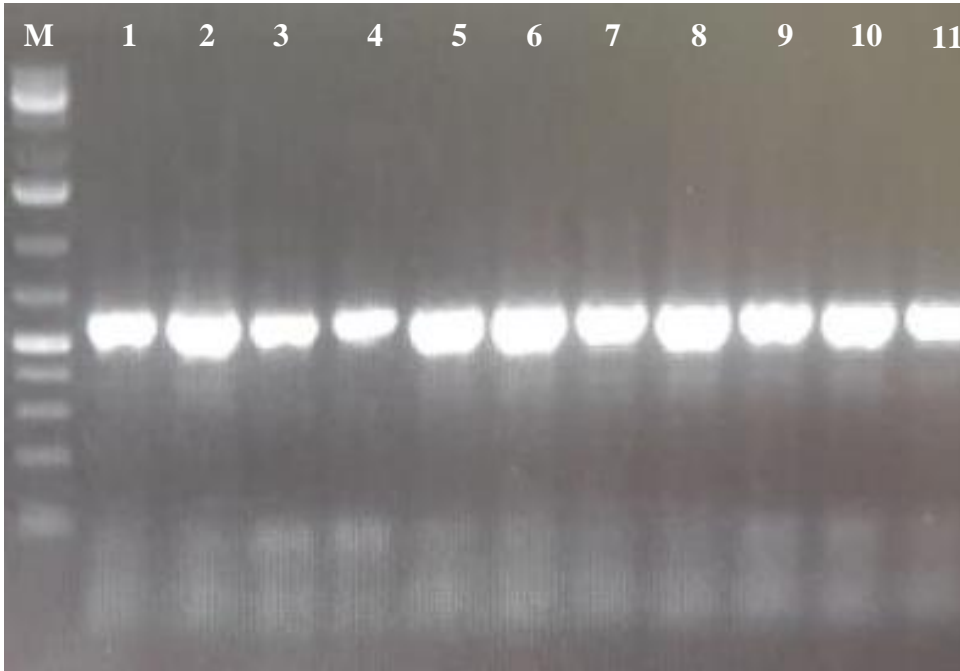
4.3.6. *Trichoderma sp.*



Şekil 4. 15. *Trichoderma sp.* (KYA86) izolatının karakterizasyonu; a) Petri görüntüsü; b) Konidiyofor ve konidiler

4.4. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu

İzolatların DNA izolasyonu yapılarak PCR kurulmuştur. Daha sonra izolatlarının ITS bölgesine ait ITS1/ITS4 PCR ürünlerinin sekans dizilimleri belirlenmiştir.



Şekil 4. 16. Fungus izolatların ITS gen bölgesi kullanılarak moleküler karakterizasyonu. M: marker; 1: AYK-43; 2: AYK-44; 3: DTG-54; 4: K2TG-94; 5: STG-68; 6: K3TG-9; 7: KTG-88; 8: KPA-89; 9: KTG-16; 10: KYA-86; 11: KYK-6

4.4.1. DNA dizi analizi ve filogenetik analiz

Etkili fungus ve fırsatçı fungusların ITS bölgesine ait ITS1/ITS4 PCR ürünleri BM Labosis-Macro Gene (Çankaya, Ankara) (www.bmlabosis.com) aracılığıyla Macrogen Hollanda laboratuvarında hizmet alımı yapılarak sekanslanmıştır. İzolatların DNA dizilimleri, Bioedit programında ClustalW algoritması kullanılarak belirlenmiş ve NCBI GenBank veri tabanına yüklenerek erişim numaraları alınmıştır. Enfekte olmuş arthropodlardan ve toprak örneklerinden izole edilen izolatlara ait erişim numaraları Çizelge 4.7’te verilmiştir.

Etkili fungus ve fırsatçı fungusların ile NCBI GenBank veri tabanından alınan türler arasındaki akrabalık ilişkilerini belirlemek için çalışmada elde edilen izolatlara ait sekans dizilimleri ile her bir türe ait NCBI GenBank veri tabanından elde edilen diziler (Çizelge 4.8) ClustalW programı kullanılarak alignment analizi yapılmış ve MEGA 5.1 programına yüklenmiştir. Maximum Likelihood dendrogramı Tamura 3-parameter modeli kullanılarak 1000 bootstrap tekrarı ile filogenetik ağaçları çizilmiştir. Morfolojik olarak tanısı yapılmış olan fungus türlerine ait izolatların filogenetik analiz sonucunda GenBank’taki izolatlar ile aynı grupta yer aldığı görülmüştür (Şekil 17). Çalışma sonuçları ITS gen bölgesinin izolatların tür teşhislerinde oldukça yararlı bilgiler sağladığını göstermiştir.

Beauveria bassiana türüne ait izolatların ITS gen bölgeleri kullanılarak çizilen dendrogramda (Şekil 17) DTG-54, K2TG-94, STG-68, K3TG9, KTG-88, KPA-89 yerli EPN izolatları ile GenBank’tan elde edilen *B. bassiana* F19-N, MG562497, SHU.M.161, SHU.M.131, EABb04, SASRI BB444, TF6-1B, EABb 04/01, CGAIPFBS012 ve IISR-EPF-04 izolatları aynı grupta yer almıştır. Analiz sonucunda *Beauveria* türleri arasındaki en yüksek Boot Strap (Seç dağıt testi) (1000 tekrarlı) değeri, *B. bassiana* yerli ve diğer izolatlar için %99 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada izole edilen fungus türlerine ait izolatların ITS gen bölgeleri kullanılarak en yüksek Boot Strap (Seç dağıt testi) (1000 tekrarlı) çizilen dendrogramda (Şekil 17) benzerlik değerleri %98-99 arasında değişmiştir.

Aspergillus minisclerotigenes türüne ait AYK-43 izolatu ile GenBank’tan elde edilen DTO 009-F6 ve DTO 009-F6 izolatları ile aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Aspergillus ochraceus türüne ait AYK-44 izolatu ile GenBank’tan elde edilen DUCC5710 ve 29R-4-F01 izolatları ile aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %98 olarak belirlenmiştir.

Fusarium solani türüne ait KTG-16 izolatu ile GenBank’tan elde edilen GL26EB11T3 ve KED9 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %98 olarak belirlenmiştir.

