T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

FARKLI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN TURUNÇGİL UNLUBİTİ *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) ÜZERİNE ETKİNLİKLERİ

Hazırlayan
Döndü AYDIN

Danışman
Prof. Dr. Murat MUŞTU

Yüksek Lisans Tezi

Kasım 2024
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

FARKLI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN TURUNÇGİL UNLUBİTİ *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) ÜZERİNE ETKİNLİKLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Döndü AYDIN

Danışman
Prof. Dr. Murat MUŞTU

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından FYL -2023 -12812 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Kasım 2024
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Döndü AYDIN

İmza:

"Farklı Entomopatojen Fungusların Turunçgil Unlubiti *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera:Psedococcidae) Üzerine Etkinlikleri" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Döndü AYDIN	Prof. Dr. Murat MUŞTU

Bitki Koruma ABD Başkanı

Prof. Dr. Handan ALTINOK

TEŞEKKÜR

‘’Kadınlarını okutmayan milletler yıkılmaya mahkumdur’’ diyerek biz Türk kadınlarına hayatın her alanında bulunmamız için eşit fırsat hakkı veren Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk’ü saygı ve minnetle anıyor, teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisans ve yüksek lisans dönemim boyunca bilgisiyle yolumu aydınlatan, yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bu sürecin benim için daha kolay hale gelmesini sağlayan, öğrendiğin her şeyi borçlu olduğum, saygıdeğer hocam Prof. Dr. Murat MUŞTU’ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve tecrübeleriyle çalışmalarımda yol gösteren sayın doktora öğrencisi Saif KHATTAFİ’ye ve yüksek lisansımı sağlıklı bir şekilde bitirmem için çalışma hayatımda desteğini hiç esirgemeyen TDUB Genel Sekreteri Sayın Hakan UFUK’a teşekkürlerimi borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında, hiçbir zaman desteklerini ve sevgilerini esirgemeyen, her zaman yanımda olduklarını hissettiğim, dedem Mehmet AYDIN, babam Bayram AYDIN, annem Songül AYDIN, motivasyon kaynağım canım kardeşlerim İnci ve Nasuh AYDIN’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Döndü AYDIN

Kayseri, Kasım 2024

FARKLI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN TURUNÇGİL UNLUBİTİ *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) ÜZERİNE ETKİNLİKLERİ

Döndü AYDIN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Kasım 2024
Danışman: Prof. Dr. Murat MUŞTU

ÖZET

Bu çalışmada, farklı entomopatojen fungus izolatları *Beauveria bassiana* (Esk-3, Akçe 5, Ak-or 4), *Isaria farinosa* (N-19/2 ve N-41), *Beauveria pseudobassiana* (N-24), *Lecanillium psalliotae* (KK-8)'nin Turunçgil unlubiti *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) üzerindeki öldürücü etkisi incelenmiştir. Bu amaçla tek doz tarama testlerinde, entomopatojen fungus izolatlarına ait 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğundaki entomopatojen fungus süspansiyonları *P. citri*'nin 2. dönem nimflerine uygulanarak %80 nem düzeyindeki nem kabinlerinde inkübe edilmiş, ölüm oranları farklı günlerde (4, 7 ve 10) kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ölüm oranı (% 62,00) *B. bassiana* Akçe-5 izolatı uygulanan nimflerde görülmüştür. Tek doz tarama testlerinde en etkili izolat olarak belirlenen Akçe-5 izolatı, unlubitin tüm dönemlerine farklı yoğunluk (1 x 10^6, 1 x 10^7 ve 1 x 10^8 spor/ml) ve farklı nem düzeylerinde (%70 ve %90) uygulanarak, unlubit ölümleri farklı günlerde (4, 7 ve 10) kaydedilmiştir. Tüm denemeler 25 °C sıcaklık ve 16:8 aydınlık:karanlık koşullarındaki iklim odalarındaki nem kabinlerinde yürütülmüştür. Farklı nem oranları, spor yoğunlukları ve zaman değişkenleri altında yapılan değerlendirmelerde, tüm unlubit dönemleri için en yüksek ölüm oranlarının %90 nem ve 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğunda inkübasyonun 10. Gününde elde edildiği tespit edilmiştir. Yüksek nem ve spor yoğunluğu, tüm izolatların çimlenme ve enfekte etme kapasitesini artırırken, düşük nem (%70) ve düşük spor yoğunluğu (1 x 10^6 spor/ml) etkinliği sınırlandırmıştır. Araştırma sonucunda entomopatojen fungusların *P. citri* kontrolünde kimyasal yöntemlere etkili bir alternatif sunduğu ve biyolojik mücadelede sürdürülebilir bir yaklaşım olarak değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Çalışma, biyolojik mücadele protokollerinin geliştirilmesi ve fungusların tarımsal uygulamalardaki kullanımının teşvik edilmesi için önemli bilgiler ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelime: *Planococcus citri,* entomopatojen fungus, turunçgil, biyolojik mücadele

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT ENTOMOPATHOGENIC FUNGI ON THE CITRUS MEALYBUG *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Döndü AYDIN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, November 2024
Supervisor: Prof. Dr. Murat MUŞTU

ABSTRACT

In this study, the mortality effect of different entomopathogenic fungal isolates *Beauveria bassiana* (Esk-3, Akçe 5, Ak-or 4), *Isaria farinosa* (N-19/2 and N-41), *Beauveria pseudobassiana* (N-24), *Lecanillium psalliotae* (KK-8) on *Citrus* mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) was investigated. For this purpose, in single dose screening assays, entomopathogenic fungus suspensions of 1 x 10^8 spores/ml of entomopathogenic fungus isolates were applied to the 2nd stage nymphs of *P. citri* and incubated in test cabinets at 80% humidity level and mortality rates were recorded on different days (4, 7 and 10). According to the results obtained, the highest mortality rate (62.00%) was observed in nymphs treated with *B. bassiana* Akçe-5 isolate. Akçe-5 isolate, which was determined as the most effective isolate in single dose screening assays, was applied to all stages of mealybug at different densities (1 x 10^6, 1 x 10^7 and 1 x 10^8 spores/ml) and different humidity levels (70% and 90%) and mealybug mortality was recorded on different days (4, 7 and 10). All experiments were conducted in humidity cabinets in climate chambers at 25 °C temperature and 16:8 light:dark conditions. Evaluations under different humidity levels, spore densities and time variables showed that the highest mortality rates for all mealybug periods were obtained on the 10th day of incubation at 90% humidity and 1 x 10^8 spore/ml density. High humidity and spore density increased the germination and infecting capacity of all isolates, while low humidity (70%) and low spore density (1 x 10^6 spores/ml) limited the effectiveness. The study revealed that entomopathogenic fungi offer an effective alternative to chemical methods in the control of *P. citri* and should be considered as a sustainable approach in biological control. The study revealed important information for developing biological control protocols and promoting the use of fungi in agricultural practices.

Keywords: *Planococcus citri*, entomopathogenic fungus, *Citrus*, biological control

İÇİNDEKİLER

FARKLI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN TURUNÇGİL UNLUBİTİ *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Psedococcidae) ÜZERİNE ETKİNLİKLERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
ONAY: iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR VE SİMGELER x
TABLOLAR LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Problem Durumu 4
1.2. Araştırmanın Amacı 4
1.3. Araştırmanın Önemi 4
1.4. Literatür Taraması 5

2. BÖLÜM
YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem 8
2.1.1. Turunçgil unlubiti *Planacoccus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)' nin kitle üretimi 8
2.1.2. Fungus Kültürü 9
2.1.3. Konidial Süspansiyon Üretimi 11
2.1.4. Tek Doz Tarama Testleri 12
2.1.5. Etkili İzolatın Farklı Spor Yoğunluğu ve Nem Düzeylerinde Farklı Unlubit Dönemlerine Etkileri 13

2.1.6. İstatistiksel Analiz 14
2.2. Materyal 14
2.2.1. Turunçgil Unlubiti (*Planococcus citri*) (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) 14
2.2.2. Entomopatojen Fungusların Genel Özellikleri 16
2.2.2.1. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales) 17
2.2.2.2. *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales) 17
3. BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA
3.1. Tek Doz Tarama Testleri 18
3.2. Etkili İzolatların Farklı Spor Yoğunluğu ve Nem Düzeylerinde Farklı Unlubit Dönemlerine Etkileri 20
4. BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER
KAYNAKÇA 30
ÖZGEÇMİŞ 34

KISALTMALAR VE SİMGELER

% :	Yüzde
˚C :	Derece santigrat
EPF :	Entomopatojen fungus
FAO:	Food and Agriculture Organization
P.citri:	*Planococcus citri*
PDA :	Patates dekstroz agar

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Farklı entomopatojen fungusların 4, 7 ve 10. günlerde *Planococcus citri*'nin 2. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)..... 18

Tablo 3.2. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin yumurta dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)..... 21

Tablo 3.3. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin I. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)..... 22

Tablo 3.4. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin II. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)..... 23

Tablo 3.5. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin III. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh) 24

Tablo 3.6. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin ergin dişi dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ±sh) 25

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Patates üzerinde turunçgil unlubiti kültürü 9
Şekil 2.2. Ekimi yapılan fungus kültürleri 10
Şekil 2.3. Konidial süspansiyonlu üretim aşamaları 11
Şekil 2.4. Konidial süspansiyonlu üretim aşamaları 12
Şekil 2.5. Tek doz tarama testleri 13
Şekil 2.6. Turunçgil unlubiti ergin dişi 16
Şekil 2.7. Turunçgil unlubiti ergin erkek 16

