

Sayı : 10059539-604.01.0337660

Konu : İzleme ve Raporlandırma

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİNE

Proje No: 2022/6-19 LAP ve "Bitkisel Uçucu Yağların Entomopatojen Fungusların Üzerine Antifungal Atkisi" adlı projemizin proje sonuç raporu formu, sonuç raporu teslim dilekçesi ve proje sonuç kitabı ekte sunulmuştur. Gereğini bilgilerinize arz ederim

e-imzalıdır

Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜVEN
Öğretim Üyesi

Fen Fakültesi
Biyoloji Bölümü

Ek:

- 1- Emine Duygu Proje Sonuç Raporu 23.10.2023
(23 Sayfa)
- 2- Proje Sonuç Raporu (2 Sayfa)
- 3- Proje Teslim Belgesi (1 Sayfa)





T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ
SONUÇ RAPORU

F-6

Proje Adı

Bitkisel Uçucu Yağların Entomopatojen Funguslar Üzerine Antifungal Etkisi

Proje No	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	
2022/6-19 LAP	15-11-2022	14-11-2023	
Rapor Türü	Raporun Kapsadığı Dönemin Tarihleri		
Sonuç Raporu	15-11-2022	14-11-2023	
Bilimsel Araştırmalar Birimi Tarafından Sağlanan Destek Miktarı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan
4.947,74 TL	3.136,44 TL	3.136,44 TL	1.811,30 TL
Destek Sağlayan Diğer Kuruluşların Katkısı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan

SAĞLANAN DESTEKTEN ŞİMDİYE KADAR YAPILAN HARCAMALARIN FASILLARA GÖRE DAĞILIMI

Fasıl	Harcanan	Kalan
Laboratuvar Malzemesi İle Kimyevi ve Temrinlik Malzeme Alımları	3.136,44 TL	1.811,30 TL

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ YAYINLAR

No	Yayın
Bulunmamaktadır	

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ FİKRİ MÜLKİYETLER

No	Fikri Mülkiyet Adı	Fikri Mülkiyet No	Alındığı Ülke	Tescil Tarihi
Bulunmamaktadır				

RAPOR DÖNEMİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sonuç Rapor Özeti :

Kimyasal pestisitlerin tarımsal ürünlerde zararlı böcekler ile mücadelesinde yaygın ve bilinçsiz olarak kullanılmasının yan etkileri oldukça kaygı verecek boyutlara gelmiştir. Zararlı böcekler ile mücadelede entomopatojen funguslar ve bitkisel uçucu yağlar gibi etkili, çevreye ve insan sağlığına dost yöntemlerin kullanılmasının yanında bu iki etmenin birlikte uygulanmasına yönelik çalışmalarda gündeme gelmiştir. Bitkisel uçucu yağların böceklerle karşı insektisit etkisinin yanında antimikrobiyal ve antifungal etkileri bilinmektedir. Zararlı böceklerle karşı entomopatojen funguslar ile bitkisel uçucu yağların kombinasyon uygulamasında uçucu yağların entomopatojen funguslara karşı etkileri bilinmemektedir. Bu çalışmada bitkisel uçucu yağlardan kekik, biberiye ve okaliptüsün in-vitro koşullarda entomopatojen fungus Beauveria bassiana'nın besiyeri ortamında sporların çimlenme ve miselyum gelişimine etkileri araştırılmıştır. Kekik uçucu yağının saf konsantrasyonu B. bassiana'nın miselyum gelişimine ve spor çimlenmesi üzerine engelleyici etkisi bulunurken, diğer uçucu yağların miselyum gelişimine ve spor çimlenme oranına etkisi bulunmamıştır. Bu çalışma sonucunda B. bassiana ile birlikte kekik, biberiye ve okaliptüsün düşük konsantrasyonlarda birlikte uygulanabileceği varsayılmaktadır.

Rapor içeriği için lütfen eke bakınız.

EK: [Emine Duygu Proje Sonuç Raporu 23.10.2023.pdf](#)

Demirbaş|Taşınır Alımları

Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmamıştır.

Proje Yürütücü Unvanı, Adı SOYADI	İmzası	Tarih
Dr.Öğr.Üyesi Özlem GÜVEN		30-10-2023



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİNE

Proje Numarası :	2022/6-19 LAP
Projenin Adı :	Bitkisel Uçucu Yağların Entomopatojen Funguslar Üzerine Antifungal Etkisi
Projenin Türü :	Lisans Araştırma Projeleri (LAP)
Proje Yön. Univ.-Adı-Soyadı :	Dr.Öğr.Üyesi Özlem GÜVEN
Görev Yeri :	Fen Fakültesi
Bölümü :	Biyoloji
Sözleşmeye Göre Projenin	
Başlangıç Tarihi :	15-11-2022
Bitiş Tarihi :	14-11-2023
Alınan Ek Süre :	0 Ay
Sonuç Raporu Tarihi :	30-10-2023
Proje Bütçesi :	4.947,74 TL
Alınan Ek Ödenek :	0,00 TL
Projenin Toplam Bütçesi :	4.947,74 TL
Harcanan Miktar :	3.136,44 TL
Proje Kalan Bütçesi :	1.811,30 TL
İşyeri Telefon Numarası :	(344)300-1412
Cep Telefon Numarası :	(538)314-2175
Proje Yöneticisinin İş Adresi :	Haydar Bey Mah. Karasu Bulv. Yeşilkent Sitesi A blok kat 4 no 21 Onikişubat / Kahramanmaraş
Demirbaş/Taşınır Alımları	Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmamıştır.

Projemin sonuç raporunun kabulünü arz ederim.30/10/2023

Dr.Öğr.Üyesi Özlem GÜVEN
(İmza)

Projemin Sonuç Raporunun, Üniversitemiz BAP/Kütüphane İnternet Sayfasında;

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1.Yayınlanmasına İzin Vermiyorum. | ☐ |
| 2.Sadece Özetin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☐ |
| 3.Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☒ |
| 4. Tarihinden İtibaren Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum. | ☐ |



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
ÜNİVERSİTESİ**

**BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN ENTOMOPATOJEN
FUNGUSLAR ÜZERİNE ANTİFUNGAL ETKİSİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ**

2023 KAHRAMANMARAŞ

BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR ÜZERİNE ANTİFUNGAL ETKİSİ

Proje No: 2022/6-19 LAP

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜVEN
Lisans Öğrencisi Emine KARA
Lisans Öğrencisi Duygu ALTUN**

2023 KAHRAMANMARAŞ

ÖNSÖZ

Bu bilimsel araştırma projesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi tarafından proje numarası 2022/6-19 LAP ile desteklenmiştir. Destekleri için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve Yüksek Lisans öğrencisi Ayşegül ORÇAN'a teşekkür ederiz.

