



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUS İZOLATLARININ
TÜRKİSTAN HAMAM BÖCEĞİ [*Blatta lateralis* (Walker, 1868)
(ORTHOPTERA: BLATTIDAE)]'NE KARŞI ETKİNLİKLERİ
ÜZERİNE ÇALIŞMALAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selda KILIÇARSLAN

TEZ BİRİNCİ DANIŞMANI: Doç. Dr. Turgut ATAY

TEZ İKİNCİ DANIŞMANI: Prof. Dr. Yusuf YANAR

TOKAT- 2024



Bu tez çalışması;

Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2022/36 nolu proje ile desteklenmiştir

ETİK SÖZLEŐME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Turgut ATAY ve Prof. Dr. Yusuf YANAR danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “Bazı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Türkistan Hamam Böceği [*Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae)]’ne Karşı Etkinlikleri Üzerine Çalışmalar” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

02/01/2024

Selda KILIÇARSLAN

JÜRİ KABUL VE ONAY



ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bana yol gösteren, her alanda desteklerini esirgemeyen, akademik yolda ilerleme şevkini kazandıran, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım tez danışmanım sayın Doç. Dr. Turgut ATAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans tezimin seçilmesinde ve yürütülmesinde bilgi, tecrübe ve fikirleriyle daima yol gösterici olan ikinci danışman hocam Prof. Dr. Yusuf YANAR'a, kültürlerin devamlılığın sağlanmasında emek harcayan Ziraat Mühendisi Nazlı Sena ERBİR'e, denemelerin kurulması ve tez yazımı aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Elif PINAR'a, izolatlardan bir kısmını temin eden Arş. Gör. Funda ŞAHİN ve Zir. Yük. Müh. Emine BAYSAL'a, bazı izolatlardan moleküler tanılamasını yapan Prof. Dr. İsmail DEMİR'e, bu tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım her konuda yardım ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Betül TARHANACI'ya teşekkür ederim.

ÖZET

BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUS İZOLATLARININ TÜRKİSTAN HAMAM BÖCEĞİ [*Blatta lateralis* (Walker, 1868) (ORTHOPTERA: BLATTIDAE)]'NE KARŞI ETKİNLİKLERİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Selda KILIÇARSLAN

Yüksek Lisans Tezi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Birinci Danışmanı: Doç. Dr. Turgut ATAY

Tez İkinci Danışmanı: Prof. Dr. Yusuf YANAR

Ocak 2024, ix + 26 sayfa

Bu çalışma 2021-2023 yılları arasında yürütülmüş olup, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarında bulunan entomopatojen fungus kültür koleksiyonundan seçilen 10 entomopatojen fungus izolatının Türkistan Hamam Böceği [*Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae)]'ne karşı etkinliği araştırılmıştır. Entomopatojen fungus izolatlarının Türkistan Hamam Böceğine karşı etkinliğinin belirlenmesi için 1×10^8 konidiospor ml^{-1} konsantrasyonunda tek doz denemesi yapılmıştır. Tek doz denemesi verilerine göre yüksek etki gösteren 3 izolat seçilmiş (ORP16, ORP18, Sivas-10) ve bu izolatlar ile 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozları kullanılarak iki farklı yöntemle (yüzeve ve besine uygulama) doz-ölüm denemeleri kurulmuştur. Kullanılan entomopatojen fungusların etkinlikleri uygulama şekli, kullanılan entomopatojen fungusun türü ve izolata bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, kullanılan izolatların *B. lateralis* nimflerine karşı etkinliklerinin düşük olduğunu göstermiştir. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde yüzey uygulamasının etkinliği diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuştur. Besine yapılan uygulamada ise etki neredeyse hiç görülmemiştir. Bu çalışmada *B. lateralis*'in mikrobiyal mücadelesine yönelik temel bazı veriler elde edilerek literatüre kazandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Blatta lateralis*, nimf, entomopatojen fungus, etki

ABSTRACT

STUDIES ON THE EFFICACY OF SOME ENTOMOPATHOGENIC FUNGI
ISOLATES ON TURKESTAN COCKROACH [*Blatta lateralis* (Walker, 1868)
(ORTHOPTERA: BLATTIDAE)]

Selda KILIÇARSLAN

Master Thesis Plant Protection Department

Supervisor: Assoc. Prof.Dr. Turgut ATAY

Co-Supervisor: Prof Dr. Yusuf YANAR

January 2024, ix + 26 pages

This study was carried out between 2021-2023 and the efficacy of 10 entomopathogenic fungal isolates selected from the entomopathogenic fungal culture collection in the Mycology Laboratory of the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University against the Turkistan Cockroach [*Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Bbalattidae)] was investigated. In order to determine the efficacy of entomopathogenic fungi isolates against Turkish Cockroach, a single dose experiment was carried out at a concentration of 1×10^8 conidiospores ml^{-1} . According to the single dose trial data, 3 isolates (ORP16, ORP18, Sivas-10) showing higher effect were selected and dose-death trials were established with these isolates by two different methods (surface and food application) using 1×10^7 , 1×10^8 and 1×10^9 conidiospores ml^{-1} doses. The efficacy of the entomopathogenic fungi used varied depending on the application methods, the species of entomopathogenic fungus and the isolate. The findings of the study showed that the effectiveness of the isolates used against *B. lateralis* was low. When the data were evaluated in general, the effectiveness of the surface application was found to be higher than the other applications. There was almost no effect in the application to the food. In this study, some basic data for the microbial control of *B. lateralis* were obtained and added to the literature.

Keywords: *Blatta lateralis*, nymph, entomopathogenic fungi, effect

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.2. Yöntem	9
3.2.1. <i>Blatta lateralis</i> (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerinin Elde Edilmesi.....	9
3.2.2. Kullanılan İzolatların Çoğaltılması, Tek Doz ve Doz Ölüm Çalışmaları.....	10
3.2.2.1. <i>Blatta lateralis</i> (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması.....	11
3.2.2.2. <i>Blatta lateralis</i> (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Etkili Entomopatojen Fungus İzolatlarının Doz-Ölüm Çalışması	12
3.2.3. İstatistiksel Analiz	13
4. BULGULAR.....	14
4.1. <i>Blatta lateralis</i> (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması.....	14
4.2. <i>Blatta lateralis</i> (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Etkili Entomopatojen Fungus İzolatlarının Doz-Ölüm Çalışması	16
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	20
6. KAYNAKLAR	23
ÖZGEÇMİŞ.....	27

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları.....	9
Şekil 3.2. <i>Blatta lateralis</i> yumurta paketleri ve nimfleri.....	10
Şekil 3.3. <i>Blatta lateralis</i> kültürünün devamlılığının sağlanması.....	10
Şekil 3.4. Entomopatojen fungus izolatlarından kuru hasat yöntemi ile sporların elde edilmesi	11
Şekil 3.5. Entomopatojen fungus solüsyonlarının Thoma lamında sayımı ve hazırlanma aşamaları	11
Şekil 3.6. Denemelerin inkübe edilmesi	13



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları ile ilgili bilgiler	8
Çizelge 4.1. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı denemeye alınan tüm izolatların tek doz (1×10^8) ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	15
Çizelge 4.2. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı ORP16 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	17
Çizelge 4.3. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı ORP18 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	17
Çizelge 4.4. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı Sivas-10 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata).....	17
Çizelge 4.5. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı ORP16 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	18
Çizelge 4.6. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı ORP18 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	18
Çizelge 4.7. <i>Blatta lateralis</i> nimflerine karşı Sivas-10 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)	18

1. GİRİŞ

Hamam böcekleri dünyanın tamamına yayılış gösteren ve insan yaşam alanlarına uyum gösteren önemli zararlılardır. Hamam böceklerinin yaklaşık 4400 kadar türü olduğu ve bunların değişik ekolojik koşullarda yaşamlarını sürdürebildikleri bilinmektedir. Çok farklı alanlarda yaşamakla beraber bugün için sorun oluşturan türler ise insanların yaşadıkları yerlere uyum sağlamış olanlardır ve bunların sayıları bilinen türlerin çok azını oluşturmaktadır (Özar, 1980; Brenner ve Kramer, 2019). Yaygın olarak ev, lokanta, kiler, pastane, yemekhane, hastane, yurt, depo ve silo gibi ortamlarda rastlanmaktadır. Bu alanlarda sadece gıda maddeleri ile beslenmekle kalmayıp ayrıca insanlarda hastalıklara neden olan patojenlere vektörlük yapmakta, alerjik reaksiyonlara ve tiksintiye neden olmaktadır. Dizanteri, ishal, kolera, cüzzam, veba, tifo ve tüberküloz gibi hastalıklara neden olan birçok organizmanın hamam böcekleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Hamam böceklerinden 32 patojen bakteri türünün izole edildiği bildirilmiştir (Metcalf ve Flint, 1962; Shahraki ve ark., 2013; Brenner ve Kramer, 2019).