GİRİŞ

Turunçgiller Rutaceae familyasının Aurantroideae Alt Familya'sının üyesi olan *Citrus* cinsine ait bir bitki topluluğudur. Portakal, mandalina, limon, altıntop, turunç, kamkat, ağaç kavunu, şadok ve bergamot gibi ekonomik değeri yüksek çeşitleri içeren subtropik iklim isteğine sahiptirler. İçerdiği C vitamini ile insan sağlığına yararları olan turunçgiller, taze tüketiminin yanında, reçel, meyve suyu, hatta kozmetik ürünlere hammadde olarak işlenmektedir (Aygören, 2023). Bu ürün grubunun anavatanı Çin, Hindistan ve Güneydoğu Asya'dır. Turunçgillerin günümüzde birçok yerde üretimleri yapılabilmektedir. Ülkemizde ise daha çok ılıman iklimin hâkim olduğu Akdeniz Bölgesinde ve Ege Bölgesinin bazı kesimlerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Buna ek olarak az miktarlarda da olsa ülkemizin Marmara bölgesinin güney kesimlerinde ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde de üretimi yapılabilmektedir (Uysal and Polatöz, 2014). FAO verilerine göre; dünya üzerinde 2021 yılında yaklaşık 8,7 milyon hektar alanda turunçgil üretimi yapılmıştır. Dünyada turunçgil üretim alanlarının %45'ini portakal, %36'sını mandalina, %15'ini limon ve %4'ünü greyfurt oluşturmaktadır. Aynı yılda Türkiye 166 bin ha alanda turunçgil üretimi gerçekleştirmiştir. Daha çok meyve suyu üretiminde kullanıldığı için dünya üzerinde 2022/23 üretim sezonunda gerçekleşen 101 milyon tonluk turunçgil üretiminin %47'sini portakal oluşturmaktadır. AB ülkeleri dünyada en çok turunçgil ithal eden ülkeler sıralamasında ilk sırada yer almakta olup bunu Rusya takip etmektedir.

Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi turunçgillerde de zarar yapan önemli bitki koruma etmenleri mevcuttur. Bunların en önemlilerinden birisi de Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae)' dir. Bu zararlının orjini Çin olup, 1813'te Avrupa' da, 1879' da ise Amerika Birleşik Devletleri' nde turunçgil ve süs bitkisi zararlısı olarak literatüre geçen bir zararlıdır (Bodenheimer, 1952). Bu zararlı dünyanın hemen hemen tüm zoocoğrafik bölgelerine yayılmış olup Akdeniz bölgesinde

turunçgillerde bulunan unlubitlerin en önemli zararlılarından biridir (Gill, 1992). Konukçuları arasında turunçgil, bağ, zeytin, dut, nar, muz, zakkum, yerfistığı, balkabağı, kavun, karpuz ve pek çok süs bitkisi vardır (Telli and Yiğit, 2019). Turunçgil unlubiti, 82 familya içerisinde yer alan 191 cinse ait 200'ün üzerinde konukçuya sahiptir (García Morales et al., 2016). Bu zararlı çeşitli koşullarda emgi yaparak bitkide beslenebilen ve hızla çoğalabilen, polifag bir unlubit türüdür (Rahmouni and Chermiti, 2013). *P. citri* asıl zararını bitki özsuyunu emerek oluşturur. Beslenme sonucunda solmuş ve deforme olmuş yapraklar, erken yaprak dökümü, bitki gelişiminde yavaşlama meydana gelerek ileriki dönemlerde ölümler gözlemlenebilir (Godfrey et al., 2002) . Bunun yanında salgıladığı tatlımsı maddeler nedeniyle bitki yüzeyinde saprofit mantarlar gelişerek fumajine neden olurlar (Gausman and Hart, 1974). Bu durum bitkilerde fotosentez yüzeyinin azalmasına neden olur. Bu zararlı ile mücadele edilmezse, üründe büyük ekonomik kayıpları olabilmektedir.

Unlubite karşı mücadelede insektisit kullanımı çok önemli yer tutmaktadır. Buna karşın zararlı farklı savunma mekanizmaları geliştirerek kendisini koruyabilir (Franco et al., 2009). *P citri*, bitkinin korunaklı yerlerinde saklanabilir ve integümenti kaplayan mumsu tabaka, insektisitlere karşı doğal bir bariyer oluşturur (Lemawork et al., 2011). Yumurtalarını ise ovisaclarından salgıladıkları mumsu filamentleri tarafından korumakta olduklarından dolayı insektisitlere karşı bir koruma kalkanına sahiptirler (Franco et al., 2009). Yoğun kimyasal kullanımı ve özellikle selektif olmayan pestisitler, zararlının doğal düşmanlarını olumsuz etkiler ve ikincil salgınlara yol açar (Cloyd and Dickinson, 2006). Mücadelede kullanılan insektisitler, güvenlik endişeleri ve düşük selektivite nedeniyle riskli olarak kabul edilir (Franco et al., 2009). Dolayısıyla mücadelede alternatif yöntemlerin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Turunçgil unlu bitinin 7 familyaya ait 22 cinse giren doğal düşmanları mevcut olup (García Morales et al., 2016), bunun yanında *P. citri* üzerinde hastalık yapma yeteneğine sahip patojenik funguslar da mevcuttur. Entomopatojen funguslar (EPF) böcek patojenleri olarak gözlemlenen ilk mikroorganizmalardır (Lacey et al., 2001). Hypocreales takımı içerisinde yer alan funguslar, özellikle Homoptera türlerine karşı etkili olan yaygın entomopatojen gruplardır (Hajek and Delalibera, 2010; Humber, 2008). Bazı entomopatojen fungus türlerinin unlubitlere karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Lacey and Goettel, 1995). Bunlar

arasında *Beauveria bassiana* (Lemawork et al., 2011), *Metarhizium anisopliae* (Lemawork et al., 2011; Pereira et al., 2011), *Lecanicillium cf. lecanii*, *Lecanicillium muscarium* (Petch) (Ghaffari et al., 2017), *Isaria farinosa* (Demirci et al., 2011), *Aspergillus parasiticus* Speare, *Cladosporium oxysporum* Berk, *Hirsutella sphaerospora* Evans ve Samson ve *Neozygites fumosa* (Speare) Remaudière ve Keller (Junior et al., 1997) sayılabilir. Zararlı yönetim programları içinde sentetik insektisitlere alternatif olarak entomopatojen funguslardan oluşan mikrobiyal biyopestisitlerin geliştirilmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu nedenle turunçgil unlubitine karşı entomopatojen funfusların kullanıldığı biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, farklı entomopatojen fungus izolatlarının, Turunçgil unlubiti üzerine olan ölümcül etkileri araştırılarak, etkili izolatın turunçgil unlubitinin biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeli ortaya konulmuştur.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Problem Durumu

Planococcus citri tüm Dünya' da polifag bir zararlı olarak tanımlanmıştır. Turunçgiller ve birçok meyve türünün, süs bitkilerinin önemli bir zararlısıdır (Ben-Dov, 1994; Erkiliç and Demirbas, 2007) Ayrıca kakao ve tütündeki viral hastalıkların taşıyıcısı olarak görülmektedir (Kirkpatrick, 1953). Turunçgillerde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen zararlılardan biri olan Turunçgil unlubiti yaprak ve meyve saplarında emgi yaparak erken dönemde meyve dökümüne ve ayrıca fumajin oluşmasına sebep olmaktadır (Lodos, 1986), meydana gelen bu zarar sonunda turunçgil meyvelerinin özellikle satımı olumsuz yönde etkilenmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Turunçgil yetiştiriciliği yapılan bölgelerde en önemli zararlılardan biri olan Turunçgil unlubiti popülasyonunu çevreye zarar vermeden kontrol etmek için biyolojik mücadelede kullanılan EPF'lerin önemli olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* (Esk-3, Akçe 5, Ak-or 4), *Isaria farinosa* (N-19/2 ve N-41), *Beauveria pseudobassiana* (N-24), *Lecanicillium psalliotae* (KK-8)'in Turunçgil unlubiti üzerindeki ölümcül etkileri araştırılarak, en etkili olan izolatın biyolojik mücadelede kullanılma potansiyelinin ortaya konması amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Türkiye'de ekonomik anlamda turunçgil yetiştiriciliği önemli bir yere sahiptir. Ancak yetiştirilen bölgelerde Turunçgil unlubiti verim ve kalitede büyük kayıplara neden olmaktadır. İnsektisitlerin yaygın olarak uygulanmaları nedeniyle, Turunçgil unlubiti

popülasyonlarının insektisitlere duyarlılığında da azalma olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, pestisit uygulamalarının insanlar ve çevre üzerindeki potansiyel risklerini ve etkilerini en aza indirmek için biyolojik mücadele gibi alternatif mücadele yaklaşımlarının Entegre Zararlı Yönetimi programlarına dâhil edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, söz konusu zararlının biyolojik mücadelesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Son yıllarda biyolojik mücadele kullanılan etmenler içerisinde entomopatojen fungusların kullanımı artmaktadır.

Bu tez çalışmasında entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana, Isaria farinosa, Beauveria pseudobassiana* ve *Lecanicillium psalliotae*' ya ait bazı izolatlar Turunçgil unlubitine karşı laboratuvar koşullarında uygulanmıştır. Çalışma sonunda, uygulanan entomopatojen fungusların Turunçgil unlubiti üzerindeki etkileri belirlenmiş, bu funguslardan en etkili olan izolat seçilerek, bu izolatın farklı nem ve spor yoğunluğunda Turunçgil unlubitinin farklı dönemleri üzerindeki etkinliği ortaya konmuştur. Böylelikle, söz konusu izolatların biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilme potansiyelleri değerlendirilmiştir.

1.4. Literatür Taraması

Cox and Ben-Dov (1986), özellikle *Planococcus* cinsine ait türlerin ayrımının çok güç olduğunu bildirmiş ve *P. citri* ile *P. ficus* türlerinin ayrılmasında kullanılan karakterler hakkında bilgiler vermiştir.