Projenin başlama tarihi 15/11/2022 ve bitiş tarihi 14/11/2023'tür.

Proje Yürütücüsü
Dr. Öğrt. Üyesi Özlem GÜVEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLOLAR DİZİNİ.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERİYAL VE YÖNTEM (METOD)	3
2.1. Entomopatojen Fungus Kültürleri.....	3
2.2. Uçucu Yağlar	3
2.3. Uçucu Yağların Misel Gelişimi Üzerine Buhar Etkilerinin Belirlenmesi	3
2.4. Uçucu Yağların Misel Gelişimi Üzerine Değme Etkilerinin Belirlenmesi	3
2.5. Spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar ve değme etkilerinin belirlenmesi ...	4
2.6. Verilerin Değerlendirilmesi	4
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	6
3.1. Uçucu Yağların Entomopatojen Fungusların Misel Gelişimi Üzerine Buhar Etkileri	6
3.2. Uçucu Yağların Entomopatojen Fungusların Misel Gelişimi Üzerine Değme Etkileri	6
3.3. Spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar ve değme etkileri	7
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	10
KAYNAKLAR.....	12

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3- 1 Bitkisel uçucu yağların <i>Beauveria bassiana</i> izolatının (BMAUM M6-4) misel gelişimi üzerine buhar etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı	7
Tablo 3- 2 Bitkisel uçucu yağların <i>Beauveria bassiana</i> izolatının (B.b.Çermik-1) misel gelişimi üzerine buhar etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı	9
Tablo 3- 3 Bitkisel uçucu yağların <i>Beauveria bassiana</i> İzolatının (BMAUM M6-4) misel gelişimi üzerine değme etkileri. misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel Gelişim İnhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı	9
Tablo 3- 4 Bitkisel uçucu yağların <i>Beauveria bassiana</i> izolatının (B.b. Çermik-1) misel büyümesi üzerine değme etkileri. misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= uygulama petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı	9
Tablo 3- 5 Bitkisel uçucu yağların değme ve buhar uygulamaları sonucu <i>Beauveria bassiana</i> BMAUM M6-4 ve B.b. çermik-1 izolatlarında gözlemlenen yüzde (%) spor çimlenme değerleri (n=200 spor).....	10

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2- 1 Denemelerde kullanılan entomopatojen fungus <i>Beauveria bassiana</i> (A) ve bitkisel uçucu yağlar (B).....	5
Şekil 2- 2 Bitkisel uçucu yağların entomopatojen fungusların miselyum gelişimine buhar ve değme etkisinin belirlenmesi için uygulanan yöntem.	5
Şekil 3- 1 Kekik uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının <i>B. bassiana</i> BMAUM M6-4 izolatı misel gelişimi üzerine buhar etkisi.	8
Şekil 3-2 Biberiye uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının <i>B. bassiana</i> BMAUM M6-4 izolatı misel gelişimi üzerine buhar etkisi.	8
Şekil 3-3 Biberiye uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının <i>B. bassiana</i> BMAUM M6-4izolatı misel gelişimi üzerine buhar etkisi.	8

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
±	: Artı-Eksi
&	: Ve
µL	: Mikrolitre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
mL	: Mililitre

KISALTMALAR

PDA	: Patates Dekstroz Agar
BMAUM	: Biyolojik Mücadele Araştırma ve Uygulama Merkezi

ÖZET

Kimyasal pestisitlerin tarımsal ürünlerde zararlı böcekler ile mücadelesinde yaygın ve bilinçsiz olarak kullanılmasının yan etkileri oldukça kaygı verecek boyutlara gelmiştir. Zararlı böcekler ile mücadelede entomopatojen funguslar ve bitkisel uçucu yağlar gibi etkili, çevreye ve insan sağlığına dost yöntemlerin kullanılmasının yanında bu iki etmenin birlikte uygulanmasına yönelik çalışmalarda gündeme gelmiştir. Bitkisel uçucu yağların böceklere karşı insektisit etkisinin yanında antimikrobiyal ve antifungal etkileri bilinmektedir. Zararlı böceklere karşı entomopatojen funguslar ile bitkisel uçucu yağların kombinasyon uygulamasında uçucu yağların entomopatojen funguslara karşı etkileri bilinmemektedir.

Bu çalışmada bitkisel uçucu yağlardan kekik, biberiye ve okaliptüsün in-vitro koşullarda entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın besiyeri ortamında sporların çimlenme ve miselyum gelişimine etkileri araştırılmıştır. Kekik uçucu yağının saf konsantrasyonu *B. bassiana*'nın miselyum gelişimine ve spor çimlenmesi üzerine engelleyici etkisi bulunurken, diğer uçucu yağların miselyum gelişimine ve spor çimlenme oranına etkisi bulunmamıştır. Bu çalışma sonucunda *B. bassiana* ile birlikte kekik, biberiye ve okaliptüsün düşük konsantrasyonlarda birlikte uygulanabileceği varsayılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu Yağlar, Entomopatojen Fungus, Antifungal

ABSTRACT

The side effects of the widespread and unconscious use of chemical pesticides in the control against pest insects in agricultural products have reached very worrying levels. Studies on the combined application of these two control agents have come to light in addition to the use of efficient, environmentally and human friendly approaches such as entomopathogenic fungi and plant essential oils in control of pest insects. Plant essential oils are known to have antimicrobial and antifungal effects, as well as insecticidal effects against insects. In the combination application of entomopathogenic fungi and plant essential oils against pest insects, the effects of essential oils against entomopathogenic fungi are unknown.

In this study, the effects of the plant essential oils thyme, rosemary and eucalyptus on the germination and mycelium development of spores in the medium of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* under in-vitro conditions were investigated. While pure concentration of thyme essential oil had an inhibitory effect on mycelium development and spore germination of *B. bassiana*, other essential oils had no effect on mycelium development and spore germination rate. As a result of this study, it is assumed that thyme, rosemary and eucalyptus can be applied together with *B. bassiana* at low concentrations.