Blattidae (Orthoptera) familyası içerisinde en yaygın olarak bilinen türler *Blatta orientalis* (L.) ve *Periplaneta americana* (L.)'dir. Bu türler hemen hemen bütün dünyaya yayılmış olup sıcak alanları tercih ederler ve çok çeşitli besinlerle beslenebilirler. Özellikle genç evreleri bitki dokularını yiyerek seralarda zararlı olabilirler (Demirsoy, 1995). Türkistan hamamböceği [*B. lateralis* (Walker)] insanların yaşadığı alanlarda yaygın olarak görülen familyanın önemli türlerindendir. Libya'nın doğusundan Afganistan, Pakistan, Özbekistan ve Rusya'nın güneyini de içeren Orta Asya'ya kadar uzanan Orta Doğu'nun önemli bir bölümünde yaygın olarak görülmektedir. Daha sonra 1979'da ABD'de, 2007 yılında ise ilk defa Avrupa'da (İtalya'nın Sardinya adasında) tespit edilmiştir (Alesho, 1997; Cillo ve ark., 2009; Kim ve Rust, 2013). Ülkemizde de varlığı bilinmektedir (Demirsoy, 1995).

Genelde açık alanda yaşayan bu tür belirli bölgelerde veya tropikal yerlerde, kapalı alanların önemli bir zararlısı haline gelebilmektedir. Özellikle uçuş yeteneğinde olan erkekler evlerde daha çok görülmektedir. Erginlerin boyları 3 cm olup dişiler erkeklere kıyasla daha kısa ve renkleri kahverengi ile siyah arasında değişmektedir. Dişilerin kanatları erkeklere nazaran çok kısa olup abdomeni tamamen örtmez. Nimflerin toraksı kahverengi abdomeni siyah olup kanatları yoktur. Dişiler yaşamları süresince ortalama 2-

25 yumurta paketi (oothecae) üretirler. Her bir paket yaklaşık 17 yumurta içerir. Yumurtadan çıkan nimfler 5 dönem geçirerek gelişimlerini 26.7 °C'de yaklaşık 223 günde tamamlarlar (Kim ve Rust, 2013).

Günümüzde hamam böcekleri ile mücadelede kimyasal insektisitlerin kullanımı oldukça yaygındır (Kamyabi ve ark., 2006). Kimyasal mücadelenin sağlamış olduğu başarılar yanında özellikle de kapalı alanda insektisit kullanımına bağlı olarak hedef dışı canlılarda meydana getirdiği olumsuz etkiler bazı alternatif mücadele yöntemlerinin arayışını zorunlu kılmıştır. Ayrıca, bilinçsiz olarak kullanılan insektisitlerin oluşturduğu direnç gelişimi, zararlılara karşı daha fazla kimyasal kullanımına yol açmakta ve buna bağlı olarak da çevrenin daha fazla kirlenmesine ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yürütülen bir araştırma vektörleri yok etmek için uygulanan insektisitlerin maliyetinin %10-25'nin direnç kaynaklı zarar olduğunu rapor etmiştir (Harper ve Zilberman, 1990).

Hamam böcekleri ile mücadele de ev, apartman ve diğer kapalı alanların her zaman temiz tutulması büyük önem arz etmektedir. Bu zararlıların, gelişimleri ve popülasyonlarının artışı için gerekli olan su ve gıda maddelerine erişimlerinin engellenmesi, ortam sıcaklığının düşük tutulması ve gizlenebilecekleri alanların ortadan kaldırılması halinde popülasyonlarının artmadan yok edilmeleri mümkün olmaktadır (Yıldırım ve ark., 2014).

Hamam böceklerinin kontrolünde çevre dostu ve alternatif mücadele yöntemlerinden birisi de hiç kuşkusuz biyolojik mücadeledir. Zararlıların popülasyon yoğunluğunu ekonomik zarar eşliğinin altında tutmak maksadıyla başka organizmaların kullanılması olarak tanımlanan biyolojik mücadele, özellikle son yıllara üzerinde sıklıkla durulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyolojik mücadele içerisinde değerlendirilen mikrobiyal mücadele ise böceklerde enfeksiyon oluşturan bakteri, fungus, virüs, protozoa ve nematod gibi mikroorganizmaların kullanılmasıdır (Eilenberg ve ark., 2001; Lacey ve Goettel, 1995; Demirbağ, 2008).

Mikrobiyal mücadele etmenleri içerisinde yer alan entomopatojen funguslar pek çok zararlının doğal yollarla baskı altına alınmasında etkilidirler. Entomopatojen fungusların çevre ve insan sağlığı açısından güvenilir olması, konukçularında direnç gelişmemesi, üretimlerinin kolay olması ve birçoğunun konak tarafından yenilmelerine ihtiyaç

duyulmadan direkt olarak böceğin kütikulasından ve solunum deliklerinden enfeksiyon yapması gibi avantajları, günümüzde dünya genelinde çeşitli zararlılarla mücadelede ticari preparatlarının üretilmesine ve kullanılmasına olanak sağlamıştır (Goettel ve ark., 2005).

Entomopatojen mikroorganizmalar içerisinde fungusların hamam böceklerinin kontrolünde etkili olduğu bilinmektedir. Bu organizmalar içerisinde *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lecanicillium muscarium* ve *Metarhizium anisopliae*'nin hamam böcekleri üzerinde patojen olduklarına dair bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlar içerisinde ise özellikle de *M. anisopliae* Amerika Bileşik Devletleri'nde ruhsatlı ticari preparat olarak hamam böceklerinin kontrolünde belirli dönemlerde kullanılmıştır (Milner ve Pereira, 2007). Gerçekleştirilen bu çalışmada Türkistan Hamam Böceği ile mücadelede entomopatojen fungusların etkinliği laboratuvar şartlarında ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Hamam böceklerinin kontrolünde entomopatojen fungusların etkinliğine yönelik hem ülkemizde hem de dünyada sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan bazı çalışmalar kronolojik sıraya göre aşağıda verilmiştir.

Quesada-Moraga ve ark. (2004), *Metarhizium anisopliae* izolatının Alman Hamamböceği *Blattella germanica*'ya (L.) karşı virülansı, mililitre başına 4.2×10^6 ila 4.2×10^9 spor arasında değişen dört konsantrasyon kullanarak belirlemişler ve LD₅₀ değeri mililitre başına 1.4×10^7 spor (hamamböceği başına 56 000 spor) ve LT₅₀ değerleri mililitre başına 4.2×10^8 ve 4.2×10^9 spor için sırasıyla 14.8 gün ve 5.3 gün olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Enfekte olan ve sağlıklı hamam böcekleri arasında fungus aktarımının var olup olmadığını değerlendirmek için bir deney yapmışlar ve enfekte olmuş hamamböceklerinin maruz kalmamış hamamböceklerine 1:10 oranındaki ölüm yüzdesi %87.5 ve LT₅₀ 12.2 gün olarak belirlediklerini ve bu durumun, bu türün yatay olarak bulaşma ve enfeksiyonu böcek popülasyonunda hızla yayma potansiyeline işaret ettiğini bildirmişlerdir.

Hernandez-Ramirez ve ark. (2008), *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* entomopatojen funguslarını laboratuvar koşullarında 1.1×10^6 conidia/hamamböceği dozunda, $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ve $\%50 \pm 10$ RH koşullarında *Periplaneta americana*'ya karşı test ettikleri çalışmalarında, *Metarhizium anisopliae* izolatının ergin böcekler üzerinde %49, *Beauveria bassiana* izolatının ise %44 ölüme neden olduğunu ve yüksek bağıl nem koşullarında bu fungusların daha fazla ölüme neden olduklarını bildirmişlerdir.