Trichoderma sp. türüne ait KYA-86 izolatu ile GenBank’tan elde edilen VNB-2019a ve SDAS203394 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Penicillium raistrickii türüne ait KYK-6 izolatu ile GenBank'tan elde edilen CT755 ve CMV006B7 izolatları aynı grupta yer almış ve benzerlik oranı %99 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Antalya ilinin farklı ilçelerinden alınan enfekte olmuş arthropod örneklerinden ve toprak örneklerinden izole edilen entomopatojen fungus izolatları ve GenBank'taki (NCBI) erişim numaraları

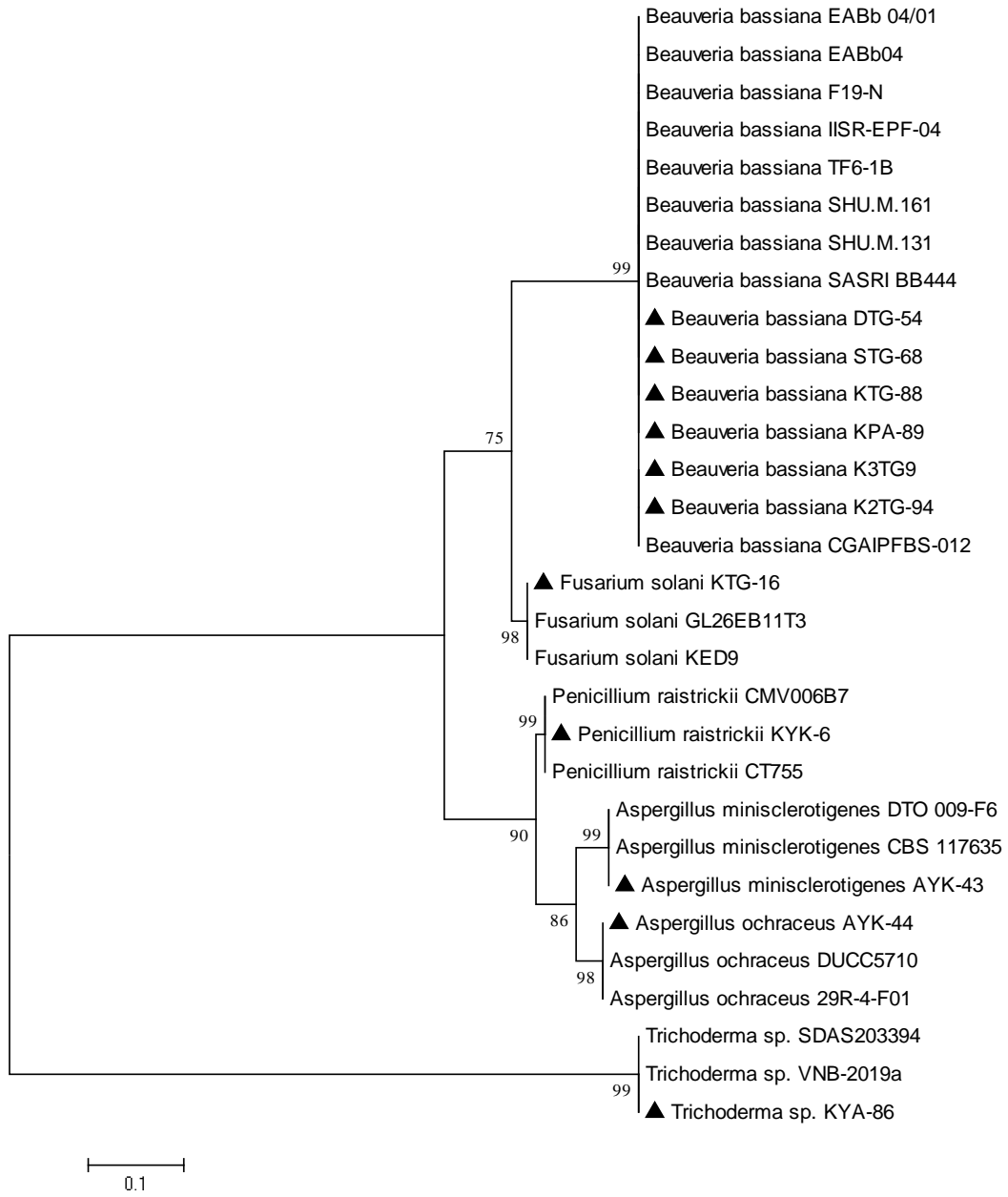
İzolat adı	Tür	Erişim Numarası
AYK-43	<i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	MW534283
AYK-44	<i>Aspergillus ochraceus</i>	MW534285
DTG-54	<i>Beauveria bassiana</i>	MW534279
K2TG-94	<i>B. bassiana</i>	MW534280
STG-68	<i>B. bassiana</i>	MW534281
K3TG9	<i>B. bassiana</i>	MW534282
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	MW534277
KPA-89	<i>B. bassiana</i>	MW534278
KTG-16	<i>Fusarium solani</i>	MW534284
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	MW534286
KYK-6	<i>Penicillium raistrickii</i>	MW534287

Çizelge 4.8. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları

İzolat adı	Tür	Erişim Numarası
F19-N	<i>Beauveria bassiana</i>	MG640376.1
MG562497	<i>B. bassiana</i>	MG562497.1
SHU.M.161	<i>B. bassiana</i>	KU158472.1
SHU.M.131	<i>B. bassiana</i>	KU158461.1
EABb04	<i>B. bassiana</i>	KC753382.1
SASRI BB444	<i>B. bassiana</i>	JX110368.1
TF6-1B	<i>B. bassiana</i>	JX122736.1
EABb 04/01	<i>B. bassiana</i>	DQ364698.1
CGAIPFBS012	<i>B. bassiana</i>	KY495188.1
IISR-EPF-04	<i>B. bassiana</i>	KU363833.1
DTO 009-F6	<i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	MG662402.1
DTO 009-F6	<i>A. minisclerotigenes</i>	KY937925.1
GL26EB11T3	<i>Fusarium solani</i>	KP998520.1

Çizelge 4.9. Filogenetik analizlerde referans olarak NCBI GenBank'tan sekans dizilimleri alınan izolatlar ve erişim numaraları (devamı)

KED9	<i>F. solani</i>	MH999834.1
DUCC5710	<i>Aspergillus ochraceus</i>	MT582750.1
29R-4-F01	<i>A. ochraceus</i>	KX958083.1
VNB-2019a	<i>Trichoderma sp.</i>	MK713510.1
SDAS203394	<i>Trichoderma sp.</i>	MK871327.1
CT755	<i>Penicillium raistrickii</i>	KX056232.1
CMV006B7	<i>P. raistrickii</i>	MK450710.1



Şekil 4.17. Fungus izolatlarının ITS gen bölgesinin Tamura 3-parameter Maximum Likelihood modeli temel alınarak çizilen filogenetik dendrogramı (▲= Tezde elde edilen izolatları göstermektedir)

Dünya genelinde olduğu gibi bu çalışmada da topraktan entomopatojen fungusları izole etmek için ‘*Galleria* tuzak yöntemi’ kullanılmıştır. Birçok çalışmada da bu türler en sık izole edilen funguslar olmuştur (Vänninen 1996; Bidochka vd. 1998).

Bugeme vd. (2014) laboratuvar koşullarında *B. bassiana* (ICIPE279) ve *M. anisopliae*’nin üç farklı izolatu (ICIPE7, ICIPE8 ve ICIPE84) dört farklı konsantrasyonda (3×10^5 , 1×10^6 , 3×10^6 ve 1×10^7 konidi/ml) *T. urticae*’nin yumurta evresi üzerindeki

etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda yumurtalardaki ölüm oranı %34.5 ile %75.3 arasında değişmiştir. En yüksek konidi konsantrasyonunda en yüksek yumurta ölümü görülmüştür. Bu çalışmada da en yüksek konidi konsantrasyonunda en yüksek yumurta ölümü görülmüştür.