Keywords: Essential Oils, Entomopathogenic Fungi, Antifungal

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun doğada zararlı olarak nitelendirdiği canlılar (özellikle böcekler) ile mücadelede en çok tercih edilen kimyasal pestisitlerin çevre ve insan sağlığına verdiği olumsuzluklar ve yan etkiler son yıllarda kendini sıkça göstermektedir. Tüm bu olumsuzluklardan dolayı kimyasal pestisitlere alternatif yöntemler üzerine çalışılması gerekli olmaya başlamıştır. Zararlılar ile mücadelede kullanılan entomopatojen funguslar, tarım zararlısı böceklerde hastalık etmeni olan patojenlerden en yaygın gözlenendir. Uygun ortam koşullarında fungal hastalıkların görülmesi geniş alanlarda spesifik zararlı böcek popülasyonunu azaltır. Diğer patojenlerden farklı olarak, funguslar böceklere kutikula yoluyla bulaşır ve bu özellik onları sokucu-emici ağız yapısına sahip böceklerle de mücadelede önemli bir kontrol etmeni olmalarını sağlar.

Bitkisel uçucu yağlar, bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen aromatik kokulu, oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla buharlaşan ve kristalleşebilen, keskin kokulu, uçucu ve birçok bitkiye kokusunu veren yağlımsı maddelerdir. Bitkisel uçucu yağlar, yapısında zararlılara karşı kullanılabilecek terpenoid, alkaloid ve flavonoid gibi biyoaktif bileşenler bakımından zengindirler ve böcekler üzerinde toksik olmaları nedeni ile zararlı böcek kontrolünde potansiyel alternatif kontrol etmeni olabilirler (Kim et al., 2003). Doğada çok kısa sürede ayrıştıkları ve kalıntı bırakmadıkları için memeli hayvanlara da toksik etkiye ve toprak ve su kirliliğine neden olmazlar. Uçucu yağlar zararlılar için geniş bir biyolojik spektruma sahip olduğundan, böcek öldürücü ve kovucu özelliklere sahiptirler ve ayrıca zararlıların büyümesini ve çoğalmasını da etkileyebilirler (Arnason et al., 1989; Hedin et al., 1997; Isman, 2000; Isman et al., 2008) Doğada bilinen bitki türlerinden 2000’i böcek öldürücü veya kovucu etkiye sahip olduğu araştırılmıştır. Zararlı böcekler üzerinde birçok bitki uçucu yağının ve onların bileşenlerinin insektisit aktiviteleri ile ilgili çalışmalar yürütülmüş ve bu yağların böcekler üzerinde toksik, uzaklaştırıcı ve beslenmeyi engelleyici özelliklerinden dolayı potansiyel zararlı mücadele etmenleri olarak rapor edilmiştir (Regnault-Roger et al., 1993; Weaver & Subramanyam, 2000; Kéita et al., 2001; Lee et al., 2001; Kalinovic et al., 2002; Papachristos & Stamopoulos, 2002; Kim et al., 2003).

Biyolojik etmenlerin kullanıldığı biyolojik mücadele sistemi içinde entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Klingen et al., 2002; Keller et al., 2003; Baydar, 2016; Aydın et al, 2018) Etkili bir yöntem olmasının yanında arazi uygulamalarında bazı kısıtlamalar gözlenmektedir. Uçucu yağların da

zararlı böceklerin mücadelesinde toksik ve kaçırıcı etkisi çalışılmış ve umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Biyolojik mücadele etmenlerinin tek uygulamasında gözlenen kısıtlamaları azaltmak için birden fazla biyolojik kontrol ajanlarının kombinasyon uygulaması ile daha etkili kontrolün başarılması araştırılmaktadır.

Zararlı böceğe karşı uygulanacak bitkisel uçucu yağlar ile entomopatojen fungusların etkileşimi hakkında sınırlı çalışma bulunmaktadır. Razmjou et al., (2016) tarafından yapılan bir çalışmada entomopatojen fungus *Lecanicillium muscarium* ile iki uçucu yağın (*Carum copticum* ve *Carum carvi*) pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover'ne laboratuvar koşullarında etkisi çalışılmıştır. Entomopatojen fungus ile uçucu yağların kombinasyon uygulamasında *A. gossypii*'nin mortalitesinde önemli ölçüde artış gözlemlenmiştir. Bu tarz çalışma öncesi bitkisel uçucu yağların entomopatojen funguslar ile kombinasyon uygulamasında uçucu yağların entomopatojen funguslar üzerine antifungal etkisine bakılmalı ve iki etmenin sinerjistik etkilerini arttırıcı uygulamalar tercih edilmelidir. Fakat bu etmenlerin bir arada kullanılması durumunda birbirlerine karşı nasıl etkileşimde bulunacakları bilinmemektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda entomopatojen fungus ve uçucu yağ kullanımına yönelik birçok çalışma bulunmakta fakat bunların kombinasyon uygulamaları sırasında birbirlerine sinerjistik, antagonistik ve/veya oportunistik etkileri bilinmemektedir.

Temel konumuz zararlı böcek popülasyonlarını, birden fazla biyolojik mücadele etmenlerini birlikte kullanarak ekonomik zarar eşiğinin altında tutmaktır. Fakat bu temel hedefe ulaşabilmek için birlikte kullanılacak biyolojik mücadele etmenlerinin birbirlerine karşı sinerjistik, antagonistik ve oportunistik etkileri belirlenmelidir. Bu mevcut konu kapsamında, uçucu yağlardan biberiye, okaliptüs ve kekik ile entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* izolatlarının in-vitro koşullarda besiyeri ortamında etkileşimleri gözlemlemek amaçlanmıştır. Böylece bu iki biyolojik mücadele etmeninin birlikte uygulanması durumunda uçucu yağların entomopatojen fungusların gelişimine etkileri belirlenmiştir.

Proje kapsamında, entomopatojen fungus izolatlarının besiyeri ortamında tek uygulamaları, bitkisel uçucu yağlar ile entomopatojen fungus izolatlarının besiyeri ortamına birlikte aynı anda ve farklı zaman aralıklarında uygulanarak etkinlikleri belirlenmiştir. Ayrıca in-vitro koşullarda farklı konsantrasyonlarda uçucu yağların, entomopatojen fungusların besiyeri ortamındaki miselyum gelişimine ve spor üretimine etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (METOD)

2.1. Entomopatojen Fungus Kültürleri

Bu çalışmada kullanılan entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın iki izolatu Isparta (BMAUM M6-4) ve Erzurum (B.b. Çermik-1) illerinin tarım yapılan arazilerden alınan toprak örneklerinden *Galleria* tuzak metodu ile izole edilmiştir. Entomopatojen funguslar Patates Dekstroza Agar (PDA) üzerinde 25 ± 2 °C'de karanlık ortamda geliştirilmiştir (Şekil 2-1 A).

2.2. Uçucu Yağlar

Çalışmada kullanılan biberiye, okaliptüs ve kekik uçucu yağları ticari (Botalife®) olarak temin edilmiştir (Şekil 2-1 B). Uçucu yağların saf, %3 ve %1'lik konsantrasyonları kullanılmıştır.