Hubner-Campos ve ark. (2013), *Periplaneta americana* 1-3 günlük 1. dönem nimflerine karşı 5×10^4 conidia/nimf dozunda yaptıkları çalışmada, *Metarhizium anisopliae*, *M. robertsii* ve *Beauveria bassiana* izolatlarının 25. gün sonunda $\geq \%81.7$ mortaliteye neden olduğunu ve mikosis oranının %100 olduğunu bildirmişlerdir. Test edilen diğer fungus izolatlarının daha az öldürücü (*M. frigidum* ve *Purpureocillium lilacinum*) veya avirulent (*Isaria catenobliqua*, *I. farinosa*, *Simplicillium lanosoniveum*, *Sporothrix insectorum* ve *Tolyptocladium cylindrosporum*) olduklarını tespit etmişlerdir.

Gutierrez ve ark. (2014), *Blattella germanica* ve *Periplaneta fuliginosa*'nın nimf ve ergin dönemlerine karşı Arjantin kökenli iki entomopatojen izolatının etkinliğini 1×10^9

conidia/ml dozunda yeme karıştırma ve direkt böceğe uygulama şeklinde test etmişlerdir. 20. günde yapılan değerlendirmede, direkt böceğe uygulamada *M. anisopliae*'nin *B. germanica*'nın nimf ve ergin dönemlerinde sırasıyla %60 ve %93 oranında ölüm meydana getirdiğini; yine aynı yöntem uygulamasında *B. bassiana*'nın ise ergin ve nimflerde ürettiği ölüm oranlarının sırasıyla %80 ve %40 olduğunu bildirmişlerdir. Besine yapılan uygulamanın da yalnız *B. germanica* erginleri üzerinde önemli derecede etkiye neden olduğu belirtilmiştir. *P. fuliginosa* nimflerine karşı ise her iki entomopatojen fungus besine karıştırma yönteminde etkili bulunmuş ve %50 etki meydana getirmişlerdir, erginler üzerinde ise etki olmamıştır. Direkt böceğe uygulanma tekniğinin *P. fuliginosa*'nın nimf ve erginlerinde, yeme karıştırma tekniğinin ise *P. fuliginosa*'nın erginlerine etkili olmadığı belirlenmiştir.

Davari ve ark. (2015), yürüttükleri çalışmada *B. germanica*'ya karşı *Lecanicillium muscarium* ve *B. bassiana* entomopatojen funguslarının, süspansiyona daldırma ve besine bulaştırma yöntemini kullanarak toksik etkilerini belirlemişlerdir. Uygulama sonucunda süspansiyona daldırma yönteminde *B. bassiana*'nın LC₅₀ değerini 1.5×10^7 ve *L. muscarium* LC₅₀ değerini ise 8.1×10^7 olarak, yeme karıştırma metodunda ise LC₅₀ değerlerini sırasıyla 2×10^7 ve 9.6×10^7 olarak belirlemişlerdir. Elde edilen bu sonuçları karşılaştırdıklarında *B. bassiana*'nın daldırma yönteminde *L. muscarium*'a göre 4.8 kat daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Sharififard ve ark. (2016), *Metarhizium anisopliae* strain Iran 437C izolatının *Supella longipalpa* F. (Blattidae) erginlerine karşı 1×10^8 conidia ml⁻¹ dozunu daldırma yöntemi ile uygulamışlar ve yedinci günün sonunda %100 ölüm elde edildiğini bildirmişlerdir. Daha sonra bu izolat (1×10^8 conidia ml⁻¹ dozu) ile farklı yağlarla kombinasyonlarını yüzeye uygulama şeklinde zararlıya karşı test etmişler ve en yüksek etkiyi ayçiçeği yağında elde etmişlerdir. Bu etkinin yağın oranına göre (%10, 5, 2.5) sırasıyla %97.2, %93.6 ve %86.1 olarak ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Yeşilirmak ve Karaca (2016), yaptıkları çalışmada ikisi ticari preparat olan 4 entomopatojen fungus izolatını [Nibortem® (*Verticillium lecanii*), Nostalgist® (*B. bassiana*), *M. anisopliae*, *B. bassiana*] değişik uygulama yöntemleri kullanarak *B. lateralis* erginlerine ve nimflerine karşı test etmişlerdir. Çalışma sonucunda *B. bassiana* izolatının 10⁹ spor/ml oranında hazırlanan solüsyonunun *B. lateralis* nimfleri üzerine

püskürtme yönteminin 20. gün sonunda ancak %4 ölüme neden olduğunu, yine *M. anisopliae*'nin toz formülasyonunun *B. lateralis*'in yaşadığı yüzeye bulaştırma yönteminde ise uygulamadan 13 gün sonra erginlerde %100, nimflerde ise 20. gün sonunda %46 ölüme sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca *B. bassiana* entomopatojen fungus izolatının 10^9 spor/ml solüsyonunun besine püskürtme yönteminin 20. gün sonunda *B. lateralis* nimflerinde herhangi bir etkiye neden olmadığını, *M. anisopliae*'nin toz formülasyonunun *B. lateralis*'in besinine bulaştırma yönteminde ise erginlerde herhangi bir etkiye neden olmazken nimflerde ise %2 ölüm tespit edildiğini bildirmişlerdir. Ticari preparat olan Nostalgist® (*B. bassiana*)'in nimfler üzerine püskürtme uygulamasında ise 20.günün sonunda erginlerde %40, nimflerde ise %48 ölüm gözlemlenmiştir.

Baggio-Deibler ve ark. (2018), *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* entomopatojen fungus izolatları ile hazırladıkları süspansiyonları Amerikan Hamamböceği *Periplaneta americana*'nın oothekası üzerine spreyleme şeklinde uygulamışlardır. Çalışma sonucunda her iki fungusun da zararlının oothekası üzerinde enfeksiyon oluşturma kabiliyetinde olduğunu ve çıkan nimf sayısını azalttığını bildirmişlerdir.

Kılıç ve ark. (2019), dokuz *B. bassiana* ve bir *M. anisopliae* izolatının *B. germanica* erginleri üzerindeki etkinliğini laboratuvar şartlarında 2×10^7 conidia/ml dozunda ortaya koymuşlardır. Böcek üzerine spreyleme şeklinde yapılan uygulama sonucunda, kullanılan tüm izolatların *B. germanica* üzerindeki etkisinin çok düşük (%3.3-6.7) olduğunu gözlemlemişlerdir.

Toksöz ve ark. (2017), entomopatojen fungus *Purpureocillium lilacinum*'un *B. lateralis* ve *B. orientalis* nimfleri üzerindeki etkinliğini, petri kapları içerisinde böcekli yüzey ve böceksiz yüzey uygulaması şeklinde değerlendirmişlerdir. Böcekli yüzeye yapılan uygulamada *B. lateralis* ve *B. orientalis* nimflerinde 10^6 cfu/ml⁻¹ dozunda, 12. günün sonunda %100 etki görülmüş ve diğer uygulamaya kıyasla daha başarılı bir yöntem olduğu bildirilmiştir. Sadece yüzeye yapılan uygulamada ise 12. günün sonunda her iki test böceği içinde etkinin %40'ı geçmediğini vurgulamışlardır.

Atay ve ark. (2019), dört *B. bassiana* izolatının (GN-16, GN-2, HP-14, HP-22) *B. lateralis* nimfleri üzerindeki etkinliğini yüzeye ve besine uygulama yöntemiyle ortaya koymuşlardır. 1×10^7 konidia/ml dozu kullanılarak yapılan uygulamada 7. günün sonunda en yüksek etki böcek uygulamasında HP-14 izolatında (%77.78), yüzey uygulamasında ise GN-16 izolatında (%97.50) tespit edilmiştir.

Rosa ve ark. (2020), *Aspergillus* sp. IK1 ve IK3 izolatlarının *Periplaneta americana* nimflerine karşı 10^9 konidia/ml konsantrasyonunda 5. günün sonunda sırasıyla %46 ve %60 ölüm meydana getirdiklerini bildirmişlerdir.