Demirci ve ark. (2008) tarafından daha önce birçok böcekte etkinliği tespit edilmiş olan entomopatojen fungus *P. farinosus*'un, Turunçgil unlubiti ve Bağ unlubiti'nin farklı gelişme dönemlerinde, ortam nemi ve spor yoğunluğuna bağlı olarak yüksek patojenik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Demirci ve ark. (2011), EPF *Isaria farinosa*'nın turunçgil unlubitinin farklı dönemleri üzerine etkinliğini farklı inokulum yoğunluğu ve nem düzeylerinde araştırmışlardır. Entomopatojen 1 x 10^8 konidi/ml inokulum konsantrasyonunda ve %95 nem düzeyinde unlubitin yumurtalarında %89.39 1.dönem nimfler üzerinde %78.71 2. dönem nimfler üzerinde %84.07 ergin dişiler üzerinde %84.53 ölüme neden olduğu belirlenmiştir.

Yüzde ölümleri inokulum ve nem düzeyindeki düşüşle birlikte azaldığını bildirmişlerdir.

Mascarin et al. (2011), *P. citri* ergin dişilerinin entomopatojen funguslar *M. anisopliae* var *anisopliae, B. bassiana, I. farinosa, I. fumosorosea, Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare ve W. Gams ve *L. longisporum*'a duyarlılığını laboratuvar koşullarında incelenmiş ve *M. anisopliae*'nin %78 ölüme neden olan tek fungus olduğu, diğer fungus izolatlarının etkisiz olduğu saptanmıştır.

Muştu et al. (2015) *Planococcus ficus'*a karşı *Isaria farinosa* izolatını laboratuvar koşullarında çalışmışlardır. Bu çalışmada *P. ficus'*a karşı *Isaria farinosa'*nın yüksek virülensliğini göstermişlerdir. 1 x 10^8 konidi/ml'lik bir konstrasyon uygulamasından 6 gün sonra %91'lik ölüm gözlemlemişlerdir.

Karaca et al. (2016) *Beauveria bassiana, P. fumosoroseus* ve *P. lilacinus*'un Turunçgil unlubitinin ikinci dönem nimflerine etkileri laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Sonuç olarak uygulamadan beş gün sonra *B. bassiana* izolatı en yüksek etkiyi göstermiş ve tüm bireyleri öldürmüştür. *P. fumosoroseus* ve *P. lilacinus'*un neden olduğu ölüm oranları, ilk iki günde düşük olmuş, fakat yedinci günde sırasıyla %96 ve %82 olarak saptanmıştır.

Fitzgerald et al. (2016), iki entomopatojen türü olan *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana*'nın farklı izolaatlarını turunçgil unlubiti 1. dönem nimf ve erginleri üzerine virülensliğini laboratuvar koşullarında çalışmışlardır. 1 x 10 konstrasyonda uygulanan *B. bassiana* (GAR17B3) ve *Metarhizium anisopliae* (FCMAR23B3) izolatlarının her ikisi de unlubit üzerinde sırasıyla %67.5 *B. bassiana* (GBAR23133) %64 ölüme neden olmuştur. Bu üç izolatın nimfler üzerindeki letal konsantrasyon (LC50) değerleri sırasıyla *Metarhizium anisoplia* (FCMAR23B3) 5.29 x 10^5 konidia/ml *B. bassiana* (GAR17B3)için 4.25 x 10^6 konidia/ml, *B. bassiana* (GBAR23133)için 6.65 x 10^7konidia/ml olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre iki izolat (*Metarhizium anisopliae* FCMAR23B3 ve *B. bassiana* GAR17B3) turunçgil unlubitine karşı biyolojik mücadele ajanı olarak iyi bir potansiyel ortaya koymuştur.

Ghaffari et al. (2017) EPF *Lecanicillium longisporum* ve *L. Lecanii*'yi laboratuvar ve sera koşullarında *P. citri* karşı denemişlerdir. Çalışma sonucunda unlubitin ergin ve nimf dönemlerinde sırasıyla %96.6 ve %66.8 ölüme neden olduklarını bildirmişlerdir.

Muştu ve Kılınçer (2007) ve Muştu et al. (2008) *C. montrouzieri*'nin aynı ortamda bulunan *A. pseudococci* tarafından parazitlenmiş ve parazitlenmemiş *P. citri* ve *P. ficus* bireyleri arasındaki besin tercihini araştırmışlardır. Sonuçta, predatör dişisi ve dördüncü dönem larvasının beslenmek için iki unlubit türünün de iki ve dört günlük parazitli bireylerini, parazitlenmemiş olanlara tercih ettiğini belirlemişlerdir.

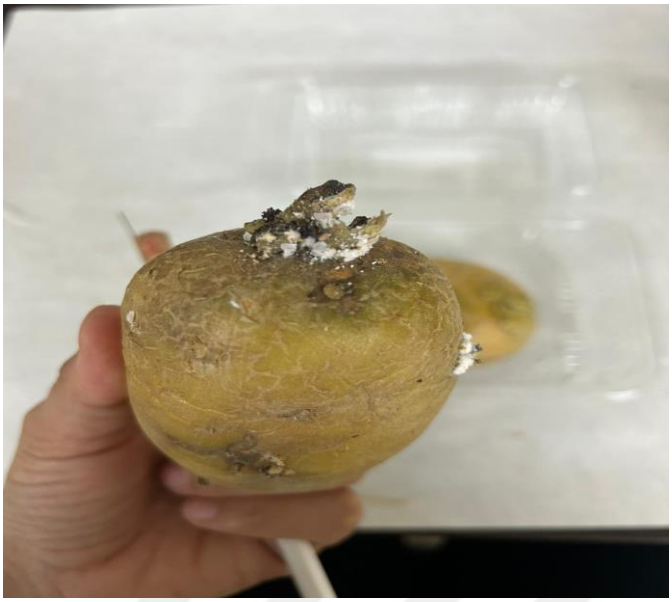
2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem

2.1.1. Turunçgil unlubiti *Planacoccus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)' nin kitle üretimi

Çalışmada kullanılan *Planococcus citri* stok kültürü daha önceki çalışmalar için Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM)'den getirilerek Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü iklim odasında devamlılığı sağlanmıştır. Çalışma boyunca *Planococcus citri*'nin laboratuvar koşullarındaki üretimi 25±1°C sıcaklık, %60±10 orantılı nem ve 16:8 saat aydınlanma rejimine sahip iklim odalarında yürütülmüştür. Turunçgil unlubitinin besini olarak kullanılacak patatesler 4°C sıcaklıkta iki hafta bekletilerek 15-18°C sıcaklıkta karanlık etüvler içinde filizlendirilmiştir. Filizlendirilmiş patatesler üzerine P. citri'nin ovisaklı dişilerinden yumuşak uçlu fırça yardımıyla alınan unlubit yumurtaları bulaştırılmıştır. Yumurta ile bulaştırılmış patatesler üzeri tül ile kaplı havalandırma açıklığı bulunan 3 lt'lik plastik kavanozlar içerisine konularak unlubitlerin gelişmeleri düzenli olarak kontrol edilmiştir. Gelişimini tamamlayan unlubitlerden elde edilen ovisaklar yeniden yumuşak uçlu fırça yardımı ile filizlendirilmiş patatesler üzerine bulaştırılarak kültürün devamlılığı sağlanmıştır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Patates üzerinde turunçgil unlubiti kültürü

2.1.2. Fungus Kültürü

Çalışmada kullanılan fungus izolatları Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenen 15L0447005 nolu yüksek lisans projesi kapsamında süne erginlerinden izole edilmiştir. Bu izolatlar *Beauveria bassiana* (Esk-3, Akçe 5, Ak-or 4), *Isaria farinosa* (N-19/2 ve N-41), *Beauveria pseudobassiana* (N-24), *Lecanicillium psalliotae* (KK-8) olup Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi biyolojik mücadele laboratuvarında bulunan fungus stok kültüründe saklanmaktadır.

Çalışmada kullanılan olan fungus izolatlarını üretmek amacıyla petri kapları içerisinde bulunan PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamına fungus sporları inoküle edilip Petri kapları parafilm ile kaplanmıştır. İzolatlar 2-3 hafta süre ile 25±1˚C' de inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen izolatlar konidial süspansiyonlar hazırlanmıştır. Gelişen fungus izolatları yeni aşılamalar için +4 C'deki buzdolabında saklanmıştır (Şekil 2.2.).



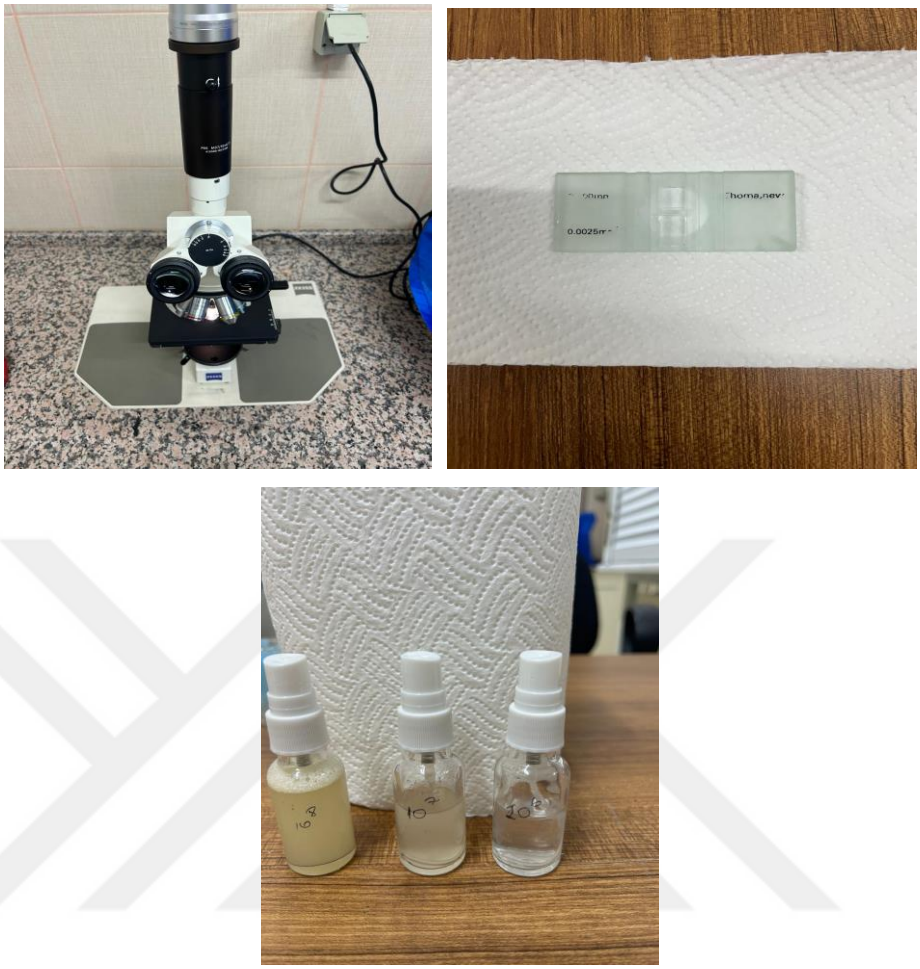
Şekil 2.2. Ekimi yapılan fungus kültürleri