Erlər vd. (2013), örtü altında hıyar bitkilerinde zarar yapan *T. cinnabarinus*'un yumurtalarına karşı *B. bassiana*'nın 4×10^9 konidi/ml oranında 1, 1,5 ve 2 l/ha olmak üzere üç ayrı konsantrasyon ve *M. anisopliae*'nin $5,5 \times 10^9$ konidi/ml oranında 0,75, 1 ve 1,25 l/ha olmak üzere üç ayrı konsantrasyonu denedikleri araştırma sonucunda, *B. bassiana* 2010 yılında %81.7 ve 2011 yılında %78.1 ve *M. anisopliae* 2010 yılında %69.8 ve 2011 yılında %66.7 oranında *T. cinnabarinus* yumurtalarında ölüm meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan yumurta ölümlerinde her iki fungusun farklı konsantrasyonları arasında mühim farklılıkların görüldüğü belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ise *B. bassiana*'nın *T. urticae*'nin yumurta evresi üzerinde Petri denemelerinde %25.9-59.8 oranında etki göstermiştir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da konsantrasyonlar arasında önemli farklılıklar olup en yüksek konsantrasyon en fazla ölümü meydana getirmiştir.

Örtücü (2012), yaptıkları araştırmada Kars, Erzurum ve Ardahan'dan *T. urticae* ile bulaşık olduğu saptanan bitki yaprak örneklerini toplamıştır. Laboratuvara getirilen yaprak örnekleri üzerinden alınan *T. urticae* bireylerinin iç ve dış mikrofungus bitki varlığını belirlemiştir. Bu çalışmada ise *T. urticae* yanında farklı böcekler (kabuklubit, afit, koşnil ve beyazsinek) üzerinden de örnekler alınarak izolasyonlar yapılmıştır. Örtücü'nün yaptığı izolasyonlar sonucunda, *Alternaria*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Beauveria*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Trichoderma*, *Isaria*, *Verticillium* ve *Ulocladium* cinslerine ait 25 farklı tür elde etmiştir. Bu çalışmada ise *Aspergillus*, *Beauveria*, *Fusarium*, *Penicillium* ve *Trichoderma* cinslerine ait 6 farklı tür elde edilmiştir. AT076 nolu *B. bassiana* izolatu ise yüksek derecede patojen olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da *B. bassiana* izolatları yüksek derecede patojen olarak belirlenmiştir.

Doğan (2016), entomopatojen funguslardan (4556 ve V275), *Metarhizium flavoviride*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae* ve *B. bassiana*'nın *T. urticae*'nin farklı gelişme dönemlerine karşı etkinliklerini laboratuvar şartlarında araştırmıştır. Çalışmada uygulanan spor konsantrasyonu tüm izolatlar için aynı olup, 1×10^7 konidi/ml olarak uygulamıştır. *T. urticae*'nin hareketli dönemleri üzerinde %29-90.3 ölüm oranı elde etmiştir. Yapılan çalışma sonucunda *T. urticae* erginlerinin nimf, larva ve yumurta dönemlerine göre fungal enfeksiyona daha hassas olduğunu ve en az etkinin ise yumurta dönemi üzerinde görüldüğünü rapor etmiştir. Bu çalışmada da hareketli dönemler üzerinde 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonda %16-100 oranında değişen ölüm meydana gelmiş, en az etki ise yumurta dönemi üzerinde görülmüştür. Öte yandan bu çalışmada üç farklı konsantrasyon kullanılmıştır ve en yüksek konsantrasyon 1×10^7 konidi/ml olmuştur.

Ateş (2020), tarafından 4 adet *B. bassiana* entomopatojen fungus izolatu (GOPT-158, GOPT228, GOPT-283, GOPT-331)'nin *T. urticae*'nin bazı biyolojik parametreleri üzerine etkileri belirlemiştir. Tüm izolatlar 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonunda kullanılmış olup, kontrol uygulaması olarak da %0.02'lik Tween 80'li saf su kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 5. günde GOPT-228 izolatu %57.77±6.47 ile en yüksek

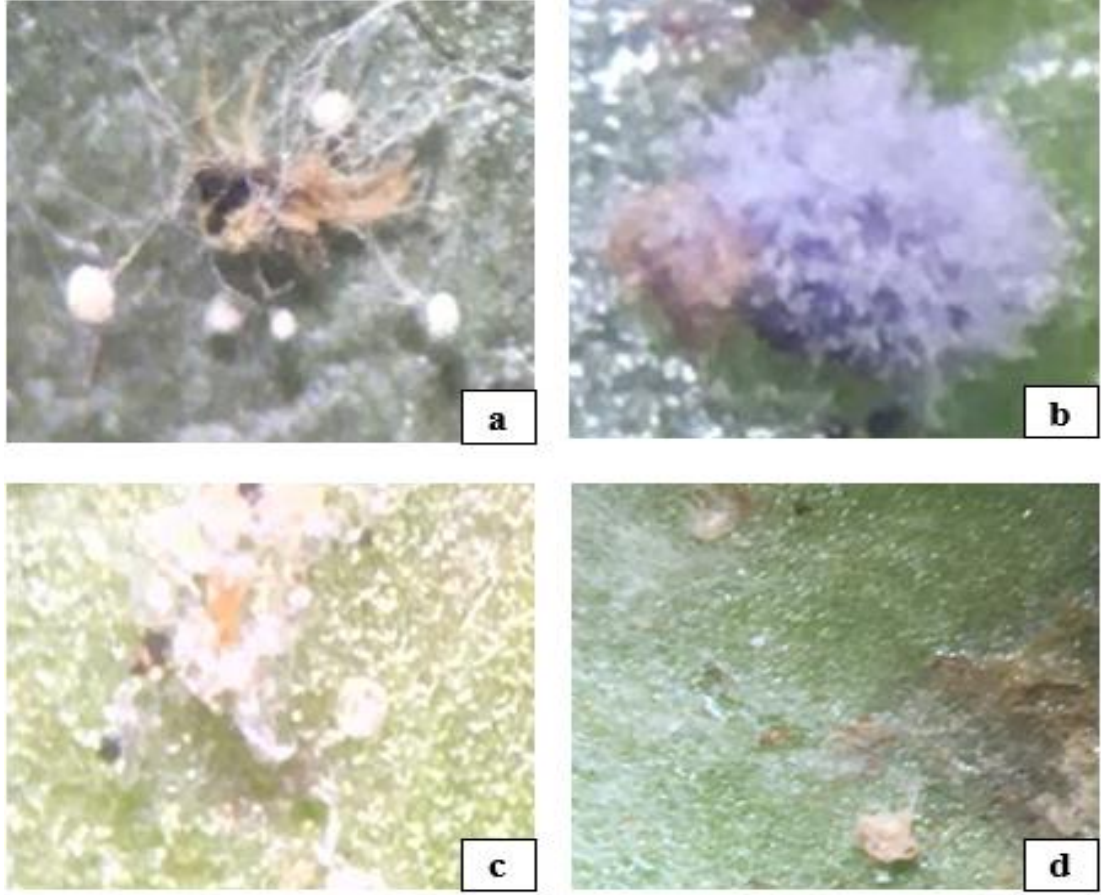
ölümü meydana getirmiştir. Bu çalışmada da kontrol uygulaması %0.02'lik Tween 80'li saf su kullanılmış ve en yüksek ölümü KTG-88 ve KPA-89 izolatları vermiştir.