Er ve ark. (2022), *B. germanica*'ya karşı 1×10^7 konidia ml⁻¹ konsantrasyonunda 12 adet entomopatojen fungus izolatını test etmişler ve 8 izolatın 14. günde %60 ile %96.7 arasında değişen ölüm oranlarına neden olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek etkinliğin ise *Metarhizium* izolatlarında (%83.3-%95.8) elde edildiğini, bunu *Beauveria* izolatlarının takip ettiğini (%70.8-%79.2) ve en düşük etkinliğin ise *Isaria* izolatlarının sahip olduğunu (%50.0-%70.8) tespit etmişlerdir.

Bozdoğan ve Tunaz (2023), *Periplaneta americana* erginlerine karşı entomopatojen fungus ile borik asitin birlikte kullanımının fungusun virülanslığı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, en yüksek etkiyi gösteren izolatın *Beauveria bassiana* 5-4 olduğunu ve böcekler üzerinde tek başlarına uygulandığında 72, 96 ve 120 saat sonunda 0.1×10^9 konidi cm⁻² dozunda sırasıyla %0, 66.6 ve 93.3, 0.05×10^9 konidi cm⁻² dozunda sırasıyla %0, 20 ve 20 etki oluşturduklarını bildirmişlerdir. Borik asitin tek başına uygulandığında 72, 96 ve 120. saatlerin sonunda 1 mg cm⁻² dozunda sırasıyla %6.6, 40 ve 66.6 etki meydana getirdiğini, *B. bassiana* 5-4'ün 0.1×10^9 konidi cm⁻² dozu borik asidin 1 mg cm⁻² dozu ile beraber uygulandığında ise 72, 96 ve 120 saatlerde sırasıyla %33.3, 60 ve 93.3 ölüme neden olduğunu, borik asit ve *B. bassiana* 5-4'ün birlikte uygulamasının 72 ve 96 saatte fungusun etkisini artırdığını fakat uzun maruz kalma sürelerinde (120 saat ve üzeri) fungusun virülanslığına önemli derecede bir etki göstermediğini tespit belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasında kullanılmak üzere başlangıçta 15 izolat belirlenmiş olup yapılan denemelerde hiç etki göstermeyen 9 izolat çıkarılmış ve Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Labaratuvarı Entomopatojen Fungus koleksiyonundan seçilen 4 izolat çalışmalara dahil edilmiştir. Kullanılan izolatların tamamının halihazırda moleküler teşhisleri yapılmış olduğundan moleküler tanılamaya gerek kalmamıştır. Kullanılan 10 entomopatojen fungus izolatının 4'ü Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenen 2020-18 numaralı proje kapsamında Ordu ili fındık ve sebze alanlarından toplanan topraklardan elde edilmiş, ikisi yine 2015-138 nolu proje kapsamında Tokat ili yonca alanlarından toplanan yonca yaprak böceği [*Gonioctena fornicata* (Brüggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] ve yonca hortumlu böceği [*Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae)] ergin bireylerinden elde edilmiştir ve 3'ü ise Sivas ili şeker pancarı üretim alanlarından elde edilmiştir (Çizelge 3.1, Şekil 3.1). Çalışmanın diğer ana materyalini ise *Blatta lateralis* (Walker) (Orthoptera: Blattidae) nimfleri oluşturmuştur.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları ile ilgili bilgiler

Sıra No	İzolat İsmi	Tür Adı	Accession Numarası
1	Sivas-6	<i>Baeauveria bassiana</i>	Moleküler tanısı yapılmış ancak NCBI veri tabanına girişi yapılmamıştır.
2	Sivas-8	<i>Baeauveria bassiana</i>	Moleküler tanısı yapılmış ancak NCBI veri tabanına girişi yapılmamıştır.
3	Sivas-10	<i>Baeauveria bassiana</i>	Moleküler tanısı yapılmış ancak NCBI veri tabanına girişi yapılmamıştır.
4	ORP16	<i>Metarhizium robertsii</i>	MW410198.1
5	ORP18	<i>Metarhizium brunneum</i>	MW410200.1
6	ORP30	<i>Metarhizium anisopliae</i>	MW410205.1
7	ORU40	<i>Metarhizium robertsii</i>	MW410169.1
8	HP33-1	<i>Baeauveria bassiana</i>	MW599855
9	4T5M	<i>Baeauveria bassiana</i>	Moleküler tanısı yapılmış ancak NCBI veri tabanına girişi yapılmamıştır.
10	GN29-1	<i>Baeauveria bassiana</i>	MW599850



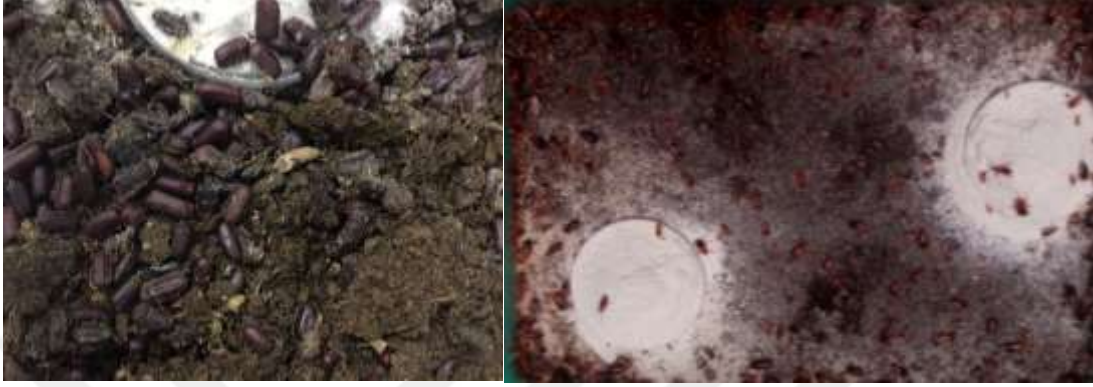
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları

3.2. Yöntem

3.2.1. *Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerinin Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan hamam böceği nimfleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı'nda halihazırda bulunan kültürden ve Mira Canlı Hayvan Böcek Tur. İnş. Tarım Tic. San. Ltd. Şti.'den (Antalya) temin edilmiştir. Kültürün devamı için içerisinde torf bulunan değişik ebatlarda kapaklı plastik kaplar kullanılmış, besin olarak un ve elma ilave edilmiş ve test böceğinin gizlenme ihtiyaçlarının karşılanması için ortama rulo halinde kartonlar bırakılmıştır. Ergin döneme ulaşan ve çiftleşen *B. lateralis* bireylerinin yumurta bırakabilmeleri için ortama ayrıca yumurta kolileri bırakılmıştır. Aynı yaştaki nimflerin elde edilebilmesi için yumurta kolisi üzerine bırakılan yumurta paketleri ile ayrı bir kültür kabı oluşturulmuştur. Düzenli olarak ortama saf su ilavesi yapılarak yumurta açılımı için gerekli bağıl nem

sağlanmıştır (Şekil 3.2, 3.3). Başlangıçta 60 günlük nimflerin kullanılması planlanmış ancak yapılan uygulamalarda 60 günlük nimfler üzerinde etki çok düşük olduğundan 35-40 günlük nimfler çalışmaya dahil edilmiştir.