2.1.3. Konidial Süspansiyon Üretimi

İnkübatörde 2 hafta süre ile gelişen entomopatojen fungus izolatları spor süspansiyonu hazırlanmasında kullanılmıştır. Süspansiyon üretiminde sporların suya geçmesini sağlamak amacıyla Petriler içerisine 10 ml saf su eklenmiştir. Drigalski Spatülü ile Petri kaplarındaki sporlar kazınarak misel yapısını arındırmak için 2 kat steril tülbentten beher içerisine süzülmüştür. Beher içerisindeki fungus süspansiyonuna Tween 80 (%0.02) eklenerek homojen süspansiyon elde etmek için 2 dk vortekslenmiştir. Denemelerde kullanılacak süspansiyon ışık mikroskobu ve Thoma lamı kullanılarak her izolat için spor yoğunluğu 1 x 108 konidi/ml olacak şekilde hazırlanmıştır ((Şekil 2.3., Şekil 2.4.)



Şekil 2.3. Konidial süspansiyonlu üretim aşamaları



Şekil 2.4. Konidial süspansiyonlu üretim aşamaları

2.1.4. Tek Doz Tarama Testleri

Filizlendirilmiş patatesler üzerine *P. citri*'nin ovisaklı dişilerinden yumuşak uçlu fırça yardımıyla alınan unlubit yumurtaları bulaştırılmıştır. Günlük gözlemlerle unlubitlerin gelişimleri takip edilmiştir. Uygun döneme (2. dönem nimf) ulaşan unlubitler sürgünler üzerinde 20'şer adet olacak şekilde bırakılmış olup, diğer unlubitler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Hazırlanan 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğundaki süspansiyon 1 ml olacak şekilde 2. dönem nimflere el spreyi ile küçük damlacıklar halinde püskürtülmüştür. Daha sonra uygulama yapılmış olan kaplar iklim odasındaki nem kabinlerine yerleştirilmiştir. 4., 7. ve 10. günlerde unlubit ölümleri sayılarak kaydedilmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü olarak ve 25±1˚C sıcaklık, %80±2 nem ve 16:8 saat aydınlık:karanlık rejimine sahip iklim odasında ve nem kabinlerinde yürütülmüştür (Şekil 2.5.)



Şekil 2.5. Tek doz tarama testleri

2.1.5. Etkili İzolatın Farklı Spor Yoğunluğu ve Nem Düzeylerinde Farklı Unlubit Dönemlerine Etkileri

Tek doz tarama testlerinde en etkili olan entomopatojen fungus izolatı seçilip her bir unlubit dönemine (yumurta, 1, 2, 3. dönem nimf ve ergin dişi) farklı spor yoğunlukları (1×10^6, 1×10^7 ve 1×10^8) uygulanmıştır. Uygun döneme ulaşan unlubitler sürgünler üzerinde 20'şer adet olacak şekilde bırakılmış ve diğer unlubitler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Hazırlanan 1×10^8 spor/ml yoğunluğundaki süspansiyon 1 ml olacak şekilde uygun dönemdeki unlubit bireylerine el spreyi ile küçük damlacıklar halinde püskürtülmüştür. Daha sonra uygulama yapılmış olan kaplar iklim odasındaki nem kabinlerine yerleştirilmiştir. Denemenin 4., 7. ve 10. günlerinde unlubit ölümleri sayılarak kaydedilmiştir. Deneme 5 tekerrürlü olarak ve 25±1˚C sıcaklık, %70±2 ve %90±2 nem ve 16:8 saat aydınlık:karanlık ışıklanma rejimine sahip iklim iklim odasında ve nem kabinlerinde gerçekleştirilmiştir.

2.1.6. İstatistiksel Analiz

Tek doz tarama testleri ve etkili izolatların farklı spor yoğunluğu ve nem düzeylerinde farklı unlubit dönemlerine etkileri çalışmalarındaki unlubit ölüm oranlarına ait verilerin istatistiksel analizi için, elde edilen ölüm oranlarına ait değerlere açı transformasyonu uygulanmış, bu değerler yapılan tüm karşılaştırmalar için Tek yönlü varyans analizi (ANOVA)'ne tabi tutulmuş ve grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

2.2. Materyal

2.2.1. Turunçgil Unlubiti (*Planococcus citri*) (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Turunçgil unlubitinin taksonomisi aşağıda verildiği şekildedir.

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Altsınıf: Rhabditia

Takım: Hemiptera

Alttakım: Sternorrhyncha

Üstfamilya: Pseudococcidae

Familya: Coccoidea

Cins: *Planococcus*

Tür: *Planococcus citri*

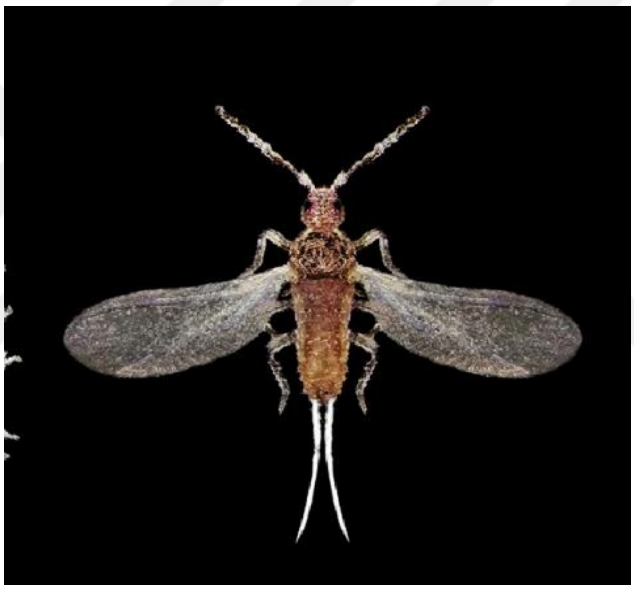
Turunçgil unlubiti'nin tanısı ilk olarak Antoine Risso tarafından 1813 yılında yapılmıştır. Bu familyada yer alan türlerin vücutlarının dışında un serpilmiş gibi bir mumsu tabaka bulunmaktadır ve bundan dolayı unlubit türleri olarak tanımlanmaktadırlar. Genellikle meyve bahçelerinde ve süs bitkilerinde yoğun olarak görülse de asma, pamuk, palmiye, gül Solanaceae familyasından biber ve patlıcanda

Cucurbitaceae familyasından ise hıyar, kavun ve kabak gibi bitkilerde zarara meydana getirmektedir (Hoy et al., 1998).

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'de eşeysel dimorfizim mevcut olduğundan dişi (Şekil 2.6.) ve erkek (Şekil 2.7.) bireylerde yaşam döngüleri farklı şekilde gerçekleşmektedir. Eşeysel üreme görülen unlubitlerde, dişi bireyler erkek bireyleri cezbedici etkiye sahip eşeysel feromonlar salgılamaktadırlar (da Silva et al., 2013). Ergin dönemdeki dişiler genellikle mumsu yapıda ince iplikçikleri üreterek bunları bir yığın haline getirip bu yığının içerisine 300-600 arasında yumurta bırakmaktadır (Annecke and Moran, 1982; Hoy et al., 1998). Yaşam döngülerine bakıldığında, dişi bireyler üç nimf dönemi geçirdikten sonra ergin olurken, erkek bireyler ise iki nimf dönemi geçirip nimf kahverengi bir prepupa olmakta ve sonrasında kokon oluşturup pupa dönemine geçiş yapmaktadır (Gullan, 2000). Ergin öncesi clawer olarak adlandırılmakta ve nimf dönemleri genellikle erginlere benzemektedir ve deri değiştirerek dönem değiştirip ergin olmaktadırlar (Hoy et al., 1998). Bu zararlının ergin dönemlerinde dişi bireyleri beslendiği bitkiye kendini sabitleyip genellikle hareketsiz bir vaziyette beslenirken, ergin erkekler ise kanatları sayesinde hareketlidirler ve erkek bireylerde beslenmek için ağız parçaları yoktur eşeyli üremede, döllenme aşamasında görev almaktadırlar (Beardsley, 1969; McKenzie, 2023). Turunçgil unlubiti, bitkinin gövdesindeki yarıklarda, çatlaklarda, kabuk altlarında ya da yabancı otların kök boğazları gibi korunaklı yerlerde yumurta ya da ergin olarak kışlamaktadırlar. Turunçgil unlubiti, emgi yaparak bitkide solgunluğa, çiçek ve meyvelerde dökülmelere ve karaballığa sebebiyet vermektedir. Karaballık bitkide bulunduğu bölgeyi kaplayıp o bölgedeki fotosentetik faaliyeti engellemekte ve dış görünüşü nedeni ile ürünün pazar değerini düşürmekte özellikle ihracatta sorun teşkil etmektedir (Phologane et al., 2024). Unlubitlerin yoğunluğu fazla olduğu dönemde zarar şiddeti de büyümekte ve bitkide büyümede gerileme ve hatta bitkinin ölümüne de neden olabilmektedir (McKenzie, 2023). Ayrıca turunçgil unlubiti beslenme sırasında ağız içerisinde bulunan toksik salvialarını bitkiye enjekte etmekte olduğundan dolayı meyvede solgunluk, yarılma ve dökülmeler ve yapraklarda da dökülmeler görülmektedir (Demirci et al., 2011; Mansour et al., 2018)