2.3. Uçucu Yağların Misel Gelişimi Üzerine Buhar Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların entomopatojen fungusların misel gelişimi üzerine buhar etkisini belirlemek için, içinde Patates Dekstroza Agar (PDA) besin ortamı bulunan 9 cm çapındaki steril Petri kaplarının merkezine 7 günlük fungus kültürlerinden 4 tane fungus diskleri (5 mm) PDA ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Uçucu yağların her konsantrasyonu (100 µL/petri) Petri kaplarının kapağının merkezine yerleştirilen steril filtre kağıdına (10 mm) damlatılıp Petri kaplarının etrafı parafilm ile kapatıldıktan sonra 24 ± 1 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2-2). Kontrol grubu için sadece steril saf su kullanılmıştır. Miselyum gelişimleri günlük olarak incelenmiş ve ölçümleri yapılmıştır. Bu denemeler, her uçucu yağ ve konsantrasyonları için 6 tekrerrör olarak yapılmıştır.

2.4. Uçucu Yağların Misel Gelişimi Üzerine Değme Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların entomopatojen fungusların misel gelişimi üzerine değme etkisini belirlemek için, içinde PDA besin ortamı bulunan 9 cm çapındaki Petri kaplarına uçucu yağların her konsantrasyonundan 100 µL alınarak drigalski spatülü ile yayılmıştır. Bu petrilere, daha önceden PDA besin ortamında geliştirilmiş 7 günlük fungus kültürlerinden mantar delici ile alınan 5 mm çaplı 4 adet miselyum diskleri inokule edilmiştir (Şekil 2-2). Petrilere parafilm ile kaplandıktan sonra 24 ± 1 °C'de inkübe edilmiş ve günlük olarak miselyum gelişimleri ölçülmüştür. Kontrol grubu olarak steril saf su kullanılmıştır. Bu denemeler her uçucu yağ ve konsantrasyonları için 6 tekrerrörden oluşmaktadır.

2.5. Spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar ve değme etkilerinin belirlenmesi

Biberiye, okaliptüs ve kekik uçucu yağların entomopatojen fungusların spor çimlenmesi üzerine buhar etkilerinin belirlenmesi için, 9 cm çapındaki steril Petri kaplarında PDA besin ortamı hazırlanmıştır. 7 -14 günlük fungus kültürlerinden alınan sporlar 10 mL steril saf su [%0,5 (v/v) Tween-20] içinde toplanarak elde edilen süspansiyon steril tülbentten geçirilerek stok solüsyonu hazırlanmıştır. Elde edilen bu stok solüsyonunun konsantrasyonu Thoma lamı ile belirlendikten sonra uygulamada kullanılan 1×10^5 konidi/mL konsantrasyon hazırlanmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonundan 100 µL PDA besin ortamına yayılmıştır. Uçucu yağların saf, %3 ve %1'lik konsantrasyonları 100 µL olarak petri kaplarının kenarına yerleştirilen steril filtre kağıdına damlatılıp, petri kaplarının etrafı parafilm ile kapatıldıktan sonra $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol grubunda sadece steril saf su kullanılmıştır. Spor ekimleri yapıldıktan 24 saat sonra çimlenme değerlendirmesi yapılmıştır. Deneme üç tekerrürlü olarak hazırlanmış ve her petride iki farklı alanda toplamda 200 spor sayımı yapılarak çimlenme değeri belirlenmiştir.

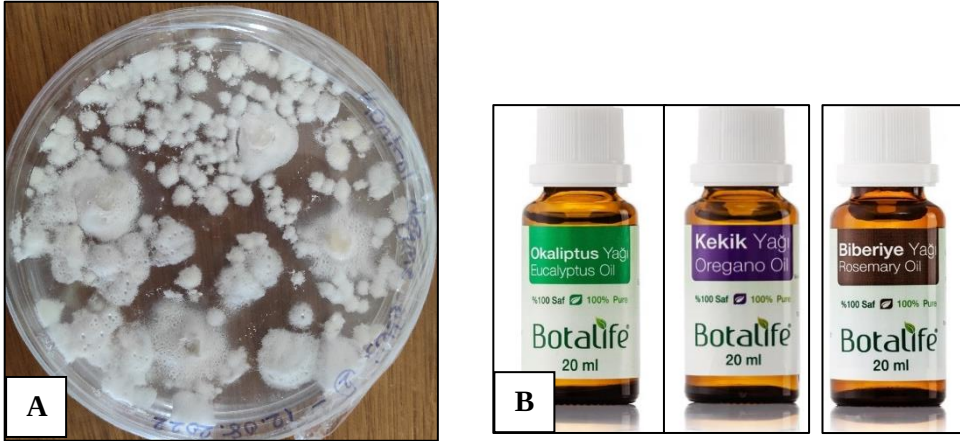
Uçucu yağların entomopatojen fungusların spor çimlenmesi üzerine değme etkilerinin belirlenmesi için PDA besin içeren 9 cm çapındaki petri kaplarına saf ve %1'lik uçucu yağlardan 100 µL alınarak drigalski spatülü ile yayılmıştır. Yukarıda hazırlanan 1×10^5 konidi/mL konsantrasyonundaki spor süspansiyonundan 100 µL alınarak uçucu yağın üzerine yayılarak, $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol grubunda sadece steril saf su kullanılmıştır. Deneme üç tekerrürlü olarak hazırlanmış ve her petride iki farklı alanda 200-300 spor sayımı yapılarak çimlenme değeri belirlenmiştir.

2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

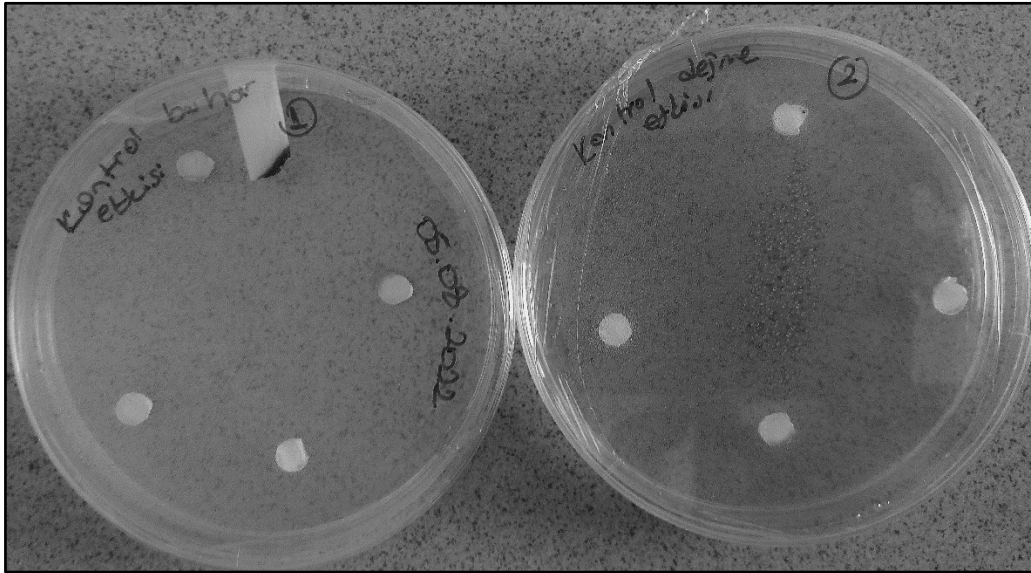
Misel gelişimin engellenmesi aşağıda verilen Abbot formülü ile hesaplanmıştır.