Baydar (2015), Isparta'da 2013-2014 yılları arasında yaptıkları survey çalışmalarında, bölgeden alınan toprak örneklerinden *Galeria* tuzak yöntemi kullanılarak entomopatojen fungus izole etmiştir. Alınan toprak örneklerinden en çok *Beauveria* spp. (164 izolat) ve *Metarhizium* spp. (40 izolat) elde etmiştir. Bunların yanında *Aspergillus*, *Paecilomyces* ve *Fusarium*, cinslerine ait entomopatojen fungusları da belirlemiştir. İzole ettikleri fungal izolatların etkinliklerini model bir böcek olan *G. mellonella* larvalarına karşı test etmiştir. Yapılan etkinlik testinde *Beauveria* spp. ve *Metarhizium* spp. izolatları en etkili bulunmuştur. Bu çalışmada toprak örneklerinden izole edilen ve *T. urticae*'ye karşı en etkili bulunan izolatlar *B. bassiana* izolatları olmuştur. Toprak örneklerinden elde edilen diğer fungal izolatlar ise etkinlik testine tabi tutulmayıp fırsatçı funguslar olarak kaydedilmiştir.

Bu çalışmada, *T. urticae*'nin ergin dönemlerinin yumurta dönemlerine göre fungal enfeksiyona daha duyarlı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Bugeme vd. (2014), *T. urticae*'nin ergin ve deotonimf evrelerinin larva ve protonimf evrelerine göre entomopatojen funguslara daha hassas olduklarını ve konidi dozunun yükselmesiyle beraber ölüm oranının da arttığını bildirmişlerdir. Evreler arasındaki bu farklılıkların kırmızıörümceklerin her bir evrenin kutikula kalınlıklarının aynı olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan kırmızıörümceklerin genç evrelerinin daha küçük olması ve bununla beraber olarak da sınırlı yerde hareket ettikleri için yüzeydeki konidi ile bulaşma olasılığı düşük olduğunu bildirilmişlerdir. (Bugeme vd. 2014). Buna karşın ergin evrelerin vücut yapısının büyük olması ve daha hızlı aktif olması ergin öncesi evrelere göre funguslardan daha fazla etkilenmektedir.

Doğal koşullarda entomopatojen funguslar arthropod popülasyonlarında ölüme neden olan doğal bir faktördür. Diğer entomopatojenlerin aksine arthropodları kutikula yoluyla enfekte ederler; bu yüzden emici böcekler de dahil birçok zararlı böceğin mücadelesinde kullanılabilirler. Entomopatojen funguslar üzerine yapılan çalışmalar neticesinde, 1960'lardan beri bir miktar mikoakarisit ve mikoinsektisit geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Entomopatojen funguslardan türetilen çeşitli ürünler ticari olarak arazi uygulamalarında kullanılmaktadır (Kılınçer vd. 2010; Er 2013).

Beauveria bassiana'nın kırmızıörümceğin ergin ve yumurtalarına uygulama yaptıktan 7. günden itibaren akar üzerinden gelişimine başlamaktadır (Şekil 4.18.).



Şekil 4. 18. *Beauveria bassiana*'nın *T. urticae* üzerindeki gelişimi; (a), (b) *Beauveria bassiana* izolatların *T. urticae* erginlerini enfekte etmesi; (c), (d) *B. bassiana* izolatların *T. urticae* yumurtalarını enfekte etmesi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada çok önemli bir zararlı olan İki noktalı kırmızıörümcek ile Antalya Bölgesi'nde yapılacak biyolojik mücadelede kullanılabilir yerel bir entomopatojen fungus izolasyonu hedeflenmiş ve bu doğrultuda toprak ve fungal enfeksiyona maruz kalmış arthropodlardan entomopatojen fungus izolasyonları yapılmıştır. Morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak yapılan tanımlamada 44 fungal tespit edilmiş olup, tanımlanan tüm izolatların %45.45'i *Beauveria bassiana*, %13.63'ü *Aspergillus ochraceus*, %9.09'u *Aspergillus minisclerotigenes*, %11.36'sı *Penicillium raistrickii*, %9.09'u *Trichoderma* spp. ve %11.36'sı *Fusarium solani*'dir.

Tüm izolatlar ile yapılan ön patojenisite testlerinde en etkili olarak belirlenen 6 izolatın (tamamı *B. bassiana* türüne aittir) *T. urticae*'ye karşı patojenitesi araştırılmıştır. Yapılan patojenisite testlerinde, test edilen 6 *B. bassiana* izolatı *T. urticae*'de %16 ile %100 arasında değişen ölçümler meydana getirmiştir. Bu 6 izolat içerisinde tüm konsantrasyonlarda uygulamadan sonra 7. ve 10. günde *T. urticae*'ye karşı %81 ile %100 etki gösteren izolat KTG88 izolatı olmuştur.

Etkinlik çalışmalarından elde edilen diğer sonuçlar ve onlara dayanılarak yapılabilecek öneriler aşağıda verilmiştir;

- Aynı fungal türe ait izolatlar, aynı hedef organizmaya karşı farklı derecelerde etkinlik göstermiştir.
- Fungal izolatların etkinliği, test edilen zararlı türün farklı biyolojik dönemlerinde farklılıklar göstermiştir.
- Fungal izolatların etkinliği, artan konsantrasyon ile artmıştır.
- Biyolojik mücadele elemanının, kullanıma sunulmadan önce hedef zararlının yaşadığı konukçu bitki ile de etkileşimlerinin araştırılması gerekmektedir.
- Nem derecesindeki artış entomopatojeniteyi olumlu yönde etkilemektedir. Nemi yüksek olan yerlerde izole edilen funguslar daha yüksek etki göstermiştir.

Tetranychus urticae'ye karşı etkinliği test edilen 6 *B. bassiana* izolatı ile ilgili öneriler:

Etkili olan 6 izolat ile arazi çalışmaları yapılarak, laboratuvar sonuçları teyit edilmelidir. Bu izolatlara ait sporlar için, pratiğe yönelik yağ tabanlı formülasyonlar geliştirilmelidir. Geliştirilen formülasyonlar içerisinde sporların canlı kalma süreleri belirlenerek, optimum raf ömrü ortaya çıkarılmalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışma ile Antalya ilinde hem örtüaltı hem de açık alan yetiştiriciliğinde her yıl önemli miktarda kimyasal ilaç kullanımıyla baskı altına alınmaya çalışılan *T. urticae* ile mücadelede kullanım potansiyeli olabilecek entomopatojen funguslar belirlenmiş ve saptanan bu fungal patojenlerin hedef zararlıya karşı etkinlikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca, elde edilen entomopatojen funguslar ile yapılan biyolojik (mikrobiyal) mücadele çalışmalarında faydalanılacak bilgi alt yapısı ve geniş bir kültür koleksiyonu oluşturulmuştur.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, antalya.tarimorman.gov.tr [Son erişim tarihi: 15.01.2021].
- Anonim, <https://www.bmlabosis.com> [Son erişim tarihi: 24.02.2021].
- Ateş, K. 2020. Entomopatojen Fungus İzolatlarının *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) ' nin Bazı Biyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35s, Tokat
- Baydar, R. 2015. Isparta İli Tarım ve Tarım Dışı Topraklarından Entomopatojen Fungusların İzolasyonu ve Tanısı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 36s, Isparta
- Barker, C.W., Barker, G.M., 1998. Generalist Entomopathogens as Biological Indicators of Deforestation and Agricultural Land Use Impacts on Waikato New Zealand Journal of Ecology, 22(2), 189-196.
- Bidochka, M. J., Kasperski, J. E., Wild, G. A. M., 1998. Occurrence of The Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Soils From Temperate and Near-Northern Habitats. Canadian Journal of Botany, 76(7), 1198–1204.
- Bing, D.S. and Xing, Z.L., 2008. Occurrence and diversity of insect-associated fungi in natural soils in China. *Applied Soil Ecology*, 39, 100–107
- Bronskill J.F. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 15: 102-104
- Bugeme, D.M., Knapp, M., Boga, H.I., Ekese, S., Maniania, N.K., 2014. Susceptibility of developmental stages of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to infection by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 34: 190-196.
- Cakmak, I., Janssen, A., Sabelis, M.W., Baspinar, H. 2009. Biological control of an acarine pest by single multiple natural enemies. *Biological Control*, 50: 60-65.
- Chandler, D., Hay, D., Reid, A. P., 1997. Sampling and Occurrence of Entomopathogenic Fungi and Nematodes in UK Soils. *Applied Soil Ecology*, 5, 133– 141.
- Charnley, A.K. and Collins, S.A., 2007. Entomopathogenic fungi and their role in pest control. *The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships* (2nd edition), Eds: Kubicek, C.P. and Druzhinina, Springer-Verlag, Berlin, 159187.
- Doğan, Y. Ö. 2016. Entomopatojen Fungusların *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)'ye Karşı Etkinliklerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Aydın.
- Doyle, J.J., Doyle, J.I. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 12:11-14.
- Eken, C., Hayat, R., 2009. Preliminary evaluation of *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries in laboratory conditions, as a potential candidate for biocontrol