Şekil 2.6. Turunçgil unlubiti ergin dişi (Anonim, 2023)



Şekil 2.7. Turunçgil unlubiti ergin erkek (Anonymous, 2024**)**

2.2.2. Entomopatojen Fungusların Genel Özellikleri

Fungi alemi içerisinde en azından 90 genusa ait 700'den fazla entomopatojenik fungus türü yer almaktadır (Goettel et al., 2005). Bunlardan pekçoğu Ascomycota ve Zygomycota bölümleri içerisinde bulunmaktadır.Entomopatojenik funguslar böcek popülasyonlarının düzenlenmesinde önemli role sahiptir. Beş farklı sınıf içerisinde farklı bir diziliş göstermekte olan entomopatojenik funguslar spesifik böcek türlerini enfekte eden zorunlu patojenler, pek çok böcek türünü enfekte edebilen genel patojenler ve fakültatif patojenler olarak gruplandırılabilir (Goettel et al., 2005). Entomopatojenik

fungusların yaşam döngüleri çoğunlukla konaklarının gelişme safhaları ile eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir (Shah and Pell, 2003). Bakteri ve virüslerden farklı olarak, funguslar konaklarını yalnızca bağırsaktan değil, aynı zamanda böceklerin solunum deliklerinden ve integumentin yüzeyinden de enfekte edebilir. Bu durum bitkilerin özsıvısı (başta afidler) veya hayvan kanı ile beslenen böceklerin mikrobiyal mücadelesinde entomopatojenik funguslara önemli avantajlar sağlamaktadır (Lacey and Goettel, 1995).

2.2.2.1. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales)

Dünya çapında tarım arazilerindeki topraklarda fazla miktarda *B. bassiana* görülür ve bu entomopatojen fungus türü çok fazla konukçuya sahiptir (Güven et al., 2014). Bugüne kadar *B. bassiana* 707 adet konukçusu olduğu belirtilmiştir. Konukçuları arasından 521 cins, 15 takım ve 149 familya bulunmaktadır. *B. bassiana* konukçu olduğu böceklerde beyaz muskardin olarak bilinen hastalığa sebep olur. Entomopatojen fungusların sporları böceğin üst deri tabakasıyla temasa geçerek çimlenerek vücut içine doğru büyürler. Bu fungus toksin meydana getirerek böcekteki gıdaları kurutur ve hızla vücudunda çoğalır. Bu sebeple böceklerin viral ve bakteriyel patojenlerin aksine entomopatojenlerin enfeksiyonu için teması yeterlidir. Konağın kendisinden beslenmesine gerek yoktur. Entomopatojen fungusların konukçusunu öldürmesi sonucunda deri daha da yumuşama oluşturarak yumuşak kısımlardan beyaz küf tabakası oluşarak dışarı doğru büyüme meydana gelir. Misel üzerindeki konidialar çevreye salınarak milyonlarca infektif sporlar meydana getirir (Ocak et al., 2007).

2.2.2.2. *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)

Dünyanın her yerinde yaygın böcek patojeni olan *Isaria farinosa* ılıman ve tropik bölgelerde yaygındır. Çok sayıda konukçusu bulunur. Topraktan izole edilebilirken asıl kaynak olarak böceklerdir (Zimmermann, 2007). *Isaria farinosa* Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Arachnidae ve Hymenoptera takımı olmak üzere çok fazla böcek konukçusı olduğu kaydedilmiştir (Zimmermann, 2008). *Isaria* türleri kütikülar parçalayıcı enzimler (Proteaz, kitinaz, kitosanaz ve lipaz) üretirken aynı zamanda konukçu penetrasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Ali et al., 2010).

3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Tek Doz Tarama Testleri

Farklı entomopatojen fungusların *Planococcus ficus* üzerindeki etkinliğini ve bu etkinliğin zamanla (4., 7. ve 10. günlerde) nasıl değiştiği Tablo 3.1'de görülmektedir. Fungus türleri arasında ölüm oranlarında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$). Zaman ilerledikçe (4., 7. ve 10. gün), fungusların etkinliği artmış ve ölüm oranları belirgin şekilde yükselmiştir ($p \leq 0,05$). Kontrol grubu, diğer fungus türlerine kıyasla çok düşük bir ölüm oranı göstermiştir, bu da kullanılan entomopatojen fungusların zararlıyı kontrol etmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3.1. Farklı entomopatojen fungusların 4, 7 ve 10. günlerde *Planococcus citri*'nin 2. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)

Entomopatojen funguslar	İnkübasyon süresi			F değeri
	4	7	10	
Esk-3	21,00 ± 4,58c*A**	40,00 ± 2,74bAB	58,00 ± 4,06aAB	19,976
N/19-2	24,00 ± 5,57bA	38,00 ± 6,25abAB	54,00 ± 4,00aABC	7,989
Akçe-5	24,00 ± 1,00bA	54,00 ± 9,67aA	62,00 ± 5,15aA	9,066
N-41	19,00 ± 2,92bA	35,00 ± 2,24aAB	44,00 ± 3,67aBCD	17,265
N-24	16,00 ± 2,92bAB	29,00 ± 2,92aB	34,00 ± 2,92aDE	10,409
Akor-4	11,00 ± 1,87bAB	26,00 ± 5,10aBC	39,00 ± 4,30aCDE	14,259
KK-8	6,00 ± 1,87bB	9,00 ± 1,87bC	25 ± 3,54aE	11,626
Kontrol	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00D	0,00 ± 0,00F	
F değeri	16,195	24,130	55,101	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Esk-3 izolatının etkisi zamanla artmaktadır. 4. günde %21'lik ölüm oranı ile düşük bir etki gösterirken, 7. ve 10. günlerde ölüm oranları sırasıyla %40 ve %58'e çıkarak oldukça belirgin hale gelmektedir. Aynı zamanda her üç gün için de farklılık gösteren anlamlı farklar ($p \leq 0,05$) gözlemlenmektedir.

N/19-2 izolatının zaman içinde etkisini arttırdığı tespit edilmiştir. 4. gün ile 7. gün arasında belirgin bir artış gözlemlenirken (%24'ten %38'e), 10. günde %54 oranında ölüm oranına ulaşmaktadır. Bu fungus da 10. günde daha etkili olmakta, ancak Esk-3 kadar yüksek bir ölüm oranı göstermemektedir. Bununla birlikte, inkübasyonun 10. gününde unlubit nimflerindeki en yüksek ölüm oranlarından biri N/19-2 tarafından sağlanmıştır.

Akçe-5 izolatının etkisi özellikle 7. ve 10. günlerde oldukça yüksektir. 4. günde %24'lük bir ölüm oranı gözlemlenirken, 7. günde bu oran %54'e, 10. günde ise %62'ye çıkmaktadır. Akçe-5, bu deneyde en yüksek ölüm oranlarına sahip izolat olarak öne çıkmakta olup, etkisinin zamanla arttığı net bir şekilde görülmektedir. 7. günden sonra unlubit ölüm oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

N-41 izolatının etkisi 4. günden 10. güne doğru artmaktadır. 4. günde %19'luk ölüm oranı ile daha düşük bir etki gösterirken, 7. günde %35, 10. günde ise %44 ölüm oranına ulaşmaktadır. Yine de Akçe-5 ve Esk-3 gibi türlerin gerisinde kalmaktadır. 10. günde de belirgin bir artış gözlemlenmekte olup, diğer funguslarla karşılaştırıldığında ölüm oranı daha düşüktür.

N-24 izolatının etkisi de günler ilerledikçe artmakta ancak bu izolat diğer türlere kıyasla en düşük ölüm oranlarını göstermektedir. 4. günde %16 ölüm oranı ile en düşük başlangıç değerine sahip olan N-24, 10. günde %34 ölüm oranına ulaşmaktadır. Bu izolat, genel olarak daha zayıf bir etkiye sahip olarak gözlemlenmektedir.

Akor-4 izolatının etkisi, 4. günden itibaren belirgin şekilde artmaktadır, ancak başlangıçtaki ölüm oranı (4. gün) oldukça düşüktür (%11). 7. günde bu oran %26'ya, 10. günde ise %39'a yükselmektedir. Yine de diğer funguslarla kıyaslandığında, Akor-4 etkisi sınırlıdır ve en düşük ölüm oranlarından birini göstermektedir.

KK-8 izolatının etkisi de günler ilerledikçe artmakta ancak bu izolat diğer türlere kıyasla en düşük ölüm oranlarını göstermektedir. 4. günde %6 ölüm oranı ile en düşük başlangıç değerine sahip olan KK-8, 10. günde %25 ölüm oranına ulaşmaktadır. Bu izolat, genel olarak *P. citri*'nin 2. dönem nimfleri üzerinde en zayıf etkiye sahip izolat olarak tespit edilmiştir.

Entomopatojen fungus izolatları genel olarak değerlendirildiğinde, Akçe-5 ve Esk-3, hem erken dönemlerde (4. gün) hem de daha geç dönemlerde (10. gün) diğer funguslara kıyasla en yüksek ölüm oranlarını göstermiştir. Akçe-5 10. gün itibarıyla %62 ölüm oranı ile çalışmanın en etkili izolatı olmuştur. N-24 ve KK-8, daha düşük etkinlik göstermiştir. Akçe-5 deneyin 10. günde *P. citri* üzerinde en yüksek ölüm oranına ulaştığı için çalışmanın devamında üzerinde daha detaylı çalışmalar yapılacak izolat olarak seçilmiştir.