% Engelleme = $[(\text{kontrol petrilerindeki fungal gelişme} - \text{uçucu yağ eklenmiş petrilerdeki fungal gelişme}) / \text{kontrol petrilerindeki fungal gelişme}] \times 100$.

Fungusların misel gelişimi ölçümleri en boy olarak ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınarak değerlendirmeye alınmıştır. Fungusların misel gelişimi ve spor çimlenmeleri testi sonucu elde edilen veriler ayrı olacak şekilde SPSS Statistic programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey-HSD testi ($P < 0.05$) ile belirlenmiştir.



Şekil 2- 1 Denemelerde kullanılan entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (A) ve bitkisel uçucu yağlar (B).



Şekil 2- 2 Bitkisel uçucu yağların entomopatojen fungusların miselyum gelişimine buhar ve değme etkisinin belirlenmesi için uygulanan yöntem.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, biberiye, okaliptüs ve kekik uçucu yağların entomopatojen funguslardan *B. bassiana*'nın miselyum gelişimine ve spor çimlenme oranına etkisine bakılmıştır. Uçucu yağların saf ve %1 konsantrasyonda fungusların misel gelişimini kontrole göre istatistiki olarak farklı düzeylerde engelleyici olduğu belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bitkisel uçucu yağların antifungal aktivitesinin etkileri Tablo 3-1, 3-2, 3-3 ve 3-4 de verilmiştir.

3.1. Uçucu Yağların Entomopatojen Fungusların Misel Gelişimi Üzerine Buhar Etkileri

Uçucu yağların *B. bassiana*'nın M6-4 izolatu üzerinde buhar etkisine bakıldığında (Tablo 3-1), en yüksek engelleme oranının kekik uçucu yağının saf konsantrasyonunda %52.5 oranında bulunurken (Şekil 3-1) en düşük engelleme oranının biberiye %1 konsantrasyonunda %6.2 olarak (Şekil 3-2) tespit edilmiştir. Okaliptüsün her iki konsantrasyonu istatistiki olarak aynı grupta bulunmuş ve %35 oranında etki etmiştir (Şekil 3-3).

Uçucu yağların *B. bassiana*'nın B.b. Çermik-1 izolatu üzerinde buhar etkisine bakıldığında (Tablo 3-2), en yüksek %67.4 engelleme oranıyla kekik uçucu yağının saf konsantrasyonu bulunurken en düşük engelleme oranının okaliptüs %1 konsantrasyonunda %2.8 olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak uçucu yağların her konsantrasyonda iki fungus izolatına karşı %100 oranında engelleme gözlenmemiştir.

3.2. Uçucu Yağların Entomopatojen Fungusların Misel Gelişimi Üzerine Değme Etkileri

Beauveria bassiana M6-4 izolatının miselyum gelişimine uçucu yağların değme etkisi Tablo 3-3'de verilmiştir. Kekik uçucu yağının saf konsantrasyonu en yüksek engelleme oranına sahip olup %83.8 miselyum gelişimini engellerken kekik uçucu yağın %1 konsantrasyonunda bu değer %22.2 oranıyla daha az olduğu gözlemlenmiştir. En düşük engelleme oranının biberiye %1 konsantrasyonunda %18.6 olarak tespit edilmiş ve bu değer kekik %1 konsantrasyonunun etkisi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

Uçucu yağların *B. bassiana*'nın B.b. Çermik-1 izolatu üzerinde değme etkisi Tablo 3-4'de verilmiştir. Miselyum gelişimine en yüksek engelleme oranı kekik uçucu yağının saf

konsantrasyonunda %73.8 olarak gözlemlenirken, kekik %1 konsantrasyonunda miselyum gelişimi kontrol grubundan daha fazla olacak şekilde gözlemlenmiştir. Aynı şekilde okaliptüs saf ve %1 konsantrasyonlarında engelleme gözlemlenmemiş ve kontrol grubu ile aynı ve hatta daha fazla miselyum gelişimi belirlenmiştir.

3.3. Spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar ve değme etkileri

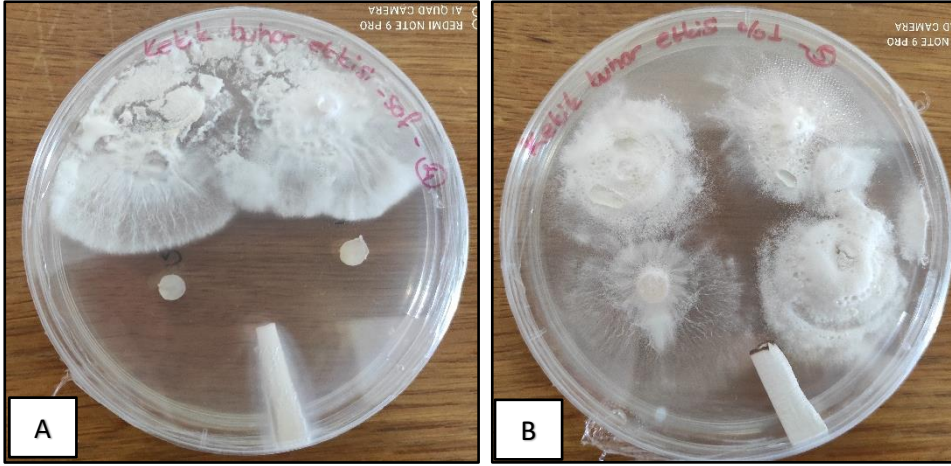
Bitkisel uçucu yağların *B. bassiana* BMAUM M6-4 ve B.b. Çermik-1 izolatlarının spor çimlenme değerleri üzerine etkileri Tablo 3-5’de verilmiştir. Kekik ve okaliptüs uçucu yağlarının saf konsantrasyonda buhar etkisi BMAUM M6-4 izolatının spor çimlenme oranını (sırasıyla %26.7 ve %20) azaltmada en etkili olarak gözlenirken bu oran B.b. Çermik-1 izolatında (sırasıyla %77.3 ve %97) çok etkili bulunmamıştır. Bunun yanında kekik uçucu yağı saf konsantrasyonda değme etkisi buhar etkisinden farklı olarak B.b. Çermik-1 izolatında %20 olarak çimlenme oranını azalttığı gözlemlenmiştir. Diğer uçucu yağların farklı saf ve %1’lik konsantrasyonlarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak spor çimlenme oranında bir farklılık göstermemiştir (Tablo 3-5).