Şekil 3.2. *Blatta lateralis* yumurta paketleri ve nimfleri



Şekil 3.3. *Blatta lateralis* kültürünün devamlılığının sağlanması

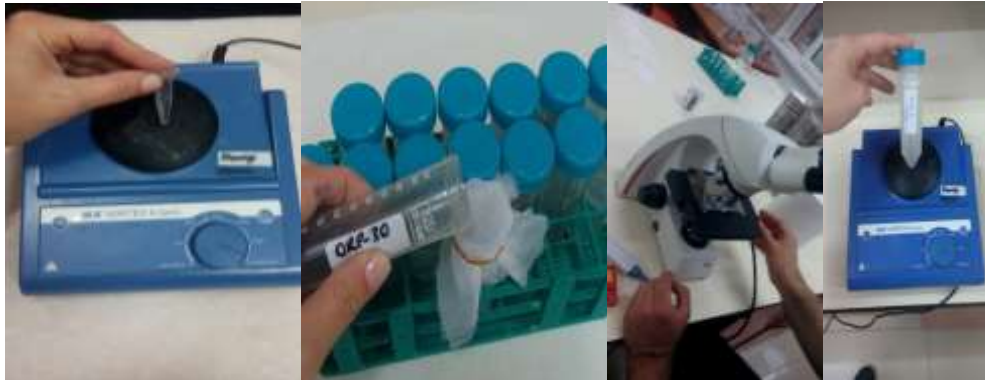
3.2.2. Kullanılan İzolatların Çoğaltılması, Tek Doz ve Doz Ölüm Çalışmaları

Kullanılan entomopatojen fungus izolatlarının kültürlerinin devamlılığı denemeler süresince sağlanmıştır. Entomopatojen fungus izolatlarının saf kültürlerinden mantar delici yardımı ile 5 mm çapında kesitler alınarak Patates Dextroz Agar (PDA) ve Sabouraud Dextroz Agar (sda) besiyerlerine aktarılmıştır. Uygulamalarda kullanılmak üzere yeterli miktarda spor süspansyonu elde etmek amacıyla EPF izolatları aynı yöntem ile çoğaltılmıştır. Uygulama dozlarının ayarlanabilmesi için bu kültürlerin bulunduğu petrilerden kuru hasat yapılarak entomopatojen fungus sporları 50 ml'lik falcon tüplerine aktarılıp üzerine 20 ml destile su eklenmiş ve daha sonra mikropipet yardımı ile 5 ml %0.02'lik olacak şekilde Tween 80 solüsyonu eklenmiştir. Fungus sporlarının homojen bir şekilde karışmasını sağlamak ve her bir izolattaki süspansiyon içerisindeki

agar ve misel partiküllerinden arındırılması için 2 kat steril tülbentten süzülerek 50 ml'lik steril falcon tüplere aktarılmıştır. Aynı ayrı falcon tüplere aktarılmış olan süspansiyonlar, gruplar halinde bulunan fungus sporlarının ayrılması için vortexte 3 dakika çalkalanmıştır. Spor yoğunluğunu hesaplamak için her süspansiyondaki spor sayısı Thoma lamı ve ışık mikroskoku kullanılarak belirlenmiştir. Süspansiyonların seyreltilmesiyle her bir izolat için 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidia/ml yoğunluktaki süspansiyonlar hazırlanmıştır (Şahin, 2006). Denemeler her bir tekrürde 9 böcek olacak şekilde, 5 tekrürlü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür (Şekil 3.4, 3.5).



Şekil 3.4. Entomopatojen fungus izolatlarından kuru hasat yöntemi ile sporların elde edilmesi



Şekil 3.5. Entomopatojen fungus solüsyonlarının Thoma lamında sayımı ve hazırlanma aşamaları

3.2.2.1. *Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması

Tek doz denemelerinde kullanılmak üzere başlangıçta 1×10^7 konidia/ml dozu belirlenmiş ancak belirlenen doz etki göstermediğinden denemeler 1×10^8 konidia/ml dozu ile kurulmuştur. Bu kapsamda her uygulama için 1×10^8 konidia/ml spor yoğunluğundaki

süspansiyon, içerisinde 5 adet 35-40 günlük nimf bulunan kaplara uygulanmıştır. 25±2 °C sıcaklık ve karanlık şartlarına sahip iklim kabininde inkübe edilmiştir. 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 ve 17. günlerdeki ölümler kaydedilmiştir. Ölen böcekler, içerisinde nemlendirilmiş kurutma kağıtları bulunan Petri kaplarına yerleştirilmiş, 7, 14 ve 21. günlerde mikosis gelişimi gözlemlenmiştir. Kontrol grubu için %0.02 Tween 80 içeren destile su kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselli deneme desenine göre her bir tekerrürde 9 böcek olacak şekilde, 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemeler süresince böceklere düzenli besin sağlanmış olup günlük bakım işlemleri ve nem kontrolü yapılmıştır.

3.2.2.2. *Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Etkili Entomopatojen Fungus İzolatlarının Doz-Ölüm Çalışması

Tek doz uygulamasında diğerlerine göre etkili bulunan izolatlar ile (ORP16, ORP18 ve Sivas-10) ile 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidia/ml dozlarında süspansiyonlar elde edilerek yüzeye püskürtme ve besin daldırma uygulamaları ile denemeler kurulmuştur. 1×10^6 konidia/ml dozunun etki göstermemesi nedeniyle doz tarama çalışmalarından çıkarılmıştır. Değişik spor yoğunluğundaki süspansiyonlar, yüzeye uygulamada her bir boş kaba kabın yüzeyini ıslatacak şekilde 5 ml uygulama yapılmış ve daha sonra 5 adet 35-40 günlük nimf salımı yapılmıştır.

Besine uygulama yönteminde ise, daha önceden metotta belirtilen şeker, süt tozu ve saf sudan oluşan karışımla hazırlanan besinle böcek beslenmediğinden her bir tekerrür için 3 gram ağırlığındaki elma dilimi kullanılmıştır. Her elma parçası her bir doz için ayrı ayrı hazırlanan 30 ml spor solüsyonunda 5 dakika bekletilmiştir. Spor solüsyonu içerisinde bekletilen besinler *B. lateralis* nimflerine sunulmuştur.

Uygulama yapılan test böcekleri 25±2 °C sıcaklık ve karanlık şartlarına sahip iklim kabininde inkübe edilmiştir. Denemeler tesadüf parselli deneme desenine göre her bir tekerrürde 9 böcek olacak şekilde, 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür. 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 ve 17. günlerdeki ölüm oranları gözlemlenmiş olup ölü birey sayıları kayıt altına alınmıştır. Denemeler süresince günlük bakım işlemleri ve nem kontrolü yapılmıştır. Ölen böcekler, içerisinde nemlendirilmiş kurutma kağıtları bulunan Petri kaplarına yerleştirilmiş, 7, 14 ve 21. günlerde mikosis gelişimi gözlemlenmiştir.



Şekil 3.6. Denemelerin inkübe edilmesi

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Tek-doza ve doz ölüm denemelerinden elde edilen sonuçlar % ölüm değerlerine dönüştürülmüş ve daha sonra Arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ile varyans analizi yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 16 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. *Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Tek Doz Taraması

On adet entomopatojen fungus izolatu ile 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonunda *B. lateralis* nimflerine karşı yapılan tek doz taraması sonucu elde edilen ölüm oranları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge genel olarak incelendiğinde kullanılan entomopatojenlerin tamamının etkinliğinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. On yedinci günün sonuna gelindiğinde yalnızca 2 izolatın (ORP16: %14.73, ORP18: %15.17) %10'un üzerinde ölüme sebep olduğu belirlenmiştir (F=8.15, sd: 10.99, P<0.05). Aynı gün sonunda Sivas-6, Sivas-8, HP33-1 ve GN29-1 olmak üzere 4 izolatın etkinliği ise %5'in altında kalmıştır (F=8.15, sd: 10.99, P<0.05). Makroskobik olarak mikosis gelişimi görülmediğinden mikosis gelişim oranları değerlendirilememiştir.

Çizelge 4.1. *Blatta lateralis* nimflerine karşı denemeye alınan tüm izolatlardan tek doz (1×10^8) ölüm oranları (ortalama \pm standart hata)