3.2. Etkili İzolatların Farklı Spor Yoğunluğu ve Nem Düzeylerinde Farklı Unlubit Dönemlerine Etkileri

Bauveria bassiana Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin yumurta dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları Tablo 3.2'de verilmiştir. *Beauveria bassiana* Akçe-5 izolatının *P. citri*'nin yumurta dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları incelendiğinde, izolatın etkili olabilmesi için yüksek nem (%90) oranı sağlanmalıdır. Düşük nem oranında etkinlik ciddi şekilde azalmaktadır. Spor yoğunluğu arttıkça ölüm oranları yükselmiştir. 1 x 10^8 spor/ml konsantrasyonu, en etkili doz olarak öne çıkmaktadır. %90 nem ve 1 x 10^8 spor yoğunluğu ile yapılan uygulamalar, 10. gün itibarıyla en yüksek ölüm oranını (%65) sağlamıştır.

Tablo 3.2. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin yumurta dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)

Nem	Spor yoğunluğu	İnkübasyon süresi			F değeri
		4	7	10	
%70	10^8	11,00±1,87b*A**	36,00 ± 2,92aAB	48,00 ± 5,39aAB	30,361
	10^7	7,00 ± 3,00bAB	23,00 ± 3,39aBC	31,00 ± 4,30aBC	10,521
	10^6	3,00 ± 1,23bAB	15,00 ± 2,24aC	18,00 ± 3,39aCD	12,615
	Kontrol	0,00 ± 0,00aB	2,00 ± 1,23aE	2,00 ± 1,23aE	1,333
%90	10^8	4,00 ± 1,87cAB	42,00 ± 2,55bA	65,00 ± 4,74aA	65,540
	10^7	3,00 ± 1,23bAB	24,00 ± 1,87aABC	36,00 ± 2,92aBC	46,729
	10^6	1,00 ± 1,00bB	12,00 ± 1,23aCD	21,00 ± 3,67aC	31,098
	Kontrol	2,00 ± 1,23aAB	6,00 ± 3,67aDE	7,00 ± 3,39aDE	0,932
F değeri		3,497	23,210	28,770	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Bauveria bassiana Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin I. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları ortalama ve standart hataları Tablo 3.3.'te verilmiştir. *Beauveria bassiana* Akçe-5 izolatının *P. citri*'nin I. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları incelendiğinde, %90 nem oranı, %70 neme kıyasla genel olarak daha yüksek ölüm oranlarının elde edilmesini sağlamıştır (Tablo 3.3). 10. gün itibarıyla %90 nem ve 1 x 10^8 spor yoğunluğunda, en yüksek ölüm oranı ortaya çıkmıştır (%73). Tüm nem ve spor yoğunluklarında, *P. citri*'nin I. nimf dönemi üzerindeki en yüksek ölüm oranları 10. gün itibarıyla olmuştur.

Tablo 3.3. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin I. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)

Nem	Spor yoğunluğu	İnkübasyon süresi			F değeri
		4	7	10	
%70	10^8	21,00 ± 1,87b*A**	32,00 ± 3,39bA	47,00 ± 4,64aAB	14,249
	10^7	10,00 ± 2,74bAB	22,00 ± 4,06aA	35,00 ± 3,54aB	12,820
	10^6	4,00 ± 1,87bBCD	17,00 ± 2,55aA	29,00 ± 5,34aB	14,172
	Kontrol	0,00 ± 0,00D	0,00 ± 0,00B	0,00 ± 0,00C	
%90	10^8	19,00 ± 1,87bA	38,00 ± 8,60bA	73,00 ± 5,15aA	17,110
	10^7	7,00 ± 1,23bB	29,00 ± 1,87aA	40,00 ± 10,25aB	8,216
	10^6	5,00 ± 1,58bBC	18,00 ± 2,55aA	27,00 ± 2,55aB	19,208
	Kontrol	1,00 ± 1,00aD	2,00 ± 1,23aB	2,00 ± 1,23aC	0,250
F değeri		18,746	20,844	31,422	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Her iki nem koşulunda da günlerin ilerlemesiyle ölüm oranlarında artış gözlemlenmiştir. Bu durum enfeksiyon şiddetinin zamanla arttığını göstermektedir. %90 nem, 1 x 10^8 spor yoğunluğunda ölüm oranı, diğer tüm koşullardan belirgin şekilde daha yüksek olup 10. günde %64'lük ölüm oranı ile en etkili sonuç elde edilmiştir. Bu durum yüksek nemin fungus etkinliği için önemli olduğunu ve *P. citri*'ye etkisi açısından kritik faktör olduğunu göstermektedir. % 90 nemde diğer spor yoğunluklarında da (1 x 10^7 ve 1 x 10^6) II. dönem nimflerdeki ölüm oranları, %70 nem koşullarına göre belirgin şekilde daha yüksektir. Bu durum nem yanında spor yoğunluğunun da önemli olduğuna işaret etmektedir. %70 nem 1 x 10^8 spor yoğunluğunda ise ölüm oranları 10. gün itibariyle %47'ye kadar çıkmıştır. Buna karşın 1 x 10^7 ve 1 x 10^6 spor yoğunluklarında ölüm oranları çok daha düşük olmuştur. %70 nemin olduğu koşullarda da spor yoğunluğu arttıkça ölüm oranları artmış gözlemlenmiş olup, 1 x 10^8 spor yoğunluğunun diğer spor yoğunluklarına oranla II. dönem nimflerin ölüm oranı üzerinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda, tüm günlerde ölüm oranlarının sıfır olması fungus uygulamalarının ölüm oranlarındaki artışın tek nedeni olduğu söylenebilir.

Bauveria bassiana Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin II. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin II. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)

Nem	Spor yoğunluğu	İnkübasyon süresi			F değeri
		4	7	10	
%70	10^8	16,00±1,87b*AB**	38,00 ±2,00aAB	47,00 ±3,39aB	42,515
	10^7	11,00 ±1,87bABC	22,00 ±1,23aCD	30,00 ±2,74aCD	22,092
	10^6	6,00 ±1,87bC	13,00 ±1,23bD	25,00 ±2,74aD	14,425
	Kontrol	1,00 ±1,00aD	1,00 ±1,00aE	1,00 ±1,00aE	0,000
%90	10^8	21,00 ±1,87cA	45,00 ±4,18bA	64,00 ±3,67aA	41,445
	10^7	13,00 ±1,23bABC	28,00 ±3,74aBC	38,00 ±2,55aBC	22,619
	10^6	7,00 ±1,23cBC	19,00 ±1,87bCD	28,00 ±2,00aCD	41,084
	Kontrol	0,00 ±0,00D	0,00 ±0,00E	0,00 ±0,00E	
F değeri		26,492	78,553	111,193	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Beauveria bassiana Akçe-5 izolatının *P. citri*'nin III. nimf dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları incelendiğinde, %90 nemde ölüm oranları, %70 nemdeki oranlara göre belirgin şekilde daha yüksek olmuştur. Denemenin 10. gün itibarıyla %90 nem ve 1 x 10^8 spor yoğunluğu, en yüksek ölüm oranını sağlamıştır (%59,00 ± 2,92), bu oran %70 nemde 1 x 10^8 spor yoğunluğu ile %58,00 ± 3,74'dir. 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğu, tüm nem ve gün koşullarında en yüksek ölüm oranlarını ortaya çıkarmıştır. Örneğin, %90 nem ve 10. gün için ölüm oranı %59,00 ± 2,92'dir. 1 x 10^6 spor/ml yoğunluğu ile, özellikle %70 nemde, ölüm oranları belirgin şekilde daha düşük kalmıştır (4. gün %5,00 ± 2,74). Tüm koşullarda 10. günde en yüksek ölüm oranları gözlemlenmiştir.

Bauveria bassiana Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin III. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları ortalama ve standart hataları Tablo 3.5.'te verilmiştir.

Tablo 3.5. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin III. larva dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ± sh)

Nem	Spor yoğunluğu	İnkübasyon süresi			F değeri
		4	7	10	
%70	10^8	15,00±3,54c*AB**	33,00 ± 2,55bA	58,00 ± 3,74aA	35,063
	10^7	13,00 ± 2,00bAB	20,00 ± 1,58bAB	36,00 ± 3,32aB	24,089
	10^6	5,00 ± 2,74bBC	15,00 ± 2,24aB	22,00 ± 2,55aB	10,223
	Kontrol	0,00 ± 0,00aC	0,00 ± 0,00aC	2,00 ± 2,00aC	1,000
%90	10^8	22,00 ± 1,23bA	31,00 ± 4,30bA	59,00 ± 2,92aA	37,502
	10^7	9,00 ± 2,45bAB	13,00 ± 3,74abAB	30,00 ± 3,54aB	5,674
	10^6	7,00 ± 2,00bB	10,00 ± 3,16abB	24,00 ± 2,92aB	5,704
	Kontrol	0,00 ± 0,00aC	1,00 ± 1,00aC	1,00 ± 1,00aC	0,500
F değeri		13,697	20,778	59,455	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Beauveria bassiana Akçe-5 izolatının *P. citri*'nin ergin dişi dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları incelendiğinde, %90 nem, %70 nem oranına göre daha yüksek ölüm oranlarına neden olmuştur. 10. gün itibarıyla en yüksek ölüm oranı (66,00 ± 3,32) %90 nemde ve 1 x 10^8 spor yoğunluğunda elde edilmiştir (Tablo 3.5). %70 nemde %90 nemde ve 1 x 10^8 spor yoğunluğunda 10. gün için ölüm oranı 57,00 ± 10,07'dir. 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğu, tüm nem oranlarında ve günlerde en yüksek ölüm oranlarını sağlamıştır. Tüm koşullarda, 10. gün itibarıyla ölüm oranları en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Bauveria bassiana Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin ergin dişi dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları ortalama ve standart hataları Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6. *Bauveria bassiana* Akçe-5 izolatının farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde *Planococcus citri*'nin ergin dişi dönemi üzerindeki yüzde ölüm oranları (Ortalama ±sh)

Nem	Spor yoğunluğu	İnkübasyon süresi			F değeri
		4	7	10	
%70	10^8	23,00±7,18b*AB**	37,00 ± 8,60abA	57,00 ± 10,07aA	3,862
	10^7	15,00 ± 3,54bB	18,00 ± 4,36abAB	32,00 ± 4,64aB	4,203
	10^6	2,00 ± 1,23bC	5,00 ± 2,24bBC	21,00 ± 1,87aB	13,699
	Kontrol	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	
%90	10^8	35,00 ± 3,54bA	37,00 ± 8,60bA	66,00 ± 3,32aA	7,200
	10^7	35,00 ± 3,16bA	39,00 ± 4,00bA	54,00 ± 2,92aA	8,352
	10^6	15,00 ± 3,54aB	16,00 ± 4,00aAB	27,00 ± 4,64aB	2,476
	Kontrol	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	
F değeri		28,554	17,991	55,145	

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).
**Aynı sütundaki farklı büyük harfler Tukey testine göre istatistiksel olarak farklıdır($p \leq 0,05$).