Tablo 3- 1 Bitkisel uçucu yağların *Beauveria bassiana* izolatının (BMAUM M6-4) misel gelişimi üzerine buhar etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama Petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı

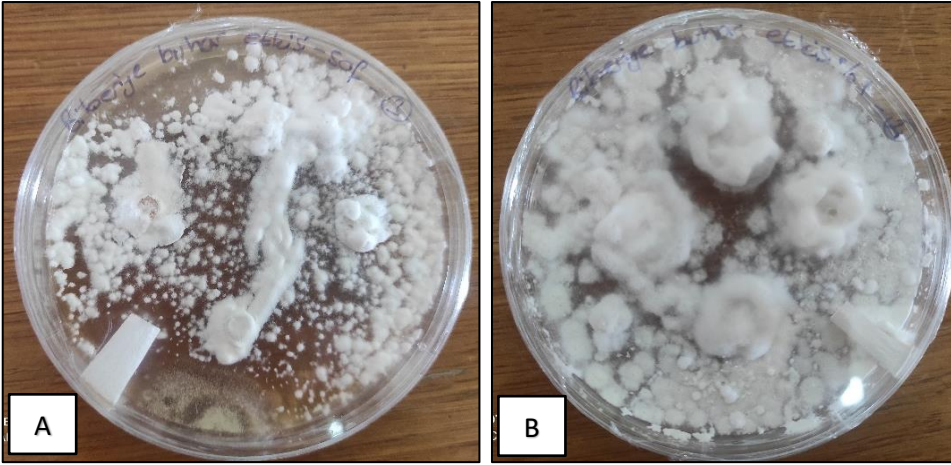
Uygulama Yöntemi	Bitkisel Uçucu Yağlar*	Konsantrasyon	Misel gelişim inhibisyonu yüzdesi (%) ^a
Buhar Etkisi	Kekik	Saf	52.5±0.17 a
		%1	15.7±0.13 cd
	Biberiye	Saf	18.8±0.11 c
		%1	6.2±0.11 de
	Okaliptüs	Saf	35.9± 0.06 b
		%1	35.1±0.07 b

* 'Ticari olarak Botalife® ürünü kullanılmıştır.

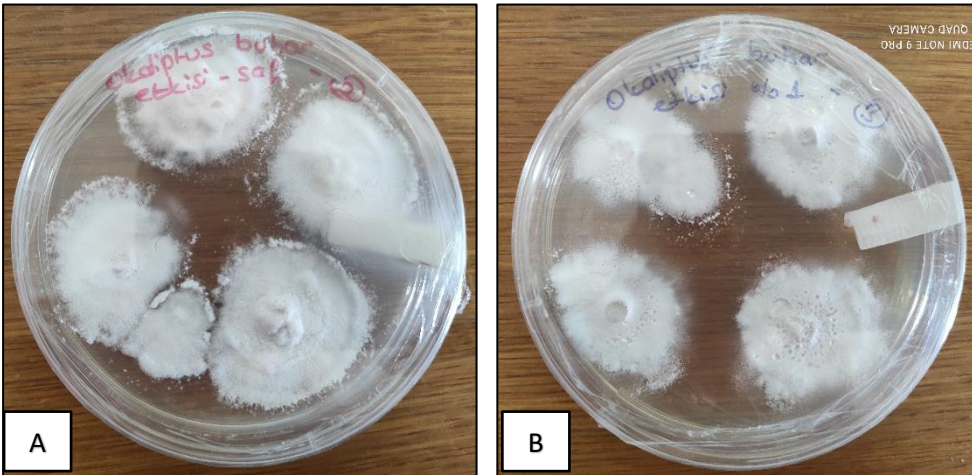
^a Her sütundaki aynı harfler istatistikî olarak benzer (P>0.05), farklı harfler istatistikî olarak farklı olduklarını belirtmektedir (P<0.05).



Şekil 3- 1 Kekik uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının *B. Bassiana* BMAUM M6-4 izolatu misel gelişimi üzerine buhar etkisi.



Şekil 3- 2 Biberiye uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının *B. Bassiana* BMAUM M6-4 izolatu misel gelişimi üzerine buhar etkisi.



Şekil 3- 3 Biberiye uçucu yağının saf (A) ve %1 (B) konsantrasyonlarının *B. Bassiana* BMAUM M6-4 izolatu misel gelişimi üzerine buhar etkisi.

Tablo 3- 2 Bitkisel uçucu yağların *Beauveria bassiana* izolatının (B.b. Çermik-1) misel gelişimi üzerine buhar etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama Petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı

Uygulama Yöntemi	Bitkisel Uçucu Yağlar*	Konsantrasyon	Misel gelişim inhibisyonu yüzdesi (%) ^a
Buhar Etkisi	Kekik	Saf	67.4±0.10 a
		%1	13.6±0.13 cd
	Biberiye	Saf	39.4±0.04 b
		%1	19.5±0.14 c
	Okaliptüs	Saf	21.6±0.05 c
		%1	2.8±0.03 de

* 'Ticari olarak Botalife® ürünü kullanılmıştır.

^a Her sütundaki aynı harfler istatistikî olarak benzer (P>0.05), farklı harfler istatistikî olarak farklı olduklarını belirtmektedir (P<0.05).

Tablo 3- 3 Bitkisel uçucu yağların *Beauveria bassiana* izolatının (BMAUM M6-4) misel gelişimi üzerine değme etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama Petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı

Uygulama Yöntemi	Bitkisel Uçucu Yağlar*	Konsantrasyon	Misel gelişim inhibisyonu yüzdesi (%) ^a
Değme Etkisi	Kekik	Saf	83.8± 0.0 a
		%1	22.2±0.09 de
	Biberiye	Saf	43.6 ±0.05 b
		%1	18.6± 0.08 de
	Okaliptüs	Saf	22.7± 0.08 cd
		%1	25.7± 0.06 c

* 'Ticari olarak Botalife® ürünü kullanılmıştır.