- of *Tetranychus urticae* Koch. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 25(3): 489-492.
- Eken, C., 2011. Isolation, Identification and Preservation of Entomopathogenic Fungi. In: Borgio, J.F., Sahayaraj, K. and Susurluk, I.A. (Eds.), Microbial Insecticides, Principles and Applications. Nova Science Publishers Inc., New York, USA, pp. 1-28.
- Erler F., Ateş, A.O., Bahar, Y., 2013. Evaluation of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, for the control of carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) under greenhouse conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 23: 233-240.
- Er, M.K., 2013. Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş Antepfıstığı Bahçelerinde Bulunan Entomopatojen Fungusların Tespiti. Türkiye Biyolojik Mücadele dergisi,4 (2), 155-163.
- Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C., 2001. Suggestions For Unifying The Terminology in Biological Control. Biocontrol, 46, 387–400.
- Gaugler, R., 1988. Ecological Consideration in The Biological Control of Soil-Inhabiting Insects With Entomopathogenic Nematodes. Agriculture Ecosystems and Environment., 24,351–361.
- Gatarayiha, C.M., Laing, M.D., Miller, R.M. 2010. Effects of adjuvant and conidial concentration on the efficacy of *Beauveria bassiana* for the control of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 50: 217-228.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T. (2005). Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In “Comprehensive Molecular Insect Science.” (L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill, eds), s. 361405, Amsterdam: Elseiver.
- İyriboz, N., 1971. Pamuk Zararlıları ve hastalıkları. Ticaret Matbaacılık T.A.Ş., İzmir, s 104.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W., 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, California, p 615.
- Keller, S., Zimmerman, G., 1989. Mycopathogens of Soil Insects. In: Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F. (Eds.), Insect-Fungus Interactions. Academic Press, London, 240–270.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M.K., Kurtuluş, A., Uygun, N., 2010. Teoriden Pratiğe Zararlılarla Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1, 15-59.
- Lacey, L.A., 1997. Manual of techniques in insect pathology. Academic Press, San Diego.

- Lahai, M. T.; Ekanayake, I. J.; George, J. B.; 2003: Leaf chlorophyll content and tuberous root yield of cassava in inland valley. *Afr. Crop Sci. J.*, 11: 107117.
- Meyling, N., Eilenberg, J., 2006. Occurrence and Distribution of Soil Borne Entomopathogenic Fungi within A Single Organic Agroecosystem. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 113, 336–341.
- Majumdar, A., Boetel, M.A. and Jaronski, S.T., 2008. Discovery *Fusarium solani* as a naturally occurring pathogen of sugarbeet root maggot (Diptera: Ulidiidae) pupae: Prevalence and baseline susceptibility. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97, 1-8.
- Meyling, N.V., 2007. Methods for isolation of entomopathogenic fungi from the soil environment. *Laboratory Manual, Faculty of Life Science, University of Copenhagen, Denmark*, pp. 1-18.
- Miętkiewski, R., Tkaczuk, C., Żurek, M., L.P.S., 1994. Temperature Requirements of Four Entomopathogenic Fungi. *Acta Mycologica*, 29 (1), 109–120.
- Oğurlu, İ. 2000 *Biyolojik Mücadele*, Süleyman Demirel Üniv. Orman Fakültesi Yayınları: 439, Ders Kitabı, Isparta, 13 s.
- Oğurlu, İ. 2000 *Biyolojik Mücadele*, Süleyman Demirel Üniv. Orman Fakültesi Yayınları: 439, Ders Kitabı, Isparta, 14 s.
- Oğurlu, İ. 2000 *Biyolojik Mücadele*, Süleyman Demirel Üniv. Orman Fakültesi Yayınları: 439, Ders Kitabı, Isparta, 94 s.
- Oğurlu, İ. 2000 *Biyolojik Mücadele*, Süleyman Demirel Üniv. Orman Fakültesi Yayınları: 439, Ders Kitabı, Isparta, 97 s.
- Örtücü, S. İki Noktalı Kırmızı Örümcek [(*Tetranychus Urticae* (Acari, Tetranychidae)] İle Biyolojik Mücadelede Kullanılabilecek Entomopatojen Fungusların İzolasyonu ve Biyopestisit Olarak Kullanılabilme Potansiyellerinin Belirlenmesi Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 127s, Erzurum
- Patel, RK., LV Ghetiya., 2019. Efficacy of entomopathogenic fungi *fusarium verticillioides* (saccardo) nirenberg against *Tetranychus urticae* Koch on okra in polyhouse. *International Journal of Chemical Studies* 7(2): 1234-1236
- Pereira S., Reis T. ve Oliveira I. 2019. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* fungi to *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae). *Brazil Plant Parasitology/ Scientific article*, 86: 1-7.
- Poppy, G.M., Jepson, P.C., Pickett, J.A., Birkett, M.A. 2014. Achieving food and Environmental security: new approaches to close the gap. *Phil. Trans. R. Soc. B* 369, 20120272
- Samson, R. A, Evans, H. C., Latge, J. P., 1988. *Atlas of Entomopathogenic Fungi*. Springer- Verlag, New York.