İzolat	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol	0 \pm 0a*	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0b	0 \pm 0e	0 \pm 0e	0 \pm 0e
Sivas-6	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15b	0.46 \pm 2.03cde	0.46 \pm 2.03cde	0.46 \pm 2.03cde
Sivas-8	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.46 \pm 2.03a	0.46 \pm 2.03b	1.03 \pm 2.67bcde	1.03 \pm 2.67bcde	1.03 \pm 2.67bcde
Sivas-10	0.11 \pm 1.15a	0.46 \pm 2.03a	0.46 \pm 2.03a	1.83 \pm 3.04a	3.38 \pm 3.95a	4.72 \pm 3.71ab	6.26 \pm 3.22abcd	6.26 \pm 3.22abcd	6.26 \pm 3.22abcd
ORP16	0.68 \pm 3.16a	1.73 \pm 4.62a	2.73 \pm 4.77a	2.73 \pm 4.77a	5.37 \pm 4.33a	10.48 \pm 3.85a	13.67 \pm 2.69a	14.73 \pm 2.79a	14.73 \pm 2.79a
ORP18	0 \pm 0a	0.11 \pm 1.15a	1.03 \pm 2.67a	2.26 \pm 3.94a	3.38 \pm 3.95a	4.72 \pm 3.71ab	8.85 \pm 2.88abc	14.11 \pm 0.53a	15.17 \pm 0.60a
ORP30	0.11 \pm 1.15a	1.03 \pm 2.67a	1.03 \pm 2.67a	1.03 \pm 2.67a	3.84 \pm 4.92a	5.26 \pm 4.59ab	9.56 \pm 3.54ab	9.56 \pm 3.54ab	9.56 \pm 3.54ab
ORU40	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	1.03 \pm 2.67a	1.36 \pm 3.67a	1.36 \pm 3.67a	3.38 \pm 3.95ab	4.72 \pm 3.71abcde	5.26 \pm 4.59abcde	5.26 \pm 4.59abcde
HP33-1	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0 \pm 0a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15b	0.11 \pm 1.15de	0.11 \pm 1.15de	0.11 \pm 1.15de
4T5M	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	1.36 \pm 3.67a	4.72 \pm 3.71ab	7.81 \pm 4.19abc	7.81 \pm 4.19abc	7.81 \pm 4.19abc
GN29-1	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.11 \pm 1.15a	0.24 \pm 2.38a	0.24 \pm 2.38b	0.68 \pm 3.16bcde	0.68 \pm 3.16bcde	0.68 \pm 3.16bcde

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre ($P < 0.05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

4.2. *Blatta lateralis* (Walker, 1868) (Orthoptera: Blattidae) Nimflerine Karşı Etkili Entomopatojen Fungus İzolatlarının Doz-Ölüm Çalışması

ORP16, ORP18 ve Sivas-10 izolatları ile yürütülen doz-ölüm çalışmalarında belirlenen her bir izolat için 3 farklı doz (1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9) kullanılmıştır. Doz-ölüm çalışmalarında uygulamalar ortam yüzeyine ve besine yapılmıştır.

Yüze yapılan uygulamalarda, ORP16 izolatında 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda yapılan uygulamalarda ölüm gözlenmemiştir. 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonunda 3. günde %1.73 (F=28.57, sd:3.36, P<0.05) ve 5. günde %2.73 (F=29.21, sd:3.36, P<0.05) etki görülürken 17. günde ise ölüm oranında değişim olmamıştır (F=30.28, sd:3.36, P<0.05). 1×10^9 konidi/ml konsantrasyonunda ise bu izolatın 2. günde %16.09 (F=74.74, sd:3.36, P<0.05) ile başlayan etkinliği, 3. günde %21.05'e (F=28.57, sd:3.36, P<0.05), 5. günde %27.25'ye (F=29.21, sd:3.36, P<0.05), 13. günde %31.75'e çıkmış (F=30.28, sd:3.36, P<0.05) ve inkübasyon periyodunun sonuna kadar bu değerde herhangi bir değişim görülmemiştir (Çizelge 4.3).

ORP18 izolatında, 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda yapılan uygulamada etki oldukça düşük kalmış ve 5. günde %1.36 (F=27.07, sd:3.36, P<0.05), 17. günde ise %1.73 (F=23.78, sd:3.36, P<0.05) ölüm oranı tespit edilmiştir. 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonundaki etkinlik ise 3. günde %14.53 olarak belirlenmiş (F=25.10, sd:3.36, P<0.05) ve bu etki 17. günün sonunda ancak %16.45'e ulaşabilmiştir (F=23.78, sd:3.36, P<0.05). 1×10^9 konidi/ml konsantrasyonunda ise 2. günde %14.73 (F=55.05, sd:3.36, P<0.05), 3. günde %23.56 (F=25.10, sd:3.36, P<0.05) ve 5. günde %30.11 (F=27.07, sd:3.36, P<0.05) olarak görülen ölüm oranları inkübasyon periyodunun sonunda %31.15'e çıkmıştır (F=23.78, sd:3.36, P<0.05) (Çizelge 4.3).

Sivas-10 izolatında ise, 1×10^7 konidi/ml konsantrasyonunda ölüm gözlenmezken, 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonunda ise etki yine düşük kalmış 3. günde %1.66 (F=27.92, sd:3.36, P<0.05) olan ölüm oranı 17. günde %1.97 (F=22.66, sd:3.36, P<0.05) olarak tespit edilmiştir. 1×10^9 konidi/ml konsantrasyonunda ise kullanılan entomopatojen fungus izolatının etkinliği 2. günde %18.75 (F=53.00, sd:3.36, P<0.05), 3. günde %28.39 (F=27.92, sd:3.36, P<0.05) ve 17. günde ise %30.57 (F=22.66, sd:3.36, P<0.05) şeklinde değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Makroskobik olarak mikosis gelişimi görülmediğinden mikosis gelişim oranları değerlendirilememiştir.

Çizelge 4.2. *Blatta lateralis* nimflerine karşı ORP16 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolot	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0b*	0±0b	0±0b	0±0b	0±0cb	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b
	10 ⁷	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b
ORP16	10 ⁸	0.11±1.15b	1.73±4.62b	2.73±4.77b	2.73±4.77b	2.73±4.77b	2.73±4.77b	2.73±4.77b	2.73±4.77b	2.73±4.77b
	10 ⁹	16.09±1.01a	21.05±2.37a	27.25±4.27a	28.61±3.81a	28.61±3.81a	30.70±4.84a	31.75±5.59a	31.75±5.59a	31.75±5.59a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.3. *Blatta lateralis* nimflerine karşı ORP18 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolot	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0b*	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b
	10 ⁷	0±0b	0.11±1.15b	1.36±3.67b	1.36±3.67b	1.36±3.67b	1.36±3.67b	1.36±3.67b	1.36±3.67b	1.73±4.62b
ORP18	10 ⁸	0±0b	14.53±3.15a	15.35±3.83a	16.45±3.85a	16.45±3.85a	16.45±3.85a	16.45±3.85a	16.45±3.85a	16.45±3.85a
	10 ⁹	14.73±2.79a	23.56±5.84a	30.11±2.72a	30.11±2.72a	30.11±2.72a	31.15±3.50a	31.15±3.50a	31.15±3.50a	31.15±3.50a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.4. *Blatta lateralis* nimflerine karşı Sivas-10 izolatının yüzeye uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolot	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0b*	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b
	10 ⁷	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b	0±0b
Sivas-10	10 ⁸	0±0b	1.66±4.83b	1.66±4.83b	1.97±6.14b	1.97±6.14b	1.97±6.14b	1.97±6.14b	1.97±6.14b	1.97±6.14b
	10 ⁹	18.75±3.73a	28.39±5.17a	29.42±5.97a	30.57±7.14a	30.57±7.14a	30.57±7.14a	30.57±7.14a	30.57±7.14a	30.57±7.14a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.5. *Blatta lateralis* nimflerine karşı ORP16 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolat	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0a*	0±0b	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
	10 ⁷	0±0a	0±0b	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
ORP16	10 ⁸	0±0a	0±0b	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
	10 ⁹	0.46±2.03a	1.36±3.67a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	3.60±11.13a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.6. *Blatta lateralis* nimflerine karşı ORP18 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolat	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0a*	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
	10 ⁷	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a
ORP18	10 ⁸	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a	1.66±4.83a
	10 ⁹	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.7. *Blatta lateralis* nimflerine karşı Sivas-10 izolatının besine uygulanması sonucu elde edilen ölüm oranları (ortalama ± standart hata)

İzolat	Uygulama Dozu	2.gün	3.gün	5.gün	7.gün	9.gün	11.gün	13.gün	15.gün	17.gün
Kontrol		0±0a*	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a
	10 ⁷	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0.14±1.27a
Sivas-10	10 ⁸	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a	0.11±1.15a
	10 ⁹	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0±0a	0.37±3.73a	0.37±3.73a	0.90±8.85a	1.66±9.26a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey Testi'ne göre (P<0.05) istatistiksel olarak farklı değildir.