^a Her sütundaki aynı harfler istatistikî olarak benzer (P>0.05), farklı harfler istatistikî olarak farklı olduklarını belirtmektedir (P<0.05).

Tablo 3- 4 Bitkisel uçucu yağların *Beauveria bassiana* izolatının (B.b. Çermik-1) misel büyümesi üzerine değme etkileri. Misel gelişim inhibisyon yüzdesi, [Misel gelişim inhibisyonu (%)=(C -P)/C*100] [C= Kontroldeki misel gelişiminin çapı ve P= Uygulama Petrilerdeki misel gelişiminin çapı] formülüne göre hesaplandı

Uygulama Yöntemi	Bitkisel Uçucu Yağlar*	Konsantrasyon	Misel gelişim inhibisyonu yüzdesi (%) ^a
Değme Etkisi	Kekik	Saf	73.8±0.00 a
		%1	-21.5±0.02 e
	Biberiye	Saf	39.8 ±0.04 b
		%1	11.0±0.03 c
	Okaliptüs	Saf	0.0±0.07 d
		%1	3.1± 0.07 d

* 'Ticari olarak Botalife® ürünü kullanılmıştır.

^a Her sütundaki aynı harfler istatistikî olarak benzer (P>0.05), farklı harfler istatistikî olarak farklı olduklarını belirtmektedir (P<0.05).

Tablo 3- 5 Bitkisel uçucu yağların değme ve buhar uygulamaları sonucu *Beauveria bassiana* BMAUM M6-4 ve B.b. Çermik-1 izolatlarında gözlemlenen yüzde (%) spor çimlenme değerleri (n=200 spor)

Uygulama Yöntemi	Bitkisel Uçucu Yağlar*	Konsantrasyon	% Spor Çimlenme Değerleri	
			BMAUM M6-4	B.b. Çermik-1
Buhar Etkisi ^b	Kekik	Saf	26.7±26.7 a	77.3±3.8 a
		%1	73.3±8.8 bc	97.7±1.2 bc
	Biberiye	Saf	63.3±8.8 ab	93.0±1.2 b
		%1	80.0±10.4 bc	92.3±1.5 b
	Okaliptüs	Saf	20.0±10.0 a	97.0±0.6 bc
		%1	46.7± 12.0 ab	97.0±0.6 bc
	Saf Su	Kontrol	98.3±1.7 c	100.0±0.0 c
Değme Etkisi ^b	Kekik	Saf	63.3±8.8 a	20.0±20.0 a
		%1	98.0±1.1 b	86.7±6.7 b
	Biberiye	Saf	100±0.0 b	95.0±0.0 b
		%1	100±0.0 b	96.7±0.8 b
	Okaliptüs	Saf	78.3±19.7 ab	94.0±0.6 b
		%1	98.3±0.8 b	95.0±0.0 b
	Saf Su	Kontrol	98.3±0.8 b	100.0±0.0 b

* 'Ticari olarak Botalife® ürünü kullanılmıştır.

^a Her sütundaki aynı harfler istatistikî olarak benzer (P>0.05), farklı harfler istatistikî olarak farklı olduklarını belirtmektedir (P<0.05).

^b Değme ve Buhar Etkisi yöntemlerinde sonuç değerleri kendi aralarında istatistikî olarak karşılaştırılmıştır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmada, ticari olarak satın alınan kekik, biberiye ve okaliptüs uçucu yağların saf ve %1 konsantrasyonlarında entomopatojen funguslardan *B. bassiana* türüne ait patojenite etkinlikleri bilinen BMAUM M6-4 ve B.b. Çermik-1 izolatlarının miselyum gelişimine ve spor çimlenme değerlerine karşı buhar ve değme etkisi belirlenmiştir. Kekik uçucu yağının saf konsantrasyonu değme ve buhar uygulamalarında miselyum gelişimini ve spor çimlenme oranlarında azalmaya neden olurken bu etkisi %1 konsantrasyonda gözlemlenmemiştir. Hatta kekik uçucu yağın %1 konsantrasyonu B.b. Çermik-1 izolatında miselyum gelişimini arttırmış ve kontrol grubundan daha fazla miselyum gelişimi gözlemlenmiştir.

Biberiye ve okaliptüs uçucu yağlarının her iki konsantrasyonu istatistikî olarak miselyum gelişimi ve spor çimlenme oranlarına karşı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında engelleyici bir etki göstermemişlerdir. Her iki *B. bassiana* izolatı bu iki uçucu yağ uygulamasına rağmen gelişimlerini tamamlamış ve spor üretmişlerdir.

Kimyasal pestisitlerin ilk kullanıma başlandığı 1940'lı yıllardan beri çevre ve insan sağlığına verdiği olumsuzluklar ve yan etkiler kendini sıkça göstermektedir. Tüm bu olumsuzluklardan dolayı dünya ülkeleri kimyasal pestisit kullanımını azaltmak ve alternatif yöntemler bulmak için yeni yasalar çıkarmakta ve yeni yöntemler üzerinde çalışmaktadır. Kimyasal mücadeleye alternatif olarak üzerinde çalışılan biyolojik mücadele yöntemi içinde predatörler, parazitoidler, entomopatojenler (fungus, bakteri, virüs ve nematod), protozoalar, bitkisel insektisitler ve biyoteknik yöntemler yer almaktadır. Bu yöntemler zararlılar ile mücadelede tek başlarına kullanılabildikleri gibi daha etkili sonuçlar elde edebilmek için birlikte eş zamanlı uygulanmakta ve/veya bu konuda çalışmalar yapılmaktadır.