- Sanjaya, Y., Ocampo, V.R., Caoili, B.L., 2013. Selection of entomopathogenic fungi against the red spider mite *Tetranychus kanzawai* (Kishida) (Tetranychidae: Acarina). *Arthropods*, 2(4): 208-215.
- Seiedy M. and Moezipour M. 2017. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and its compatibility with *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae): Effects on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Tehran, Iran; Persian J. Acarol.*, Vol. 6, No. 4, pp. 329–338.
- Shi, W.B., Feng, M.G., 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. *Biological Control*, 30: 165–172.
- Shi, W.B., Feng, M.G. and Liu, S.S., 2009. Sprays of emulsifiable *Beauveria bassiana* formulation are ovicidal towards *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at various regimes of temperature and humidity. *Exp. Appl. Acarol.*, 45, 245-256.
- Shubha, S., Santoshgowda, G.B. ve Anantha Rama, A., 2014. Studies on biodiversity of entomopathogenic fungi isolated from all the agro-climatic zones Karnataka. *Research Article, Acta Biologica Indica*, 3(1):573-578.
- Topuz, E. ve Madanlar, N. 2011. Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) üzerine kontakt ve repellent etkileri. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 1(2):99-107
- Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Satar, S., 2010. Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1, 1-14.
- Ullah, M.S., Lim, U.T., 2015. Laboratory bioassay of *Beauveria bassiana* against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and potted bean Plants. *Experimental and Applied Acarology*, 65(3): 307-318.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal DNA Genes for Phylogenetics. *Academic Press*, pp. 314-321.
- Wu S., Sarkar S. and Lv J., 2019. Poor infectivity of *Beauveria bassiana* to eggs and immatures causes the failure of suppression on *Tetranychus urticae* population. *China International Organization for Biological Control*, 65:91-90.
- Yanar, D., Kadioğlu, İ. ve Gökçe, A., 2006 Acaricidal effects of different plant parts extracts on two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) (Acari: Tetranychidae) VIIIth European Congress of Entomology September 17-22, 2006 İzmir, Turkey
- Yanar, D., Yalçın, M., Yanar, Y., 2015. Survey of Entomopathogenic Fungi From Field Soils In Tokat Province, Turkey XVIII. International plant Protection, Congress 24-27 August 2015 Berlin (Germany)
- Yalçın S., Doğan, S., Ayyıldız, N., 2011. Uzunoluk Ormanı'nda (Erzurum) yaşayan bazı

oribatid akarlar (Acari: Oribatida) ve onlardan izole edilen mikrofunguslar Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, s.16, Erzurum.

Yön, M. 2017 Bitki Koruma Ürünleri Bayi ve Toptancılık Sınav Çalışma Kitabı, Ziraî Sepetim Yayınları: 380, Mersin, 181 s.

Vänninen, I., 1996. Distribution and Occurrence of Four Entomopathogenic Fungi in Finland: Effect of Geographical Location, Habitat Type and Soil Type. *Mycological Research*, 100, 93–101. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61, 413–423.

Quesada-Moraga, E., Navas-Corte' s, J. A., Maranhao, E. A. A., Ortiz- Urquiza, A., SantiagoA' lvarez, C., 2007. Factors Affecting The Occurrence and Distribution of Entomopathogenic Fungi In Natural and Cultivated Soils. *Mycological Research*, 111, 947–966.

Zimmermann, G., 1986. The 'Galleria Bait Method' for Detection of Entomopathogenic Fungi in Soil. *Journal of Application Entomology*, 102, 213–215.

Zhang, X., Guo, J., Zou X., Jin, Dao., 2018. Pathogenic differences of the entomopathogenic fungus *Isaria cateniannulata* to the spider mite *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) and its predator *Euseius nicholsi* (Mesostigmata: Phytoseiidae) *Chin J Appl Ecol* 20(7):1625–1629 (in Chinese with English summary)

7. EKLER

EK.1. Örnekleme yerlerinin konum ve alındığı yer bilgileri:

Örnek no	İlçe	Mah./ Köy	Yükselti	Enlem	Boylam	Örnekleme alanı
1	Konyaaltı	Bahtılı	24	36°53'37.63"K	30°35'57.20"D	Portakal Bahçesi
2	Konyaaltı	Bahtılı	27	36°53'36.84"K	30°35'39.49"D	Portakal Bahçesi
3	Konyaaltı	Hacisekililer	99	36°51'29.20"K	30°32'3.98"D	Ormanlık Alan
4	Konyaaltı	Gökçam	53	36°53'37.24"K	30°33'32.13"D	Nar Bahçesi
5	Konyaaltı	Doyran	75	36°53'57.55"K	30°32'46.15"D	Zeytinlik Alan
6	Konyaaltı	Doyran	69	36°53'53.74"K	30°32'42.39"D	Kayısı Bahçesi
7	Konyaaltı	Doyran	58	36°53'51.52"K	30°33'4.43"D	Patlıcan Serrası
8	Konyaaltı	Gökdere	17	36°50'12.28"K	30°34'41.63"D	Portakal Bahçesi
9	Konyaaltı	Gökdere	10	36°50'4.09"K	30°34'56.19"D	Turunçgil Bahçesi
10	Konyaaltı	Gürsu	8	36°52'0.55"K	30°37'22.53"D	Portakal Bahçesi
11	Kemer	Çıralı	18	36°24'47.04"K	30°28'19.97"D	Ormanlık Alan
12	Kemer	Çıralı	3	36°24'46.71"K	30°28'26.75"D	Portakal Bahçesi
13	Kemer	Çıralı	4	36°24'55.04"K	30°28'51.68"D	Yol kenarı
14	Konyaaltı	Pınarbaşı	41	36°54'2.77"K	30°38'54.06"D	Kampüs
15	Konyaaltı	Pınarbaşı	38	36°54'1.33"K	30°38'39.37"D	Kampüs
16	Konyaaltı	Pınarbaşı	33	36°54'1.62"K	30°38'25.77"D	Kampüs
17	Konyaaltı	Pınarbaşı	31	36°54'0.29"K	30°38'15.87"D	Kampüs
18	Konyaaltı	Pınarbaşı	34	36°53'59.33"K	30°38'8.71"D	Kampüs
19	Konyaaltı	Pınarbaşı	29	36°53'40.12"K	30°38'19.80"D	Kampüs
20	Serik	Gebiz	63	37° 7'51.21"K	30°55'59.37"D	Küçükaksu Çayı Kenarı
21	Serik	Gebiz	69	37° 7'55.09"K	30°56'33.59"D	Nar Bahçesi
22	Serik	Gebiz	66	37° 7'47.18"K	30°56'26.16"D	Küçükaksu Çayı Kenarı
23	Serik	Gebiz	124	37° 7'18.79"K	30°56'7.55"D	Ormanlık Alan
24	Serik	Gebiz	86	37° 6'38.51"K	30°56'12.14"D	Zeytinlik Alan
25	Serik	Gebiz	56	37° 6'12.11"K	30°56'16.67"D	Yol kenarı
26	Serik	Gebiz	54	37° 6'10.19"K	30°56'21.10"D	Yol kenarı
27	Serik	Gebiz	48	37° 6'5.17"K	30°56'24.96"D	Yol kenarı
28	Serik	Gebiz	49	37° 6'4.76"K	30°56'30.57"D	Yol kenarı
29	Muratpaşa	Fener	31	36°50'50.85"K	30°45'47.37"D	Yol kenarı
30	Muratpaşa	Fener	34	36°50'50.40"K	30°45'49.62"D	Yol kenarı
31	Muratpaşa	Fener	30	36°50'50.33"K	30°45'51.54"D	Yol kenarı
32	Muratpaşa	Fener	33	36°50'50.56"K	30°45'52.89"D	Yol kenarı
33	Muratpaşa	Fener	39	36°50'50.54"K	30°45'53.93"D	Yol kenarı
34	Muratpaşa	Fener	43	36°50'51.81"K	30°45'56.31"D	Büfenin Bahçesi
35	Muratpaşa	Fener	36	36°50'51.39"K	30°45'59.89"D	Yol kenarı
36	Muratpaşa	Bahçelievler	37	36°53'2.82"K	30°40'15.41"D	Park
37	Muratpaşa	Bahçelievler	37	36°53'2.80"K	30°40'15.39"D	Park
38	Muratpaşa	Kılınçarslan	41	36°52'49.60"K	30°42'15.22"D	Park
39	Muratpaşa	Kılınçarslan	31	36°52'49.82"K	30°42'17.88"D	Park
40	Muratpaşa	Kılınçarslan	39	36°52'46.02"K	30°42'22.11"D	Park
41	Muratpaşa	Kılınçarslan	35	36°52'49.78"K	30°42'19.79"D	Park
42	Aksu	Kurşunlu	78	36°58'52.55"K	30°49'4.69"D	Yol kenarı
43	Aksu	Kurşunlu	103	37° 2'37.28"K	30°50'45.72"D	Şeftali Bahçesi
44	Aksu	Kurşunlu	110	37° 3'40.63"K	30°50'54.95"D	Ev Bahçesi
45	Aksu	Kurşunlu	111	37° 3'31.64"K	30°50'50.39"D	Ev Bahçesi
46	Aksu	Kurşunlu	119	37° 3'45.23"K	30°51'12.60"D	Ökalyptus Ormanı
47	Aksu	Kurşunlu	117	37° 5'4.95"K	30°50'53.70"D	Ormanlık Alan
48	Aksu	Alaylı	25	37° 3'52.54"K	30°53'20.76"D	Portakal Bahçesi
49	Döşemealtı	Yeşilbayır	311	37° 2'59.42"K	30°33'41.51"D	Ormanlık Alan
50	Döşemealtı	Yeşilbayır	293	36°58'10.53"K	30°36'54.04"D	Yol kenarı
51	Döşemealtı	Yeşilbayır	297	36°59'39.24"K	30°35'35.33"D	Yol kenarı
52	Döşemealtı	Bahçeyaka	296	37° 0'22.37"K	30°35'11.15"D	Limon Bahçesi
53	Döşemealtı	Çığlık	297	37° 0'21.70"K	30°35'4.44"D	Portakal Bahçesi
54	Döşemealtı	Çığlık	294	36°58'19.59"K	30°37'1.41"D	Ormanlık Alan
55	Döşemealtı	Çığlık	327	37° 2'18.98"K	30°33'19.49"D	Portakal Bahçesi
56	Döşemealtı	Çığlık	325	37° 3'17.07"K	30°33'39.33"D	Yol kenarı
57	Döşemealtı	Yağca	329	37° 4'22.94"K	30°34'7.51"D	Makilik Alan
58	Döşemealtı	Yeniköy	304	37° 3'48.85"K	30°35'41.91"D	Yol kenarı
59	Döşemealtı	Yeniköy	303	37° 3'42.77"K	30°35'27.51"D	Yol kenarı
60	Aksu	Hacıhaliler	59	36°56'36.33"K	30°50'5.95"D	Yol kenarı