Besine yapılan uygulamalarda kullanılan entomopatojen izolatlarının etkisinin çok düşük kaldığı görülmüştür. Yapılan tüm uygulamalarda belirlenen etki kontrol ile aynı grupta yer almıştır. ORP16 izolatında 1×10^7 ve 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonlarında hiçbir ölüm gözlenmemiş, 1×10^9 konidi/ml konsantrasyonunda ise 17. günün sonunda %3.60 ölüm oranı tespit edilmiştir (F=3.15, sd:3.36, P<0.05) (Çizelge 4.5). ORP18 ve Sivas-10 izolatları ile besine yapılan uygulamada ise 17 günün sonundaki en yüksek etki %1.66 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6, 4.7).



5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kentsel alanlarda yaygın olarak bulunan ve mücadelesi zor olan zararlı gruplarından birisi de hamam böcekleridir. Çok değişik ekolojik koşullara uyum sağlamış olan bu böcekler doğrudan gıda maddelerini tüketmeleri yanında ev, lokanta, otel ve benzeri birçok alanda insanlarda değişik hastalıklara neden olan çok sayıda bakteri, virüs, fungus vb. patojen olan organizmanın vektörlüğünü yapmaktadırlar (Tatfeng ve ark., 2005). Bu zararlılar ile mücadelede kimyasal savaşım yaygın olarak kullanılmakla birlikte kapalı ortamlarda oluşturduğu risk nedeniyle insan ve çevre sağlığına önem veren yöntemlerin ön plana çıkarılması gerekmektedir.

Bu böceklere karşı yaşam alanlarının temiz tutulması, su ve gıda maddelerine erişimlerinin engellenmesi ve gizlenebilecekleri alanları ortadan kaldırılması gibi kültürel önlemler popülasyon artışının önüne geçmektedir (Yıldırım ve ark., 2014). Ayrıca dünyada bazı inert tozların hamam böceklerine karşı kullanılan preparatları mevcuttur. Bu zararlı etmenlere karşı alternatif kontrol yöntemlerinden birisi de hiç kuşkusuz entomopatojen fungusların kullanımınıdır. Bu organizmalar içerisinde *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lecanicillium muscarium* ve *Metarhizium anisopliae*'nin hamam böcekleri üzerinde patojen olduklarına dair bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlar içerisinde ise özellikle de *M. anisopliae* Amerika Bileşik Devletleri'nde ruhsatlı ticari preparat olarak hamam böceklerinin kontrolünde belirli dönemlerde kullanılmıştır (Milner ve Pereira, 2007). Bu çerçeveden gerçekleştirilen bu çalışmada Türkistan Hamam Böceği ile mücadelede entomopatojen fungusların etkinliği laboratuvar şartlarında ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında entomopatojen fungus izolatları ile Türkistan Hamam Böceği'nin nimflerine karşı tek doz ve doz tarama (besine ve yüzeye uygulama) çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulgular, kullanılan izolatların test böceğine karşı etkinliğinin düşük olduğunu göstermiştir. Genel olarak hamam böceklerine karşı entomopatojen fungusların etkinliğine yönelik çalışmalar incelendiğinde kullanılan fungusun türüne, hamam böceğin türüne ve biyolojik dönemine, kullanılan izolata, uygulama şekline ve dozlara bağlı olarak belirlenen etkilerin de farklı olduğu görülmektedir. Yürütülen bu tez çalışması kapsamında tek doz denemeleri böcek üzerine spreyleme şeklinde gerçekleştirilmiş olup en yüksek etki %15.17 olarak belirlenmiştir.

Benzer şekilde Yeşilirmak ve Karaca (2016), *B. bassiana* izolatının 10^9 spor/ml oranında hazırlanan solüsyonunun *B. lateralis* nimfleri üzerine püskürtme yönteminin 20. gün sonunda ancak %4 ölüme neden olduğunu, yine *M. anisopliae*'nin toz formülasyonunun *B. lateralis*'in yaşadığı yüzeye bulaştırma yönteminde ise uygulamadan 13 gün sonra erginlerde %100, nimflerde ise 20. gün sonunda %46 ölüme sebep olduğunu bildirmişler ve araştırmacılar nimflerin entomopatojen funguslara karşı gösterdiği toleransın deri değiştirme ile alakalı olabileceğini ifade etmişlerdir. Kılıç ve ark. (2019), dokuz *B. bassiana* ve bir *M. anisopliae* izolatının *B. germanica* erginleri üzerindeki etkinliğini laboratuvar şartlarında 2×10^7 conidia/mL dozunda ortaya koymuşlardır. Böcek üzerine spreyleme şeklinde yapılan uygulama sonucunda, kullanılan tüm izolatların 12. günün sonunda *B. germanica* üzerindeki etkisinin çok düşük (%3.3-6.7) olduğunu gözlemlemişlerdir. Yine Rosa ve ark. (2020), *Aspergillus* sp. IK1 ve IK3 izolatlarının *Periplaneta americana* nimflerine karşı böceği daldırma metodu kullanarak yaptığı uygulamada, 10^9 konidia/ml konsantrasyonunda 5. günün sonunda sırasıyla %46 ve %60 oranında etki belirlemişlerdir. Hernandez-Ramirez ve ark. (2008), *B. bassiana* ve *M. anisopliae* entomopatojen funguslarının laboratuvar koşullarında 1.1×10^6 conidia/hamamböceği dozunda, *Periplaneta americana* erginlerine karşı sırasıyla %44 ve %49 oranında ölüme neden olduklarını bildirmişlerdir. Yine Er ve ark. (2022), *B. germanica* erginlerine karşı *Metarhizium*, *Beauveria* ve *Isaria* cinslerine ait toplam 12 entomopatojen fungusun etkinliklerini 1×10^7 dozunda ve böceğe daldırma şeklinde araştırmışlardır. 14. günün sonundaki etkinliklerini %23.3-96.7 arasında belirlemişlerdir.

Yürütülen bu çalışmada *B. lateralis*'e karşı entomopatojenlerin etkinliği besine ve yüzeye uygulama şeklinde de ortaya konulmuş ve elde edilen verilerden özellikle besine uygulama denemelerinde etkinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Yeşilirmak ve Karaca (2016), *B. bassiana* entomopatojen fungus izolatının 10^9 spor/ml oranında hazırlanan solüsyonunun besine püskürtme yönteminin 20. gün sonunda *B. lateralis* nimflerinde herhangi bir etkiye neden olmadığını, yine *M. anisopliae*'nin toz formülasyonunun *B. lateralis*'in besinine bulaştırma yönteminin ise erginlerde herhangi bir etki göstermezken nimflerde ise ancak %2 ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar entomopatojen fungusun daha çok değme yoluyla böcek vücuduna giriş yaptığını ve bu şekilde etki gösterdiğini bu nedenle de besine yapılan uygulamanın böcek üzerine etkili olmayabileceğini belirtmişlerdir. Bu durumun bir nedeninin de konukçu

böceğin sindirim sistemindeki özellikle kimyasal mekanizmanın (enzim ve toksin) fungus sporları üzerindeki negatif etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yine benzer şekilde, Gutierrez ve ark. (2014), *B. germanica* ve *P. fuliginosa*'nın nimf ve erginlerine karşı Arjantin kökenli iki entomopatojen fungus izolatının (*M. anisopliae* ve *B. bassiana*) etkinliğini 1×10^9 conidia/ml dozunda yeme karıştırma ve direkt böceğe uygulama şeklinde test etmişlerdir. Direkt böceğe uygulanma tekniğinin *P. fuliginosa*'nın nimf ve erginlerinde, yeme karıştırma tekniğinin ise *P. fuliginosa*'nın erginlerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada da Toksöz ve ark. (2017), entomopatojen fungus *Paecilomyces lilacinus*'un *B. orientalis* ve *Shelfordella tartara* nimflerine etkinliğinin yüzey uygulamasında 12. günün sonunda %40'ı geçmediğini vurgulamışlardır. Yine aynı araştırmacılar böceğe yapılan direk sprey şeklindeki uygulamanın ise 10^6 cfu ml⁻¹ dozlarında 10. günün sonunda her iki böcekte de 10. günün sonunda %100 ölüm meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Atay ve ark. (2017), 4 entomopatojen fungus izolatının *B. lateralis*'e karşı etkinliğini (GN-16, GN-2, HP-14, HP-22) 1×10^7 konidia/ml dozunda böceğe ve yüzeye uygulama şeklinde değerlendirmişler ve 7. günün sonunda böceğe uygulama etki sonuçlarının sırasıyla %36.27, 9.74, 77.78 ve 35.67, yüzeye uygulama sonuçlarının ise %97.50, 61.79, 90.25 ve 20.84 olduğunu ifade etmişlerdir.

Gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak literatür ile benzerlik göstermiştir. Kullanılan entomopatojen fungusların etkinliği uygulama şekli, kullanılan entomopatojen fungus türü ve izolata bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde yüzey uygulamasının etkinliği diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuş, besine yapılan uygulamada ise etki neredeyse hiç görülmemiştir. Sonuç olarak yapılan bu çalışmada *B. lateralis*'in mikrobiyal mücadelesine yönelik temel bazı veriler elde edilerek literatüre kazandırılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Alesho, N. A., 1997. Synanthropic cockroaches of Russia. In Proceedings of the International Colloquia on Social Insects, 3-4: 45-50.
- Atay, T., Yanar, Y., Yanar, D., Alkan, M. ve Kepenekci, İ., 2019. Bazı entomopatojen fungus izolatlarının Türkistan Hamam Böceği [*Blatta lateralis* Walker (Blattodea: Blattidae)]'nin nimflerine karşı laboratuvar şartlarında etkinliğinin belirlenmesi. 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu "Sürdürülebilir Tarım ve Çevre" 21-23 Haziran, Tokat, 473-476.
- Baggio-Deibler, M. V., da Costa Ferreira, M., Monteiro, A. C., de Souza-Pollo, A., ve Lemos, M. V. F., 2018. Management of the American cockroach's oothecae: The potential of entomopathogenic fungi control. Journal of invertebrate pathology, 153: 30-34.
- Bozdoğan, İ. E. ve Tunaz, H., 2023. Toxicity of Some Entomopathogenic Fungi Combined with Boric Acid Againsts Adults of American Cockroach *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattidae). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(4): 795-805.
- Brenner, R. J. ve Kramer, R. D., 2019. Cockroaches (Blattaria). In Medical and veterinary entomology (Eds: Mullen, G.S. and Durden, L.A.) (pp. 61-77). Academic Press.
- Cillo, D., Fois, F., Bazzato, E. ve Piras, P. 2009. *Blatta lateralis* Walker, 1868 (Blattaria: Blattidae): Prima segnalazione per la Sardegna di specie di origine medio-orientale attualmente introdotta e diffusa in varie regioni del globo. Bollettino della Società entomologica italiana, 141 (2): 113-118
- Davari B., Limoe, M., Khodavaisy, S., Zamini, G. ve Izadi, S., 2015. Toxicity of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium muscarium* against a field collected strain of the german cockroach *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Tropical Biomedicine, 32(3): 463-470.
- Demirbağ, Z., 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, Esen Ofset Matbaacılık, s. 325, Trabzon.
- Demirsoy, A., 1995. Yaşamın Temel Kuralları. Omurgasızlar/Böcekler. Entomoloji. Hacettepe Yayınları, Ankara, 940s.

- Eilenberg, J., Hajek, A. ve Lomer, C., 2001. Suggestions for Unifying the Terminology in Biological Control. *Biocontrol*, 46: 387-400.
- Er, M. K., Tunaz, H. ve Işıkber, A., 2022. Efficacies of Entomopathogenic Fungi from *Metarhizium*, *Beauveria* and *Isaria* on German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Blattaria: Blattellidae). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1): 105-112. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.881220>
- Goettel, M.S., Eilenberg, J. ve Glare, T., 2005. Entomopathogenic Fungi and Their Role in Regulation of Insect Populations. In "Comprehensive Molecular Insect Science." (L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill, eds), Amsterdam: Elsevier, 361-405pp.
- Gutierrez, A. C., García, J. J., Alzogaray, R. A., Urrutia, M. I. ve Lopez Lastra, C. C., 2014. Susceptibility of different life stages of *Blattella germanica* (Blattodea: Blattellidae) and *Periplaneta fuliginosa* (Blattodea: Blattidae) to entomopathogenic fungi. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3(12): 614-621.
- Harper, C.R. ve Zilberman, D., 1990. Pesticide regulation: problems in trading off economic benefits against health risks, in Zilberman, D. and Siebert, J.B. (eds.), *Economic Perspectives on Pesticide Use in California*, pp. 181-208.
- Hernandez-Ramirez, G., Sanchez-Arroyo, H., Alatorre-Rosas, R., Robinson, W. H., ve Bajomi, D., 2008. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the American cockroach (Dictyoptera: Blattidae). In *Proceedings of the 6th International Conference on Urban Pests* (pp. 143-144). Hungary: OOK-Press Kft.
- Hubner-Campos, R. F., Leles, R. N., Rodrigues, J., ve Luz, C., 2013. Efficacy of entomopathogenic hypocrealean fungi against *Periplaneta americana*. *Parasitology International*, 62(6): 517-521.
- Kamyabi, F., Vatan Doost H., Abolhassani, M., Aghasi, M., Telmadarehei, Z. ve Abaei, M.R., 2006. Susceptibility of different strains of German cockroach, (*B. germanica*) to three insecticides in hospitals affiliated to Kerman University of Medical Sciences. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*.16:108-98.

- Kilic, E., Güven, Ö., Baydar, R. ve Karaca, İ., 2019. The mortality effects of some entomopathogenic fungi against *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera littoralis*, *Tenebrio molitor* and *Blattella germanica*. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 25(1): 33-37.
- Kim, T. ve Rust, M.K., 2013. Life history and biology of the invasive Turkestan cockroach (Dictyoptera: Blattidae). Journal of Economic Entomology, 108 (1): 2428-2432.
- Lacey, L.A., Goettel, M.S. 1995. Current Developments in Microbial Control of Insect Pests And Prospects for The Early 21st Century. Entomophaga, 40: 3-27.
- Metcalf C.L. ve Flint, W.P., 1962. Destructive and Useful Insects. Mc Graw Hill Book Company Inc. Newyork, San Francisco, Toronto, London, 1087 pp.
- Milner, R. J., ve Pereira, R. M., 2007. Microbial control of urban pests–cockroaches, ants and termites. In Field manual of techniques in invertebrate pathology (pp. 695-711). Springer, Dordrecht.
- Özar, A.İ., 1980. Ege bölgesinde bulunan hamamböceği türleri. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 4(1): 59-71.
- Quesada-Moraga, E., Santos-Quirós, R., Valverde-Garcia, P., & Santiago-Alvarez, C., 2004. Virulence, horizontal transmission, and sublethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* (Anamorphic fungi) on the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). Journal of Invertebrate Pathology, 87(1): 51-58.
- Rosa, E., Ekowati, C. N., Handayani, T. T., Ikhsanudin, A., Apriliani, F., ve Arifiyanto, A., 2020. Characterization of entomopathogenic fungi as a natural biological control of American cockroaches (*Periplaneta americana*). Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 21(11): 5276-5282.
- Shahraki, G. H., Parhizkar, S., ve Nejad, A. R. S., 2013. Cockroach infestation and factors affecting the estimation of cockroach population in urban communities. International Journal of Zoology, 2013:1-6.
- Sharififard, M., Mossadegh, M. S., Vazirianzadeh, B., ve Latifi, S. M., 2016. Biocontrol of the brown-banded cockroach, *Supella longipalpa* F. (Blattaria: Blattellidae), with entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*. Journal of arthropod-borne diseases, 10(3): 335-346.

- Yeşilırmak, M.M. ve Karaca, İ., 2016. Entomopatojen fungusların *Blatta lateralis* Walker (Blattodea: Blattidae)'e etkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 7(2): 167-182.
- Yıldırım, E., Özbek, H. ve Aslan, A., 2014. Depolanmış Ürün Zararlıları ve Mücadele Yöntemleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:191, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Yiğit, Ş., Oksal, E., Atay, T., Akça, İ., Kepenekci, İ., 2017. Effect of Entomopathogenic Fungus, *Purpureocillium lilacinum* (syn: *Paecilomyces lilacinus*) on *Blatta orientalis* and *Shelfordella tartara* under Laboratory Conditions. 6th Entomopathogens and Microbial Control Congress, 14-16 September, Tokat, Türkiye, p43.

ÖZGEÇMİŞ