Entomopatojen fungusların tarımda zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Klingen et al., 2002; Keller et al., 2003). Etkili bir yöntem olmasının yanında arazi uygulamalarında bazı kısıtlamalar gözlenmektedir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlarında zararlı böceklerin mücadelesinde toksik ve kaçıracı etkisi çalışılmış ve umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Shaaya et. al., 1993; Kanat & Alma, 2004; Erdoğan & Toros, 2005; Kordali et. al., 2006; Çetin et al., 2006; Kordali et. al., 2008; Kesdek et al., 2014; Türkölmez & Soylu 2014). Biyolojik mücadele etmenlerinin tek uygulamasında gözlenen kısıtlamaları azaltmak için birkaç biyolojik mücadele etmeninin bir kombinasyonu ile etkili kontrolün başarılması araştırılmaktadır. Bitkisel uçucu yağların patojen fungus gelişimini önleyici geniş bir etkiye sahip olduklarına dair çalışmalar yapılmaktadır (Kalembe & Kunicka, 2003; Soković & van Griensven, 2006; Carmo et. al., 2008; Koul et. al., 2008; Batish et. al., 2008; Abdel-Kader et. al., 2011; Bozhüyük & Kordali, 2019; Türkkan et. al., 2019). Bitkisel uçucu yağlar ile entomopatojen fungusların zararlı böcek mücadelesinde birlikte kullanıldıklarında bu bitkisel uçucu yağların antifungal özelliklerinin entomopatojen fungusların in-vitro gelişimlerine etkisinin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu çalışma ile bitkisel uçucu yağların in-vitro koşullarda besiyeri ortamında geliştirilen entomopatojen funguslardan *B. bassiana*'nın miselyum gelişimine ve spor çimlenme oranına etkisine bakılmıştır. Kekik uçucu yağın saf konsantrasyonu dışında denemelerde kullanılan yağların *B. bassiana*'nın miselyum gelişimine ve spor çimlenme oranına etkisi bulunmamıştır. Bu çalışma sonucunda *B. bassiana* ile birlikte kekik, biberiye ve okaliptüsün düşük konsantrasyonlarda birlikte uygulanabileceği varsayılmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda bu iki biyolojik etmen birlikte kullanılarak zararlı böcek popülasyonları ile mücadelede kullanılabilirliği araştırılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Kader, M., El-Mougy, N., Lashin, S., (2011). Essential oils and *Trichoderma harzianum* as an integrated control measure against faba bean root pathogens. *Journal of Plant Protection Research*, 51 (3), 306–313.
- Arnason, J. T, Philogene, B. J. R., Morand, P. (1989). Insecticides of Plant Origin. ACS Symp Ser. No 387. *American Chemical Society*, Washington, Dc, USA, 213 p.
- Aydın, T., Branco, M., Güven, Ö., Gonçalves, H., Lima, A., Karaca, İ., Butt, T. (2018). Significant mortality of eggs and young larvae of two pine processionary moth species due to the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum*. *Biocontrol Science and Technology*, 28(4), 317-331.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., Kaur, S. (2008). Eucalyptus essential oil as natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256, 2166-2174.
- Baydar, R., Güven, Ö., Karaca, İ. (2016). Occurrence of Entomopathogenic Fungi in Agricultural Soils from Isparta Province in Turkey and Their Pathogenicity to *Galleria mellonella* L (Lepidoptera: Pyralidae) Larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(2), 323-327.,
- Bozhüyük, A. U., Kordali, Ş. (2019). *Ocimum basilicum* L. uçucu yağının fitopatogenik funguslar üzerine antifungal etkileri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 2(1), 45-57.
- Carmo, E.S., de Oliveira Lima, E., de Souza, E.L. (2008). The potential of *Origanum vulgare* L (Lamiaceae) essential oil in inhibiting the growth of some food-related *Aspergillus* species. *Brazilian Journal of Microbiology*. 39, 362–367.
- Çetin, H., Erler, F., Yanıkoğlu, A. (2006). Toxicity of essential oils extracted from *Origanum onites* L. and *Citrus aurantium* L. against the pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *Folia biologica*, 54(3-4), 153-157.
- Erdoğan, P., Toros, S. (2005). *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 45 (1-4), 99-118.
- Hedin, P. A., Hollingworth, R. M., Masler, E. P., Miyamoto, J., Thompson, D. G. (1997). Phytochemicals for Pest Control, ACS Symp Ser. No 658. *American Chemical Society*, Washington, Dc, USA, 372pp.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 9, 603–608.
- Isman, M. B., Wilson, J. A., Bradbury, R. (2008). Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia nini* relation to their chemical composition. *Pharmaceutical Biology*, 46, 82–87.
- Kalemba, D., Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10, 813–829.
- Kalinovic, I., Rozman, V., Guberac, V., Maric, S. (2002). Advances in Stored Products Protection (Eds: P.F. Credland, D.M. Armitage, C.H. Bell, P.M. Cogan & E. Highley): Insecticidal activity of some aromatic plants from Croatia against lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* F.) on stored wheat. Proceedings of the Eighth International

Working Conference of Stored Product Protection. CAB International, Wallingford, Oxon, York, UK. 768-775.

- Kanat, M., Alma M. H. (2004). Insecticidal effects of essential oils from various plants against larvae of pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *Pest Management Science*, 60, 173-177.
- Ke'ita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Arnason, J. T., Be' langer, A. (2001). Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 37: 339-349.
- Keller, S., Kessler, P., Schweizer, C. (2003). Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol* 48, 307-319.
- Kesdek, M., Kordali, S., Usanmaz, A., Erciřli, S. (2015). The toxicity of essential oils of some plant species against adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Comptes Rendes de l'Académie Bulgare des Sciences*, 68, 127-136.
- Kim, S., Roh, J. Y., Kim, D., Lee H., Ahn, Y. (2003). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, 39, 293-303
- Klingen, I., Eilenberg, J., Meadow, R. (2002). Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agriculture Ecosystems & Environment* 91, 191-198.
- Kordali, S., Aslan, İ., Çalmařur, Ö., Çakır, A. (2006). Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial Crops and Products* 23, 162-170.
- Kordali, S., Çakır, A., Özer, H., Çakmakçı, R., Kesdek, M. (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology* 99, 8788-8795.
- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides International*, 4 (1), 63-84.
- Papachristos, D.P., Stamopoulos, D.C. (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research*, 38, 117-128.
- Razmjou, J., Davari, M., Ebadollahi, A. (2016). Effect of two plant essential oils and the entomopathogenic fungus, *Lecanicillium muscarium* (zare & gams) on the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(4), 775-779.
- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E., Pinel, R. (1993). Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plant upon *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Chemical Ecology* 19, 1233-1244.
- Shaaya, E., Ravyd, U., Paster, N., Kostjukovsky, M., Menasherov, M. (1993). Essential oils

and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. *Journal of Chemical Ecology* 344, 131-137.

Sokovi'c, M., van Griensven, J. L. D. (2006). Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of the cultivated button mushroom, *Agaricus bisporus*. *European Journal Plant Pathology*, 116 (3), 211–224.

Türkkan, M., Çalışkan, Ö., Erper, İ., Kara Ş. M., Açıkgöz, M. A. (2019) Bazı toprak kökenli funguslara karşı defne esansiyel yağı ve hidrosölünün antifungal etkilerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 8 (2), 217-226.

Türkölmez, Ş., Soylu, E. M., (2014). Antifungal Efficacies of Plant Essential Oils and Main Constituents Against Soil-Borne Fungal Disease Agents of Bean. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (2), 203-211.

Weaver, D.K., Subramanyam, B. (2000). Botanicals In: Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM (Eds: B. Subramanyam & D.W. Hagstrum). Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA. 303-320.