61	Aksu	Hacialiler	57	36°56'27.23"K	30°50'12.51"D	Yol kenarı
62	Aksu	Hacialiler	58	36°56'23.54"K	30°50'14.89"D	Yol kenarı
63	Aksu	Hacialiler	59	36°56'19.26"K	30°50'14.92"D	Pelitli Cami
64	Aksu	Mandırlar	45	36°54'55.49"K	30°50'55.35"D	Yol kenarı
65	Aksu	Mandırlar	44	36°54'54.94"K	30°50'51.49"D	Yol kenarı
66	Serik	Merkez	23	36°55'4.02"K	31° 5'46.59"D	Yol kenarı
67	Serik	Belpınar	15	36°56'25.53"K	31° 7'41.45"D	Nar Bahçesi
68	Serik	Belkız	16	36°57'2.30"K	31°10'35.21"D	Köprüçayı Kenarı
69	Serik	Belkız	17	36°56'42.15"K	31°10'49.37"D	Köprüçayı Karşısı
70	Konyaaltı	Pınarbaşı	40	36°53'58.19"K	30°39'0.86"D	Kampüs
71	Konyaaltı	Pınarbaşı	42	36°53'58.23"K	30°39'0.76"D	Kampüs
72	Korkuteli	Bayatbademleri	588	37° 4'3.65"K	30°28'14.70"D	Meyve Bah.
73	Korkuteli	Bayatbademleri	591	37° 3'45.94"K	30°28'7.54"D	Ev Bahçesi
74	Korkuteli	Bayatbademleri	603	37° 3'47.87"K	30°27'38.75"D	Nar Bahçesi
75	Korkuteli	Bayatbademleri	592	37° 3'45.94"K	30°28'7.54"D	Nar Bahçesi
76	Korkuteli	Bayatbademleri	589	37° 4'3.65"K	30°28'13.62"D	Armut Bahçesi
74	Korkuteli	Bayatbademleri	590	37° 4'5.30"K	30°28'11.86"D	Armut Bahçesi
76	Korkuteli	Bayatbademleri	610	37° 4'14.85"K	30°27'11.65"D	Erik Bahçesi
77	Korkuteli	Bayatbademleri	632	37° 3'55.80"K	30°27'16.56"D	Ormanlık Alan
78	Korkuteli	Bayatbademleri	652	37° 4'14.48"K	30°27'11.52"D	Ormanlık Alan
79	Korkuteli	Bayatbademleri	654	37° 4'14.49"K	30°27'11.52"D	Ormanlık Alan
80	Korkuteli	Bayatbademleri	654	37° 4'14.49"K	30°27'11.52"D	Ormanlık Alan
81	Korkuteli	Bayatbademleri	660	37° 4'14.49"K	30°27'11.52"D	Ormanlık Alan
82	Kepez	Varsak	107	36°59'29.18"K	30°43'35.22"D	Narz Bahçesi
83	Kepez	Varsak	108	37° 0'29.95"K	30°45'16.56"D	Nar Bahçesi
84	Kepez	Varsak	109	37° 0'31.00"K	30°45'16.24"D	Nar Bahçesi
85	Kepez	Varsak	116	36°59'57.55"K	30°44'50.03"D	Zeytinlik
86	Kepez	Varsak	108	36°59'31.31"K	30°43'33.06"D	Zeytinlik
87	Kemer	Beldibi	7	36°43'58.26"K	30°33'49.39"D	Botanik Park
88	Kemer	Beldibi	8	36°44'30.91"K	30°33'46.73"D	Botanik Park
89	Kemer	Göynük	11	36°38'38.69"K	30°32'57.34"D	Portakal Bah.
90	Kemer	Göynük	28	36°39'1.40"K	30°33'2.84"D	Portakal Bah.
91	Kemer	Göynük	10	36°37'32.34"K	30°33'17.57"D	Turunç
92	Kemer	Merkez	8	36°37'9.77"K	30°33'19.26"D	Yol kenarı
93	Kepez	Odabaşı	303	37° 1'31.48"K	30°40'18.23"D	Zeytinlik
94	Kepez	Odabaşı	302	37° 1'49.87"K	30°41'7.30"D	Zeytinlik
95	Kepez	Odabaşı	301	37° 1'33.10"K	30°40'25.64"D	Nar
96	Kepez	Kirişçiler	295	37° 1'53.44"K	30°41'45.74"D	Yol kenarı
97	Kepez	Kirişçiler	296	37° 2'2.44"K	30°42'48.74"D	Yol Kenarı
98	Kepez	Kirişçiler	298	37° 2'24.97"K	30°42'21.54"D	Badem Bah.
99	Kepez	Kirişçiler	295	37° 2'18.94"K	30°42'3.56"D	Badem Bah.
100	Kepez	Kirişçiler	300	37° 2'24.83"K	30°42'21.53"D	Nar
101	Kepez	Kirişçiler	299	37° 2'18.96"K	30°42'3.98"D	Nar