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, biyolojik mücadelede fungusun zamanlamasına ve günlerin etkisine dikkat edilmesi gerektiği, ayrıca uygulamanın en yüksek verimliliği elde edebilmesi için en az 7-10 gün arası bir süreye ihtiyaç duyduğunu ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, elde edilen bulgular *B. bassiana* Akçe-5 izolatının, özellikle yüksek nem ve spor yoğunluğunda *P. citri*'nin tüm yaşam evreleri üzerinde etkili bir biyolojik mücadele ajanı olduğunu göstermektedir.

Demirci ve ark. (2011), *Isaria farinosa*'nın turunçgil unlubitinin farklı dönemleri üzerine etkinliğini farklı inokulum yoğunluğu ve nem düzeylerinde araştırmışlardır. Entomopatojen 1 x 10^8 konidi/ml inokulum konsantrasyonunda ve %95 nem düzeyinde unlubitin yumurtalarında %89.39 1.dönem nimfler üzerinde %78.71 2. dönem nimfler üzerinde %84.07 ergin dişiler üzerinde %84.53 ölüme neden olduğu bildirmişlerdir. Yüzde ölümleri inokulum ve nem düzeyindeki düşüşle birlikte azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada elde edilen yüzde ölüm değerleri genel olarak daha düşük Demirci ve ark. (2011)'deki değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık kullanılan fungus izolatlarının farklı olması, nem düzeyleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mascarin ve ark. (2011), *Planococcus citri* dişi bireylerinin, *Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana, Isaria farinosa, I. fumosorosea, Lecanicillium muscarium* ve *L. longisporum* gibi entomopatojenik funguslara karşı duyarlılığını laboratuvar koşullarında incelemiştir. Çalışma sonunda, uygulanan izolatlar içerisinde *Metarhizium anisopliae* (ESALQ-1037) izolatının, *P. citri*'ye karşı patojenik olan tek izolat olduğunu ve dişi bireylerde %78 ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Karaca ve ark. (2016), Turunçgil unlubitinin ikinci dönem larvalarına karşı çeşitli fungus izolatlarının etkisini araştırmışlardır. Uygulanan izolatlar içerisinde *B. bassiana* izolatının en yüksek etkiyi gösterdiğini ve uygulamadan 5 gün sonra zararlının tüm bireylerini öldürdüğünü bildirmişlerdir.

Fitzgerald et al., (2016) iki entomopatojen türü olan *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana*'nın farklı izolaatlarını turunçgil unlubiti 1. dönem nimf ve erginleri üzerine virülensliğini araştırdıkları çalışmada, 1 x 10 konstrasyonda uygulanan *B. bassiana* (GAR17B3) ve *Metarhizium anisopliae* (FCMAR23B3) izolatlarının her ikisinin de unlubit üzerinde sırasıyla %67.5 *B. bassiana* (GBAR23133) %64 ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ghaffar ve ark. (2017), *Lecanicillium longisporum* ve *L. lecanii*'nin laboratuvar ve sera koşullarında *P. citri* karşı denemişler, unlubitin ergin ve nimf dönemlerinde sırasıyla %96.6 ve %66.8 ölüme neden olduklarını bildirmişlerdir.

Mohamed, (2016) *B. bassiana, M. anisopliae* ve *V. lecani*'nin *P. ficus* erginlerine etkisini laboratuvar koşullarında incelemiş, araştırılan entomopatojen funguslar içerisinde *B. bassiana*'nın etkisinin yüksek olduğu saptanmıştır. *B. bassiana* izolatı 5 x 10^7 konidi/ml dozda en yüksek ölüm oranına (%98) neden olmuştur.

Karadağ (2021), *P. ficus* erginlerine *B. bassiana, M. anisoplia* ve *V. lecanii*'ye ait entomopatojen fungus izolatları uygulamış, *B. bassiana* %74-%98, *M. anisoplia* %52-%86 ve *V. lecanii* %34-%74 arasında etkili bulmuş ve ölümlerin doz artışına paralel olarak arttığını bildirilmiştir. Bu konuda yapılmış olan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, lde edilen sonuçlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar, konukçu böcek türü, izolat, virülenslik, konidi yoğunluğu

(doz), uygulama yöntemi, denemenin yapıldığı sıcaklık ve özellikle nem koşullarındaki farklılıklar gibi biyotik ve abiyotik faktörden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı entomopatojen fungus türlerine ait izolatların *Planococcus citri* üzerindeki etkinliğinin belirlenmiş ve en etkili izolatın zararlının tüm dönemleri üzerindeki ölümcül etkisi farklı nem, spor yoğunluğu ve günlerde ortaya konmuştur. Tek doz tarama teslerinde en etki izolat olarak *Beauveria bassiana* Akçe-5 izolatı öne çıkmıştır. Bu izolatla detaylı olarak yürütülen çalışmalardan elde edilen bulgular, nem, spor yoğunluk, gün ve bunların kombinasyonlarının fungusun etkinliğini nasıl değiştirdiğini gösteren değerli bilgiler sunmuştur. Çalışmada, nem oranının *B. bassiana*'nın etkinliği üzerindeki önemli bir etken olduğu belirlenmiştir. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde, %90 nem yoğunluğunda %70 neme göre daha yüksek ölüm oranları gözlemlenmiştir. Özellikle, %90 nem ve yüksek spor yoğunluğunda (1×10^8 spor/ml), *P. citri* üzerinde ölüm oranlarının arttığı bulunmuştur. Bu sonuç, nemin fungusun zararlıyı enfekte etme kapasitesinin arttığını göstermektedir. %70 nem koşullarında ise ölüm oranları belirgin şekilde düşük kalmıştır, bu da nemin düşmesinin fungusun etkinliğini sınırladığını ortaya koymaktadır. Fungus izolatlarının etkisi, kullanılan spor yoğunluğu seviyesine bağlı olarak da değişmiştir. 1×10^8 spor/ml ile yapılan uygulamalarda en yüksek ölüm oranları elde edilmiştir. Yüksek spor yoğunluğu, *B. bassiana* Akçe-5 izolatının daha hızlı çimlenmesini ve zararlıyı daha etkin şekilde enfekte etmesini sağlamaktadır. Düşük spor yoğunluğu seviyelerinde (1×10^6 spor/ml), ölüm oranları belirgin şekilde daha düşük olmuş, bu da düşük spor yoğunluğunun fungusun etkinliğini kısıtlayan bir faktör olduğunu göstermiştir. Zamanın etkisi, bu çalışmanın en belirgin bulgularından biridir. Günler açısından yapılan analizler, fungusun etkisinin zamanla arttığını göstermektedir. Özellikle 7. ve 10. günlerde, ölüm oranlarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler ölüm

oranlarında elde edilen günler arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve fungusun etki süresinin ölüm oranlarını artırmada kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, fungusun etkisini göstermesi için daha uzun süre gereksinimi olduğunu ve zamanın etkili bir kontrol süresi oluşturduğunu işaret eder. Fungus uygulanmayan kontrol gruplarında ölüm oranları düşük seviyelerde kalmıştır (%0-%9). Bu sonuç, izolatların biyolojik etkinliğini açıkça göstermektedir.

Entomopatojen fungusların kullanımı *P. citri*'nin kontrolünde kimyasal yöntemlere etkili bir alternatif sunmaktadır. Organik tarım alanlarında entomopatojen fungusların kullanımı desteklenmeli ve uygulamalar için eğitim programları düzenlenmelidir. Fungusların en yüksek etkinlik gösterdiği koşullar (ör. %90 nem, 1 x 10^8 spor/ml yoğunluğu) dikkate alınarak uygulama protokolleri oluşturulmalıdır. Bu çalışmada öne çıkan fungusların diğer biyolojik mücadele yöntemleri ile (örneğin, parazitoidler veya predatörler) kombine edildiği entegre zararlı yönetimi (IPM) programları geliştirilebilir. Ancak bu izolatların uygulamaya sokmadan önce mutlaka arazi çalışmalarında test edilmesi gerekmektedir. Çalışmada kullanılan *B. bassiana* ve *I. farinosa* gibi entomopatojen fungusların etkinliği, *P. citri* dışındaki zararlılar üzerinde de test edilmelidir. Bu kapsamda fungusların geniş spektrumlu biyolojik mücadele ajanları olarak kullanılabilirliği araştırılmalıdır. Bu önerilerin, *P. citri*'nin kontrolünde entomopatojen fungusların kullanıldığı çevre dostu ve sürdürülebilir bir tarımın uygulanabilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Ali, S., Huang, Z., and Ren, S., 2010. Production of cuticle degrading enzymes by *Isaria fumosorosea* and their evaluation as a biocontrol agent against diamondback moth. **Journal of Pest Science**, **83**(4). DOI: 10.1007/s10340-010-0305-6

Annecke, D., and Moran, V., 1982. *Insects and Mites of Cultivated Plants in South Africa.*Butterworths, Durban/Pretoria, p 381. https://www.cabdirect.org/cabdirect /abstract/19830503061

Anonim, 2023. Erişim Adresi: https://www.statagri.com/turuncgil-unlu-biti/. (Erişim Tarihi:18.12.2024).