EK.2. İzolatların Alınan Materyal Bilgisi

İzolat Adı	Tür	Örnekleme alanı	Alınan Materyal	
AYK-43	<i>Aspergillus minisclerotigenes</i>	Ev Bahçesi	Sürgün	Kabuklu Bit
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Ev Bahçesi	Sürgün	Kabuklu Bit
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Ev Bahçesi	Sürgün	Kabuklu Bit
AYK-43	<i>A. minisclerotigenes</i>	Ev Bahçesi	Sürgün	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
AYK-44	<i>A. ochraceus</i>	Ev Bahçesi	Yaprak	Kabuklu Bit
DTG-54	<i>Beauveria bassiana</i>	Portakal	Toprak	Killi
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Killi
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Killi
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Killi
DTG-54	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Killi
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Kumlu
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Kumlu
KTG-88	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Toprak	Kumlu
KPA-89	<i>B. bassiana</i>	Portakal	Yaprak	Afit
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Botanik Park	Yaprak	Afit
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Botanik Park	Yaprak	Afit
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Botanik Park	Yaprak	Afit
KYA-86	<i>Trichoderma sp.</i>	Botanik Park	Yaprak	Afit

K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Zeytinlik	Toprak	Tınlı
K2TG94	<i>B. bassiana</i>	Zeytinlik	Toprak	Tınlı
K3TG9	<i>B. bassiana</i>	Turunçgil	Toprak	Kumlu
KTG-16	<i>Fusarium solani</i>	Kampüs	Toprak	Kumlu
KTG-16	<i>F. solani</i>	Kampüs	Toprak	Kumlu
KTG-16	<i>F. solani</i>	Kampüs	Toprak	Kumlu
KTG-16	<i>F. solani</i>	Kampüs	Toprak	Kumlu
KTG-16	<i>F. solani</i>	Kampüs	Toprak	Kumlu
KYK-6	<i>Penicillium raistrickii</i>	Kayısı	Sürgün	Kabuklubit
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Kayısı	Sürgün	Kabuklubit
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Kayısı	Sürgün	Kabuklubit
KYK-6	<i>P. raistrickii</i>	Kayısı	Sürgün	Kabuklubit
MYK-41	<i>P. raistrickii</i>	Park	Yaprak	Afit
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı
STG-68	<i>B. bassiana</i>	Köprüçay1 Karşısı	Toprak	Tınlı

ÖZGEÇMİŞ

BARIŞ İMREK

imrekbaris@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017- 2021	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2013-2020	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ruhsatlandırma Müdürü	Elhelb Tarım
2020- Devam Ediyor...	Antalya
Araştırma Sorumlusu	Kekova Enerji Tarım
2018-2020	Antalya

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Eker T., Erler F., Adak A., İmrek B., Güven H., Tosun H.Ş., et al. 2018. Screening of chickpea accessions for resistance against the pulse beetle, *Collosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae)", *Journal of Stored Products Research*, 76: 57.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

İmrek, B., Güven H., Erler F., Tosun H.Ş. 2017. Bazı bitki uçucu yağlarının Armut

Psillidi [*Cacopsylla pyri* (L). (Hemiptera: Psyllidae)]'nin kışlık-formuna karşı yumurta bırakmayı engelleyici ve Ovisidal etkileri. Şanlıurfa Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21: 259-265.

- Erler, F., Eker, T., İmrek, B., Güven, H., Toker, C., Tosun, H.S., Sari, D. 2017 Evaluation of chickpea genotypes for resistance against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development, pp:326-327, 21-24 September, Isparta, Turkey.
- İmrek, B., Güven H., Erler F., Tosun H.Ş. 2017. Plant essential oils as oviposition deterrents and ovicides against pear psylla, *Cacopsylla pyri* (L). (Hemiptera: Psyllidae). International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development pp: 324-325, 21-24 September, Isparta, Türkiye
- Erler F., Ateş A.Ö., Tosun H.Ş., İkten C., İmrek B., Topuz E. 2018. Evaluation of two entomopathogenic fungi and their combination with summer oil for the control of Tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick). International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies pp: 119-119, 2-5 April, İzmir, Türkiye
- Erler F., Biçen Ş., Önder Z., İkten C., İmrek B. 2018. Efficacy of different coloured sticky traps in capturing Tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick). International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies pp: 123-123, 2-5 April, İzmir, Türkiye.
- Erler F., Özel A.M., Şahin Z., İmrek B. 2018. Evaluation of nano-sized calcium polysulfide product against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. International Gap Agriculture & Livestock Congress, pp: 364-364, 25-27 April, Şanlıurfa, Türkiye.
- Erler F., Tosun H.Ş., Güven H., İmrek, B. 2017. Fumigant activity of some plant essential oils against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants 'Natural and Healthy Life' pp: 88-88, 10-12 May, Konya, Türkiye

Psillidi [*Cacopsylla pyri* (L). (Hemiptera: Psyllidae)]'nin kışlık-formuna karşı yumurta bırakmayı engelleyici ve Ovisidal etkileri. Şanlıurfa Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21: 259-265.

- Erler, F., Eker, T., İmrek, B., Güven, H., Toker, C., Tosun, H.S., Sari, D. 2017 Evaluation of chickpea genotypes for resistance against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development, pp:326-327, 21-24 September, Isparta, Turkey.
- İmrek, B., Güven H., Erler F., Tosun H.Ş. 2017. Plant essential oils as oviposition deterrents and ovicides against pear psylla, *Cacopsylla pyri* (L). (Hemiptera: Psyllidae). International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development pp: 324-325, 21-24 September, Isparta, Türkiye
- Erler F., Ateş A.Ö., Tosun H.Ş., İkten C., İmrek B., Topuz E. 2018. Evaluation of two entomopathogenic fungi and their combination with summer oil for the control of Tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick). International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies pp: 119-119, 2-5 April, İzmir, Türkiye
- Erler F., Biçen Ş., Önder Z., İkten C., İmrek B. 2018. Efficacy of different coloured sticky traps in capturing Tomato moth, *Tuta absoluta* (Meyrick). International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies pp: 123-123, 2-5 April, İzmir, Türkiye.
- Erler F., Özel A.M., Şahin Z., İmrek B. 2018. Evaluation of nano-sized calcium polysulfide product against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. International Gap Agriculture & Livestock Congress, pp: 364-364, 25-27 April, Şanlıurfa, Türkiye.
- Erler F., Tosun H.Ş., Güven H., İmrek, B. 2017. Fumigant activity of some plant essential oils against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants 'Natural and Healthy Life' pp: 88-88, 10-12 May, Konya, Türkiye