Anonim, 2024. Erişim Adresi: https://www.biobee.com/pests/mealybugs/. (Erişim Tarihi:18.12.2024)

Aygören, E., 2023. *Ürün Raporu-Turunçgiller. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.*

Beardsley, J. W., 1969. Mealybugs of California with Taxonomy, Biology, and Control of North American Species (Homoptera: Coccidea; Pseudococcidae). Howard L. McKenzie . **The Quarterly Review of Biology**, **44**(1). DOI: 10.1086/406008

Ben-Dov, Y., 1994. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. **Intercept Limited Andover UK**.

Bodenheimer, 1952. Book Notice. **Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series B, Taxonomy**, **21**(3–4). DOI: 10.1111/j.1365-3113.1952.tb01052.x

Cloyd, R. A., and Dickinson, A., 2006. Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of *Citrus* mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). **Journal of Economic Entomology**, **99**(5). DOI: 10.1093/jee/99.5.1596

Cox, J. M., and Ben-Dov, Y., 1986. Planococcine mealybugs of economic importance from the Mediterranean Basin and their distinction from a new African genus (Hemiptera: Pseudococcidae). **Bulletin of Entomological Research**, **76**(3). DOI:

10.1017/S0007485300014966

Demirci, F., Muştu, M., Kaydan, M. B., and Ülgentürk, S., 2011. Laboratory evaluation of the effectiveness of the entomopathogen; *Isaria farinosa,* on *Citrus* mealybug, *Planococcus citri*. **Journal of Pest Science**, **84**(3). DOI: 10.1007/s10340-011-0350-9

Erkiliç, L., and Demirbas, H., 2007. Biological control of *Citrus* insect pests in Turkey. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**. DOI: 10.1079/PAVSNNR20072056

Fitzgerald, V. C. C., Hill, M. P., Moore, S. D., and Dames, J. F., 2016. Screening of entomopathogenic fungi against *Citrus* mealybug, *Plannococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae). **African Entomology**, **24**(2). DOI: 10.4001/003.024.0343

Franco, J. C., Zada, A., and Mendel, Z., 2009. Novel approaches for the management of mealybug pests. **Biorational Control of Arthropod Pests: Application and Resistance Management**. DOI: 10.1007/978-90-481-2316-2_10

García Morales, M., Denno, B. D., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., and Hardy, N. B., 2016. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. **Database : the journal of biological databases and curation**, **2016**. DOI: 10.1093/database/bav118

Gausman, H. W., and Hart, W. G., 1974. Reflectance of Sooty Mold Fungus on *Citrus* Leaves Over the 2.5 to 40-Micrometer Wavelength Interval. **Journal of Economic Entomology**, **67**(4). DOI: 10.1093/jee/67.4.479

Ghaffari, S., Karimi, J., Kamali, S., and Mahdikhani Moghadam, E., 2017. Biocontrol of *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) by *Lecanicillium longisporum* and *Lecanicillium lecanii* under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, **20**(2). DOI: 10.1016/j.aspen.2017.03.019

Gill, R. J., 1992. The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. Part 1—The Armoured Scales. **Annals of the Entomological Society of America**, **85**(1). DOI: 10.1093/aesa/85.1.104

Godfrey, K. E., Daane, K. M., Bentley, W. J., and Gill, R. J., 2002. *Mealybugs in California Vineyards*. **Mealybugs in California Vineyards**. DOI: 10.3733/ucanr.21612

Goettel, M. S., Eilenberg, J., and Glare, T., 2005. Entomopathogenic Fungi and their

Role in Regulation of Insect Populations. **Comprehensive Molecular Insect Science** (Vol. 6–6). DOI: 10.1016/B0-44-451924-6/00088-0

Gullan, P. J., 2000. Identification of the immature instars of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on *Citrus* in Australia. **Australian Journal of Entomology**, **39**(3). DOI: 10.1046/j.1440-6055.2000.00171.x

Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C., and Karaca, İ., 2014. Bazı entomopatojen fungusların *Aphis fabae* (Scopoli)(Hemiptera: Aphididea) üzerine etkileri. **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**, **5**(2), 149-158.

Hajek, A. E., and Delalibera, I., 2010. Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. **BioControl**, **55**(1). DOI: 10.1007/s10526-009-9253-6

Hoy, M. A., Smith, D., Beattie, G. A. C., and Broadley, R., 1998. *Citrus* Pests and Their Natural Enemies. Integrated Pest Management in Australia. **The Florida Entomologist**, **81**(1). DOI: 10.2307/3496008

Humber, R. A., 2008. Evolution of entomopathogenicity in fungi. **Journal of Invertebrate Pathology**, **98**(3). DOI: 10.1016/j.jip.2008.02.017

Junior, I. D., Humber, R. A., Bento, J. M. S., and De Matos, A. P., 1997. First Record of the Entomopathogenic Fungus *Neozygites fumosaon* the Cassava MealybugPhenacoccus herreni. **Journal of Invertebrate Pathology**, **69**(3). DOI: 10.1006/jipa.1996.4638

Karaca, G., Kayahan, A., Şimşek, B., and Karaca, İ., 2016. Effects of some entomopathogenic fungi on *Citrus* mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Entomologica, Bari**, **47**.

Kirkpatrick, T. W., 1953. *Insect pests of cacao and insect vectors of cacao virus disease.* **Report on cacao research, 1952, ICTA, Trinidad**.

Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. K., and Vail, P., 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? **Biological Control**, **21**(3). DOI: 10.1006/bcon.2001.0938

Lacey, L. A., and Goettel, M. S., 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. **Entomophaga**. DOI: 10.1007/BF02372677

Lemawork, S., Azerefegne, F., Alemu, T., Addis, T., and Blomme, G., 2011. Evaluation of entomopathogenic fungi against *Cataenococcus ensete* [Williams and Matile-

Ferrero, (Homoptera: Pseudococcidae)] on enset. **Crop Protection**, **30**(4). DOI: 10.1016/j.cropro.2010.12.018

Lodos, N., 1986. *Türkiye Entomolojisi II. Genel, Uygulamalı ve Faunistik. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları,*.

Mansour, R., Belzunces, L. P., Suma, P., Zappalà, L., Mazzeo, G., Grissa-Lebdi, K., Russo, A., et al., 2018. Vine and *Citrus* mealybug pest control based on synthetic chemicals. A review. **Agronomy for Sustainable Development**. DOI: 10.1007/s13593-018-0513-7

Mascarin, G. M., Pauli, G., and Lopes, R. B., 2011. Suscetibilidade da cochonilha branca dos citros, *Planococcus citri*, a *Metarhizium anisopliae*. **Citrus Research & Technology**, **32**(3). DOI: 10.5935/2236-3122.20110018

McKenzie, H. L., 2023. *Mealybugs of Californıa: With Taxonomy, Biology and Control of North American Species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae)*. **Mealybugs of California: With Taxonomy, Biology and Control of North American Species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae)**. DOI: 10.1093/besa/14.2.140

Mohamed, G. S., 2016. Virulence of entomopathogenic fungi against the vine mealy bug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, **26**(1).

Muştu, M., Demirci, F., Kaydan, M. B., and Ülgentürk, S., 2015. Laboratory assay of the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales) against the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), even under the use of fungicides. **International Journal of Pest Management**, **61**(3). DOI: 10.1080/09670874.2015.1047811

Muştu, M., Kilinçer, N., Ülgentürk, S., and Kaydan, M. B., 2008. Feeding behavior of *Cryptolaemus montrouzieri* on mealybugs parasitized by *Anagyrus pseudococci*. **Phytoparasitica**, **36**(4). DOI: 10.1007/BF02980815

Ocak, İ., Doğan, S., Ayyildiz, N., and Hasenekoğlu, İ., 2007. Akarlardan İzole Edilmiş Entomopatojen Bir Fungus Türü : *Beauveria bassiana* (Balsamo). **Sciences-New York**, 125–132.

Pereira, A., Casals, P., Salazar, A. M., and Gerding, M., 2011. Virulencia y efectos pre-letales en la reproducción de *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* en

Pseudococcus viburni (Hemiptera: Pseudococcidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, **71**(4). DOI: 10.4067/S0718-58392011000400009

Phologane, S. A., L Valentine, and Yan, B., 2024. Integration of risk management system : towards a sustained access to EU *Citrus* market. Thesis for Master of Engineering : Quality in the Facu, (1), 1–187.

Rahmouni, R., and Chermiti, B., 2013. Efficiency of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) to control *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) in *Citrus* orchards in Tunisia. **IOBC/WPRS Bulletin**, **95**(April 2014).

Shah, P. A., and Pell, J. K., 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. **Applied Microbiology and Biotechnology**. DOI: 10.1007/s00253-003-1240-8

da Silva, E. B., Branco, M., Mendel, Z., and Franco, J. C., 2013. Mating behavior and performance in the two cosmopolitan mealybug species *Planococcus citri* and *Pseudococcus calceolariae* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Journal of Insect Behavior**, **26**(3). DOI: 10.1007/s10905-012-9344-6

Telli, S., and Yiğit, A., 2019. Türkiye'de meyve ağaçlarında ekonomik zarar meydana getiren Pseudococcid'ler (Hemiptera) ve doğal düşmanları. **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**, **10**(1), 41–59. DOI: 10.31019/tbmd.525220.

Uysal, O., ve Polatöz, S., 2017. Dünyada ve Türkiye'de turunçgil üretimi ve dış ticareti. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi , no.22, 4-9.

Zimmermann, G., 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**. DOI: 10.1080/09583150701309006

Zimmermann, G., 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): Biology, ecology and use in biological control. **Biocontrol Science and Technology**. DOI: 10.1080/09583150802471812

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Döndü AYDIN

Uyruğu: T.C.

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü	2024
Lisans	Tokat Gaziosmanpaşan Üniversitesi	2020
Lise	Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi	2013

Staj : TARKİM, 2018, yaz stajı